



# SBÍRKA MEZINÁRODNÍCH SMLUV

## ČESKÁ REPUBLIKA

---

Částka 37

Rozeslána dne 24. září 2010

Cena Kč 182,–

---

### O B S A H:

75. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Protokolu o snížení emisí síry nebo jejich toků přes hranice států nejméně o 30 procent k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979, přijatého v Helsinkách dne 8. července 1985
  76. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Protokolu o omezování emisí oxidů dusíku nebo jejich toků přes hranice států k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979, přijatého v Sofii dne 31. října 1988
  77. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Protokolu o omezení emisí těkavých organických látek nebo jejich toků přes hranice k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979, přijatého v Ženevě dne 18. listopadu 1991
-



**75****SDĚLENÍ****Ministerstva zahraničních věcí**

Ministerstvo zahraničních věcí sděluje, že dne 8. července 1985 byl v Helsinkách přijat Protokol o snížení emisí síry nebo jejich toků přes hranice států nejméně o 30 procent k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979<sup>1)</sup>).

Jménem Československé socialistické republiky byl Protokol podepsán dne 9. července 1985 v Helsinkách.

Listina o schválení Protokolu byla uložena u generálního tajemníka Organizace spojených národů, depozitáře Protokolu, dne 26. listopadu 1986.

Protokol vstoupil v platnost na základě svého článku 11 odst. 1 dne 2. září 1987 a tímto dnem vstoupil v platnost i pro Československou socialistickou republiku.

Dne 30. září 1993 oznámila Česká republika generálnímu tajemníkovi Organizace spojených národů, depozitáři Protokolu, že se jako nástupnický stát České a Slovenské Federativní Republiky s účinností od 1. ledna 1993 považuje za smluvní stát Protokolu.

Anglické znění Protokolu a jeho překlad do českého jazyka se vyhláší současně.

---

<sup>1)</sup> Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států přijatá dne 13. listopadu 1979 v Ženevě byla vyhlášena pod č. 5/1985 Sb.

**PROTOCOL TO THE 1979 CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY  
AIR POLLUTION ON THE REDUCTION OF SULPHUR EMISSIONS OR  
THEIR TRANSBOUNDARY FLUXES BY AT LEAST 30 PER CENT**

**The Parties**

**Determined** to implement the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution,

**Concerned** that the present emissions of air pollutants are causing widespread damage, in exposed parts of Europe and North America, to natural resources of vital environmental and economic importance, such as forests, soils and waters, and to materials (including historical monuments) and, under certain circumstances, have harmful effects on human health,

**Aware** of the fact that the predominant sources of air pollution contributing to the acidification of the environment are the combustion of fossil fuels for energy production, and the main technological processes in various industrial sectors, as well as transport, which lead to emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides, and other pollutants,

**Considering** that high priority should be given to reducing sulphur emissions, which will have positive results environmentally, on the over-all economic situation and on human health,

**Recalling** the decision of the United Nations Economic Commission for Europe (ECE) at its thirty-ninth session, which stresses the urgency of intensifying efforts to arrive at co-ordinated national strategies and policies in the ECE region to reduce sulphur emissions effectively at national levels,

**Recalling** the recognition by the Executive Body for the Convention at its first session of the need to decrease effectively the total annual emissions of sulphur compounds or their transboundary fluxes by 1993-1995, using 1980 levels as the basis for calculations of reductions,

**Recalling** that the Multilateral Conference on the Causes and Prevention of Damage to Forests and Water by Air Pollution in Europe (Munich, 24-27 June 1984) had requested that the Executive Body for the Convention, as a matter of highest priority, adopt a proposal for a specific agreement on the reduction of annual national sulphur emissions or their transboundary fluxes by 1993 at the latest,

**Noting** that a number of Contracting Parties to the Convention have decided to implement reductions of their national annual sulphur emissions or their transboundary fluxes by at least 30 per cent as soon as possible and at the latest by 1993, using 1980 levels as the basis for calculation of reductions,



Recognizing, on the other hand, that some Contracting Parties to the Convention, while not signing the present Protocol at the time of its opening for signature, will nevertheless contribute significantly to the reduction of transboundary air pollution, or will continue to make efforts to control sulphur emissions, as stated in the document annexed to the report of the Executive Body at its third session,

Have agreed as follows:

## Article 1

### Definitions

For the purposes of the present Protocol,

1. "Convention" means the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, adopted in Geneva on 13 November 1979;
2. "EMEP" means the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe;
3. "Executive Body" means the Executive Body for the Convention constituted under article 10, paragraph 1 of the Convention;
4. "Geographical scope of EMEP" means the area defined in article 1, paragraph 4 of the Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP), adopted in Geneva on 28 September 1984;
5. "Parties" means, unless the context otherwise requires, the Parties to the present Protocol.

## Article 2

### Basic provision

The Parties shall reduce their national annual sulphur emissions or their transboundary fluxes by at least 30 per cent as soon as possible and at the latest by 1993, using 1980 levels as the basis for calculation of reductions.

## Article 3

### Further reductions

The Parties recognize the need for each of them to study at the national level the necessity for further reductions, beyond those referred to in article 2, of sulphur emissions or their transboundary fluxes when environmental conditions warrant.

## Article 4

### Reporting of annual emissions

Each Party shall provide annually to the Executive Body its levels of national annual sulphur emissions, and the basis upon which they have been calculated.

## Article 5

### Calculations of transboundary fluxes

EMEP shall in good time before the annual meetings of the Executive Body provide to the Executive Body calculations of sulphur budgets and also of transboundary fluxes and depositions of sulphur compounds for each previous year within the geographical scope of EMEP, utilizing appropriate models. In areas outside the geographical scope of EMEP, models appropriate to the particular circumstances of Parties therein shall be used.

## Article 6

### National programmes, policies and strategies

The Parties shall, within the framework of the Convention, develop without undue delay national programmes, policies and strategies which shall serve as a means of reducing sulphur emissions or their transboundary fluxes, by at least 30 per cent as soon as possible and at the latest by 1993, and shall report thereon as well as on progress towards achieving the goal to the Executive Body.

## Article 7

### Amendments to the Protocol

1. Any Party may propose amendments to the present Protocol.
2. Proposed amendments shall be submitted in writing to the Executive Secretary of the Economic Commission for Europe who shall communicate them to all Parties. The Executive Body shall discuss the proposed amendments at its next annual meeting provided that such proposals have been circulated by the Executive Secretary of the Economic Commission for Europe to the Parties at least 90 days in advance.
3. An amendment to the present Protocol shall be adopted by consensus of the representatives of the Parties, and shall enter into force for the Parties which have accepted it on the ninetieth day after the date on which two thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance of the amendment. The amendment shall enter into force for any other Party on the ninetieth day after the date on which that Party deposits its instrument of acceptance of the amendment.

## Article 8

### Settlement of disputes

If a dispute arises between two or more Parties as to the interpretation or application of the present Protocol, they shall seek a solution by negotiation or by any other method of dispute settlement acceptable to the parties to the dispute.

## Article 9

### Signature

1. The present Protocol shall be open for signature at Helsinki (Finland) from 8 July 1985 until 12 July 1985 inclusive, by the member States of the Economic Commission for Europe as well as States having consultative status with the Economic Commission for Europe, pursuant to paragraph 8 of Economic and Social Council resolution 36 (IV) of 28 March 1947, and by regional economic integration organizations, constituted by sovereign States members of the Economic Commission for Europe, which have competence in respect of the negotiation, conclusion and application of international agreements in matters covered by the present Protocol, provided that the States and organizations concerned are Parties to the Convention.

2. In matters within their competence, such regional economic integration organizations shall, on their own behalf, exercise the rights and fulfil the responsibilities which the present Protocol attributes to their member States. In such cases, the member States of these organizations shall not be entitled to exercise such rights individually.

## Article 10

### Ratification, acceptance, approval and accession

1. The present Protocol shall be subject to ratification, acceptance or approval by Signatories.

2. The present Protocol shall be open for accession as from 13 July 1985 by the States and organizations referred to in article 9, paragraph 1.

3. A State or organization acceding to the present Protocol after its entry into force shall implement Article 2 at the latest by 1993. However, if the Protocol is acceded to after 1990, Article 2 may be implemented later than 1993 by the Party concerned but not later than 1995, and such a Party shall implement Article 6 correspondingly.

4. The instruments of ratification, acceptance, approval or accession shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations, who will perform the functions of depositary.

## Article 11

### Entry into force

1. The present Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date on which the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession has been deposited.

2. For each State and organization referred to in article 9, paragraph 1, which ratifies, accepts or approves the present Protocol or accedes thereto after the deposit of the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval, or accession, the Protocol shall enter into force on the ninetieth day after the date of deposit by such Party of its instrument of ratification, acceptance, approval, or accession.

**Article 12****Withdrawal**

At any time after five years from the date on which the present Protocol has come into force with respect to a Party, that Party may withdraw from it by giving written notification to the depositary. Any such withdrawal shall take effect on the ninetieth day after the date of its receipt by the depositary.

**Article 13****Authentic texts**

The original of the present Protocol, of which the English, French and Russian texts are equally authentic, shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations.

IN WITNESS WHEREOF the undersigned, being duly authorized thereto, have signed the present Protocol.

DONE at Helsinki this eighth day of July one thousand nine hundred and eighty-five.

## PŘEKLAD

**Protokol o snížení emisí síry nebo jejich toků přes hranice států nejméně  
o 30 procent k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států  
z roku 1979**

Smluvní strany,

ODHODLÁNY provádět Úmluvu o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států,

ZNEPOKOJENY tím, že současné emise látek znečišťujících ovzduší způsobují v těch částech Evropy a Severní Ameriky, které jsou jim vystaveny, rozsáhlé škody na přírodních zdrojích životně důležitých pro životní prostředí a pro hospodářství, jako jsou lesy, půda a voda, a na materiálech (včetně historických památek) a za jistých okolností mají škodlivé účinky na lidské zdraví,

VĚDOMY SI skutečnosti, že převažujícími zdroji znečišťování ovzduší, které přispívají k acidifikaci životního prostředí, jsou spalování fosilních paliv za účelem výroby energie a hlavní technologické procesy v různých průmyslových odvětvích, jakož i doprava, které způsobují emise oxidu siřičitého, oxidů dusíku a jiných znečišťujících látek,

MAJÍCE NA ZŘETELI, že je třeba přisoudit vysokou prioritu snížení emisí síry, což bude mít pozitivní důsledky pro životní prostředí, celkovou hospodářskou situaci a pro lidské zdraví,

PŘIPOMÍNÁJÍCE rozhodnutí Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů (EHK OSN) na jejím třicátém devátém zasedání, které zdůrazňuje naléhavou potřebu zvýšit úsilí o dosažení koordinovaných národních strategií a politik v regionu EHK OSN s cílem účinně snížit emise síry na vnitrostátní úrovni,

PŘIPOMÍNÁJÍCE, že výkonný orgán úmluvy na svém prvním zasedání uznal potřebu účinně snížit celkové roční emise sloučenin síry nebo jejich toků přes hranice států do roku 1993 až 1995, přičemž jako základ pro výpočet snížení se použijí úrovně z roku 1980,

PŘIPOMÍNÁJÍCE, že Mnohostranná konference o příčinách a předcházení škodám způsobeným na lesích a vodě vlivem znečištění ovzduší v Evropě (Mnichov, 24. - 27. června 1984) požadovala, aby výkonný orgán úmluvy přijal – jako věc nejvyšší priority – návrh zvláštní dohody o snížení ročních národních emisí síry nebo jejich toků přes hranice států nejpozději do roku 1993,

BEROUCE NA VĚDOMÍ, že řada smluvních stran úmluvy se rozhodla provést snížení svých národních emisí síry nebo jejich toků přes hranice států nejméně o 30 procent v nejkratší možné době, nejpozději však do roku 1993, přičemž jako základ pro výpočet snížení se použijí úrovně z roku 1980,

UZNÁVAJÍCE naproti tomu, že některé smluvní strany úmluvy, ačkoli nepodepíší tento

protokol v době jeho otevření k podpisu, přispějí i přesto významným způsobem ke snížení znečišťování ovzduší přesahujícího hranice států nebo budou i nadále usilovat o omezení emisí síry, jak je uvedeno v dokumentu, který je připojen ke zprávě výkonného orgánu na jeho třetím zasedání, SE DOHODLY na tomto:

## Článek 1

### Definice

Pro účely tohoto protokolu se

1. „úmluvou“ rozumí Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států, přijatá v Ženevě dne 13. listopadu 1979;

2. „EMEP“ rozumí Program spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě;

3. „výkonným orgánem“ rozumí výkonný orgán úmluvy zřízený podle čl. 10 odst. 1 úmluvy;

4. „geografickým rozsahem EMEP“ rozumí oblast definovaná v čl. 1 odst. 4 protokolu k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států o dlouhodobém financování Programu spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě (EMEP), přijatý v Ženevě dne 28. září 1984;

5. „stranami“ rozumějí, pokud z kontextu nevyplývá jinak, smluvní strany tohoto protokolu.

## Článek 2

### Základní ustanovení

Smluvní strany sníží své národní roční emise síry nebo jejich toky přes hranice států nejméně o 30 procent v nejkratší možné době, nejpozději však do roku 1993, přičemž použijí jako základ pro výpočet snížení úrovně z roku 1980.

## Článek 3

### Další snížení

Smluvní strany uznávají, že je nezbytné, aby každá z nich na vnitrostátní úrovni zkoumala nezbytnost dalších snížení emisí síry nebo jejich toků přes hranice států mimo snížení uvedená v článku 2, pokud to vyžaduje stav životního prostředí.

## Článek 4

### Podávání zpráv o ročních emisích

Každá smluvní strana poskytne výkonnému orgánu informace o svých úrovních národních ročních emisí síry a o základu, z něhož vycházela při jejich výpočtu.

## Článek 5

### Výpočet toků přes hranice států

Za použití vhodných modelů a v dostatečném časovém předstihu před výročním zasedáním výkonného orgánu poskytne EMEP výkonnému orgánu výpočty bilance síry a také jejích toků přes hranice států a depozice sloučenin síry za každý předcházející rok na územích v geografickém rozsahu EMEP. Na územích mimo geografický rozsah EMEP se použijí modely, které odpovídají zvláštním podmínkám smluvních stran na těchto územích.

## Článek 6

### Národní programy, politiky a strategie

Smluvní strany v rámci úmluvy vypracují bez zbytečného odkladu národní programy, politiky a strategie, které budou sloužit jako prostředky ke snížení emisí síry nebo jejích toků přes hranice států nejméně o 30 procent, v nejkratší možné době, nejpozději však do roku 1993, a podají o tom, jakož i o pokroku k dosažení cíle, zprávu výkonnému orgánu.

## Článek 7

### Změny protokolu

1. Kterákoli smluvní strana může navrhnout změny tohoto protokolu.
2. Navrhované změny se předkládají písemně výkonnému tajemníku EHK OSN, který je sdělí všem smluvním stranám. Výkonný orgán projedná navrhované změny na nejbližším výročním zasedání za předpokladu, že výkonný tajemník návrhy předá smluvním stranám nejméně devadesát dnů předem.

Změny tohoto protokolu se přijímají konsensem zástupců smluvních stran a vstupují v platnost pro smluvní strany, které jej přijaly, devadesátým dnem po dni, kdy byly u depozitáře uloženy listiny o přijetí těchto změn dvěma třetinami smluvních stran. Pro kteroukoli další smluvní stranu vstupují změny v platnost devadesátým dnem po dni, kdy tato strana uložila svou listinu o přijetí změn.

## Článek 8

### Urovnávání sporů

V případě sporu mezi dvěma nebo více smluvními stranami o výklad nebo uplatňování tohoto protokolu hledají smluvní strany řešení jednáním nebo jakýmkoli jiným prostředkem urovnávání sporu, který bude pro sporné smluvní strany přijatelný.

## Článek 9

### Podpis

1. Tento protokol je otevřen k podpisu v Helsinkách (Finsko) od 8. července 1985 do 12. července 1985 včetně, pro členské státy Evropské hospodářské komise a rovněž pro státy s poradním statutem při Evropské hospodářské komisi na základě odstavce 8 usnesení

Hospodářské a sociální rady 36 (IV) ze dne 28. března 1947 a pro organizace regionální hospodářské integrace tvořené svrchovanými členskými státy Evropské hospodářské komise, na které jejich členské státy přenesly pravomoc vyjednávat, uzavírat a uplatňovat mezinárodní dohody v záležitostech upravovaných tímto protokolem za předpokladu, že zúčastněné státy a organizace jsou smluvními stranami úmluvy.

2. V záležitostech v rámci svých pravomocí uplatňují tyto organizace regionální hospodářské integrace svým jménem práva a plní povinnosti, které tento protokol ukládá jejich členským státům. V těchto případech členské státy těchto organizací nejsou oprávněny uplatňovat tato práva jednotlivě.

## Článek 10

### Ratifikace, přijetí, schválení a přistoupení

1. Tento protokol podléhá ratifikaci, přijetí nebo schválení signatáři.
2. Tento protokol je od 13. července 1985 otevřen k přistoupení pro státy a organizace uvedené v čl. 9 odst. 1.
3. Stát nebo organizace přistupující k tomuto protokolu po jeho vstupu v platnost provede článek 2 nejpozději do roku 1993. Jestliže však k přistoupení dojde až po roce 1990, může být článek 2 proveden zúčastněnou smluvní stranou později než v roce 1993, avšak nejpozději v roce 1995, a taková smluvní strana provede ve shodě s tím článek 6.
4. Listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení budou uloženy u generálního tajemníka Organizace spojených národů, který vykonává funkci depozitáře.

## Článek 11

### Vstup v platnost

1. Tento protokol vstupuje v platnost devadesátým dnem po dni uložení šestnácté listiny o ratifikaci, přijetí nebo schválení.
2. Pro každý stát a organizaci uvedené v odst. 1 čl. 9, které ratifikují, přijmou nebo schválí tento protokol nebo k němu přistoupí po uložení šestnácté listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení, vstupuje protokol v platnost devadesátým dnem po dni, kdy tato smluvní strana uložila svou listinu o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení.

## Článek 12

### Odstoupení

Kdykoli po uplynutí pěti let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost pro určitou smluvní stranu může tato smluvní strana od protokolu odstoupit tím, že podá písemné oznámení depozitáři. Každé takové odstoupení nabude účinku devadesátým dnem po dni jeho přijetí depozitářem.

## Článek 13



### Platná znění

Prvopis tohoto protokolu, jehož anglické, francouzské a ruské znění mají stejnou platnost, bude uložen u generálního tajemníka Organizace spojených národů.

NA DŮKAZ ČEHOŽ připojili níže podepsaní zástupci řádně k tomu zplnomocnění k tomuto protokolu své podpisy.

V Helsinkách osmého července roku tisíc devět set osmdesátého pátého.



**76****SDĚLENÍ****Ministerstva zahraničních věcí**

Ministerstvo zahraničních věcí sděluje, že dne 31. října 1988 byl v Sofii přijat Protokol o omezování emisí oxidů dusíku nebo jejich toků přes hranice států k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979<sup>1)</sup>).

Jménem Československé socialistické republiky byl Protokol podepsán dne 1. listopadu 1988 v Sofii.

Listina o schválení Protokolu byla uložena u generálního tajemníka Organizace spojených národů, depozitáře Protokolu, dne 17. srpna 1990.

Protokol vstoupil v platnost na základě svého článku 15 odst. 1 dne 14. února 1991 a tímto dnem vstoupil v platnost i pro Českou a Slovenskou Federativní Republiku.

Dne 30. září 1993 oznámila Česká republika generálnímu tajemníkovi Organizace spojených národů, depozitáři Protokolu, že se jako nástupnický stát České a Slovenské Federativní Republiky s účinností od 1. ledna 1993 považuje za smluvní stát Protokolu.

Anglické znění Protokolu a jeho překlad do českého jazyka se vyhláší současně.

---

<sup>1)</sup> Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států přijatá dne 13. listopadu 1979 v Ženevě byla vyhlášena pod č. 5/1985 Sb.

PROTOCOL TO THE 1979 CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY  
AIR POLLUTION CONCERNING THE CONTROL OF EMISSIONS OF  
NITROGEN OXIDES OR THEIR TRANSBOUNDARY FLUXES

The Parties,

Determined to implement the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution,

Concerned that present emissions of air pollutants are causing damage, in exposed parts of Europe and North America, to natural resources of vital environmental and economic importance,

Recalling that the Executive Body for the Convention recognized at its second session the need to reduce effectively the total annual emissions of nitrogen oxides from stationary and mobile sources or their transboundary fluxes by 1995, and the need on the part of other States that had already made progress in reducing these emissions to maintain and review their emission standards for nitrogen oxides,

Taking into consideration existing scientific and technical data on emissions, atmospheric movements and effects on the environment of nitrogen oxides and their secondary products, as well as on control technologies,

Conscious that the adverse environmental effects of emissions of nitrogen oxides vary among countries,

Determined to take effective action to control and reduce national annual emissions of nitrogen oxides or their transboundary fluxes by, in particular, the application of appropriate national emission standards to new mobile and major new stationary sources and the retrofitting of existing major stationary sources,

Recognizing that scientific and technical knowledge of these matters is developing and that it will be necessary to take such developments into account when reviewing the operation of this Protocol and deciding on further action,

Noting that the elaboration of an approach based on critical loads is aimed at the establishment of an effect-oriented scientific basis to be taken into account when reviewing the operation of this Protocol and at deciding on further internationally agreed measures to limit and reduce emissions of nitrogen oxides or their transboundary fluxes,

Recognizing that the expeditious consideration of procedures to create more favourable conditions for exchange of technology will contribute to the effective reduction of emissions of nitrogen oxides in the region of the Commission,

Noting with appreciation the mutual commitment undertaken by several countries to implement immediate and substantial reductions of national annual emissions of nitrogen oxides,

Acknowledging the measures already taken by some countries which have had the effect of reducing emissions of nitrogen oxides,

Have agreed as follows:

## Article 1

### Definitions

For the purposes of the present Protocol,

1. "Convention" means the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, adopted in Geneva on 13 November 1979;
2. "EMEP" means the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe;
3. "Executive Body" means the Executive Body for the Convention constituted under article 10, paragraph 1 of the Convention;
4. "Geographical scope of EMEP" means the area defined in article 1, paragraph 4 of the Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP), adopted in Geneva on 28 September 1984;
5. "Parties" means, unless the context otherwise requires, the Parties to the present Protocol;
6. "Commission" means the United Nations Economic Commission for Europe;
7. "Critical load" means a quantitative estimate of the exposure to one or more pollutants below which significant harmful effects on specified sensitive elements of the environment do not occur according to present knowledge;
8. "Major existing stationary source" means any existing stationary source the thermal input of which is at least 100 MW;
9. "Major new stationary source" means any new stationary source the thermal input of which is at least 50 MW;
10. "Major source category" means any category of sources which emit or may emit air pollutants in the form of nitrogen oxides, including the categories described in the Technical Annex, and which contribute at least 10 per cent of

the total national emissions of nitrogen oxides on an annual basis as measured or calculated in the first calendar year after the date of entry into force of the present Protocol, and every fourth year thereafter;

11. "New stationary source" means any stationary source the construction or substantial modification of which is commenced after the expiration of two years from the date of entry into force of this Protocol;

12. "New mobile source" means a motor vehicle or other mobile source which is manufactured after the expiration of two years from the date of entry into force of the present Protocol.

## Article 2

### Basic obligations

1. The Parties shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to control and/or reduce their national annual emissions of nitrogen oxides or their transboundary fluxes so that these, at the latest by 31 December 1994, do not exceed their national annual emissions of nitrogen oxides or transboundary fluxes of such emissions for the calendar year 1987 or any previous year to be specified upon signature of, or accession to, the Protocol, provided that in addition, with respect to any Party specifying such a previous year, its national average annual transboundary fluxes or national average annual emissions of nitrogen oxides for the period from 1 January 1987 to 1 January 1996 do not exceed its transboundary fluxes or national emissions for the calendar year 1987.

2. Furthermore, the Parties shall in particular, and no later than two years after the date of entry into force of the present Protocol:

(a) Apply national emissions standards to major new stationary sources and/or source categories, and to substantially modified stationary sources in major source categories, based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration the Technical Annex;

(b) Apply national emission standards to new mobile sources in all major source categories based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration the Technical Annex and the relevant decisions taken within the framework of the Inland Transport Committee of the Commission; and

(c) Introduce pollution control measures for major existing stationary sources, taking into consideration the Technical Annex and the characteristics of the plant, its age and its rate of utilization and the need to avoid undue operational disruption.

3. (a) The Parties shall, as a second step, commence negotiations, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, on

further steps to reduce national annual emissions of nitrogen oxides or transboundary fluxes of such emissions, taking into account the best available scientific and technological developments, internationally accepted critical loads and other elements resulting from the work programme undertaken under article 6.

(b) To this end, the Parties shall co-operate in order to establish:

- (i) Critical loads;
- (ii) Reductions in national annual emissions of nitrogen oxides or transboundary fluxes of such emissions as required to achieve agreed objectives based on critical loads; and
- (iif) Measures and a time-table commencing no later than 1 January 1996 for achieving such reductions.

4. Parties may take more stringent measures than those required by the present article.

### Article 3

#### Exchange of technology

1. The Parties shall, consistent with their national laws, regulations and practices, facilitate the exchange of technology to reduce emissions of nitrogen oxides, particularly through the promotion of:

- (a) Commercial exchange of available technology;
- (b) Direct industrial contacts and co-operation, including joint ventures;
- (c) Exchange of information and experience; and
- (d) Provision of technical assistance.

2. In promoting the activities specified in subparagraphs (a) to (d) above, the Parties shall create favourable conditions by facilitating contacts and co-operation among appropriate organizations and individuals in the private and public sectors that are capable of providing technology, design and engineering services, equipment or finance.

3. The Parties shall, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, commence consideration of procedures to create more favourable conditions for the exchange of technology to reduce emissions of nitrogen oxides.

#### Article 4

##### Unleaded fuel

The Parties shall, as soon as possible and no later than two years after the date of entry into force of the present Protocol, make unleaded fuel sufficiently available, in particular cases as a minimum along main international transit routes, to facilitate the circulation of vehicles equipped with catalytic converters.

#### Article 5

##### Review process

1. The Parties shall regularly review the present Protocol, taking into account the best available scientific substantiation and technological development.
2. The first review shall take place no later than one year after the date of entry into force of the present Protocol.

#### Article 6

##### Work to be undertaken

The Parties shall give high priority to research and monitoring related to the development and application of an approach based on critical loads to determine, on a scientific basis, necessary reductions in emissions of nitrogen oxides. The Parties shall, in particular, through national research programmes, in the work plan of the Executive Body and through other co-operative programmes within the framework of the Convention, seek to:

- (a) Identify and quantify effects of emissions of nitrogen oxides on humans, plant and animal life, waters, soils and materials, taking into account the impact on these of nitrogen oxides from sources other than atmospheric deposition;
- (b) Determine the geographical distribution of sensitive areas;
- (c) Develop measurements and model calculations including harmonized methodologies for the calculation of emissions, to quantify the long-range transport of nitrogen oxides and related pollutants;
- (d) Improve estimates of the performance and costs of technologies for control of emissions of nitrogen oxides and record the development of improved and new technologies; and



(e) Develop, in the context of an approach based on critical loads, methods to integrate scientific, technical and economic data in order to determine appropriate control strategies.

#### Article 7

##### National programmes, policies and strategies

The Parties shall develop without undue delay national programmes, policies and strategies to implement the obligations under the present Protocol that shall serve as a means of controlling and reducing emissions of nitrogen oxides or their transboundary fluxes.

#### Article 8

##### Information exchange and annual reporting

1. The Parties shall exchange information by notifying the Executive Body of the national programmes, policies and strategies that they develop in accordance with article 7 and by reporting to it annually on progress achieved under, and any changes to, those programmes, policies and strategies, and in particular on:

(a) The levels of national annual emissions of nitrogen oxides and the basis upon which they have been calculated;

(b) Progress in applying national emission standards required under article 2, subparagraphs 2 (a) and 2 (b), and the national emission standards applied or to be applied, and the sources and/or source categories concerned;

(c) Progress in introducing the pollution control measures required under article 2, subparagraph 2 (c), the sources concerned and the measures introduced or to be introduced;

(d) Progress in making unleaded fuel available;

(e) Measures taken to facilitate the exchange of technology; and

(f) Progress in establishing critical loads.

2. Such information shall, as far as possible, be submitted in accordance with a uniform reporting framework.

### Article 9

#### Calculations

EMEP shall, utilizing appropriate models and in good time before the annual meetings of the Executive Body, provide to the Executive Body calculations of nitrogen budgets and also of transboundary fluxes and deposition of nitrogen oxides within the geographical scope of EMEP. In areas outside the geographical scope of EMEP, models appropriate to the particular circumstances of Parties to the Convention therein shall be used.

### Article 10

#### Technical Annex

The Technical Annex to the present Protocol is recommendatory in character. It shall form an integral part of the Protocol.

### Article 11

#### Amendments to the Protocol

1. Any Party may propose amendments to the present Protocol.
2. Proposed amendments shall be submitted in writing to the Executive Secretary of the Commission who shall communicate them to all Parties. The Executive Body shall discuss the proposed amendments at its next annual meeting provided that these proposals have been circulated by the Executive Secretary to the Parties at least ninety days in advance.
3. Amendments to the Protocol, other than amendments to its Technical Annex, shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body, and shall enter into force for the Parties which have accepted them on the ninetieth day after the date on which two-thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance thereof. Amendments shall enter into force for any Party which has accepted them after two-thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance of the amendment, on the ninetieth day after the date on which that Party deposited its instrument of acceptance of the amendments.
4. Amendments to the Technical Annex shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body and shall become effective thirty days after the date on which they have been communicated in accordance with paragraph 5 below.
5. Amendments under paragraphs 3 and 4 above shall, as soon as possible after their adoption, be communicated by the Executive Secretary to all Parties.

Article 12Settlement of disputes

If a dispute arises between two or more Parties as to the interpretation or application of the present Protocol, they shall seek a solution by negotiation or by any other method of dispute settlement acceptable to the parties to the dispute.

Article 13Signature

1. The present Protocol shall be open for signature at Sofia from 1 November 1988 until 4 November 1988 inclusive, then at the Headquarters of the United Nations in New York until 5 May 1989, by the member States of the Commission as well as States having consultative status with the Commission, pursuant to paragraph 8 of Economic and Social Council resolution 36 (IV) of 28 March 1947, and by regional economic integration organizations, constituted by sovereign States members of the Commission, which have competence in respect of the negotiation, conclusion and application of international agreements in matters covered by the Protocol, provided that the States and organizations concerned are Parties to the Convention.
2. In matters within their competence, such regional economic integration organizations shall, on their own behalf, exercise the rights and fulfil the responsibilities which the present Protocol attributes to their member States. In such cases, the member States of these organizations shall not be entitled to exercise such rights individually.

Article 14Ratification, acceptance, approval and accession

1. The present Protocol shall be subject to ratification, acceptance or approval by Signatories.
2. The present Protocol shall be open for accession as from 6 May 1989 by the States and organizations referred to in article 13, paragraph 1.
3. A State or organization which accedes to the present Protocol after 31 December 1993 may implement articles 2 and 4 no later than 31 December 1995.
4. The instruments of ratification, acceptance, approval or accession shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations, who will perform the functions of depositary.

Article 15Entry into force

1. The present Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date on which the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession has been deposited.
2. For each State and organization referred to in article 13, paragraph 1, which ratifies, accepts or approves the present Protocol or accedes thereto after the deposit of the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval, or accession, the Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date of deposit by such Party of its instrument of ratification, acceptance, approval, or accession.

Article 16Withdrawal

At any time after five years from the date on which the present Protocol has come into force with respect to a Party, that Party may withdraw from it by giving written notification to the depositary. Any such withdrawal shall take effect on the ninetieth day following the date of its receipt by the depositary, or on such later date as may be specified in the notification of the withdrawal.

Article 17Authentic texts

The original of the present Protocol, of which the English, French and Russian texts are equally authentic, shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations.

IN WITNESS WHEREOF the undersigned, being duly authorized thereto, have signed the present Protocol.

DONE at Sofia this thirty-first day of October one thousand nine hundred and eighty-eight.

## TECHNICAL ANNEX

1. Information regarding emission performance and costs is based on official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies, in particular documents EB.AIR/WG.3/R.8, R.9 and R.16, and ENV/WP.1/R.86, and Corr.1, as reproduced in chapter 7 of Effects and Control of Transboundary Air Pollution. \*/ Unless otherwise indicated, the technologies listed are considered to be well established on the basis of operational experience. \*\*/

2. The information contained in this annex is incomplete. Because experience with new engines and new plants incorporating low emission technology, as well as with retrofitting existing plants, is continuously expanding, regular elaboration and amendment of the annex will be necessary. The annex cannot be an exhaustive statement of technical options; its aim is to provide guidance for the Parties in identifying economically feasible technologies for giving effect to the obligations of the Protocol.

I. CONTROL TECHNOLOGIES FOR NO<sub>x</sub> EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES

3. Fossil fuel combustion is the main stationary source of anthropogenic NO<sub>x</sub> emissions. In addition, some non-combustion processes can contribute relevant NO<sub>x</sub> emissions.

4. Major stationary source categories of NO<sub>x</sub> emissions may include:

- (a) Combustion plants;
- (b) Industrial process furnaces (e.g., cement manufacture);
- (c) Stationary gas turbines and internal combustion engines; and
- (d) Non-combustion processes (e.g., nitric acid production).

5. Technologies for the reduction of NO<sub>x</sub> emissions focus on certain combustion/process modifications, and, especially for large power plants, on flue gas treatment.

6. For retrofitting of existing plants, the extent of application of low-NO<sub>x</sub> technologies may be limited by negative operational side-effects or by other site-specific constraints. In the case of retrofitting, therefore, only approximate estimates are given for typically achievable NO<sub>x</sub> emission values. For new plants, negative side-effects can be minimized or excluded by appropriate design features.

---

\*/ Air Pollution Studies No. 4 (United Nations publication, Sales No. E.87.II.E.36).

\*\*/ It is at present difficult to provide reliable data on the costs of control technologies in absolute terms. For cost data included in the present annex, emphasis should therefore be placed on the relationships between the costs of different technologies rather than on absolute cost figures.

7. According to currently available data, the costs of combustion modifications can be considered as small for new plants. However, in the case of retrofitting, for instance at large power plants, they ranged from about 8 to 25 Swiss francs per kW<sub>el</sub> (in 1985). As a rule, investment costs of flue gas treatment systems are considerably higher.

8. For stationary sources, emission factors are expressed in milligrams of NO<sub>2</sub> per normal (0° C, 1013 mb) cubic metre (mg/m<sup>3</sup>), dry basis.

#### Combustion plants

9. The category of combustion plants comprises fossil fuel combustion in furnaces, boilers, indirect heaters and other combustion facilities with a heat input larger than 10 MW, without mixing the combustion flue gases with other effluents or treated materials. The following combustion technologies, either singly or in combination, are available for new and existing installations:

(a) Low-temperature design of the firebox, including fluidized bed combustion;

(b) Low excess-air operation;

(c) Installation of special low-NO<sub>x</sub> burners;

(d) Flue gas recirculation into the combustion air;

(e) Staged combustion/overfire-air operation; and

(f) Reburning (fuel staging). \*\*\*

Performance standards that can be achieved are summarized in table 1.

10. Flue gas treatment by selective catalytic reduction (SCR) is an additional NO<sub>x</sub> emission reduction measure with efficiencies of up to 80 per cent and more. Considerable operational experience from new and retrofitted installations is now being obtained within the region of the Commission, in particular for power plants larger than 300 MW (thermal). When combined with combustion modifications, emission values of 200 mg/m<sup>3</sup> (solid fuels, 6% O<sub>2</sub>) and 150 mg/m<sup>3</sup> (liquid fuels, 3% O<sub>2</sub>) can be easily met.

11. Selective non-catalytic reduction (SNCR), a flue gas treatment for a 20-60% NO<sub>x</sub> reduction, is a cheaper technology for special applications (e.g., refinery furnaces and base load gas combustion).

---

\*\*\* There is limited operational experience of this type of combustion technology.

Table 1:  $\text{NO}_x$  performance standards ( $\text{mg/MJ}$ ) that can be achieved by combustion modifications

Plant type a/		Uncontrolled baseline	Existing plant retrofit b/	Typical value	New plant	$\text{NO}_x$
Solid Fuels	10 MW c/ to 300 MW	Grate Combustion (coal) Fluidized Bed Combustion (i) stationary (ii) circulating Pulverized Coal Combustion (i) dry bottom (ii) wet bottom	300 - 1 000 300 - 600 150 - 300 700 - 1 700 1 000 - 2 300	- - - 600 - 1 100 1 000 - 1 400	600 - - 800 -	7 7 7 6 6
	>300 MW	Pulverized Coal Combustion (i) dry bottom (ii) wet bottom	700 - 1 700 1 000 - 2 300	600 - 1 100 1 000 - 1 400	- -	6 6
	10 MW c/ to 300 MW	Distillate Oil Combustion Residual Oil Combustion	- 500 - 1 400	- 200 - 400	300 400	3 3
	>300 MW	Residual Oil Combustion	500 - 1 400	200 - 400	-	3
	10 MW c/ to 300 MW		150 - 1 000	100 - 300	-	3
Gaseous Fuels	>300 MW c/		250 - 1 400	100 - 300	-	3

a/ Capacity numbers refer to MW (thermal) heat input by fuel (lower heating value).

b/ Only approximate values can be given due to site specific factors and greater uncertainty for retrofitting of existing plant.

c/ For small (10 MW - 100 MW) plants a greater degree of uncertainty applies to all figures given.



### Stationary gas turbines and internal combustion (IC) engines

12.  $\text{NO}_x$  emissions from stationary gas turbines can be reduced either by combustion modification (dry control) or by water/steam injection (wet control). Both measures are well established. By these means, emission values of  $150 \text{ mg/m}^3$  (gas, 15%  $\text{O}_2$ ) and  $300 \text{ mg/m}^3$  (oil, 15%  $\text{O}_2$ ) can be met. Retrofit is possible.

13.  $\text{NO}_x$  emissions from stationary spark ignition IC engines can be reduced either by combustion modifications (e.g., lean-burn and exhaust gas recirculation concepts) or by flue gas treatment (closed-loop 3-way catalytic converter, SCR). The technical and economic feasibility of these various processes depends on engine size, engine type (two stroke/four stroke), and engine operation mode (constant/varying load). The lean-burn concept is capable of meeting  $\text{NO}_x$  emission values of  $800 \text{ mg/m}^3$  (5%  $\text{O}_2$ ), the SCR process reduces  $\text{NO}_x$  emissions well below  $400 \text{ mg/m}^3$  (5%  $\text{O}_2$ ), and the three-way catalytic converter reduces such emissions even below  $200 \text{ mg/m}^3$  (5%  $\text{O}_2$ ).

### Industrial process furnaces - Cement calcination

14. The precalcination process is being evaluated within the region of the Commission as a possible technology with the potential for reducing  $\text{NO}_x$  concentrations in the flue gas of new and existing cement calcination furnaces to about  $300 \text{ mg/m}^3$  (10%  $\text{O}_2$ ).

### Non-combustion processes - Nitric acid production

15. Nitric acid production with a high pressure absorption (>8 bar) is capable of keeping  $\text{NO}_x$  concentrations in undiluted effluents below  $400 \text{ mg/m}^3$ . The same emission performance can be met by medium pressure absorption in combination with a SCR process or any other similar efficient  $\text{NO}_x$  reduction process. Retrofit is possible.

## II. CONTROL TECHNOLOGIES FOR $\text{NO}_x$ EMISSIONS FROM MOTOR VEHICLES

16. The motor vehicles considered in this annex are those used for road transport, namely: petrol-fuelled and diesel-fuelled passenger cars, light-duty vehicles and heavy-duty vehicles. Appropriate reference is made, as necessary, to the specific vehicle categories ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ) defined in ECE Regulation No. 13 pursuant to the 1958 Agreement concerning the Adoption of Uniform Conditions of Approval and Reciprocal Recognition of Approval for Motor Vehicles Equipment and Parts.

17. Road transport is a major source of anthropogenic  $\text{NO}_x$  emission in many Commission countries, contributing between 40 and 80 per cent of total national emissions. Typically, petrol-fuelled vehicles contribute two-thirds of total road transport  $\text{NO}_x$  emissions.

18. The technologies available for the control of nitrogen oxides from motor vehicles are summarized in tables 3 and 6. It is convenient to group the technologies by reference to existing or proposed national and international emission standards differing in stringency of control. Because current regulatory test cycles only reflect urban and metropolitan driving, the estimates of relative NO<sub>x</sub> emissions given below take account of higher speed driving where NO<sub>x</sub> emissions can be particularly important.

19. The additional production cost figures for the various technologies given in tables 3 and 6 are manufacturing cost estimates rather than retail prices.

20. Control of production conformity and in-use vehicle performance is important in ensuring that the reduction potential of emission standards is achieved in practice.

21. Technologies that incorporate or are based on the use of catalytic converters require unleaded fuel. Free circulation of vehicles equipped with catalytic converters depends on the general availability of unleaded petrol.

Petrol-fuelled and diesel-fuelled passenger cars (M<sub>1</sub>)

22. In table 2, four emission standards are summarized. These are used in table 3 to group the various engine technologies for petrol vehicles according to their NO<sub>x</sub> emission reduction potential.

Table 2: Definition of emission standards

Standard	Limits	Comments
A. ECE R.15-04	HC + NO <sub>x</sub> : 19-28 g/test	Current ECE standard (Regulation No.15, including the 04 series of amendments, pursuant to the 1958 Agreement referred to in paragraph 16 above), also adopted by the European Economic Community (Directive 83/351/EEC). ECE R.15 urban test cycle. Emission limit varies with vehicle mass.
B. "Luxembourg 1985"	HC + NO <sub>x</sub> : 1.4-2.0 l : 8.0 g/test This standard only used to group technology (<1.4 l : 15.0 g/test, >2.0 l : 6.5 g/test)	Standards to be introduced during 1988-1993 in the European Economic Community, as discussed at the 1985 Luxembourg meeting of EEC Council of Ministers and finally agreed upon in December 1987. ECE R.15 urban test cycle applies. Standard for engines >2 l is generally equivalent to US 1983 standard. Standard for engines <1.4 l is provisional, definite standard to be elaborated. Standard for engines of 1.4-2.0 applies to all diesel cars >1.4 l.
C. "Stockholm 1985"	NO <sub>x</sub> : 0.62 g/km NO <sub>x</sub> : 0.76 g/km	Standards for national legislation based on the "master document" developed after the 1985 Stockholm meeting of Environment Ministers from eight countries. Matching US 1987 standards, with the following test procedures: US Federal Test Procedure (1975). Highway fuel economy test procedure.
D. "California 1989"	NO <sub>x</sub> : 0.25 g/km	Standards to be introduced in the State of California, United States from 1989 models onwards. US Federal Test Procedure.

**Table 3: Petrol engine technologies, emission performance, costs and fuel consumption for emission standard levels**

Standard	Technology	Composite <u>a/</u> NO <sub>x</sub> reduc- tion (%)	Additional <u>b/</u> production cost (1986 Swiss francs)	Fuel consumption index <u>a/</u>
A.	Baseline (Current conventional spark-ignition engine with carburettor)	- <u>c/</u>	-	100
B.	(a) Fuel injection + EGR + secondary air <u>d/</u>	25	200	105
	(b) Open-loop three-way catalyst (+EGR)	55	150	103
	(c) Lean-burn engine with oxidation catalyst (+EGR) <u>e/</u>	60	200-600	90
C.	Closed-loop three-way catalyst	90	300-600	95
D.	Closed-loop three-way catalyst (+ EGR)	92	350-650	98

a/ Composite NO<sub>x</sub> reduction and fuel consumption index estimates are for an average-weight European car operating under average European driving conditions.

b/ Additional production costs could be more realistically expressed as a percentage of the total car cost. However, since cost estimates are primarily for comparison in relative terms only, the formulation of the original documents has been retained.

c/ Composite NO<sub>x</sub> emission factor = 2.6 g/km.

d/ "EGR" means exhaust gas recirculation.

e/ Based entirely on data for experimental engines. Virtually no production of lean-burn engines exists.

23. The emission standards A, B, C and D include limits on hydrocarbon (HC) and carbon monoxide (CO) emissions as well as NO<sub>x</sub>. Estimates of emission reductions for these pollutants, relative to the baseline ECE R.15-04 case, are given in table 4.

Table 4: Estimated reductions in HC and CO emissions from petrol-fuelled passenger cars for different technologies

Standard	HC-reduction (%)	CO-reduction (%)
B.	(a) 30-40	50
	(b) 50-60	40-50
	(c) 70-90	70-90
C.	90	90
D.	90	90

24. Current diesel cars can meet the NO<sub>x</sub> emission requirements of standards A, B and C. Strict particulate emission requirements, together with the stringent NO<sub>x</sub> limits of standard D, imply that diesel passenger cars will require further development, probably including electronic control of the fuel pump, advanced fuel injection systems, exhaust gas recirculation and particulate traps. Only experimental vehicles exist to date. (See also table 6, footnote a/).

#### Other light-duty vehicles (N<sub>1</sub>)

25. The control methods for passenger cars are applicable but NO<sub>x</sub> reductions, costs and commercial lead time factors may differ.

#### Heavy-duty petrol-fuelled vehicles (M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>)

26. This class of vehicle is insignificant in western Europe and is decreasing in eastern Europe. US 1990 and US 1991 NO<sub>x</sub> emission levels (see table 5) could be achieved at modest cost without significant technology advancement.

#### Heavy-duty diesel-fuelled vehicles (M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>)

27. In table 5, three emission standards are summarized. These are used in table 6 to group engine technologies for heavy-duty diesel vehicles according to NO<sub>x</sub> reduction potential. The baseline engine configuration is changing, with a trend away from naturally aspirated to turbo-charged engines. This trend has implications for improved baseline fuel consumption performance. Comparative estimates of consumption are therefore not included.

Table 5: Definition of emission standards

Standard	NO <sub>x</sub> limits (g/kWh)	Comments
I ECE R.49	18	13 mode test
II US-1990	8.0	Transient test
III US-1991	6.7	Transient test

Table 6: Heavy-duty diesel engine technologies, emission performance, a/ and costs for emission standard levels

Standard	Technology	NO <sub>x</sub> reduction estimate (%)	Additional production cost (1984 US\$)
I	Current conventional direct injection diesel engine	-	-
II b/	Turbo-charging + after-cooling + injection timing retard (Combustion chamber and port modification) (Naturally-aspirated engines are unlikely to meet this standard)	40	\$115 (\$69 attributable to NO <sub>x</sub> standard) c/
III b/	Further refinements of technologies listed under II together with variable injection timing and use of electronics	50	\$404 (\$68 attributable to NO <sub>x</sub> standard) c/

a/ Deterioration in diesel fuel quality would adversely affect emission and may affect fuel consumption for both heavy and light duty vehicles.

b/ It is still necessary to verify on a large scale the availability of new components.

c/ Particulate control and other considerations account for the balance.

## PŘEKLAD

**Protokol o omezování emisí oxidů dusíku nebo jejich toků přes hranice států k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států****SMLUVNÍ STRANY,**

**ROZHODNUTY** provést Úmluvu o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států,

**ZNEPOKOJENY** tím, že současné emise látek znečišťujících ovzduší působí škody v těch částech Evropy a Severní Ameriky, které jsou jim vystaveny, na přírodních zdrojích, jež mají životní důležitost pro životní prostředí a pro hospodářství,

**PŘIPOMÍNÁJÍCE SI**, že výkonný orgán úmluvy na svém druhém zasedání uznal, že je nutné účinně snížit celkové roční emise oxidů dusíku ze stacionárních a mobilních zdrojů nebo jejich přenos přes hranice států do roku 1995 a že je nutné, aby státy, které již dosáhly pokroku ve snižování těchto emisí, udržovaly a přezkoumávaly své normy emisí oxidů dusíku,

**BEROUCE V ÚVAHU** stávající vědecké a technické údaje o emisích, pohybu vzdušných hmot a účincích oxidů dusíku a jejich vedlejších produktů na životní prostředí a rovněž údaje o kontrole technologií,

**VĚDOMY SI TOHO**, že nepříznivé účinky emisí oxidů dusíku na životní prostředí v jednotlivých zemích se různí,

**ROZHODNUTY** přijmout účinné opatření k regulování a snížení národních ročních emisí oxidů dusíku nebo jejich přenosu přes hranice států, zejména pomocí uplatnění vhodných národních emisních norem nových mobilních a velkých nových stacionárních zdrojů a dodatečného vybavení stávajících velkých stacionárních zdrojů,

**UZNÁVAJÍCE**, že vědecké a technické poznatky v těchto otázkách se vyvíjejí a že bude nutné vzít tento vývoj v úvahu při přezkoumávání působení tohoto protokolu a při rozhodování o další činnosti,

**POZNAMENÁVAJÍCE**, že vypracování přístupu založeného na kritických zátěžích si klade za cíl vybudovat účinkově orientovaný vědecký základ, který bude třeba vzít v úvahu při přezkoumání působení tohoto protokolu a při rozhodování o dalších mezinárodně dohodnutých opatřeních pro omezování a snižování emisí oxidů dusíku nebo jejich přenosu přes hranice států,

**UZNÁVAJÍCE**, že urychlené zvážení postupů, jak vytvořit příznivější podmínky pro výměnu technologií, přispěje k účinnému snižování emisí oxidů dusíku v oblasti působnosti Komise,

**BEROUCE S UZNÁNÍM NA VĚDOMÍ** vzájemný závazek, převzatý několika zeměmi, uskutečnit okamžité a podstatné snížení národních ročních emisí oxidů dusíku,

BEROUCE NA VĚDOMÍ opatření, která již některé země podnikly a která přinesla snížení emisí oxidů dusíku,

## SE DOHODLY TAKTO:

### Článek 1

#### Definice

Pro účely tohoto protokolu se:

1. "úmluvou" rozumí Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států přijatá v Ženevě dne 13. listopadu 1979;
2. "EMEP" rozumí Program spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě;
3. "výkonným orgánem" rozumí výkonný orgán úmluvy ustanovený podle čl. 10 odst. 1 úmluvy;
4. "geografickým rozsahem EMEP" rozumí území definované v čl. 1 odst. 4 protokolu k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států o dlouhodobém financování Programu spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě (EMEP) přijatém v Ženevě dne 28. září 1984;
5. "smluvními stranami" rozumí, pokud z kontextu nevyplývá jinak, smluvní strany tohoto protokolu;
6. "Komisí" rozumí Evropská hospodářská komise Organizace spojených národů;
7. "kritickou zátěží" rozumí kvantitativní odhad expozice jedné či více znečišťujícím látkám, pod jejíž úrovní podle současných poznatků nedochází k významným škodlivým účinkům na určité citlivé prvky životního prostředí;
8. "velkým stávajícím stacionárním zdrojem" rozumí každý stávající stacionární zdroj, jehož tepelný příkon je alespoň 100 MW;
9. "velkým novým stacionárním zdrojem" rozumí každý nový stacionární zdroj, jehož tepelný příkon je alespoň 50 MW;
10. "kategorií velkých zdrojů" rozumí libovolná kategorie zdrojů, které emitují nebo mohou emitovat oxidy dusíku, včetně kategorií popsanych v technické příloze, které přispívají alespoň 10 % k celkovým národním emisím oxidů dusíku ročně, podle měření nebo výpočtu v prvním kalendářním roce po dni vstupu tohoto protokolu v platnost a v každém následujícím čtvrtém roce;
11. "novým stacionárním zdrojem" rozumí každý stacionární zdroj, jehož stavba nebo podstatná modifikace započne po uplynutí dvou let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost;



12. "novým mobilním zdrojem" rozumí motorové vozidlo nebo jiný mobilní zdroj, který je vyroben po uplynutí dvou let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost.

## Článek 2

### Základní závazky

1. Jakmile to bude možné, podniknou smluvní stany jako první krok účinná opatření k omezení nebo ke snížení svých ročních národních emisí oxidů dusíku nebo jejich přenosu přes hranice států tak, aby tyto emise nejpozději 31. prosince 1994 nepřevyšovaly jejich národní roční emise oxidů dusíku nebo jejich přenosu přes hranice států za kalendářní rok 1987 nebo kterýkoli předcházející rok, který má být určen při podpisu nebo přistoupení k protokolu, kromě toho za předpokladu, že pokud jde o kteroukoli smluvní stranu, která určí tento předcházející rok, její národní průměrné roční přenosy přes hranice nebo národní průměrné roční emise oxidů dusíku za dobu od 1. ledna 1987 do 1. ledna 1996 nepřevýší její přenosy přes hranice států nebo národní emise za kalendářní rok 1987.

2. Smluvní strany dále uskuteční nejpozději do dvou let po dni vstupu tohoto protokolu v platnost, zejména tato opatření:

a) uplatní národní emisní normy na velké nové stacionární zdroje nebo kategorie zdrojů a na podstatně upravené stacionární zdroje v kategoriích velkých zdrojů na základě nejlepších dostupných technologií, které jsou ekonomicky uskutečnitelné, s přihlédnutím k technické příloze;

b) uplatní národní emisní normy na nové mobilní zdroje ve všech kategoriích velkých zdrojů, založené na nejlepších dostupných technologiích, které jsou ekonomicky proveditelné, s přihlédnutím k technické příloze a k příslušným rozhodnutím, která byla učiněna v rámci Výboru Komise pro vnitrozemskou přepravu;

c) zavedou opatření k omezování znečišťování pro velké stávající stacionární zdroje, s přihlédnutím k technické příloze a k charakteristice zařízení, jeho stáří a míře využití a k potřebě vyvarovat se zbytečných přerušení provozu.

3. a) Jako druhý krok zahájí smluvní strany nejpozději do šesti měsíců ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost jednání o dalších krocích k snížení národních ročních emisí oxidů dusíku nebo jejich toků přes hranice států, s přihlédnutím k nejlepším výsledkům vědeckého a technologického vývoje, k mezinárodně přijatým kritickým zátěžím a jiným prvkům, které jsou výsledkem pracovního programu podle článku 6;

b) za tím účelem smluvní strany spolupracují pro stanovení:

i) kritických zátěží,

ii) snížení národních ročních emisí oxidů dusíku nebo toků těchto emisí přes hranice států, jak se požaduje k dosažení dohodnutých cílů založených na kritických zátěžích, a

iii) opatření a časového plánu k dosažení tohoto snížení nejpozději od 1. ledna 1996.

3. Smluvní strany mohou přijmout přísnější opatření, než požaduje tento článek.

### Článek 3

#### Výměna technologií

1. V souladu se svými národními právními a správními předpisy a zvyklostmi usnadňují smluvní strany výměnu technologií ke snížení emisí oxidů dusíku, zejména podporou:

- a) obchodní výměny dostupné technologie;
- b) přímých průmyslových kontaktů a spolupráce, včetně společných podniků;
- c) výměny informací a zkušeností;
- d) poskytování technické pomoci.

2. Při podpoře činností uvedených pod písmeny a) až d) tohoto článku vytvoří smluvní strany příznivé podmínky usnadňováním kontaktů a spolupráce mezi vhodnými organizacemi a jednotlivci v soukromém i veřejném sektoru schopnými poskytnout technologii, konstrukční a inženýrské služby, zařízení a finanční prostředky.

3. Nejpozději do šesti měsíců ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost zahájí smluvní strany úvahy o tom, jak postupovat, aby se vytvořily příznivější podmínky pro výměnu technologie ke snížení emisí oxidů dusíku.

### Článek 4

#### Bezolovnaté pohonné hmoty

Smluvní strany zajistí co nejdříve a nejpozději do dvou let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost, aby bezolovnaté pohonné hmoty byly dostatečně k dispozici, ve zvláštních případech minimálně podél mezinárodních tranzitních silnic, aby se tak usnadnil pohyb vozidel vybavených katalyzátory.

### Článek 5

#### Přezkouvávání

1. Smluvní strany pravidelně přezkouvávají tento protokol, přičemž berou v úvahu nejlepší dostupné vědecké zdůvodnění a technologický rozvoj.

2. První přezkoumání se uskuteční nejpozději do jednoho roku ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost.

### Článek 6

#### Práce, které je třeba vykonat

Smluvní strany zajistí prvořadě místo výzkumu a monitorování vztahujících se k vypracování a uplatnění přístupu založeného na kritických zátěžích, aby bylo možno na vědeckém základě stanovit nutné snížení emisí oxidů dusíku. Zejména ve svých národních výzkumných programech, v pracovním plánu výkonného orgánu a cestou jiných programů spolupráce v rámci úmluvy usilují smluvní strany o:

- a) rozpoznání a kvantifikaci účinků emisí oxidů dusíku na člověka, na život rostlin a živočichů, na vodu, půdu a materiály, rovněž s přihlédnutím k účinkům, kterými na ně působí oxidy dusíku z jiných zdrojů než z atmosférické depozice;
- b) určení geografického rozložení citlivých území;
- c) vypracování měřítek a modelových výpočtů, včetně harmonizovaných metodologií pro výpočet emisí ke kvantifikaci dálkového přenosu oxidů dusíku a souvisejících znečišťujících látek;
- d) zdokonalení odhadů účinnosti a nákladů na technologie k omezování emisí oxidů dusíku a dokumentace o vývoji zdokonalených nových technologií;
- e) vypracování metod integrace vědeckých, technických a ekonomických údajů v kontextu přístupu vycházejícího z kritických zátěží, za účelem stanovení vhodných strategií omezování.

## Článek 7

### Národní programy, politiky a strategie

Smluvní strany vypracují bez zbytečného prodlení národní programy, politiky a strategie k uskutečnění svých závazků podle tohoto protokolu, které budou sloužit jako prostředky k omezení a snižování emisí oxidů dusíku nebo jejich toků přes hranice států.

## Článek 8

### Výměna informací a výroční zprávy

1. Smluvní strany si vyměňují informace tím, že oznamují výkonnému orgánu své národní programy, politiky a strategie, které vypracují v souladu s článkem 7, a tím, že mu každoročně podávají zprávy o dosaženém pokroku na základě těchto programů, politik a strategií, jakož i o jakýchkoli jejich změnách, a zejména o:

- a) úrovni národních ročních emisí oxidů dusíku a o základu, z něhož byly vypočteny;
- b) pokroku při uplatňování národních emisních norem podle čl. 2 odst. 2 písm. a) a b) a o národních emisních normách, které jsou nebo mají být uplatňovány a o zdrojích nebo o kategoriích zdrojů, kterých se to týká;
- c) pokroku v zavádění opatření na omezování znečišťování podle čl. 2 odst. 2 písm. c), kterých zdrojů se to týká, a o opatřeních, která již byla nebo budou zavedena;
- d) pokroku ve zpřístupňování bezolovnatého paliva;

e) opatřeních k usnadnění výměny technologií a

f) pokroku při stanovení kritických zátěží.

2. Tyto informace se pokud možno předkládají podle jednotného vzoru pro podávání zpráv.

## Článek 9

### Výpočty

Za použití vhodných modelů a v dostatečném časovém předstihu před každoročním zasedáním výkonného orgánu poskytne EMEP výkonnému orgánu výpočty dusíkové bilance a také toků přesahujících hranice států a depozice oxidů dusíku v rámci geografického rozsahu EMEP. Na územích ležících mimo geografický rozsah EMEP budou použity modely, které odpovídají zvláštním podmínkám smluvních stran na těchto územích.

## Článek 10

### Technická příloha

Technická příloha tohoto protokolu má povahu doporučení. Tvoří nedílnou součást tohoto protokolu.

## Článek 11

### Změny protokolu

1. Změny a úpravy tohoto protokolu mohou být navrženy kteroukoli jeho smluvní stranou.

2. Navrhované změny se podávají písemně výkonnému tajemníku Komise, který je sdělí všem smluvním stranám. Výkonný orgán projedná podané navrhované změny na nejbližším výročním zasedání za předpokladu, že výkonný tajemník návrhy předá smluvním stranám nejméně devadesát dnů předem.

3. Změny protokolu, jiné než změny jeho technické přílohy, se přijímají konsensem smluvních stran přítomných na zasedání výkonného orgánu a vstoupí v platnost pro smluvní strany, které je přijaly, devadesát dnů po dni uložení listiny o přijetí od dvou třetin smluvních stran. Pro smluvní stranu, která změnu přijala po uložení listiny o přijetí dvěma třetinami smluvních stran, vstoupí změny v platnost devadesátým dnem ode dne, kdy tato smluvní strana uložila svou listinu o přijetí změn.

4. Změny technické přílohy se přijímají konsenzem smluvních stran přítomných na zasedání výkonného orgánu a nabývají účinku třicet dní po dni oznámení podle odstavce 5.

5. Změny podle odstavců 3 a 4 oznámí výkonný tajemník všem smluvním stranám co nejdříve poté, kdy byly přijaty.

## Článek 12

## Urovnání sporů

V případě sporu mezi dvěma nebo více smluvními stranami o výklad nebo uplatňování tohoto protokolu hledají sporné strany řešení jednáním nebo jakýmkoli jiným smírným prostředkem urovnávání sporu, který bude pro sporné strany přijatelný.

## Článek 13

### Podpis

1. Tento protokol je otevřen k podpisu od 1. listopadu 1988 do 4. listopadu 1988 včetně v Sofii a poté v sídle Organizace spojených národů v New Yorku až do 5. května 1989 pro členské státy Komise a státy s poradním statutem při Komisi na základě odstavce 8 usnesení Hospodářské a sociální rady 36/IV/ze dne 28. března 1947 a organizace regionální hospodářské integrace tvořené svrchovanými členskými státy Komise, na které jejich členské státy přenesly pravomoc vyjednávat, uzavírat a uplatňovat mezinárodní dohody v záležitostech tohoto protokolu za předpokladu, že tyto státy a organizace jsou stranami úmluvy.

2. V záležitostech v rámci svých pravomocí uplatňují tyto regionální organizace hospodářské integrace svým jménem práva a plní povinnosti, které tento protokol přiřazuje jejich členským státům. V těchto případech členské státy těchto organizací nejsou oprávněny uplatňovat tato práva jednotlivě.

## Článek 14

### Ratifikace, přijetí, schválení a přistoupení

1. Tento protokol podléhá ratifikaci, přijetí nebo schválení signatáři.
2. Tento protokol je od 6. května 1989 otevřen pro přistoupení států a organizací, které splňují požadavky čl. 13 odst. 1.
3. Stát nebo organizace, které přistoupí k tomuto protokolu po 31. prosinci 1993, mohou uplatnit články 2 a 4 nejpozději do 31. prosince 1995.
4. Listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení jsou uloženy u generálního tajemníka Organizace spojených národů ve funkci depozitáře.

## Článek 15

### Vstup v platnost

1. Tento protokol vstupuje v platnost devadesátým dnem po dni uložení šestnácté listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení.
2. Pro každý stát a organizaci uvedené v čl. 13 odst. 1, které ratifikují, přijmou nebo schválí tento protokol nebo k němu přistoupí po dni uložení šestnácté listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení, vstupuje tento protokol v platnost devadesátým dnem po dni uložení listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení této smluvní strany.

## Článek 16

### Odstoupení

Kdykoli po uplynutí pěti let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost pro určitou smluvní stranu může tato smluvní strana od protokolu odstoupit tím, že o tom podá písemné oznámení depozitáři. Každé takové odstoupení nabude účinku devadesátým dnem po dni jeho přijetí depozitářem nebo v určitém pozdějším datu, které může být v oznámení upřesněno.

## Článek 17

### Platná znění

Prvopis tohoto protokolu, jehož znění v jazyce anglickém, francouzském a ruském mají stejnou platnost, je uložen u generálního tajemníka Organizace spojených národů.

NA DŮKAZ ČEHOŽ připojili níže podepsaní zplnomocnění zástupci k tomuto protokolu své podpisy.

V Sofii třicátého prvního října tisíc devět set osmdesát osm.

### TECHNICKÁ PŘÍLOHA

1. Informace týkající se emisí a nákladů jsou založeny na úřední dokumentaci výkonného orgánu a jemu podřízených orgánů, zejména na dokumentech EB.AIR/WG.3/R.8, R.9 a R.16 a ENV/WP.1/R.86 A Corr. 1 otištěných v kapitole 7 publikace Účinky a omezování znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států [1]. Pokud není uvedeno jinak, uváděné technologie jsou považovány na základě provozních zkušeností za dostatečně vyzkoušené [2].

2. Informace uváděné v této příloze nejsou kompletní. Vzhledem k tomu, že zkušenosti s novými motory a novými provozy zavádějícími nízkoemisní technologie, stejně jako s modernizací stávajících provozů, se neustále rozšiřují, jsou nezbytné pravidelné úpravy a změny této přílohy. Příloha nemůže být vyčerpávajícím materiálem o technických možnostech; jejím cílem je poskytovat vodítko smluvním stranám při stanovení ekonomicky proveditelných technologií s účinkem na plnění závazků protokolu.

### I. TECHNOLOGIE OMEZOVÁNÍ EMISÍ NO<sub>x</sub> ZE STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ

3. Hlavním zdrojem antropogenních emisí NO<sub>x</sub> ze stacionárních zdrojů je spalování fosilních paliv. Vedle těchto zdrojů mohou k emisím NO<sub>x</sub> významně přispívat i některé procesy nespočívající ve spalování.

4. Mezi hlavní kategorie stacionárních emisních zdrojů NO<sub>x</sub> patří:

a) spalovací zařízení;

b) průmyslové pece (např. výroba cementu);

- c) stacionární spalovací turbíny a spalovací pístové motory;
- d) procesy nespočívající ve spalování (např. výroba kyseliny dusičné).

5. Technologie na snížení emisí  $\text{NO}_x$  se soustřeďují na určité úpravy spalovacího procesu a zejména u velkých elektráren na zpracování spalín.

6. Při modernizaci stávajících provozů může být rozsah uplatnění technologií s nízkými emisemi  $\text{NO}_x$  omezován negativními provozními vedlejšími účinky nebo jinými místními omezeními. Proto se v případě modernizace uvádějí jen přibližné údaje typicky dosažitelných hodnot emisí  $\text{NO}_x$ . U nových provozů je možné negativní vedlejší účinky minimalizovat nebo vyloučit odpovídajícími prvky návrhu.

7. S ohledem na současně dostupné údaje je možné u nových provozů považovat náklady na úpravy spalování za malé. U modernizace například velké elektrárny se však náklady mohou pohybovat v rozsahu 8–25 švýcarských franků na kWel (v roce 1985). Pravidlem je, že investice do systémů zpracování spalín jsou značně vyšší.

8. U stacionárních zdrojů se emisní faktory vyjadřují v miligramech  $\text{NO}_2$  v normálním ( $0^\circ\text{C}$ , 1013 mb) metru krychlovém suchých spalín ( $\text{mg/m}^3$ ).

#### Spalovací zařízení

9. Kategorie spalovacích zařízení zahrnuje spalování fosilních paliv v pecích, kotlích, nepřímých vytápěcích systémech a dalších spalovacích zařízeních s tepelným výkonem přes 10 MW bez směšování spalín s jinými výstupními proudy nebo zpracovávanými materiály. Pro nové a stávající instalace jsou vhodné následující spalovací technologie buď samostatné, nebo v kombinaci:

- a) nízkoteplotní topeniště včetně spalování ve fluidním loži;
- b) provoz s nízkým přebytkem vzduchu;
- c) instalace speciálních hořáků s nízkou produkcí  $\text{NO}_x$ ;
- d) recirkulace spalín do spalovacího vzduchu;
- e) postupné spalování/přívod vzduchu shora;
- f) opětné hoření (stupňovitý přívod paliva) [3].

Dosažitelné provozní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

#### Tabulka 1

Provozní normy  $\text{NO}_x$  ( $\text{mg/m}^3$ ) dosažitelné úpravami spalování

		Typ zařízení [4]	Základní úroveň bez úprav	[5] Modernizace stávajícího zařízení	Nové zařízení	O <sub>2</sub> (%)
				Rozsah	Typická hodnota	
Pevná paliva	10 [6] až 300 MW	Roštové spalování (uhlí)	300–1000	-	600	7
		Spalování ve fluidním loži				
		i) stacionární	300–600	-	-	7
		ii) cirkulační	150–300	-	-	7
		Spalování práškového uhlí				
Kapalná paliva	10 [6] až 300 MW	i) za sucha	700–1700	600–1100	800	6
		ii) za vlhka	1000–2300	1000–1400	-	6
		Spalování práškového uhlí				
		(i) za sucha	700–1700	600–1100	-	6
		(ii) za vlhka	1000–2300	1000–1400	-	6
Plynná paliva	10 [6] až 300 MW	Spalování destilátového oleje	-	-	300	3
		Spalování zbytkového oleje	500–1400	200–400	400	3
		Spalování zbytkového oleje	200–1400	200–400	-	3
			150–1000	100–300	-	3
			250–1400	100–300	-	3



10. Zpracování spalin selektivní katalytickou redukcí (SCR) je opatření dodatečného snížení emisí  $\text{NO}_x$  s účinností 80 % a vyšší. V současné době se získávají značné zkušenosti z nových a modernizovaných instalací uvnitř regionu Komise, zejména u elektráren větších než 300 MW (termální). Při kombinaci s úpravami spalování je možné snadno splnit hodnoty emisí 200 mg/ m<sup>3</sup> (pevné palivo, 6 %  $\text{O}_2$ ) a 150 mg/ m<sup>3</sup> (kapalné palivo, 3 %  $\text{O}_2$ ).

11. Selektivní nekatalytická redukce (SNCR), zpracování spalin pro 20–60% snížení  $\text{NO}_x$  je levnější technologie pro speciální aplikace (např. rafinační pece a spalování plynu při základním zatížení).

#### Stacionární spalovací turbíny a spalovací pístové motory

12. Emise  $\text{NO}_x$  ze stacionárních spalovacích turbín je možné snížit buď úpravou spalování (suchá metoda), nebo vstřikováním vody nebo páry (mokrý metoda). Obě metody jsou dobře vyzkoušené. Těmito prostředky je možné splnit hodnoty emisí 150 mg/ m<sup>3</sup> (plyn, 15 %  $\text{O}_2$ ) a 300 mg/ m<sup>3</sup> (olej, 15 %  $\text{O}_2$ ). Modernizace je možná.

13. Emise  $\text{NO}_x$  ze stacionárních spalovacích zážehových motorů je možné snížit buď úpravami spalování (např. chudé spalování a recirkulace výfukových plynů), nebo zpracováním spalin (řízený třicestný katalyzátor, SCR). Technická a ekonomická proveditelnost těchto variant záleží na velikosti motoru, typu motoru (dvoudobý/čtyřdobý) a provozním režimu motoru (stálé/proměnlivé zatížení). Při chudém spalování je možné dosáhnout hodnot emisí  $\text{NO}_x$  800 mg/ m<sup>3</sup> (5 %  $\text{O}_2$ ), proces s SCR sníží emise  $\text{NO}_x$  značně pod 400 mg/ m<sup>3</sup> (5 %  $\text{O}_2$ ) a třicestný katalyzátor sníží tyto emise dokonce pod 200 mg/ m<sup>3</sup> (5 %  $\text{O}_2$ ).

#### Průmyslové pece - kalcinace cementu

14. V regionu Komise je hodnocen proces předběžné kalcinace jako technologie s možností snížení koncentrací  $\text{NO}_x$  ve spalinách u nových a stávajících cementových kalcinačních pecí na hodnotu přibližně 300 mg/ m<sup>3</sup> (10 %  $\text{O}_2$ ).

#### Procesy nespočívající ve spalování - výroba kyseliny dusičné

15. U výroby kyseliny dusičné s vysokotlakou absorpcí (> 8 bar) je možné udržet koncentrace  $\text{NO}_x$  v neředěných odpadních plynech pod 400 mg/ m<sup>3</sup>. Stejných hodnot emisí lze dosáhnout u středotlaké absorpce v kombinaci s procesem SCR nebo nějakým jiným podobně účinným procesem na snížení emisí  $\text{NO}_x$ . Modernizace je možná.

## II. TECHNOLOGIE OMEZOVÁNÍ EMISÍ $\text{NO}_x$ Z MOTOROVÝCH VOZIDEL

16. Motorová vozidla uvažovaná v této příloze jsou vozidla používaná k silniční dopravě, zejména: osobní vozidla s benzínovými a dieselovými motory, lehká užitková vozidla a těžká užitková vozidla. Přesné odkazy se vztahují v případě potřeby na kategorie zvláštních vozidel (M1, M2, M3, N1, N2, N3) definované v nařízení EHS č. 13 na základě dohody z roku 1958 o přijetí jednotných podmínek schvalování a vzájemném uznávání schválení součástí a vybavení motorových vozidel.

17. Silniční doprava je hlavním zdrojem antropogenních emisí  $\text{NO}_x$  v mnoha státech Komise a přispívá zhruba 40 – 80 % k celkovým národním emisím. Vozidla s benzínovými spalovacími motory přispívají dvěma třetinami celkových emisí  $\text{NO}_x$  ze silniční dopravy.

18. Dostupné technologie na omezování oxidů dusíku z motorových vozidel jsou souhrnně uvedeny v tabulce 3 a 6. Je vhodné sdružovat technologie s odkazem na stávající nebo navrhované národní a mezinárodní emisní normy odlišné v přísnosti kontroly. Vzhledem k tomu, že současné regulativní testovací cykly odrážejí pouze městské jízdy, odhady relativních emisí  $\text{NO}_x$  uváděné dále berou v úvahu jízdu při vyšších rychlostech, kdy emise  $\text{NO}_x$  mohou být zvláště významné.

19. Částky dodatečných výrobních nákladů různých technologií uvedených v tabulce 3 a 6 jsou spíše odhady výrobních nákladů než maloobchodní ceny.

20. Kontrola souladu výroby a chování vozidla za provozu je důležitá při zajišťování toho, aby bylo potenciálu emisních norem na snížení dosahováno v praxi.

21. Technologie, které zahrnují používání katalyzátorů nebo jsou na něm založeny, vyžadují bezolovnaté palivo. Volný pohyb vozidel vybavených katalyzátory závisí na všeobecné dostupnosti bezolovnatého benzínu.

Osobní vozidla s dieselovými a benzínovými motory (M1)

22. V tabulce 2 jsou shrnuty čtyři emisní normy. Jsou použity v tabulce 3 k seskupení různých technologií benzínových motorů pro vozidla podle jejich potenciálu ke snížení emisí  $\text{NO}_x$ .

Tabulka 2

Definice emisních norem

Norma	Mezní hodnoty	Komentář
A.ECE R. 15-04	HC + $\text{NO}_x$ : 19 – 28 g/test	Současná norma ECE (Nařízení č. 15, včetně série změn 04, podle dohody z roku 1958 uvedené v bodu 16), rovněž přijatá Evropským hospodářským společenstvím (Směrnice 83/351/EHS). Městský testovací cyklus podle ECE R.15. Mezní hodnoty emisí se mění podle hmotnosti vozidla.
B."Lucemburk 1985"	HC + $\text{NO}_x$ : 1,4 – 2,0 l: 8,0 g/test Tato norma se použije pouze k seskupení technologií. (< 1,4 l: 15,0 g/test; > 2,0 l: 6,5 g/test)	Normy určené k zavedení během období 1988–1993 v Evropském hospodářském společenství, jak byly projednány na zasedání Rady ministrů EHS v Lucemburku roku 1985 a schváleny od prosince 1987. Používá se

C."Stockholm 1985"	NO <sub>x</sub> : 0,62 g/km NO <sub>x</sub> : 0,76 g/km	městský testovací cyklus podle ECE R.15. Norma pro motory o obsahu > 2 litry je vcelku rovnocenná normě US 1983. Norma pro motory o obsahu < 1,4 litru je dočasná, na definitivní verzi se pracuje. Norma pro motory o obsahu 1,4 – 2,0 litru se používá na všechna vozidla s dieselovým motorem o obsahu > 1,4 l. Normy pro národní právní předpisy založené na "základním dokumentu" vypracované po zasedání ministrů životního prostředí osmi zemí ve Stockholmu konaném v roce 1985. Souhlasí s normami US 1987 s těmito testovacími postupy: US Federal Test Procedure (1975); Highway Fuel Economy Test Procedure.
D."Kalifornie 1989"	NO <sub>x</sub> : 0,25 g/km	Normy určené k zavedení ve státě Kalifornie ve Spojených státech amerických pro modely od roku 1989. US Federal Test Procedure.

Tabulka 3

Technologie pro benzínové motory, výsledné emisní hodnoty, náklady a spotřeba paliva pro dodržení úrovně emisních norem

Norma	Technologie	Kombinované snížení NO <sub>x</sub> [7] (%)	Dodatečné výrobní náklady [8] (1986 ve švýcarských francích)	Index spotřeby pohonných hmot [7]

A.	Výchozí hodnota (současný běžný zážehový motor s karburátorem)	[9]		100
B.	a) vstřikování paliva + sekundární vzduch [10]	25	200	105
	b) neřízený třicestný katalyzátor (+ EGR)	55	150	103
	c) motor s chudým spalováním s oxidačním katalyzátorem (+ EGR) [11]	60	200–600	90
C.	Řízený třicestný katalyzátor	90	300–600	95
D.	Řízený třicestný katalyzátor (+ EGR)	92	350–600	98

23. Emisní normy A, B, C a D zahrnují vedle  $\text{NO}_x$  také mezní hodnoty uhlovodíků (HC) a oxidu uhelnatého (CO). Odhady relativního snížení emisí těchto znečišťujících látek vzhledem k výchozí hodnotě podle ECE R. 15-04 jsou v tabulce 4.

Tabulka 4

Odhady snížení emisí HC a CO z benzínových motorů osobních vozidel pro různé technologie

Norma	Snížení HC (%)	Snížení CO (%)
B.	a) 30–40 b) 50–60 c) 70–90	50 40–50 70–90
C.	90	90
D.	90	90

24. Soudobé automobily s dieselovými motory splňují požadavky norem A, B a C na snížení emisí  $\text{NO}_x$ . Přísné požadavky na emise částic společně s přísnými mezními hodnotami  $\text{NO}_x$  u normy D mají za následek, že osobní vozidla s dieselovými motory budou vyžadovat další vývoj, pravděpodobně včetně elektronického řízení palivového čerpadla, pokročilého systému vstřikování paliva, recirkulace výfukových plynů a lapačů částic. V současné době existují pouze experimentální vozidla. (Viz také poznámku a v tabulce 6.)

Ostatní lehká užitková vozidla (N1)

25. Metody omezování pro osobní vozidla jsou použitelné, ale faktory snížení  $\text{NO}_x$ , nákladů a potřebné lhůty mohou být odlišné.

Těžká užitková vozidla s benzínovými motory (M2, M3, N2, N3)

26. Tato třída vozidel není v západní Evropě významná a ve východní Evropě je na ústupu. Úrovně emisí NO<sub>x</sub> podle US 1990 a US 1991 (viz tabulka 5) by bylo možné dosáhnout s vynaložením mírných nákladů bez významných technologických požadavků.

Těžká užitková vozidla s dieselovými motory (M2, M3, N2, N3)

27. V tabulce 5 jsou shrnuty tři emisní normy. Ty jsou použity v tabulce 6 k seskupení technologií motorů pro těžká vozidla s dieselovými motory podle potenciálu ke snížení NO<sub>x</sub>. Konfigurace výchozího motoru se mění společně s trendem odklonu od motorů s přirozeným sáním k motorům přeplňovaným. Tento trend má vliv na zlepšenou výchozí hodnotu ukazatele spotřeby paliva. Srovnávací odhady spotřeby se proto neuvádějí.

Tabulka 5

Definice emisních norem

Norma	Mezní hodnoty NO <sub>x</sub> (g/kWh)	Komentář
I.ECE R. 49	18	test 13 režimů
II.US-1990	8,0	přechodný test
III.US-1991	6,7	přechodný test

Tabulka 6

Technologie pro těžká vozidla s dieselovými motory, výsledné emisní hodnoty [12] a náklady pro dodržení úrovně emisních norem

Norma	Technologie	Kombinované snížení NO <sub>x</sub> (%)	Dodatečné výrobní náklady [13] (1984 v USD)
I.	Současný běžný dieselový motor s přímým vstřikováním	-	
II. [13]	Přeplňování + dodatečné chlazení + zpožděné vstřikování (úpravy spalovací komory a výfuku)	40	115 (69 kvůli NO <sub>x</sub> normě) [14]
III. [13]	Další zlepšení technologie uvedené v řádku II společně s proměnlivým časováním vstřikování a použitím elektroniky	50	404 (68 kvůli NO <sub>x</sub> normě) [14]

[1] Air Pollution Studies No 4 (publikace Organizace spojených národů, prodejní číslo E.87.II.E.36).

[2] V současné době je obtížné poskytnout spolehlivé a naprosto přesné údaje o nákladech na technologie omezování znečištění. Pokud se týká údajů o nákladech uvedených v této příloze, měl by se proto spíše než na celkové náklady klást důraz na poměr mezi náklady na různé technologie.

[3] S tímto typem spalovací technologie jsou jen omezené provozní zkušenosti.

[4] Výkonové hodnoty se vztahují na MW (termální) tepelného příkonu paliva (nižší tepelná hodnota).

[5] U modernizace stávajícího zařízení lze uvést pouze přibližné hodnoty kvůli místním faktorům a vyšší nejistotě.

[6] U malých zařízení (10–100 MW) se projevuje vyšší nejistota u všech udávaných hodnot.

[7] Odhady kombinovaného snížení  $\text{NO}_x$  a indexu spotřeby pohonných hmot platí pro evropská vozidla střední hmotnosti za průměrných evropských jízdních podmínek.

[8] Dodatečné výrobní náklady by mohly být reálněji vyjádřeny jako procento celkové ceny vozidla. Jelikož odhady nákladů jsou přednostně určeny pouze pro relativní porovnání, byla zachována formulace původních dokumentů.

[9] Faktor kombinovaného snížení  $\text{NO}_x = 2,6 \text{ g/km}$ .

[10] Zkratkou EGR se rozumí recirkulace výfukových plynů.

[11] Založeno pouze na údajích pro experimentální motory. Výroba vozidel s motory s chudým spalováním prakticky neexistuje.

[12] Zhoršená kvalita dieselového paliva by nepříznivě ovlivnila emise a mohla by ovlivnit spotřebu paliva jak u těžkých tak u lehkých užitkových vozidel.

[13] Je stále ve velkém měřítku nezbytné ověřit dostupnost nových součástí.

[14] V bilanci se projevuje snížení emise částic a jiné vlivy.

**77****SDĚLENÍ****Ministerstva zahraničních věcí**

Ministerstvo zahraničních věcí sděluje, že dne 18. listopadu 1991 byl v Ženevě přijat Protokol o omezení emisí těkavých organických látek nebo jejich toků přes hranice k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979<sup>1)</sup>).

S Protokolem vyslovil souhlas Parlament České republiky.

Listina o přístupu České republiky k Protokolu, podepsaná prezidentem republiky dne 24. května 1997, byla uložena u generálního tajemníka Organizace spojených národů, depozitáře Protokolu, dne 1. července 1997.

Protokol vstoupil v platnost na základě svého článku 16 odst. 1 dne 29. září 1997 a tímto dnem vstoupil v platnost i pro Českou republiku.

Anglické znění Protokolu a jeho překlad do českého jazyka se vyhláší současně.

---

<sup>1)</sup> Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států přijatá dne 13. listopadu 1979 v Ženevě byla vyhlášena pod č. 5/1985 Sb.

PROTOCOL TO THE 1979 CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION  
CONCERNING THE CONTROL OF EMISSIONS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS OR  
THEIR TRANSBOUNDARY FLUXES

The Parties,

Determined to implement the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution,

Concerned that present emissions of volatile organic compounds (VOCs) and the resulting secondary photochemical oxidant products are causing damage, in exposed parts of Europe and North America, to natural resources of vital environmental and economic importance and, under certain exposure conditions, have harmful effects on human health,

Noting that under the Protocol concerning the Control of Emissions of Nitrogen Oxides or their Transboundary Fluxes, adopted in Sofia on 31 October 1988, there is already agreement to reduce emissions of oxides of nitrogen,

Recognizing the contribution of VOCs and nitrogen oxides to the formation of tropospheric ozone,

Recognizing also that VOCs, nitrogen oxides and resulting ozone are transported across international boundaries, affecting air quality in neighbouring States,

Aware that the mechanism of photochemical oxidant creation is such that the reduction of emissions of VOCs is necessary in order to reduce the incidence of photochemical oxidants,

Further aware that methane and carbon monoxide emitted by human activities are present at background levels in the air over the ECE region and contribute to the formation of episodic peak ozone levels; that, in addition, their global-scale oxidation in the presence of nitrogen oxides contributes to the formation of the background levels of tropospheric ozone upon which photochemical episodes are superimposed, and that methane is expected to become the subject of control actions in other forums,

Recalling that the Executive Body for the Convention identified at its sixth session the need to control emissions of VOCs or their transboundary fluxes, as well as to control the incidence of photochemical oxidants, and the need for Parties that had already reduced these emissions to maintain and review their emission standards for VOCs,

Acknowledging the measures already taken by some Parties which have had the effect of reducing their national annual emissions of nitrogen oxides and VOCs,

Noting that some Parties have set air quality standards and/or objectives for tropospheric ozone and that standards for tropospheric ozone concentrations have been set by the World Health Organization and other competent bodies,



Determined to take effective action to control and reduce national annual emissions of VOCs or the transboundary fluxes of VOCs and the resulting secondary photochemical oxidant products, in particular by applying appropriate national or international emission standards to new mobile and new stationary sources and retrofitting existing major stationary sources, and also by limiting the content of components in products for industrial and domestic use that have the potential to emit VOCs,

Conscious that volatile organic compounds differ greatly from each other in their reactivity and in their potential to create tropospheric ozone and other photochemical oxidants and that, for any individual compounds, potential may vary from time to time and from place to place depending on meteorological and other factors,

Recognizing that such differences and variations should be taken into consideration if action to control and reduce emissions and transboundary fluxes of VOCs is to be as effective as possible in minimizing the formation of tropospheric ozone and other photochemical oxidants,

Taking into consideration existing scientific and technical data on emissions, atmospheric movements and effects on the environment of VOCs and photochemical oxidants, as well as on control technologies,

Recognizing that scientific and technical knowledge of these matters is developing and that it will be necessary to take such developments into account when reviewing the operation of the present Protocol and deciding on further action,

Noting that the elaboration of an approach based on critical levels is aimed at the establishment of an effect-oriented scientific basis to be taken into account when reviewing the operation of the present Protocol, and at deciding on further internationally agreed measures to limit and reduce emissions of VOCs or the transboundary fluxes of VOCs and photochemical oxidants,

Have agreed as follows:

## Article 1

### DEFINITIONS

For the purposes of the present Protocol,

1. "Convention" means the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, adopted in Geneva on 13 November 1979,
2. "EMEP" means the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe,
3. "Executive Body" means the Executive Body for the Convention constituted under article 10, paragraph 1, of the Convention;

4. "Geographical scope of EMEP" means the area defined in article 1, paragraph 4, of the Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP), adopted in Geneva on 28 September 1984,
5. "Tropospheric ozone management area" (TOMA) means an area specified in annex I under conditions laid down in article 2, paragraph 2 (b),
6. "Parties" means, unless the context otherwise requires, the Parties to the present Protocol,
7. "Commission" means the United Nations Economic Commission for Europe,
8. "Critical levels" means concentrations of pollutants in the atmosphere for a specified exposure time below which direct adverse effects on receptors, such as human beings, plants, ecosystems or materials do not occur according to present knowledge,
9. "Volatile organic compounds", or "VOCs", means, unless otherwise specified, all organic compounds of anthropogenic nature, other than methane, that are capable of producing photochemical oxidants by reactions with nitrogen oxides in the presence of sunlight,
10. "Major source category" means any category of sources which emit air pollutants in the form of VOCs, including the categories described in annexes II and III, and which contribute at least 1% of the total national emissions of VOCs on an annual basis, as measured or calculated in the first calendar year after the date of entry into force of the present Protocol, and every fourth year thereafter,
11. "New stationary source" means any stationary source of which the construction or substantial modification is commenced after the expiry of two years from the date of entry into force of the present Protocol,
12. "New mobile source" means any on-road motor vehicle which is manufactured after the expiry of two years from the date of entry into force of the present Protocol,
13. "Photochemical ozone creation potential" (POCP) means the potential of an individual VOC, relative to that of other VOCs, to form ozone by reaction with oxides of nitrogen in the presence of sunlight, as described in annex IV.

## Article 2

### BASIC OBLIGATIONS

1. The Parties shall control and reduce their emissions of VOCs in order to reduce their transboundary fluxes and the fluxes of the resulting secondary photochemical oxidant products so as to protect human health and the environment from adverse effects.

2. Each Party shall, in order to meet the requirements of paragraph 1 above, control and reduce its national annual emissions of VOCs or their transboundary fluxes in any one of the following ways to be specified upon signature:

(a) It shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to reduce its national annual emissions of VOCs by at least 30% by the year 1999, using 1988 levels as a basis or any other annual level during the period 1984 to 1990, which it may specify upon signature of or accession to the present Protocol; or

(b) Where its annual emissions contribute to tropospheric ozone concentrations in areas under the jurisdiction of one or more other Parties, and such emissions originate only from areas under its jurisdiction that are specified as TOMAs in annex I, it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to:

(i) Reduce its annual emissions of VOCs from the areas so specified by at least 30% by the year 1999, using 1988 levels as a basis or any other annual level during the period 1984-1990, which it may specify upon signature of or accession to the present Protocol; and

(ii) Ensure that its total national annual emissions of VOCs by the year 1999 do not exceed the 1988 levels; or

(c) Where its national annual emissions of VOCs were in 1988 lower than 500,000 tonnes and 20 kg/inhabitant and 5 tonnes/km<sup>2</sup>, it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to ensure at least that at the latest by the year 1999 its national annual emissions of VOCs do not exceed the 1988 levels.

3. (a) Furthermore, no later than two years after the date of entry into force of the present Protocol, each Party shall:

(i) Apply appropriate national or international emission standards to new stationary sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex II;

(ii) Apply national or international measures to products that contain solvents and promote the use of products that are low in or do not contain VOCs, taking into consideration annex II, including the labelling of products specifying their VOC content;

(iii) Apply appropriate national or international emission standards to new mobile sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex III; and

- (iv) Foster public participation in emission control programmes through public announcements, encouraging the best use of all modes of transportation and promoting traffic management schemes.

(b) Furthermore, no later than five years after the date of entry into force of the present Protocol, in those areas in which national or international tropospheric ozone standards are exceeded or where transboundary fluxes originate or are expected to originate, each Party shall:

- (i) Apply the best available technologies that are economically feasible to existing stationary sources in major source categories, taking into consideration annex II,
- (ii) Apply techniques to reduce VOC emissions from petrol distribution and motor vehicle refuelling operations, and to reduce volatility of petrol, taking into consideration annexes II and III.

4. In carrying out their obligations under this article, Parties are invited to give highest priority to reduction and control of emissions of substances with the greatest POCP, taking into consideration the information contained in annex IV.

5. In implementing the present Protocol, and in particular any product substitution measures, Parties shall take appropriate steps to ensure that toxic and carcinogenic VOCs, and those that harm the stratospheric ozone layer, are not substituted for other VOCs.

6. The Parties shall, as a second step, commence negotiations, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, on further steps to reduce national annual emissions of volatile organic compounds or transboundary fluxes of such emissions and their resulting secondary photochemical oxidant products, taking into account the best available scientific and technological developments, scientifically determined critical levels and internationally accepted target levels, the role of nitrogen oxides in the formation of photochemical oxidants and other elements resulting from the work programme undertaken under article 5.

7. To this end, the Parties shall cooperate in order to establish:

(a) More detailed information on the individual VOCs and their POCP values,

(b) Critical levels for photochemical oxidants,

(c) Reductions in national annual emissions or transboundary fluxes of VOCs and their resulting secondary photochemical oxidant products, especially as required to achieve agreed objectives based on critical levels,

(d) Control strategies, such as economic instruments, to obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;

(e) Measures and a timetable commencing no later than 1 January 2000 for achieving such reductions.

8. In the course of these negotiations, the Parties shall consider whether it would be appropriate for the purposes specified in paragraph 1 to supplement such further steps with measures to reduce methane.

### Article 3

#### FURTHER MEASURES

1. Measures required by the present Protocol shall not relieve Parties from their other obligations to take measures to reduce total gaseous emissions that may contribute significantly to climate change, to the formation of tropospheric background ozone or to the depletion of stratospheric ozone, or that are toxic or carcinogenic.

2. Parties may take more stringent measures than those required by the present Protocol.

3. The Parties shall establish a mechanism for monitoring compliance with the present Protocol. As a first step based on information provided pursuant to article 8 or other information, any Party which has reason to believe that another Party is acting or has acted in a manner inconsistent with its obligations under this Protocol may inform the Executive Body to that effect and, simultaneously, the Parties concerned. At the request of any Party, the matter may be taken up at the next meeting of the Executive Body.

### Article 4

#### EXCHANGE OF TECHNOLOGY

1. The Parties shall, consistent with their national laws, regulations and practices, facilitate the exchange of technology to reduce emissions of VOCs, particularly through the promotion of:

- (a) The commercial exchange of available technology;
- (b) Direct industrial contacts and cooperation, including joint ventures;
- (c) The exchange of information and experience;
- (d) The provision of technical assistance.

2. In promoting the activities specified in paragraph 1 of this article, the Parties shall create favourable conditions by facilitating contacts and cooperation among appropriate organizations and individuals in the private and public sectors that are capable of providing technology, design and engineering services, equipment or finance.

3. The Parties shall, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, commence consideration of procedures to create more favourable conditions for the exchange of technology to reduce emissions of VOCs.

#### Article 5

##### RESEARCH AND MONITORING TO BE UNDERTAKEN

The Parties shall give high priority to research and monitoring related to the development and application of methods to achieve national or international tropospheric ozone standards and other goals to protect human health and the environment. The Parties shall, in particular, through national or international research programmes, in the work-plan of the Executive Body and through other cooperative programmes within the framework of the Convention, seek to:

(a) Identify and quantify effects of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and photochemical oxidants on human health, the environment and materials;

(b) Determine the geographical distribution of sensitive areas;

(c) Develop emission and air quality monitoring and model calculations including methodologies for the calculation of emissions, taking into account, as far as possible, the different VOC species, both anthropogenic and biogenic, and their reactivity, to quantify the long-range transport of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and related pollutants involved in the formation of photochemical oxidants;

(d) Improve estimates of the performance and costs of technologies for control of emissions of VOCs and record the development of improved and new technologies;

(e) Develop, within the context of the approach based on critical levels, methods to integrate scientific, technical and economic data in order to determine appropriate rational strategies for limiting VOC emissions and obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;

(f) Improve the accuracy of inventories of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and harmonize the methods of their calculation or estimation;

(g) Improve their understanding of the chemical processes involved in the creation of photochemical oxidants;

(h) Identify possible measures to reduce emissions of methane.

## Article 6

### REVIEW PROCESS

1. The Parties shall regularly review the present Protocol, taking into account the best available scientific substantiation and technological development.
2. The first review shall take place no later than one year after the date of entry into force of the present Protocol.

## Article 7

### NATIONAL PROGRAMMES, POLICIES AND STRATEGIES

The Parties shall develop without undue delay national programmes, policies and strategies to implement the obligations under the present Protocol that shall serve as a means of controlling and reducing emissions of VOCs or their transboundary fluxes.

## Article 8

### INFORMATION EXCHANGE AND ANNUAL REPORTING

1. The Parties shall exchange information by notifying the Executive Body of the national programmes, policies and strategies that they develop in accordance with article 7, and by reporting to it progress achieved under, and any changes to, those programmes, policies and strategies. In the first year after entry into force of this Protocol, each Party shall report on the level of emissions of VOCs in its territory and any TOMA in its territory, by total and, to the extent feasible, by sector of origin and by individual VOC, according to guidelines to be specified by the Executive Body for 1988 or any other year taken as the base year for article 2.2 and on the basis upon which these levels have been calculated.
2. Furthermore each Party shall report annually:
  - (a) On the matters specified in paragraph 1 for the previous calendar year, and on any revision which may be necessary to the reports already made for earlier years;
  - (b) On progress in applying national or international emission standards and the control techniques required under article 2, paragraph 3;
  - (c) On measures taken to facilitate the exchange of technology.
3. In addition, Parties within the geographical scope of EMEP shall report, at intervals to be specified by the Executive Body, information on VOC emissions by sector of origin, with a spatial resolution, to be specified by the Executive Body, appropriate for purposes of modelling the formation and transport of secondary photochemical oxidant products.

4. Such information shall, as far as possible, be submitted in accordance with a uniform reporting framework.

#### Article 9

#### CALCULATIONS

EMEP shall, utilizing appropriate models and measurements, provide to the annual meetings of the Executive Body relevant information on the long-range transport of ozone in Europe. In areas outside the geographical scope of EMEP, models appropriate to the particular circumstances of Parties to the Convention therein shall be used.

#### Article 10

#### ANNEXES

The annexes to the present Protocol shall form an integral part of the Protocol. Annex I is mandatory while annexes II, III and IV are recommendatory.

#### Article 11

#### AMENDMENTS TO THE PROTOCOL

1. Any Party may propose amendments to the present Protocol.
2. Proposed amendments shall be submitted in writing to the Executive Secretary of the Commission, who shall communicate them to all Parties. The Executive Body shall discuss the proposed amendments at its next annual meeting, provided that those proposals have been circulated by the Executive Secretary to the Parties at least 90 days in advance.
3. Amendments to the Protocol, other than amendments to its annexes, shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body, and shall enter into force for the Parties which have accepted them on the ninetieth day after the date on which two thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance thereof. Amendments shall enter into force for any Party which has accepted them after two thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance of the amendment, on the ninetieth day after the date on which that Party deposited its instrument of acceptance of the amendments.
4. Amendments to the annexes shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body and shall become effective 30 days after the date on which they have been communicated, in accordance with paragraph 5 of this article.
5. Amendments under paragraphs 3 and 4 of this article shall, as soon as possible after their adoption, be communicated by the Executive Secretary to all Parties.



Article 12

## SETTLEMENT OF DISPUTES

If a dispute arises between two or more Parties as to the interpretation or application of the present Protocol, they shall seek a solution by negotiation or by any other method of dispute settlement acceptable to the parties to the dispute.

Article 13

## SIGNATURE

1. The present Protocol shall be open for signature at Geneva from 18 November 1991 until 22 November 1991 inclusive, then at the United Nations Headquarters in New York until 22 May 1992, by the States members of the Commission as well as States having consultative status with the Commission, pursuant to paragraph 8 of Economic and Social Council resolution 36 (IV) of 28 March 1947, and by regional economic integration organizations, constituted by sovereign States members of the Commission, which have competence in respect of the negotiation, conclusion and application of international agreements in matters covered by the Protocol, provided that the States and organizations concerned are Parties to the Convention.

2. In matters within their competence, such regional economic integration organizations shall, on their own behalf, exercise the rights and fulfil the responsibilities which the present Protocol attributes to their member States. In such cases, the member States of these organizations shall not be entitled to exercise such rights individually.

Article 14

## RATIFICATION, ACCEPTANCE, APPROVAL AND ACCESSION

1. The present Protocol shall be subject to ratification, acceptance or approval by Signatories.

2. The present Protocol shall be open for accession as from 22 May 1992 by the States and organizations referred to in article 13, paragraph 1.

Article 15

## DEPOSITARY

The instruments of ratification, acceptance, approval or accession shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations, who will perform the functions of Depositary.

Article 16

## ENTRY INTO FORCE

1. The present Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date on which the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession has been deposited.
2. For each State and organization referred to in article 13, paragraph 1, which ratifies, accepts or approves the present Protocol or accedes thereto after the deposit of the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession, the Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date of deposit by such Party of its instrument of ratification, acceptance, approval or accession.

Article 17

## WITHDRAWAL

At any time after five years from the date on which the present Protocol has come into force with respect to a Party, that Party may withdraw from it by giving written notification to the Depositary. Any such withdrawal shall take effect on the ninetieth day following the date of its receipt by the Depositary, or on such later date as may be specified in the notification of the withdrawal.

Article 18

## AUTHENTIC TEXTS

The original of the present Protocol, of which the English, French and Russian texts are equally authentic, shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations.

IN WITNESS WHEREOF the undersigned, being duly authorized thereto, have signed the present Protocol.

DONE at Geneva this eighteenth day of November one thousand nine hundred and ninety-one.

## ANNEX I

## DESIGNATED TROPOSPHERIC OZONE MANAGEMENT AREAS (TOMAs)

The following TOMAs are specified for the purposes of this Protocol:

Canada

TOMA No. 1: The Lower Fraser Valley in the Province of British Columbia.

This is a 16,800-km<sup>2</sup> area in the southwestern corner of the Province of British Columbia averaging 80 km in width and extending 200 km up the Fraser River Valley from the mouth of the river in the Strait of Georgia to Boothroyd, British Columbia. Its southern boundary is the Canada/United States international boundary and it includes the Greater Vancouver Regional District.

TOMA No. 2: The Windsor-Quebec Corridor in the Provinces of Ontario and Quebec.

This is a 157,000-km<sup>2</sup> area consisting of a strip of land 1,100 km long and averaging 140 km in width stretching from the City of Windsor (adjacent to Detroit in the United States) in the Province of Ontario to Quebec City in the Province of Quebec. The Windsor-Quebec Corridor TOMA is located along the north shore of the Great Lakes and the St. Lawrence River in Ontario and straddles the St. Lawrence River from the Ontario-Quebec border to Quebec City in Quebec. It includes the urban centres of Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montreal, Trois-Rivières and Quebec City.

Norway

The total Norwegian mainland as well as the exclusive economic zone south of 62°N latitude in the region of the Economic Commission for Europe (ECE), covering an area of 466,000 km<sup>2</sup>.

## ANNEX II

CONTROL MEASURES FOR EMISSIONS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs)  
FROM STATIONARY SOURCES

## INTRODUCTION

1. The aim of this annex is to provide the Parties to the Convention with guidance in identifying best available technologies to enable them to meet the obligations of the Protocol.
2. Information regarding emission performance and costs is based on official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies, in particular documents received and reviewed by the Task Force on Emissions of VOCs from Stationary Sources. Unless otherwise indicated, the techniques listed are considered to be well established on the basis of operational experience.
3. Experience with new products and new plants incorporating low-emission techniques, as well as with the retrofitting of existing plants, is continuously growing; the regular elaboration and amendment of the annex will therefore be necessary. Best available technologies identified for new plants can be applied to existing plants after an adequate transition period.
4. The annex lists a number of measures spanning a range of costs and efficiencies. The choice of measures for any particular case will depend on a number of factors, including economic circumstances, technological infrastructure and any existing VOC control implemented.
5. This annex does not, in general, take into account the specific species of VOC emitted by the different sources, but deals with best available technologies for VOC reduction. When measures are planned for some sources, it is worthwhile to consider giving priority to those activities which emit reactive rather than non-reactive VOCs (e.g. in the solvent-using sector). However, when such compound-specific measures are designed, other effects on the environment (e.g. global climate change) and on human health should also be taken into account.

## I. MAJOR SOURCES OF VOC EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES

6. The major sources of anthropogenic non-methane VOC emissions from stationary sources are the following:

- (a) Use of solvents;
- (b) Petroleum industry including petroleum-product handling;
- (c) Organic chemical industry;
- (d) Small-scale combustion sources (e.g. domestic heating and small industrial boilers);
- (e) Food industry;
- (f) Iron and steel industry;
- (g) Handling and treatment of wastes;
- (h) Agriculture.

7. The order of the list reflects the general importance of the sources subject to the uncertainties of emission inventories. The distribution of VOC emissions according to different sources depends greatly on the fields of activity within the territory of any particular Party.

## II. GENERAL OPTIONS FOR VOC-EMISSION REDUCTION

8. There are several possibilities for the control or prevention of VOC emissions. Measures for the reduction of VOC emissions focus on products and/or process modifications (including maintenance and operational control) and on the retrofitting of existing plants. The following list gives a general outline of measures available, which may be implemented either singly or in combination:

(a) Substitution of VOCs, e.g. the use of water-based degreasing baths, and paints, inks, glues or adhesives which are low in or do not contain VOCs;

(b) Reduction by best management practices such as good housekeeping, preventive maintenance programmes, or by changes in processes such as closed systems during utilization, storage and distribution of low-boiling organic liquids;

(c) Recycling and/or recovery of efficiently collected VOCs by control techniques such as adsorption, absorption, condensation and membrane processes; ideally, organic compounds can be reused on-site;

(d) Destruction of efficiently collected VOCs by control techniques such as thermal or catalytic incineration or biological treatment.

9. The monitoring of abatement procedures is necessary to ensure that appropriate control measures and practices are properly implemented for an effective reduction of VOC emissions. Monitoring of abatement procedures will include:

(a) The development of an inventory of those VOC-emission reduction measures, identified above, that have already been implemented;

(b) The characterization and quantification of VOC emissions from relevant sources by instrumental or other techniques;

(c) Periodic auditing of abatement measures implemented to ensure their continued efficient operation;

(d) Regularly scheduled reporting on (a), (b) and (c), using harmonized procedures, to regulatory authorities;

(e) Comparison, with the objectives of the Protocol, of VOC-emission reductions achieved in practice.

10. The investment/cost figures have been collected from various sources. On account of the many influencing factors, investment/cost figures are highly case-specific. If the unit "cost per tonne of VOC abated" is used for

cost-efficient strategy considerations, it must be borne in mind that such specific figures are highly dependent on factors such as plant capacity, removal efficiency and raw gas VOC concentration, type of technology, and the choice of new installations as opposed to retrofitting. Illustrative cost figures should also be based on process-specific parameters, e.g. mg/m<sup>2</sup> treated (paints), kg/m<sup>3</sup> product or kg/unit.

11. Cost-efficient strategy considerations should be based on total costs per year (including capital and operational costs). VOC-emission reduction costs should also be considered within the framework of the overall process economics, e.g. the impact of control measures and costs on the costs of production.

### III. CONTROL TECHNIQUES

12. The major categories of available control techniques for VOC abatement are summarized in table 1. Those techniques chosen for inclusion in the table have been successfully applied commercially and are now well established. For the most part, they have been applied generally across sectors.

13. Sector-specific techniques, including the limitation of the solvent content of products, are given in sections IV and V.

14. Care should be taken to ensure that the implementation of these control techniques does not create other environmental problems. If incineration has to be used, it should be combined with energy recovery, where appropriate.

15. Using such techniques, concentrations of below 150 mg/m<sup>3</sup> (as total carbon, standard conditions) can usually be achieved in exhaust air flows. In most cases, emission values of 10-50 mg/m<sup>3</sup> can be achieved.

16. Another common procedure for destroying non-halogenated VOCs is to use VOC-laden gas streams as secondary air or fuel in existing energy-conversion units. However, this usually requires site-specific process modifications and therefore it too is excluded from the following table.

17. Data on efficiency are derived from operational experience and are considered to reflect the capabilities of current installations.

18. Cost data are more subject to uncertainty due to interpretation of costs, accountancy practices and site-specific conditions. Therefore the data provided are case-specific. They cover the cost ranges for the different techniques. The costs do, however, accurately reflect the relationships between the costs of the different techniques. Differences in costs between new and retrofit applications may in some cases be significant but do not differ sufficiently to change the order in table 1.

19. The choice of a control technique will depend on parameters such as the concentration of VOCs in the raw gas, gas volume flow, the type of VOCs, and others. Therefore, some overlap in the fields of application may occur; in that case, the most appropriate technique must be selected according to case-specific conditions.

TABLE 1. A SUMMARY OF AVAILABLE VOC CONTROL TECHNIQUES, THEIR EFFICIENCIES AND COSTS

Technique	Lower concentration in air flow		Higher concentration in air flow		Application
	Efficiency	Cost	Efficiency	Cost	
Thermal incineration**	High	High	High	Medium	Wide for high concentration flows
Catalytic incineration**	High	Medium	Medium	Medium	More specialized for lower concentration flows
Adsorption* (activated carbon filters)	High	High	Medium	Medium	Wide for low concentration flows
Absorption (Waste gas washing)	-	-	High	Medium	Wide for high concentration flows
Condensation*	-	-	Medium	Low	Special cases of high concentration flows only
Biofiltration	Medium to high	Low	Low***	Low	Mainly in low concentration flows, including odour control

Concentration: Lower <3 g/m<sup>3</sup> (in many cases <1g/m<sup>3</sup>); Higher >5g/m<sup>3</sup>

Efficiency: High >95%  
Medium 80-95%  
Low <80%

Total cost: High >500 ECU/t VOC abated  
Medium 150-500 ECU/t VOC abated  
Low <150 ECU/t VOC abated

\* These processes can be combined with solvent recovery systems. Cost savings then ensue.

\*\* Savings due to energy recovery are not included; these can reduce the costs considerably.

\*\*\* With buffering filters to dampen emission peaks, medium to high efficiencies are achieved at medium to low costs.

#### IV. SECTORS

20. In this section, each VOC-emitting sector is characterized by a table containing the main emission sources, control measures including the best available technologies, their specific reduction efficiency and the related costs.

21. An estimate is also provided of the overall potential within each sector for reducing its VOC emissions. The maximum reduction potential refers to situations in which only a low level of control is in place.

22. Process-specific reduction efficiencies should not be confused with the figures given for the reduction potential of each sector. The former are technical feasibilities, while the latter take into account the likely penetration and other factors affecting each sector. The process-specific efficiencies are given only qualitatively, as follows:

I = > 95%, II = 80-95%, III = < 80%

23. Costs depend on capacity, site-specific factors, accountancy practices and other factors. Consequently, costs may vary greatly; therefore, only qualitative information (medium, low, high) is provided, referring to comparisons of costs of different technologies mentioned for specific applications.

##### A. Industrial use of solvents

24. The industrial use of solvents is in many countries the biggest contributor to VOC emissions from stationary sources. Main sectors and control measures, including best available technologies and reduction efficiencies, are listed in table 2, and the best available technology is specified for each sector. There may be differences between small and large or new and old plants. For this reason, the estimated overall reduction potential quoted is below the values implied in table 2. The estimated overall reduction potential for this sector is up to 60%. A further step to reduce episodic ozone formation potential can include the reformulation of the remaining solvents.

25. With respect to the industrial use of solvents, three approaches can in principle be used: a product-oriented approach which, for instance, leads to a reformulation of the product (paint, degreasing products, etc.), process-oriented changes; and add-on control technologies. For some industrial uses of solvents only a product-oriented approach is available (in the case of painting constructions, painting buildings, the industrial use of cleaning products, etc.). In all other cases, the product-oriented approach deserves priority, inter alia, because of the positive spin-off effects on the solvent emission of the manufacturing industry. Furthermore, the environmental impact of emissions can be reduced by combining best available technology with product reformulation to replace solvents by less harmful alternatives. According to a combined approach of this kind, the maximum emission reduction potential of up to 60% could lead to an improvement in environmental performance that is significantly higher.



**TABLE 2. VOC-EMISSION CONTROL MEASURES, REDUCTION EFFICIENCY AND COSTS FOR THE SOLVENT-USING SECTOR**

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
Industrial surface coating	Conversion to:		
	- powder paints	I	Savings
	- low in/not containing VOCs	I - III	Low costs
	- high solids	I - III	Savings
	Incineration: - thermal	I - II	Medium to high costs
	- catalytic	I - II	Medium costs
	Activated carbon adsorption	I - II	Medium costs
Paper surface coating	Incinerator	I - II	Medium costs
	Radiation cure/waterborne inks	I - III	Low costs
Car manufacturing	Conversion to:		
	- powder paints	I	
	- water-based systems	I - II	Low costs
	- high solid coating	II	
	Activated carbon adsorption	I - II	Low costs
	Incineration with heat recovery		
	- thermal	I - II	
	- catalytic	I - II	
Commercial painting	Low in/not containing VOCs	I - II	Medium costs
	Low in/not containing VOCs	II - III	Medium costs
Printing	Low-solvent/water-based inks	II - III	Medium costs
	Letterpress: radiation cure	I	Low costs
	Activated carbon adsorption	I - II	High costs
	Absorption		
	Incineration	I - II	
	- thermal		
	- catalytic		
	Biofiltration including buffer filter	I	Medium costs
Metal degreasing	Change-over to systems low in/not containing VOCs	I	
	Closed machines		
	Activated carbon adsorption	II	Low to high costs
	Cover, chilled freeboards	III	Low costs
Dry-cleaning	Recovery dryers and good house-keeping (closed cycles)	II - III	Low to medium costs
	Condensation	II	Low costs
	Activated carbon adsorption	II	Low costs
Flat wood panelling	Coatings low in/not containing VOCs	I	Low costs

26. There is rapid ongoing development towards low-solvent or solvent-free paints, which are among the most cost-effective solutions. For many plants, a combination of low-solvent and adsorption/incineration techniques are chosen. VOC-emission control for large-scale, industrial painting (e.g. of cars, domestic appliances) could be implemented relatively quickly. Emissions have been reduced as far as 60 g/m<sup>2</sup> in several countries. The technical possibility of reducing emissions from new plants to below 20 g/m<sup>2</sup> has been recognized by several countries.

27. For the degreasing of metal surfaces, alternative solutions are water-based treatment or closed machines with activated carbon for recovery, with low emissions.

28. For the different printing techniques, several methods to reduce VOC emissions are employed. These mainly involve the changing of inks, changes within the printing process using other printing methods, and gas cleaning techniques. Waterborne ink instead of solvent-based ink is used for flexographic printing on paper and is under development for printing on plastic. Waterborne inks for screen and rotogravure printing are available for some applications. The use of electron beam cured ink in offset eliminates VOCs and is used in the package printing industry. For some printing methods, UV-cured inks are available. Best available technology for publication rotogravure is the gas cleaning technique using carbon adsorbers. In packaging, the rotogravure recovery of solvent by adsorption (zeolites, active carbon) is practised, but incineration and absorption are also used. For heatset, the weboffset thermal or catalytic incineration of exhaust gases is used. The incineration equipment often includes a unit for heat recovery.

29. For dry-cleaning, the best available technology consists of closed machines and treatment of the exhaust ventilation air by activated carbon filters.

#### B. Petroleum industry

30. The petroleum industry is one of the major contributors to VOC emissions from stationary sources. Emissions are from both refineries and distribution (including transportation and filling-stations). The following comments refer to table 3; the measures mentioned also include best available technology.

31. Refinery process emissions arise from fuel combustion, flaring of hydrocarbons, vacuum-system discharges and fugitive emissions from process units, such as flanges and connectors, opened lines and sampling systems. Other major VOC emissions within refineries and related activities result from storage, waste-water treatment processes, loading/discharging facilities such as harbours, truck- and railway-racks, pipeline terminals, and periodic operations such as shut-downs, servicing and start-ups (process-unit turnarounds).

32. Process-unit turnaround emissions may be controlled by venting vessel vapours to vapour recovery systems or controlled flaring.

33. Vacuum-system discharges may be controlled by condensation or by piping to boilers or heaters.

TABLE 3. VOC-EMISSION CONTROL MEASURES, REDUCTION EFFICIENCY  
AND COSTS FOR THE PETROLEUM INDUSTRY

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
<b>Petroleum refineries</b>			
- Fugitive emissions	Regular inspection and maintenance	III	Medium costs
- Process-unit turnarounds	Flares/process furnace vapour recovery	I	not available
- Waste-water separator	Floating cover	II	Medium costs/savings
- Vacuum process system	Surface contact condensers Non-condensable VOCs piped to heaters or furnaces	I	
- Incineration of sludge	Thermal incineration	I	
<b>Storage of crude oil and products</b>			
- Petrol	Internal floating roofs with secondary seals	I - II	Savings
	Floating roof tanks with secondary seals	II	Savings
- Crude oil	Floating roof tanks with secondary seals	II	Savings
- Petrol marketing terminals (loading and unloading of trucks, barges and trains)	Vapour recovery unit	I - II	Savings
- Petrol service stations	Vapour balance on tank trucks (Stage I)	I - II	Low costs/savings
	Vapour balance during refuelling (refuelling nozzles) (Stage II)	I (- II**)	Medium costs*

\* Depending on capacity (station size), retrofitting or new service stations.

\*\* Will increase with increasing penetration of standardization of vehicle filling pipes.

34. Fugitive emissions from process equipment in gas/vapour or light liquid service (e.g. automatic control valves, manual valves, pressure relief devices, sampling systems, pumps, compressors, flanges and connectors) can be reduced or prevented by regularly performing leak detection, repair programmes and preventive maintenance. Equipment with substantial leaks (e.g. valves, gaskets, seals, pumps, etc.) can be replaced by equipment that is more leakproof. For example, manual and automatic control valves can be changed for corresponding valves with bellow gaskets. Pumps in gas/vapour and light liquid service can be fitted with dual mechanical seals with controlled degassing vents. Compressors can be equipped with seals with a barrier fluid system that prevents leakage of the process fluid to the atmosphere, and leakage from compressors seals directed to the flares.

35. Pressure relief valves for media that may contain VOCs can be connected to a gas-collecting system and the gases collected burnt in process furnaces or flares.

36. VOC emissions from the storage of crude oil and products can be reduced by equipping fixed-roof tanks with internal floating roofs or by equipping floating-roof tanks with secondary seals.

37. VOC emissions from the storage of petrol and other light liquid components can be reduced by several means. Fixed-roof tanks can be equipped with internal floating roofs with primary and secondary seals or connected to a closed vent system and an effective control device, e.g. vapour recovery, flaring or combustion in process heaters. External floating-roof tanks with primary seals can be equipped with secondary seals, and/or supplemented with tight, fixed roofs, with pressure relief valves which can be connected to the flare.

38. VOC emissions in connection with waste-water handling and treatment can be reduced by several means. Water-seal controls can be installed, as can junction boxes, equipped with tight-fitting covers, in drain systems. Sewer lines can be covered. Alternatively, the drain system can be completely closed to the atmosphere. Oil-water separators, including separation tanks, skimmers, weirs, grit chambers, sludge hoppers and slop-oil facilities, can be equipped with fixed roofs and closed vent systems that direct vapours to a control device, designed either for the recovery or destruction of the VOC vapours. Alternatively, oil-water separators can be equipped with floating roofs with primary and secondary seals. The effective reduction of VOC emissions from waste-water treatment plants can be achieved by draining oil from process equipment to the slop-oil system, thus minimizing the oil-flow into the waste-water treatment plant. The temperature of incoming water can also be controlled in order to lower emissions to the atmosphere.

39. The petrol storage and distribution sector has a high reduction potential. Emission control covering the loading of petrol at the refinery (via intermediate terminals) up to its discharge at petrol service stations is defined as Stage I; control of emissions from the refuelling of cars at service stations is defined as Stage II (see para. 33 of annex III on Control Measures for Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs) from on-road Motor Vehicles).

40. Stage I control consists of vapour balancing and vapour collection at the loading of petrol, and recovering the vapour in recovery units. Furthermore, vapour collected at service stations from the discharge of petrol from trucks can be returned and recovered in vapour recovery units.

41. Stage II control consists of vapour balancing between the vehicle fuel tank and the service station's underground storage tank.

42. Stage II together with Stage I is the best available technology for reducing evaporative emissions during petrol distribution. A complementary means of reducing VOC emissions from fuel storage and handling is to reduce fuel volatility.

43. The overall reduction potential in the petroleum industry sector is up to 80%. This maximum could be reached only where the current level of emission control is low.

#### C. Organic chemical industry

44. The chemical industry also makes a considerable contribution to VOC emissions from stationary sources. The emissions are of different characters with a wide range of pollutants, because of the variety of products and production processes. Process emissions can be divided into the following major subcategories: reactor-process emissions, air-oxidation emissions and distillation, and other separation processes. Other significant emission sources are from leaks, storage and product transfer (loading/unloading).

45. For new plants, process modifications and/or new processes often reduce emissions considerably. So-called "add-on" or "end-of-pipe" techniques such as adsorption, absorption, thermal and catalytic incineration in many cases represent alternative or complementary technologies. To reduce evaporation losses from storage tanks and emissions from loading and unloading facilities, the control measures recommended for the petroleum industry (table 3) can be applied. Control measures including best available technologies and their process-related reduction efficiencies are given in table 4.

46. The feasible overall reduction potential in the organic chemical industry is up to 70%, depending on the industry mix and the extent to which control technologies and practices are in place.

TABLE 4. VOC-EMISSION CONTROL MEASURES, REDUCTION EFFICIENCY AND COSTS FOR THE ORGANIC CHEMICAL INDUSTRY

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
Fugitive emissions	Leak detection and repair programme		
	- regular inspection	III	Low costs
Storage and handling	- See table 3 -		
Process emissions	General measures:		
	- carbon adsorption	I - II	n.a.
	- incineration: - thermal	I - II	Medium to high costs
	- catalytic	I - II	n.a.
	- absorption		n.a.
	- biofiltration	n.a.	n.a.
	- flaring		n.a.
- Formaldehyde production	- incineration: - thermal	I	High costs
	- catalytic	I	
- Polyethylene production	- flaring	I	Medium costs
	- catalytic incineration	I - II	
- Polystyrene production	- thermal incineration	I	Medium costs
	- flaring		
- Vinyl chloride production	Process modifications (examples):		
	- substitution of air by oxygen in the oxychlorination step	II	n.a.
	- flaring	I	Medium costs
- Polyvinylchloride production	- slurry stripping of monomer	II	n.a.
	- Nitro-2-methyl-1-propanol-1 absorption	I	Savings
- Polypropylene production	- high yield catalyst	I	n.a.
- Ethylene oxide production	- substitution of air by oxygen	I	n.a.

n.a. Not available

**D. Stationary combustion**

47. Optimal VOC-emission reduction from stationary combustion depends on the efficient use of fuel at the national level (table 5). It is also important to ensure the effective combustion of fuel by the use of good operational procedures, efficient combustion appliances and advanced combustion-management systems.

48. For small systems in particular, there is still a considerable reduction potential, especially in the burning of solid fuels. VOC reduction in general is achievable by the replacement of old stoves/boilers and/or fuel-switching to gas. The replacement of single room stoves by central heating systems and/or the replacement of individual heating systems in general reduces pollution; however, overall energy efficiency has to be taken into account. Fuel-switching to gas is a very effective control measure, provided the distribution system is leakproof.

49.. For most countries, the VOC-reduction potential for power plants is negligible. On account of the uncertain replacement/fuel-switch involved, no figures can be given regarding the overall reduction potential and the related costs.

TABLE 5. VOC-EMISSION CONTROL MEASURES FOR STATIONARY COMBUSTION SOURCES

Source of emission	Emission control measures
Small-scale combustion sources	Energy savings, e.g. insulation Regular inspection Replacement of old furnaces Natural gas and fuel oil instead of solid fuels Central heating system District heating system
Industrial and commercial sources	Energy savings Better maintenance Fuel-type modification Change of furnace and load Change of burning conditions
Stationary internal combustion sources	Catalytic converters Thermal reactors

**E. Food industry**

50. The food industry sector covers a wide range of VOC-emitting processes from large and small plants (table 6). The major sources of VOC emissions are:

- (a) Production of alcoholic beverages;
- (b) Baking;
- (c) Vegetable oil extraction using mineral oils;
- (d) Animal rendering.

Alcohol is the principal VOC from (a) and (b). Aliphatic hydrocarbons are the principal VOC from (c).

51. Other potential sources include:

- (a) Sugar industry and sugar use;
- (b) Coffee and nut roasting;
- (c) Frying (chipped potatoes, crisps, etc.);
- (d) Fish meal processing;
- (e) Preparation of cooked meats, etc.

52. VOC emissions are typically odorous, of low concentration with high volume flow and water content. For this reason, the use of biofilters has been used as an abatement technique. Conventional techniques such as absorption, adsorption, thermal and catalytic incineration have also been used. The principal advantage of biofilters is their low operational cost compared with other techniques. Nevertheless, periodic maintenance is required.

53. It may be feasible for larger fermentation plants and bakeries to recover alcohol by condensation.

54. Aliphatic hydrocarbon emissions from oil extraction are minimized by using closed cycles and good housekeeping to prevent losses from valves and seals, etc. Different oil seeds require different volumes of mineral oil for extraction. Olive oil can be extracted mechanically, in which case no mineral oil is necessary.

55. The technologically feasible overall reduction potential in the food industry is estimated to be up to 35%.



TABLE 6. VOC-EMISSION CONTROL MEASURES, REDUCTION EFFICIENCY AND COSTS FOR THE FOOD INDUSTRY

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs
In general	Closed cycles		
	Bio-oxidation	II	Low*
	Condensation and treatment	I	High
	Adsorption/absorption		
	Thermal/catalytic incineration		
Vegetable-oil processing	Process-integrated measures	III	Low
	Adsorption		
	Membrane technique		
	Incineration in process furnace		
Animal rendering	Biofiltration	II	Low*

\* Owing to the fact that these processes are usually applied to gases with low VOC concentrations, the costs per cubic metre of gas are low, although VOC abatement per tonne is high.

#### F. Iron and steel industry (including ferro-alloys, casting etc.)

56. In the iron and steel industry, VOC emissions may be from a variety of sources:

(a) Processing of input materials (cokerries, agglomeration plants; sintering, pelletizing, briquetting, scrap-handling);

(b) Metallurgical reactors (submerged arc furnaces, electric arc furnaces; converters, especially if using scrap; (open) cupolas; blast furnaces);

(c) Product handling (casting; reheating furnaces; and rolling mills).

57. Reducing the carbon carrier in raw materials (e.g. on sintering belts) reduces the potential of VOC emissions.

58. In the case of open metallurgical reactors, VOC emissions may occur especially from contaminated scrap and under pyrolytic conditions. Special attention has to be paid to the collection of gases from charging and tapping operations, in order to minimize fugitive VOC emissions.

59. Special attention has to be paid to scrap which is contaminated by oil, grease, paint, etc., and to the separation of fluff (non-metallic parts) from metallic scrap.

60. The processing of products usually entails fugitive emissions. In the case of casting, emissions of pyrolysis gases occur, chiefly from organically bonded sands. These emissions can be reduced by choosing low-emission bonding resins and/or minimizing the quantity of binders. Biofilters have been tested on such flue gases. Oil mist in the air from rolling mills can be reduced to low levels by filtration.

61. Coking plants are an important VOC emission source. Emissions arise from: coke oven gas leakage, the loss of VOCs normally diverted to an associated distillation plant, and from the combustion of coke oven gas and other fuel. VOC emissions are reduced mainly by the following measures: improved sealing between oven doors and frames and between charging holes and covers; maintaining suction from ovens even during charging; dry quenching either by direct cooling with inert gases or by indirect cooling with water; pushing directly into the dry quenching unit; and efficient hooding during pushing operations.

#### G. Handling and treatment of waste

62. Concerning municipal solid waste control, the primary objectives are to reduce the amount of waste produced and to reduce the amount to be treated. In addition, the waste treatment should be optimized from an environmental point of view.

63. If landfill processes are used, VOC-emission control measures for the treatment of municipal waste should be linked to an efficient collection of the gases (mostly methane).

64. These emissions can be destroyed (incineration). Another option is the purification of the gas (bio-oxidation, absorption, activated carbon, adsorption) leading to use of the gas for energy production.

65. The landfill of industrial waste containing VOCs leads to VOC emissions. This point has to be taken into account in the definition of waste-management policies.

66. The overall reduction potential is estimated to be 30%, though this figure includes methane.

#### H. Agriculture

67. The principal sources of VOC emissions from agriculture are:

- (a) Burning of agricultural waste, particularly straw and stubble;
- (b) Use of organic solvents in pesticide formulations;
- (c) Anaerobic degradation of animal feeds and wastes.

68. VOC emissions are reduced by:

- (a) Controlled disposal of straw as opposed to the common practice of open-field burning;

(b) Minimal use of pesticides with high organic solvent contents, and/or the use of emulsions and water-based formulations,

(c) Composting of waste, combining manure with straw, etc;

(d) Abatement of exhaust gases from animal houses, manure drying plant, etc., by use of biofilters, adsorption, etc.

69. In addition, alterations of feed reduce emissions of gas from animals, and the recovery of gases for use as fuel is a possibility.

70. It is not currently possible to estimate the reduction potential of VOC emissions from agriculture.

#### V. PRODUCTS

71. In circumstances in which abatement by control techniques is not appropriate, the sole means of reducing VOC emissions is by altering the composition of products used. The main sectors and products concerned are: adhesives used in households, light industry, shops and offices; paints for use in households; household cleaning and personal care products; office products such as correcting fluids and car maintenance products. In any other situation in which products like those mentioned above are used (e.g. painting, light industry), alterations in product composition are highly preferable.

72. Measures aimed at reducing VOC emissions from such products are:

(a) Product substitution;

(b) Product reformulation;

(c) Altering the packaging of products, especially for reformulated products.

73. Instruments designed to influence market choice include:

(a) Labelling to ensure that consumers are well informed of the VOC content;

(b) Active encouragement of low-VOC-content products (e.g. the "Blue Angel" scheme);

(c) Fiscal incentives linked to VOC content.

74. The efficiency of these measures depends on the VOC content of the products involved and the availability and acceptability of alternatives. Reformulation should be checked to ensure that products do not create problems elsewhere (e.g. increased emissions of chlorofluorocarbons (CFCs)).

75. VOC-containing products are used for industrial as well as domestic purposes. In either case the use of low-solvent alternatives may entail changes in application equipment and in work practices.

76. Paints commonly used for industrial and domestic purposes have an average solvent content of about 25 to 60%. For most applications, low-solvent or solvent-free alternatives are available or under development:

(a) Paint for use in the light industry:

Powder paint = 0% VOC content in product

Waterborne paint = 10% VOC content in product

Low-solvent paint = 15% VOC content in product

(b) Paint for domestic use:

Waterborne paint = 10% VOC content in product

Low-solvent paint = 15% VOC content in product

Switching over to alternative paints is expected to result in an overall VOC-emission reduction of about 45 to 60%.

77. Most adhesive products are used in industry, while domestic uses account for less than 10%. About 25% of the adhesives in use contain VOC solvents. For these adhesives, the solvent content varies widely and may constitute half the weight of the product. For several application areas, low-solvent/solvent-free alternatives are available. This source category therefore offers a high reduction potential.

78. Ink is mainly used for industrial printing processes, with solvent contents differing widely, up to 95%. For most printing processes, low-solvent inks are available or under development in particular for printing on paper (see para. 28).

79. About 40 to 60% of VOC emissions from consumer products (including office products and those used in car maintenance) are from aerosols. There are three basic ways of reducing VOC emissions from consumer products:

(a) Substitution of propellants and the use of mechanical pumps;

(b) Reformulation;

(c) Change of packaging.

80. The potential reduction of VOC emissions from consumer products is estimated to be 50%.

## ANNEX III

CONTROL MEASURES FOR EMISSIONS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs)  
FROM ON-ROAD MOTOR VEHICLES

## INTRODUCTION

1. This annex is based on information on emission control performance and costs contained in official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies, in the report on Volatile Organic Compounds from On-road Vehicles: Sources and Control Options, prepared for the Working Group on Volatile Organic Compounds, in documentation of the Inland Transport Committee of the Economic Commission for Europe (ECE) and its subsidiary bodies (in particular, documents TRANS/SC1/WP.29/R.242, 486 and 506), and on supplementary information provided by governmentally designated experts.

2. The regular elaboration and amendment of this annex will be necessary in the light of continuously expanding experience with new vehicles incorporating low-emission technology and the development of alternative fuels, as well as with retrofitting and other strategies for existing vehicles. The annex cannot be an exhaustive statement of technical options, its aim is to provide guidance to Parties in identifying economically feasible technologies for fulfilling their obligations under the Protocol. Until other data become available, this annex concentrates on on-road vehicles only.

## I. MAJOR SOURCES OF VOC EMISSIONS FROM MOTOR VEHICLES

3. Sources of VOC emissions from motor vehicles have been divided into: (a) tailpipe emissions; (b) evaporative and refuelling emissions; and (c) crankcase emissions.

4. Road transport (excluding petrol distribution) is a major source of anthropogenic VOC emissions in most ECE countries and contributes between 30 and 45% of total man-made VOC emissions in the ECE region as a whole. By far the largest source of road transport VOC emissions is the petrol-fuelled vehicle which accounts for 90% of total traffic emissions of VOCs (of which 30 to 50% are evaporative emissions). Evaporative and refuelling emissions result primarily from petrol use, and are considered very low in the case of diesel fuels.

II. GENERAL ASPECTS OF CONTROL TECHNOLOGIES FOR  
VOC EMISSIONS FROM ON-ROAD MOTOR VEHICLES

5. The motor vehicles considered in this annex are passenger cars, light-duty trucks, on-road heavy-duty vehicles, motor cycles and mopeds.

6. While this annex deals with both new and in-use vehicles, it is primarily focused on VOC-emission control for new vehicle types.

7. This annex also provides guidance on the influence of changes in petrol properties on evaporative VOC emissions. Fuel substitution (e.g. natural gas, liquefied petroleum gas (LPG), methanol) can also provide VOC-emission reductions but this is not considered in this annex.

8. Cost figures for the various technologies given are manufacturing cost estimates rather than retail prices.

9. It is important to ensure that vehicle designs are capable of meeting emission standards in service. This can be done through ensuring conformity of production, full useful-life durability, warranty of emission-control components, and recall of defective vehicles. For in-use vehicles, continued emission-control performance can also be ensured by an effective inspection and maintenance programme, and measures against tampering and misfuelling.

10. Emissions from in-use vehicles can be reduced through programmes such as fuel volatility controls, economic incentives to encourage the accelerated introduction of desirable technology, low-level oxygenated fuel blends, and retrofitting. Fuel volatility control is the single most effective measure that can be taken to reduce VOC emissions from in-use motor vehicles.

11. Technologies that incorporate catalytic converters require the use of unleaded fuel. Unleaded petrol should therefore be generally available.

12. Measures to reduce VOC and other emissions by the management of urban and long-distance traffic, though not elaborated in this annex, are important as an efficient additional approach to reducing VOC emissions. Key measures for traffic management aim at improving the modal split through tactical, structural, financial and restrictive elements.

13. VOC emissions from uncontrolled motor vehicles contain significant levels of toxic compounds, some of which are known carcinogens. The application of VOC reduction technologies (tailpipe, evaporative, refuelling and crankcase) reduces these toxic emissions in generally the same proportion as the VOC reductions achieved. The level of toxic emissions can also be reduced by modifying certain fuel parameters (e.g., reducing benzene levels in petrol).

### III. CONTROL TECHNOLOGIES FOR TAILPIPE EMISSIONS

#### (a) Petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks

14. The main technologies for controlling VOC emissions are listed in table 1.

15. The basis for comparison in table 1 is technology option B, representing non-catalytic technology designed in response to the requirements of the United States for 1973/1974 or of ECE regulation 15-04 pursuant to the 1958 Agreement concerning the Adoption of Uniform Conditions of Approval and Reciprocal Recognition of Approval for Motor Vehicles Equipment and Parts. The table also presents achievable emission levels for open- and closed-loop catalytic control as well as their cost implications.

16. The "uncontrolled" level (A) in table 1 refers to the 1970 situation in the ECE region, but may still prevail in certain areas.

17. The emission level in table 1 reflects emissions measured using standard test procedures. Emissions from vehicles on the road may differ significantly because of the effect, inter alia, of ambient temperature, operating

conditions, fuel properties, and maintenance. However, the reduction potential indicated in table 1 is considered representative of reductions achievable in use.

18. The best currently available technology is option D. This technology achieves large reductions of VOC, CO and NO<sub>x</sub> emissions.

19. In response to regulatory programmes for further VOC emission reductions (e.g. in Canada and the United States), advanced closed-loop three-way catalytic converters are being developed (option E). These improvements will focus on more powerful engine-management controls, improved catalysts, on-board diagnostic systems (OBD) and other advances. These systems will become best available technology by the mid-1990s.

20. A special category are two-stroke engine cars which are used in parts of Europe; these cars currently have very high VOC emissions. Hydrocarbon emissions from two-stroke engines are typically between 45.0 and 75.0 grams per test, according to the European driving cycle. Attempts are under way to apply engine modifications and catalytic after-treatment to this type of engine. Data are needed on the reduction potentials and durability of these solutions. Furthermore, different two-stroke engine designs are currently being developed that have the potential for lower emissions.

TABLE 1. TAILPIPE EMISSION CONTROL TECHNOLOGIES FOR PETROL-FUELLED PASSENGER CARS AND LIGHT-DUTY TRUCKS

Technology option	Emission level (%)		Cost*
	4-stroke	2-stroke	
A. Uncontrolled situation	400	900	-
B. Engine modifications (engine design, carburetion and ignition systems, air injection)	100 (1.8 g/km)	-	**
C. Open-loop catalyst	50	-	150-200
D. Closed-loop three-way catalyst	10-30	-	250-450***
E. Advanced closed-loop three-way catalyst	6	-	350-600***

\* Additional production-cost estimates per vehicle, relative to technology option B.

\*\* Costs for engine modifications from options A to B are estimated at \$US 40-100.

\*\*\* Under technology options D and E, CO and NO<sub>x</sub> emissions are also substantially reduced, in addition to VOC reductions. Technology options B and C can also result in some CO and/or NO<sub>x</sub> control.

**(b) Diesel-fuelled passenger cars and trucks**

21. Diesel-fuelled passenger cars and light-duty trucks have very low VOC emissions, generally lower than those resulting from closed-loop catalytic control on petrol-fuelled cars. However, their emissions of particulates and NO<sub>x</sub> are higher.

22. No ECE country currently has rigorous tailpipe VOC control programmes for heavy-duty diesel-fuelled vehicles, because of their generally low VOC emission rates. However, many countries have diesel particulate control programmes, and the technology that is employed to control particulates (e.g., combustion chamber and injection system improvements) has the net end result of lowering VOC emissions as well.

23. Tailpipe VOC emission rates from heavy-duty diesel-fuelled vehicles are expected to be reduced by two thirds as the result of a vigorous particulate control programme.

24. VOC species emitted from diesel-fuelled engines are different from those emitted by petrol-fuelled engines.

**(c) Motor cycles and mopeds**

25. VOC emission control technologies for motor cycles are summarized in table 2. Current ECE regulations (R.40) can normally be met without requiring reduction technologies. The future standards of Austria and Switzerland may require oxidizing catalytic converters for two-stroke engines in particular.

26. For two-stroke mopeds with small oxidizing catalytic converters, a VOC-emission reduction of 90% is achievable, at additional production costs of \$US 30-50. In Austria and Switzerland, standards requiring this technology are already in force.

TABLE 2. TAILPIPE EMISSION CONTROL TECHNOLOGIES  
AND PERFORMANCE FOR MOTOR CYCLES

Technology option	Emission level (%)		Cost (\$US)*
	2-stroke	4-stroke	
A. Uncontrolled	400 (9.6 g/km)	100 (2 g/km)	-
B. Best non-catalyst	200	60	-
C. Oxidizing catalytic converter, secondary air	30-50	20	50
D. Closed-loop three-way catalytic converter	not applicable	10**	350

\* Additional production-cost estimates per vehicle.

\*\* Expected to be available by 1991 for a few specific motor cycle types (prototypes already constructed and tested).



#### IV. CONTROL TECHNOLOGIES FOR EVAPORATIVE AND REFUELLING EMISSIONS

27. Evaporative emissions consist of fuel vapour emitted from the engine and fuel system. They are divided into: (a) diurnal emissions, which result from the "breathing" of the fuel tank as it is heated and cooled over the course of a day; (b) hot-soak emissions produced by the heat from the engine after it is shut down; (c) running losses from the fuel system while the vehicle is in operation; and (d) resting losses such as from open-bottom canisters (where used) and from some plastic fuel-system materials which are reportedly subject to permeation losses, in which petrol slowly diffuses through the material.

28. The control technology typically used for evaporative emissions from petrol-fuelled vehicles includes a charcoal canister (and associated plumbing) and a purge system to burn the VOCs in a controlled manner in the engine.

29. Experience with existing evaporative-emission control programmes in the United States indicates that evaporative-emission control systems have not provided the degree of control desired, especially during severe ozone-prone days. This is partly because the volatility of in-use petrol is much higher than that of certification-test petrol. It is also due to an inadequate test procedure that resulted in inadequate control technology. The United States evaporative-emission control programme in the 1990s will emphasize reduced-volatility fuels for use in summer and an improved test procedure to encourage advanced evaporative control systems that will result in the in-use control of the four emission sources mentioned in paragraph 27 above. For countries with high volatility petrol, the single most cost-effective measure to reduce VOC emissions is to reduce volatility of in-use petrol.

30. In general, effective evaporative-emission control requires the consideration of: (a) control of petrol volatility, adjusted to climatic conditions; and (b) an appropriate test procedure.

31. A list of control options, reduction potentials and cost estimates is given in table 3, with option B as the best available control technology at present. Option C will soon become best available technology and will represent a significant improvement over option B.

32. The fuel economy benefits associated with evaporative-emission controls are estimated at less than 2%. The benefits are due to the higher energy density, and low Reid-vapour-pressure (RVP) of fuel, and to the combustion rather than venting of captured vapours.

33. In principle, emissions that are released during refuelling of vehicles can be recovered by systems installed at petrol stations (Stage II) or by systems on board of vehicles. Controls at petrol stations are a well-established technology, while on-board systems have been demonstrated using several prototypes. The question of in-use safety of on-board vapour recovery systems is presently under study. It may be appropriate to develop safety performance standards in conjunction with on-board vapour recovery systems to assure their safe design. Stage II controls can be implemented

more quickly since service stations in a given area can be fitted with these controls. Stage II controls benefit all petrol-fuelled vehicles while on-board systems only benefit new vehicles.

34. While evaporative emissions from motor cycles and mopeds are at present uncontrolled in the ECE region, the same general control technologies as for petrol-fuelled cars can be applied.

TABLE 3. EVAPORATIVE-EMISSION CONTROL MEASURES AND REDUCTION POTENTIALS FOR PETROL-FUELLED PASSENGER CARS AND LIGHT-DUTY TRUCKS

Technology option	VOC reduction potential (%) <u>1/</u>	Cost (\$US) <u>2/</u>
A. Small canister, lenient RVP <u>3/</u> limits, 1980s US Test Procedure	<80	20
B. Small canister, stringent RVP limits, <u>4/</u> 1980s US Test Procedure	80-95	20
C. Advanced evaporative controls, stringent RVP limits, <u>4/</u> 1990s US Test Procedure <u>5/</u>	>95	33

1/ Relative to uncontrolled situation.

2/ Additional production-cost estimates per vehicle.

3/ Reid vapour pressure.

4/ Based on United States data, assuming an RVP limit of 62 kPa during warm season at a cost of \$US 0.0038 per litre. Taking account of the fuel economy benefit associated with low RVP petrol, the adjusted cost estimate is \$US 0.0012 per litre.

5/ United States Test Procedure in the 1990s will be designed for the more effective control of multiple diurnal emissions, running losses, operation under high ambient temperature, hot-soak conditions following extended operation, and resting losses.

## ANNEX IV

CLASSIFICATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs) BASED ON  
THEIR PHOTOCHEMICAL OZONE CREATION POTENTIAL (POCP)

1. This annex summarizes the information available and identifies the still existing elements to develop in order to guide the work to be carried out. It is based on information regarding hydrocarbons and ozone formation contained in two notes prepared for the Working Group on Volatile Organic Compounds (EB.AIR/WG.4/R.11 and R.13/Rev.1), on the results of further research carried out, in particular in Austria, Canada, Germany, Netherlands, Sweden, the United Kingdom, the United States of America and the EMEP Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W), and on supplementary information provided by governmentally designated experts.

2. The final aim of the POCP approach is to provide guidance on regional and national control policies for volatile organic compounds (VOCs), taking into account the impact of each VOC species as well as sectoral VOC emissions in episodic ozone formation expressed in terms of the photochemical ozone creation potential (POCP), which is defined as the change in photochemical ozone production due to a change in emission of that particular VOC. POCP may be determined by photochemical model calculations or by laboratory experiments. It serves to illustrate different aspects of episodic oxidant formation, e.g. peak ozone or accumulated ozone production during an episode.

3. The POCP concept is being introduced because there is a large variation between the importance of particular VOCs in the production of ozone during episodes. A fundamental feature of the concept is that, in the presence of sunlight and  $\text{NO}_x$ , each VOC produces ozone in a similar way despite large variations in the circumstances under which ozone is produced.

4. Different photochemical model calculations indicate that substantial reduction of VOCs and  $\text{NO}_x$  emissions are necessary (order of magnitude above 50% in order to achieve significant ozone reduction). Moreover the maximum concentrations of ozone near the ground are reduced in a less than proportional way when VOC emissions are reduced. This effect is shown in principle by theoretical scenario calculation. When all species are reduced by the same proportion, maximum ozone values (above 75 ppb hourly average) in Europe are reduced depending on the existing ozone level by only 10-15% if the mass of non-methane man-made VOC emissions is reduced by 50%. By contrast, if emissions of the most important (in terms of POCP and mass values or reactivity) non-methane man-made VOC species were reduced by 50% (by mass), the calculated result is a 20-30% reduction of peak episodic ozone concentration. This confirms the merits of a POCP approach to determine priorities for VOC emission control and clearly shows that VOCs may at least be divided into large categories, according to their importance in episodic ozone formation.

5. POCP values and reactivity scales have been calculated as estimates, each based on a particular scenario (e.g. emission increases and decreases, air mass trajectories) and targeted towards a particular objective (e.g. peak ozone concentration, integrated ozone, average ozone). POCP values and reactivity scales are dependent on chemical mechanisms. Clearly there are

differences between the different estimates of POCPs, which in some cases can span more than a factor of four. The POCP numbers are not constant but vary in space and time. To give an example: the calculated POCP of ortho-xylene in the so-called "France-Sweden" trajectory has a value of 41 on the first day and of 97 on the fifth day of the travelling time. According to calculations of the Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W) of EMEP, the POCP of ortho-xylene for O<sub>3</sub> over 60 ppb, varies between 54 and 112 (5 to 95 percentiles) for the grids of the EMEP area. The variation of the POCP in time and space is not only caused by the VOC composition of the air parcel due to man-made emissions but is also a result of meteorological variations. The fact is that any reactive VOC can contribute to the episodic formation of photochemical oxidants to a higher or lower extent, depending on the concentrations of NO<sub>x</sub> and VOC and meteorological parameters. Hydrocarbons with very low reactivity, like methane, methanol, ethane and some chlorinated hydrocarbons contribute in a negligible manner to this process. There are also differences as a result of meteorological variations between particular days and over Europe as a whole. POCP values are implicitly dependent on how emission inventories are calculated. Currently there is no consistent method or information available across Europe. Clearly, further work has to be done on the POCP approach.

6. Natural isoprene emissions from deciduous trees, together with nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) mainly from man-made sources, can make a significant contribution to ozone formation in warm summer weather in areas with a large coverage of deciduous trees.

7. In table 1, VOC species are grouped according to their importance in the production of episodic peak ozone concentrations. Three groups have been selected. Importance in table 1 is expressed on the basis of VOC emission per unit mass. Some hydrocarbons, such as n-butane, become important because of their mass emission although they may not appear so according to their OH reactivity.

8. Tables 2 and 3 show the impacts of individual VOCs expressed as indices relative to the impact of a single species (ethylene) which is given an index of 100. They indicate how such indices, i.e. POCPs, may give guidance for assessing the impact of different VOC emission reductions.

9. Table 2 shows averaged POCPs for each major source category based on a central POCP estimate for each VOC species in each source category. Emission inventories independently determined in the United Kingdom and Canada have been used in this compilation and presentation. For many sources, e.g. motor vehicles, combustion installations, and many industrial processes, mixtures of hydrocarbons are emitted. Measures to reduce specifically the VOC compounds identified in the POCP approach as very reactive are in most cases unavailable. In practice, most of the possible reduction measures will reduce emissions by mass irrespective of their POCPs.

10. Table 3 compares a number of different weighting schemes for a selected range of VOC species. In assigning priorities within a national VOC control programme, a number of indices may be used to focus on particular VOCs. The simplest but least effective approach is to focus on the relative mass emission, or relative ambient concentration.

TABLE 1. CLASSIFICATION OF VOCs INTO THREE GROUPS ACCORDING TO THEIR IMPORTANCE IN EPISODIC OZONE FORMATION

<u>More important</u>	
Alkenes	
Aromatics	
Alkanes	> C6 alkanes except 2,3 dimethylpentane
Aldehydes	All aldehydes except benzaldehyde
Biogenics	Isoprene
<u>Less important</u>	
Alkanes	C3 - C5 alkanes and 2,3 dimethylpentane
Ketones	Methyl ethyl ketone and methyl t-butyl ketone
Alcohols	Ethanol
Esters	All esters except methyl acetate
<u>Least important</u>	
Alkanes	Methane and ethane
Alkynes	Acetylene
Aromatics	Benzene
Aldehydes	Benzaldehyde
Ketones	Acetone
Alcohols	Methanol
Esters	Methyl acetate
Chlorinated hydrocarbons	Methyl chloroform, Methylene chloride, Trichloroethylene and tetrachloroethylene

11. Relative weighting based on OH reactivity addresses some but by no means all of the important aspects of the atmospheric reactions which generate ozone in the presence of NO<sub>x</sub> and sunlight. The SAPRC (Statewide Air Pollution Research Centre) weightings address the situation in California. Because of differences in the model conditions appropriate to the Los Angeles basin and Europe, major differences in the fates of photochemical, labile species, such as aldehyde, result. POCPs calculated with photochemical models in the Netherlands, United States of America, United Kingdom, Sweden and by EMEP (MSC-W) address different aspects of the ozone problem in Europe.

12. Some of the less-reactive solvents cause other problems, e.g. they are extremely harmful to human health, difficult to handle, persistent, can cause negative environmental effects at other levels (e.g. in the free troposphere or the stratosphere). In many cases the best available technology for reducing solvent emission is the application of non-solvent using systems.

13. Reliable VOC emission inventories are essential to the formulation of any cost-effective VOC control policies and in particular those based on the POCP approach. National VOC emissions should therefore be specified according to sectors, at least following guidelines specified by the Executive Body, and should as far as possible be complemented by data on species and time variations of emissions.

TABLE 2. SECTORAL POCPs OF THE VARIOUS EMISSION SECTORS AND THE PERCENTAGE BY MASS OF VOCs IN EACH OZONE CREATION CLASS

Sector	Sectoral POCP		Percentage mass in each ozone creation class			
	Canada	United Kingdom	More Important	Less	Least	Unknown
Petrol-engined vehicle exhaust	63	61	76	16	7	1
Diesel vehicle exhaust	60	59	38	19	3	39
Petrol-engined vehicle evaporation	-	51	57	29	2	12
Other transport	63	-	-	-	-	-
Stationary combustion	-	54	34	24	24	18
Solvent usage	42	40	49	26	21	3
Surface coating	48	51	-	-	-	-
Industrial process emissions	45	32	4	41	0	55
Industrial chemicals	70	63	-	-	-	-
Petroleum refining and distribution	54	45	55	42	1	2
Natural gas leakage	-	19	24	8	66	2
Agriculture	-	40	-	-	100	-
Coal mining	-	0	-	-	100	-
Domestic waste landfill	-	0	-	-	100	-
Dry cleaning	29	-	-	-	-	-
Wood combustion	55	-	-	-	-	-
Slash burn	58	-	-	-	-	-
Food industry	-	37	-	-	-	-

TABLE 3. COMPARISON BETWEEN WEIGHTING SCHEMES (EXPRESSED RELATIVE TO ETHYLENE = 100)  
FOR 85 VOC SPECIES

VOC	OH Scale [a]	Canada by mass [b]	SAPRC MIR [c]	UK POCP [d]	UK range [e]	Sweden max. diff. 0-4 days [f]	EMEP [h]	LOTOS [i]
Methane	0.1	-	0	0.7	0-3	-	-	-
Ethane	3.2	91.2	2.7	8.2	2-30	17.3	5-24	6-25
Propane	9.3	100	6.2	42.1	16-124	60.4	-	-
n-Butane	15.3	212	11.7	41.4	15-115	55.4	22-85	25-87
i-Butane	14.2	103	15.7	31.5	19-59	33.1	-	-
n-Pentane	19.4	109	12.1	40.8	9-105	61.2	-	-
i-Pentane	18.8	210	16.2	29.6	12-68	36.0	-	-
n-Hexane	22.5	71	11.5	42.1	10-151	78.4	-	-
2-Methylpentane	22.2	100	17.0	52.4	19-140	71.2	-	-
3-Methylpentane	22.6	47	17.7	43.1	11-125	64.7	-	-
2,2-Dimethylbutane	10.5	-	7.5	25.1	12-49	-	-	-
2,3-Dimethylbutane	25.0	-	13.8	38.4	25-65	-	-	-
n-Heptane	25.3	41	9.4	52.9	13-165	79.1	-	-
2-Methylhexane	18.4	21	17.0	49.2	11-159	-	-	-
3-Methylhexane	18.4	24	16.0	49.2	11-157	-	-	-
n-Octane	26.6	-	7.4	49.3	12-151	69.8	-	-
2-Methylheptane	26.6	-	16.0	46.9	12-146	69.1	-	-
n-Nonane	27.4	-	6.2	46.9	10-148	63.3	-	-
2-Methyloctane	27.3	-	13.2	50.5	12-147	66.9	-	-
n-Decane	27.6	-	5.3	46.4	8-156	71.9	-	-
2-Methylnonane	27.9	-	11.7	44.8	8-153	71.9	-	-
n-Undecane	29.6	21	4.7	43.6	8-144	66.2	-	-
n-Duodecane	28.4	-	4.3	41.2	7-138	57.6	-	-
Methylcyclohexane	35.7	18	22.3	-	-	40.3	-	-
Methylene chloride	-	-	-	1	0-3	0	-	-
Chloroform	-	-	-	-	-	0.7	-	-
Methyl chloroform	-	-	-	0.1	0-1	0.2	-	-
Trichloroethylene	-	-	-	6.6	1-13	8.6	-	-
Tetrachloroethylene	-	-	-	0.5	0-2	1.4	-	-
Allyl chloride	-	-	-	-	-	56.1	-	-
Methanol	10.9	-	7	12.3	9-21	16.5	-	-
Ethanol	25.5	-	15	26.8	4-89	44.6	9-58	20-71
i-Propanol	30.6	-	7	-	-	17.3	-	-

VOC	OH Scale [a]	Canada by mass [b]	SAPRC MIR [c]	UK POCP [d]	UK range [e]	Sweden max. diff. 0-4 days [f]	EMEP [h]	LOTOS [i]
Butanol	38.9	-	30	-	-	65.5	21.4	-
i-Butanol	45.4	-	14	-	-	38.8	25.5	-
Ethylene glycol	41.4	-	21	-	-	-	-	-
Propylene glycol	55.2	-	18	-	-	-	-	-
But-2-diol	-	-	-	-	-	28.8	6.6	-
Dimethyl ether	22.3	-	11	-	-	28.8	34.3	-
Methyl-t-butyl ether	11.1	-	8	-	-	-	-	-
Ethyl-t-butyl ether	25.2	-	26	-	-	-	-	-
Acetone	1.4	-	7	17.8	10-27	17.3	12.4	-
Methyl ethyl ketone	5.5	-	14	47.3	17-80	38.8	17.8	-
Methyl-i-butyl ketone	-	-	-	-	-	67.6	31.8	-
Methyl acetate	-	-	-	2.5	0-7	5.8	6.7	-
Ethyl acetate	-	-	-	21.8	11-56	29.5	29.4	-
i-Propyl acetate	-	-	-	21.5	14-36	-	-	-
n-Butyl acetate	-	-	-	32.3	14-91	43.9	32.0	-
i-Butyl acetate	-	-	-	33.2	21-59	28.8	35.3	-
Propylene glycol methyl Ether	-	-	-	-	-	77.0	49.1	-
Propylene glycol methyl Ether acetate	-	-	-	-	-	30.9	15.7	-
Ethylene	100	100	100	100	100	100	100	100
Propylene	217	44	125	103	75-163	73.4	59.9	55-120
1-Butene	194	32	115	95.9	57-185	79.9	49.5	-
2-Butene	371	-	136	99.2	82-157	78.4	43.6	-
1-Pentene	148	-	79	105.9	40-288	72.7	42.4	-
2-Pentene	327	-	79	93.0	65-160	77.0	38.1	-
2-Methyl-1-butene	300	-	70	77.7	52-113	69.1	18.1	-
2-Methyl-2-butene	431	24	93	77.9	61-102	93.5	45.3	-
3-Methyl-1-butene	158	-	79	89.5	60-154	-	-	-
Isobutene	318	50	77	64.3	58-76	79.1	58.0	-



TABLE 3 (continued)

VOC	OH Scale [a]	Canada by mass [b]	SAPRC MIR [c]	UK POCP [d]	UK range [e]	Sweden max. diff. 0-4 days [f]	EMEP [h]	LOTOS [i]
Isoprene	515	-	121	-	-	53.2	-	-
Acetylene	10.4	82	6.8	16.8	10-42	27.3	-	-
Benzene	5.7	71	5.3	18.9	11-45	31.7	-	-
Toluene	23.4	218	34	56.3	41-83	44.6	-	-
o-Xylene	48.3	38	87	66.6	41-97	42.4	-	-
m-Xylene	80.2	53	109	99.3	78-135	58.3	54-112	26-67
p-Xylene	49.7	53	89	88.8	63-180	61.2	-	-
Ethylbenzene	25	32	36	59.3	35-114	53.2	-	-
1,2,3-Trimethyl benzene	89	-	119	117	76-175	69.8	-	-
1,2,4-Trimethyl benzene	107	44	119	120	86-176	68.3	-	-
1,3,5-Trimethyl benzene	159	-	140	115	74-174	69.1	-	-
o-Ethyltoluene	35	-	96	66.8	31-130	59.7	-	-
m-Ethyltoluene	50	-	96	79.4	41-140	62.6	-	-
p-Ethyltoluene	33	-	96	72.5	36-135	62.6	-	-
n-Propylbenzene	17	-	28	49.2	25-110	51.1	-	-
i-Propylbenzene	18	-	30	56.5	35-105	51.1	-	-
Formaldehyde	104	-	117	42.1	22-58	42.4	-	-
Acetaldehyde	128	-	72	52.7	33-122	53.2	-	-
Propionaldehyde	117	-	87	60.3	28-160	65.5	-	-
Butyraldehyde	124	-	-	56.8	16-160	64.0	-	-
i-Butyraldehyde	144	-	-	63.1	38-128	58.3	-	-
Valeraldehyde	112	-	-	68.6	0-268	61.2	-	-
Acrolein	-	-	-	-	-	120.1	-	-
Benzaldehyde	43	-	-10	-33.4	-82-(-12)	-	-	-

[a] OH + VOC rate coefficient divided by molecular weight.

[b] Ambient VOC concentrations at 18 sites in Canada expressed on mass basics.

[c] Maximum Incremental Reactivity (MIR) based on California scenarios; Statewide Air Pollution Research Centre, Los Angeles, USA.

[d] Average POCP based on three scenarios and 9 days; FRG-Ireland, France-Sweden and UK.

TABLE 3 (continued)

- [e] Range of POCs based on three scenarios and 11 days.
- [f] POCs calculated for a single source in Sweden producing maximum ozone difference.
- [g] POCs calculated for a single source in Sweden using average difference in ozone over 4 days.
- [h] Range (5th-95th percentile) of POCs calculated over EMEP grid.
- [i] Range (20th-80th percentile) of POCs calculated over LOTOS grid.

$$\frac{a}{b}$$

$$POCP = \frac{c}{a} \times 100$$

- where (a) - Change in photochemical oxidant formation due to a change in a VOC emission  
(b) - Integrated VOC emission up to that time  
(c) - Change in photochemical oxidant formation due to a change in ethylene emissions  
(d) - Integrated ethylene emission up to that time

It is a quantity derived from a photochemical ozone model by following the photochemical ozone production with and without the presence of an individual hydrocarbon. The difference in ozone concentrations between such pairs of model calculations is a measure of the contribution that VOC makes in ozone formation.

## PŘEKLAD

**Protokol o omezení emisí těkavých organických látek nebo jejich toků přes hranice k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států z roku 1979**

SMLUVNÍ STRANY,

ODHODLÁNY provádět Úmluvu o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států,

ZNEPOKOJENY tím, že současné emise těkavých organických sloučenin (VOC) a výsledných sekundárních fotochemických oxidantů způsobují v těch částech Evropy a Severní Ameriky, které jsou jim vystaveny, škody na přírodních zdrojích životně důležitých pro životní prostředí a hospodářství a za jistých expozičních podmínek mají škodlivé účinky na lidské zdraví,

BEROUC NA VĚDOMÍ, že v rámci Protokolu o omezování emisí oxidů dusíku nebo jejich toků přes hranice států, přijatém v Sofii dne 31. října 1988, bylo již dosaženo dohody o snížení emisí oxidů dusíku,

UZNÁVAJÍCE podíl VOC a oxidů dusíku na vzniku troposférického ozonu,

UZNÁVAJÍCE ROVNĚŽ, že VOC, oxidy dusíku a vznikající ozon jsou transportovány přes mezistátní hranice, a ovlivňují tak kvalitu ovzduší v sousedních státech,

JSOUCE SI VĚDOMY toho, že mechanismus tvorby fotochemických oxidantů je takový, že snížení emisí VOC je nezbytné ke snížení výskytu fotochemických oxidantů,

JSOUCE SI ROVNĚŽ VĚDOMY toho, že methan a oxid uhelnatý, emitované antropogenními činnostmi, jsou v ovzduší přítomny na pozadové úrovni nad regionem EHK a přispívají ke vzniku epizod vysokých koncentrací ozonu; dále že jejich oxidace v globálním měřítku v přítomnosti oxidů dusíku přispívá ke vzniku úrovně pozadové koncentrace troposférického ozonu, který se účastní dalších fotochemických reakcí; a že se očekává, že methan se stane předmětem omezujících opatření na jiných fórech,

PŘIPOMÍNÁJÍCE, že výkonný orgán úmluvy na svém šestém zasedání uznal nezbytnost, omezení emisí VOC a jejich toků přes hranice, jakož i výskytu fotochemických oxidantů, a že je nezbytné, aby smluvní strany, které již tyto emise snížily, zachovávaly a přezkoumávaly své emisní standardy pro VOC,

BEROUC V ÚVAHU opatření již přijatá některými smluvními stranami, které vedly ke snížení jejich národních ročních emisí oxidů dusíku a VOC,

BEROUC NA VĚDOMÍ, že některé smluvní strany stanovily legislativní požadavky na kvalitu ovzduší nebo cíle pro troposférický ozon a že směrné hodnoty pro koncentrace troposférického ozonu byly stanoveny Světovou zdravotnickou organizací (WHO) a jinými příslušnými orgány,

ODHODLÁNY účinně omezovat a snižovat národní roční emise VOC nebo toky VOC přes hranice států a výsledné sekundární fotochemické oxidační produkty; zejména uplatňováním vhodných národních či mezinárodních emisních požadavků na nové mobilní a stacionární zdroje a rekonstrukce

stávajících hlavních stacionárních zdrojů, jakož i omezováním obsahu složek v produktech používaných v průmyslu či v domácnosti, které mohou uvolňovat VOC,

JSOUCE SI VĚDOMY, že těkavé organické sloučeniny se od sebe navzájem značně liší svou reaktivitou a svým potenciálem tvorby troposférického ozonu a dalších fotochemických oxidantů a že u každé jednotlivé sloučeniny se tento potenciál může měnit v čase a místě v závislosti na meteorologických a dalších faktorech,

UZNÁVAJÍCE, že takové rozdíly a změny by měly být brány v úvahu, má-li být omezování a snižování emisí a toků těkavých organických sloučenin přes hranice států co možná nejvíce účinné pro minimalizaci vzniku troposférického ozonu a jiných fotochemických oxidantů,

BEROUC E V ÚVAHU stávající vědecké a technické údaje o emisích, proudění v atmosféře a účincích VOC a fotochemických oxidačních produktů na životní prostředí, jakož i o technologiích pro jejich omezování,

UZNÁVAJÍCE, že vědecké a technické poznatky o těchto záležitostech se vyvíjejí a že bude nutné uvažovat tento vývoj při revidování účinnosti tohoto protokolu a při rozhodování o dalších opatřeních,

BEROUC E NA VĚDOMÍ, že podrobné vypracování přístupu založeného na kritických úrovních je zaměřeno na vybudování účinkově orientované vědecké základny, která by měla být brána v úvahu při revidování účinnosti současného znění protokolu a při rozhodování o dalších mezinárodně dohodnutých opatřeních na omezování emisí VOC nebo toků VOC a fotochemických oxidantů přes hranice států, se dohodly na tomto:

## Článek 1

### Definice

Pro účely tohoto protokolu se:

1. „úmluvou” rozumí Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice států, přijatá v Ženevě dne 13. listopadu 1979;
2. „EMEP” rozumí Program spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě;
3. „výkonným orgánem” rozumí výkonný orgán pro úmluvu, zřízený podle čl. 10 odst. 1 úmluvy;
4. „geografickým rozsahem EMEP” rozumí oblast definovaná v čl. 1 odst. 4 Protokolu k Úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahující hranice států z roku 1979 o dlouhodobém financování Programu spolupráce při monitorování a vyhodnocování dálkového přenosu látek znečišťujících ovzduší v Evropě (EMEP), přijatém v Ženevě dne 28. září 1984;
5. „oblastí řízení troposférického ozonu” (TOMA) rozumí oblast vymezená v příloze IV za podmínek stanovených v čl. 2, odst. 2 písm. b);
6. „smluvními stranami”, pokud z kontextu nevyplývá jinak, rozumí smluvní strany tohoto protokolu;
7. „Komisí” rozumí Evropská hospodářská komise Organizace spojených národů;

8. „kritickou úroveň“ rozumí taková koncentrace znečišťujících látek v atmosféře, pod níž podle současných znalostí při specifikované době expozice nedochází k přímým nepříznivým účinkům na receptory, jako jsou lidé, rostliny, ekosystémy nebo materiály;
9. „těkavými organickými sloučeninami“ nebo „VOC“ , není-li stanoveno jinak, rozumějí všechny organické sloučeniny antropogenní povahy s výjimkou methanu, které jsou schopny za přítomnosti slunečního záření reakcí s oxidy dusíku vytvářet fotochemické oxidanty ;
10. „kategorií hlavních zdrojů“ rozumí všechny kategorie zdrojů, které emitují látky znečišťující ovzduší ve formě VOC, včetně kategorií popsanych v přílohách II a III, a které přispívají nejméně 1 % k celkovým národním emisím VOC ročně jak stanoveno měřením nebo výpočtem v prvním kalendářním roce po dni vstupu tohoto protokolu v platnost a v každém dalším čtvrtém roce;
11. „novým stacionárním zdrojem“ rozumí každý stacionární zdroj, jehož stavba nebo podstatná modifikace je zahájena po uplynutí dvou let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost;
12. „novým mobilním zdrojem“ rozumí každé motorové silniční vozidlo, které je vyrobeno po uplynutí dvou let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost;
13. „potenciálem fotochemické tvorby ozonu“ (POCP) rozumí potenciál jednotlivé VOC, ve vztahu k potenciálu jiných VOC, tvořit ozon reakcí s oxidy dusíku za přítomnosti slunečního záření, jak je popsáno v příloze IV.

## Článek 2

### Základní závazky

1. Smluvní strany kontrolují a omezují své emise VOC se záměrem snížit jejich toky přes hranice států a toky výsledných sekundárních fotochemických oxidantů, aby tak chránily lidské zdraví a životní prostředí před nepříznivými účinky.
2. Každá smluvní strana za účelem splnění požadavků odstavce 1 kontroluje a omezí své národní roční emise VOC nebo jejich toky přes hranice států jedním z níže uvedených způsobů, který určí při podpisu:
  - (a) Co nejdříve podnikne účinná opatření ke snížení národních ročních emisí VOC nejméně o 30 % do roku 1999, přičemž jako základ použije úroveň z roku 1988 nebo jakoukoli jinou úroveň ročních emisí z období let 1984 až 1990, kterou může určit při podpisu nebo přistoupení k tomuto protokolu; nebo
  - (b) Pokud její národní roční emise přispívají ke koncentracím troposférického ozonu v oblastech pod jurisdikcí jedné nebo více jiných smluvních stran a takové emise vznikají pouze v oblastech pod její jurisdikcí, které jsou v příloze I vymezeny jako oblasti TOMA, smluvní strana co možná nejdříve a jako první krok přijme účinná opatření s cílem:
    - i) snížit své národní roční emise VOC z oblastí takto vymezených nejméně o 30 % do roku 1999, přičemž použije jako základ úroveň z roku 1988 nebo jakoukoli jinou úroveň ročních emisí z období let 1984 až 1990, kterou může určit při podpisu nebo přistoupení k tomuto protokolu; a
    - ii) zajistit, že její celkové národní roční emise VOC do roku 1999 nepřesáhnou úroveň z roku 1988; nebo

(c) Pokud její národní roční emise VOC byly v roce 1988 nižší než 500 000 tun a 20 kg na obyvatele a 5 tun na km<sup>2</sup>, smluvní strana co nejdříve přijme účinná opatření, aby alespoň zajistila, že nejpozději do roku 1999 její národní roční emise VOC nepřesáhnou úroveň z roku 1988.

3. a) Kromě toho nejpozději do dvou let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost každá smluvní strana:

i) uplatní s přihlédnutím k příloze II vhodné národní nebo mezinárodní emisní limity pro nové stacionární zdroje založené na nejlepších dostupných technologiích, které jsou ekonomicky proveditelné;

ii) uplatní národní nebo mezinárodní opatření na produkty obsahující rozpouštědla a podpoří používání produktů obsahujících malé nebo žádné množství VOC, s přihlédnutím k příloze II, včetně označování produktů etiketami uvádějícími obsah VOC; a

iii) uplatní s přihlédnutím k příloze III vhodné národní nebo mezinárodní emisní standardy pro nové mobilní zdroje vyráběné nejlepšími dostupnými technologiemi, které jsou ekonomicky proveditelné,

iv) bude podporovat účast veřejnosti na programech omezování emisí prostřednictvím veřejných oznámení, podporou nejlepšího využívání všech druhů dopravy a systémů řízení dopravy.

b) Kromě toho nejpozději do pěti let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost v těch oblastech, ve kterých jsou překročeny národní nebo mezinárodní směrné hodnoty koncentrací pro troposférický ozon nebo ve kterých vznikají nebo ve kterých lze očekávat, že vznikají toky přes hranice států, každá smluvní strana:

i) uplatní s přihlédnutím k příloze II nejlepší dostupné technologie, které jsou ekonomicky proveditelné, na stávající stacionární zdroje v kategorii hlavních zdrojů;

ii) uplatní s přihlédnutím k přílohám II a III postupy ke snížení emisí VOC při distribuci benzínu a při jeho čerpání do motorových vozidel, a ke snížení těkavosti benzínu.

4. Smluvní strany jsou vyzývány k tomu, aby při plnění svých závazků podle tohoto článku přisuzovaly nejvyšší prioritu omezování nebo kontrole emisí látek s nejvyšším POCP, s přihlédnutím k informacím obsaženým v příloze IV.

5. Při provádění tohoto protokolu, a zejména při provádění jakýchkoli opatření nahrazujících produkt jiným produktem, učiní smluvní strany vhodné kroky k zabezpečení toho, aby toxické a karcinogenní VOC a VOC poškozující vrstvu stratosférického ozonu nebyly užívány jako náhražky za jiné VOC.

6. Smluvní strany jako druhý krok zahájí nejpozději do šesti měsíců ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost jednání o dalších krocích ke snižování národních ročních emisí těkavých organických sloučenin nebo toků těchto emisí a jejich výsledných sekundárních produktů fotochemických oxidantů přes hranice států, přičemž vezmou v úvahu nejlepší dostupné vědecké a technologické poznatky, vědecky stanovené kritické úrovně a mezinárodně přijaté cílové úrovně, roli oxidů dusíku při vzniku fotochemických oxidantů a další prvky vyplývající z pracovního programu přijatého podle článku 5.

7. Smluvní strany za tímto účelem spolupracují, aby stanovily:
- (a) podrobnější údaje o jednotlivých VOC a hodnotách jejich POCP;
  - (b) kritické úrovně pro fotochemické oxidanty;
  - (c) snížení svých národních ročních emisí VOC nebo toků VOC přes hranice států a jejich výsledných sekundárních produktů fotochemických oxidantů, zvláště taková snížení která jsou nezbytná k dosažení dohodnutých cílů založených na kritických úrovních;
  - (d) strategie omezování, např. ekonomické nástroje, umožňující zajistit celkovou efektivnost nákladů k dosažení dohodnutých cílů;
  - (e) opatření a harmonogram pro dosažení uvedených snížení s počátkem nejpozději od 1. ledna 2000;
8. V průběhu zmíněných jednání smluvní strany uváží, zda by bylo vhodné pro účely stanovené v odstavci 1 doplnit takové další kroky opatřeními ke snížení emisí methanu.

### Článek 3

#### Další opatření

1. Opatření požadovaná tímto protokolem nezprošťují smluvní strany jejich dalších závazků přijmout opatření ke snížení celkových plyných emisí, které mohou významně přispívat ke klimatickým změnám, ke vzniku pozadových úrovní troposférického ozonu, k poškozování ozonové vrstvy, nebo které jsou toxické či karcinogenní.
2. Smluvní strany mohou přijmout přísnější opatření, než jsou opatření požadovaná tímto protokolem.
3. Smluvní strany stanoví mechanismus kontroly dodržování protokolu. Jako první krok na základě informací poskytnutých podle článku 8 nebo jiných informací každá smluvní strana, která má důvod se domnívat, že jiná smluvní strana jedná nebo jednala způsobem neslučitelným s jejími závazky podle tohoto protokolu, může o tom informovat výkonný orgán a současně s tím i dotčené smluvní strany. Na žádost kterékoliv smluvní strany může být taková záležitost projednána na příštím zasedání výkonného orgánu.

### Článek 4

#### Výměna technologií

1. Smluvní strany v souladu se svými vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi usnadňují výměnu technologií ke snižování emisí VOC, zejména podporou:
  - a) obchodní výměny dostupných technologií;

- b) přímých průmyslových kontaktů a spolupráce, včetně společných podniků;
  - c) výměny informací a zkušeností;
  - d) poskytování technické pomoci.
2. Při podpoře činností uvedených v odstavci 1 tohoto článku vytvářejí smluvní strany příznivé podmínky usnadňováním kontaktů a spolupráce mezi příslušnými organizacemi i jednotlivci v soukromém a veřejném sektoru, kteří jsou schopni poskytovat technologie, konstrukční a inženýrské služby, zařízení nebo finanční prostředky.
3. Nejpozději do šesti měsíců ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost zahájí smluvní strany úvahy o postupech vedoucích k vytvoření příznivějších podmínek pro výměnu technologií ke snížení emisí VOC.

## Článek 5

### Výzkum a monitorování, které mají být prováděny

Smluvní strany přisuzují vysokou prioritu výzkumu a monitorování, které jsou spojené s vývojem a používáním metod pro splnění národních či mezinárodních směrných hodnot pro troposférický ozon a pro dosažení dalších cílů v zájmu ochrany lidského zdraví a životního prostředí. Smluvní strany usilují, zejména prostřednictvím národních či mezinárodních výzkumných programů, v pracovním plánu výkonného orgánu a prostřednictvím dalších programů spolupráce v rámci úmluvy, o:

- a) rozpoznání a kvantifikaci účinků emisí VOC, antropogenního i biogenního původu, a fotochemických oxidantů na lidské zdraví, životní prostředí a materiály,
- b) určení geografického rozdělení citlivých oblastí,
- c) rozvoj měření emisí a sledování kvality ovzduší a vývoj modelových výpočtů, včetně metodologií pro výpočet emisí, pokud možno s přihlédnutím k různým druhům VOC antropogenního i biogenního původu a k jejich reaktivitě, s cílem kvantifikovat dálkový přenos VOC a souvisejících znečišťujících látek přispívajících ke vzniku fotochemických oxidantů,
- d) zdokonalení odhadů účinnosti a nákladů na technologie pro omezování emisí VOC a dokumentaci vývoje zdokonalených a nových technologií,
- e) vývoj metod, v přístupu založenému na kritických úrovních, pro integraci vědeckých, technických a ekonomických údajů za účelem stanovení vhodných strategií pro omezování emisí VOC a zajištění celkové efektivnosti nákladů k dosažení dohodnutých cílů,
- f) zdokonalení přesnosti emisních inventur VOC antropogenního i biogenního původu a sladění metod jejich výpočtu nebo odhadu,
- g) prohloubení znalosti chemických procesů souvisejících s tvorbou fotochemických oxidantů,



h) určení možných opatření ke snížení emisí methanu.

## Článek 6

### Proces přezkoumávání

1. Smluvní strany pravidelně přezkoumávají tento protokol, přičemž berou v úvahu nejlepší dostupné vědecké poznatky a technologický vývoj.
2. První přezkoumání se uskuteční nejpozději do roka ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost.

## Článek 7

### Národní programy, politiky a strategie

Smluvní strany vypracují bez zbytečného prodlení národní programy, politiky a strategie k plnění závazků plynoucích z tohoto protokolu, které budou sloužit jako prostředky k omezování a snižování emisí VOC nebo jejich toků přes hranice států.

## Článek 8

### Výměna informací a podávání ročních zpráv

1. Smluvní strany si vyměňují informace tím, že informují výkonný orgán o svých národních programech, politikách a strategiích, které vypracovávají v souladu s článkem 7 a tím, že mu podávají zprávy o pokroku dosaženém v rámci těchto programů, politik a strategií a o případných změnách v nich. V prvním roce po vstupu tohoto protokolu v platnost podá každá smluvní strana zprávu o úrovni emisí VOC na svém území a o každé oblasti TOMA na svém území, a to jednak celkově, jednak v proveditelné míře podle sektoru původu a podle jednotlivých VOC, v souladu s obecnými zásadami, které stanoví výkonný orgán pro rok 1988 nebo jakýkoli jiný rok, který je brán jako základní rok pro účely čl. 2. odst. 2 a jehož základě byly tyto emisní úrovně vypočteny.
2. Kromě toho každá smluvní strana podává každoročně zprávu:
  - a) o záležitostech uvedených v odstavci 1 za předchozí kalendářní rok a o všech opravách, které mohou být nezbytné v již vyhotovených zprávách za předcházející roky;
  - b) o pokroku v uplatňování národních nebo mezinárodních emisních standardů a technik omezování emisí požadovaných podle čl. 2 odst. 3;
  - c) o opatřeních přijatých za účelem usnadnění výměny technologií.
3. Dále smluvní strany v rámci geografického rozsahu EMEP podávají v intervalech stanovených výkonným orgánem informace o emisích VOC podle sektoru původu a v prostorovém rozlišení, specifikovaném výkonným orgánem, vhodným pro modelování vzniku a přenosu sekundárních fotochemických oxidantů.
4. Takové informace se předkládají pokud možno podle jednotného vzoru pro podávání zpráv.

## Článek 9

### Výpočty

Za použití vhodných modelů a měření poskytne EMEP výročním zasedáním výkonného orgánu informace týkající se dálkového přenosu ozonu v Evropě. V oblastech mimo geografický rozsah EMEP se použijí modely odpovídající zvláštním podmínkám smluvních stran úmluvy.

## Článek 10

### Přílohy

Přílohy tohoto protokolu tvoří nedílnou součást protokolu. Příloha I je povinná, zatímco přílohy II, III a IV mají povahu doporučení.

## Článek 11

### Změny protokolu

1. Změny a úpravy protokolu mohou být navrženy kteroukoli smluvní stranou.
2. Navrhované změny se předkládají písemně výkonnému tajemníku Komise, který je sdělí všem smluvním stranám. Výkonný orgán projedná navrhované změny na nejbližším výročním zasedání za předpokladu, že výkonný tajemník návrhy předá smluvním stranám nejméně devadesát dnů předem.
3. Změny protokolu, s výjimkou změn jeho příloh, se přijímají konsensem smluvních stran přítomných na zasedání výkonného výboru a vstupují v platnost pro smluvní strany, které je přijaly, devadesátým dnem po dni uložení listiny o přijetí změn od dvou třetin smluvních stran. Pro kteroukoli další smluvní stranu, která je přijala po uložení listiny o přijetí změn dvěma třetinami smluvních stran, vstupují změny v platnost devadesátým dnem ode dne, kdy tato strana uložila svou listinu o přijetí změn.
4. Změny příloh se přijímají konsensem smluvních stran přítomných na zasedání výkonného orgánu a nabývají účinku 30 dní po dni oznámení podle odstavce 5 tohoto článku.
5. Změny podle odstavců 3 a 4 tohoto článku sdělí výkonný tajemník všem smluvním stranám co nejdříve po jejich přijetí.

## Článek 12

### Urovnávání sporů

V případě sporu mezi dvěma nebo více smluvními stranami o výklad nebo uplatňování tohoto protokolu hledají smluvní strany řešení jednáním nebo jakýmkoli jiným smírným prostředkem, který bude pro sporné strany přijatelný.

## Článek 13

### Podpis

1. Tento protokol je otevřen k podpisu v Ženevě od 18. listopadu 1991 do 22. listopadu 1991 včetně, poté v sídle Organizace spojených národů v New Yorku do 22. května 1992, a to pro členské státy Komise a pro státy s poradním statutem při Komisi na základě odstavce 8 usnesení Hospodářské a sociální rady 36 (IV) ze dne 28. března 1947 a pro organizace regionální hospodářské integrace tvořené svrchovanými členskými státy Komise, na které jejich členské státy přenesly pravomoc vyjednávat, uzavírat a uplatňovat mezinárodní dohody v záležitostech tohoto protokolu, za předpokladu, že zúčastněné státy a organizace jsou smluvními stranami úmluvy.
2. V záležitostech v rámci svých pravomocí uplatňují tyto organizace regionální hospodářské integrace svým jménem práva a plní povinnosti, které tento protokol ukládá jejich členským státům. V těchto případech členské státy těchto organizací nejsou oprávněny uplatňovat tato práva jednotlivě.

## Článek 14

### Ratifikace, přijetí, schválení a přistoupení

1. Tento protokol podléhá ratifikaci, přijetí nebo schválení signatáři.
2. Tento protokol je od 22. května 1992 otevřen k přistoupení pro státy a organizace uvedené v čl. 13 odst. 1.

## Článek 15

### Depozitář

Listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení budou uloženy u generálního tajemníka Organizace spojených národů, který vykonává funkci depozitáře.

## Článek 16

### Vstup v platnost

1. Tento protokol vstupuje v platnost devadesátým dnem po dni uložení šestnácté listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení.
2. Pro každý stát nebo organizaci uvedené v čl. 13 odst. 1, které ratifikují, přijmou nebo schválí tento protokol nebo k němu přistoupí po uložení šestnácté listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení, vstupuje protokol v platnost devadesátým dnem po dni uložení listiny o ratifikaci, přijetí, schválení nebo přistoupení.

## Článek 17

### Odstoupení

Kdykoliv po uplynutí pěti let ode dne vstupu tohoto protokolu v platnost pro určitou smluvní stranu může tato smluvní strana od protokolu odstoupit tím, že podá písemné oznámení depozitáři. Každé takové odstoupení nabude účinku devadesátým dnem po dni jeho přijetí depozitářem nebo k pozdějšímu datu, které může být stanoveno v oznámení o odstoupení.

## Článek 18

### Platná znění

Prvopis tohoto protokolu, jehož anglické, francouzské a ruské znění mají stejnou platnost, bude uložen u generálního tajemníka Organizace spojených národů.

NA DŮKAZ ČEHOŽ připojili níže podepsaní zástupci řádně k tomu zplnomocnění k tomuto protokolu své podpisy.

V Ženevě, osmnáctého listopadu roku tisíc devět set devadesát jedna.

## PŘÍLOHA I

### Určené oblasti řízení troposférického ozonu (TOMA)

Pro účely tohoto protokolu se vymezují následující oblasti TOMA:

#### Kanada

TOMA č. 1: Dolní údolí řeky Fraser (Lower Fraser Valley) v provincii Britská Kolumbie

Oblast o rozloze 16 800 km<sup>2</sup> v jihozápadní části provincie Britská Kolumbie, mající v průměru šíři 80 km a rozprostírající se v délce 200 km podél údolí řeky Fraser od ústí řeky v úžině Georgia až k Boothroyd v Britské Kolumbii. Jižní hranici tvoří mezistátní hranice Kanada/USA a oblast zahrnuje území velkého Vancouveru (Great Vancouver Regional District).

TOMA č. 2: Pásmo Windsor-Quebec v provinciích Ontario a Quebec

Oblast o rozloze 157 000 km<sup>2</sup>, zahrnující 1 100 km dlouhý a v průměru 140 km široký pruh země, který sahá od města Windsor (sousedícího s Detroitem ve Spojených státech) v provincii Ontario k městu Quebec v provincii Quebec. Tato oblast TOMA, pásmo Windsor-Quebec, je situována podél severních břehů Velkých jezer a řeky St. Lawrence v Ontariu a na obou březích St. Lawrence od hranic Ontario-Quebec k městu Quebec v provincii Quebec. Zahrnuje městská centra Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montreal, Trois-Rivières a město Quebec.

#### Norsko

Celá norská pevnina, jakož i výlučná hospodářská zóna jižně od 62 ° sev. š. v regionu Evropské hospodářské komise (EHK), pokrývající plochu 466 000 km<sup>2</sup>.

## PŘÍLOHA II

Opatření ke snížení emisí těkavých organických látek (VOC) ze stacionárních zdrojů

- I. HLAVNÍ ZDROJE EMISÍ VOC ZE STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ
- II. OBECNÉ MOŽNOSTI SNIŽOVÁNÍ EMISÍ VOC
- III. TECHNIKY OMEZOVÁNÍ EMISÍ
- IV. SEKTORY
- V. PRODUKTY

### ÚVOD

1. Cílem této přílohy je poskytnout smluvním stranám úmluvy vodítka k určení nejlepších dostupných technologií, a umožnit jim tak splnit závazky plynoucí z protokolu.
2. Informace týkající se účinnosti omezování emisí a nákladů na ně jsou založeny na úřední dokumentaci výkonného orgánu a jeho pomocných orgánů, zejména na dokumentech získaných a přezkoumaných pracovní skupinou pro emise VOC ze stacionárních zdrojů. Pokud není uvedeno jinak, uváděné techniky jsou na základě provozních zkušeností považovány za dobře prověřené.
3. Zkušenosti s novými produkty a novými závody používajícími nové nízkoemisní techniky, jakož i s dovybavováním stávajících závodů, se neustále rozšiřují; bude tudíž nezbytné přílohu pravidelně doplňovat a pozměňovat. Nejlepší dostupné technologie určené pro nové závody mohou být použity ve stávajících závodech po přiměřené přechodné době.
4. Příloha uvádí řadu opatření s širokým rozsahem nákladů a účinností. Volba opatření v každém jednotlivém případě bude záležet na řadě faktorů včetně ekonomických podmínek, technologické infrastruktury a jakýchkoliv stávajících opatření k omezení emisí VOC, která byla provedena.
5. Tato příloha obecně nebere v úvahu konkrétní druhy VOC emitované různými zdroji, nýbrž zabývá se nejlepšími dostupnými technologiemi pro snižování emisí VOC. Při plánování opatření pro některé zdroje je užitečné zvážit upřednostnění těch činností, které emitují spíše reaktivní než nereaktivní VOC (například v odvětvích používajících rozpouštědla). Při vypracovávání takových, na konkrétní sloučeniny zaměřených, opatření musí být však zohledněny rovněž další účinky na životní prostředí (např. globální změna klimatu) a na lidské zdraví.

### I. HLAVNÍ ZDROJE EMISÍ VOC ZE STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ

6. Hlavními zdroji antropogenních emisí VOC kromě methanu ze stacionárních zdrojů jsou:
  - a) používání rozpouštědel,
  - b) ropný průmysl včetně manipulace s ropnými produkty,
  - c) chemický průmysl v oblasti organických sloučenin
  - d) malé spalovací zdroje (např. topení v domácnostech a malé průmyslové kotelny),

- e) potravinářský průmysl,
- f) ocelářský a železářský průmysl,
- g) sběr a zpracovávání odpadů,
- h) zemědělství.

7. Pořadí zdrojů v tomto výčtu odráží obecnou důležitost s výhradou nejistot emisních inventur. Rozdělení emisí VOC z různých zdrojů závisí do značné míry na oborech činnosti na území každé jednotlivé smluvní strany.

## II. OBECNÉ MOŽNOSTI SNIŽOVÁNÍ EMISÍ VOC

8. Existuje několik možností jak snižovat emise VOC nebo předcházet jejich vzniku. Opatření snižující emise VOC jsou zaměřena na produkty a/nebo modifikace výrobních procesů (včetně údržby a řízení provozu) a na dovybavování stávajících závodů. Následující seznam poskytuje obecný přehled dostupných opatření, která mohou být uplatňována buď jednotlivě nebo v kombinaci:

- a) nahrazování VOC; např. používáním odmašťovacích lázní na vodní bázi a nátěrových hmot, inkoustů nebo lepidel bez nebo s nízkým obsahem VOC,
- b) snižování emisí na základě nejlepších postupů řízení, jako je udržování pořádku, preventivní programy údržby, nebo pomocí změn ve výrobních procesech, např. zavedení uzavřených systémů pro používání, skladování a distribuci organických kapalin s nízkým bodem varu,
- c) recyklování a/nebo účinné zachytávání VOC pomocí takových technik omezování emisí, jako je adsorpce, absorpce, kondenzace či membránová separace; v ideálním případě lze takto zachycené organické sloučeniny opětovně využívat přímo na místě,
- d) destrukce účinně zachycených VOC pomocí takových metod, jako je vysokoteplotní nebo katalytické spalování či biologické zpracování.

9. Postupy snižování emisí je nezbytné monitorovat, aby se zajistilo, že vhodná opatření a postupy jsou správně uplatňovány ke snižování emisí VOC. Monitorování postupů snižování emisí musí zahrnovat:

- a) vytvoření soupisu opatření ke snižování emisí VOC, uvedených výše, která již byla uplatněna,
- b) charakterizaci a kvantifikaci emisí VOC z příslušných zdrojů měřením nebo jinými technikami,
- c) periodickou revizi opatření ke snižování emisí, která již byla uplatněna k zajištění jejich nepřetržitého účinného působení,
- d) pravidelně naplánovaná podávání zpráv o a), b) a c) podle harmonizovaných postupů regulačním orgánům,

- e) srovnání v praxi dosaženého snížení emisí VOC s cíli tohoto protokolu.
10. Číselné údaje o investicích/nákladech byly sestaveny z různých zdrojů. V důsledku působení mnoha faktorů jsou číselné údaje o investicích/nákladech vysoce specifické pro jednotlivé případy. Použije-li se v rámci úvah o nákladově účinných strategiích jednotka „náklady na tunu snížení emisí VOC“, je třeba mít na mysli, že takové číselné údaje jsou velmi závislé na faktorech, jako je kapacita závodu, účinnost odstraňování a koncentrace VOC v nečištěném plynu, dále typ použité technologie a volba mezi novým zařízením či dovybavením. Ilustrační číselné údaje o nákladech mohou být vyjadřovány pomocí parametrů specifických pro jednotlivé procesy, např.  $\text{mg/m}^2$  ošetřené plochy (barvy),  $\text{kg/m}^3$  produktu nebo  $\text{kg/jednotku}$ .
11. Úvahy o nákladově účinné strategii by měly být založeny na celkových ročních nákladech (včetně investičních a provozních nákladů). Náklady na snížení emisí VOC by rovněž měly být posuzovány v rámci ekonomie celého procesu, např. vlivu opatření k omezování emisí a s nimi spojených nákladů na výrobní náklady.

### III. TECHNIKY OMEZOVÁNÍ EMISÍ

12. Hlavní kategorie dostupných technik omezování emisí VOC jsou shrnuty v tabulce 1. Postupy začleněné do této tabulky byly již úspěšně komerčně využity a jsou nyní dobře rozpracované. Ve většině případů byly tyto postupy používány napříč průmyslovými sektory.
13. Postupy specifické pro jednotlivé sektory, včetně omezování obsahu rozpouštědel v produktech, jsou uvedeny v oddílech IV a V.
14. Při zavádění těchto postupů je rovněž třeba pečlivě zkoumat, zda tím nevzniknou jiné problémy v oblasti životního prostředí. Tam, kde se musí spalovat, by se všude, kde je to možné, měla využít vzniklá energie.
15. Tyto postupy mohou obvykle snížit koncentraci VOC v proudu odpadního plynu pod  $150 \text{ mg/m}^3$  (vyjádřeno jako celkový uhlík, normální stavové podmínky). Ve většině případů může být dosaženo emisních hodnot 10 až  $50 \text{ mg/m}^3$ .
16. Jinou běžnou procedurou k destrukci nehalogenovaných VOC je využívání plynů obsahujících VOC jako sekundárního vzduchu či paliva v existujících energetických jednotkách. Avšak obvykle je k tomu třeba úprav specifických pro daný případ a proto je tento postup rovněž vyloučen z následující tabulky.
17. Údaje o účinnosti jsou odvozeny z provozních zkušeností a odrážejí možnosti stávajících zařízení.
18. Údaje o nákladech jsou poznamenány určitou nejistotou s ohledem na interpretaci výše nákladů, způsob kalkulace a místní specifické podmínky. Proto jsou uvedené údaje specifické pro jednotlivé případy. Údaje pokrývají rozsah nákladů pro různé postupy. Tyto náklady však přesně odrážejí vztahy mezi náklady na různé postupy. Rozdíly v nákladech na nová zařízení a na dovybavení stávajících zařízení mohou být v některých

případech významné, avšak neliší se natolik, aby tím došlo ke změnám v pořadí v tabulce 1.

19. Volba technického postupu bude záviset na parametrech, jakými je koncentrace VOC v nečištěném plynu, objemový průtok plynu, typ VOC a podobně. Proto může docházet k překrývání v oblastech aplikací. V těchto případech musí být vybrán nejvýhodnější postup na základě podmínek specifických pro konkrétní případ.

**TABULKA 1**

**SOUHRN DOSTUPNÝCH TECHNIK OMEZOVÁNÍ EMISÍ VOC, JEJICH ÚČINNOSTI A NÁKLADY**

Technika	Nižší koncentrace v proudu vzduchu		Vyšší koncentrace v proudu vzduchu		Použití
	účinnost	náklady	účinnost	náklady	
(1) Termické spalování **	vysoká	vysoké	vysoká	střední	široké pro vysoké koncentrace
(2) Katalytické spalování	vysoká	střední	střední	střední	více zaměřeno na nízké koncentrace
(3) Adsorpce* (filtry z aktivního uhlí)	vysoká	vysoké	střední	střední	široké pro nízké koncentrace
(4) Absorpce (vypírání odpadních plynů)			vysoká	střední	široké pro vyšší koncentrace
(5) Kondenzace*	-	-	střední	nízké	ve speciálních případech pro vysoké koncentrace
(6) Biofiltrace	střední až vysoké	nízké	nízké***	nízké	hlavně v nízkých koncentracích, včetně snižování zápachů

Koncentrace:

nižší <3 g/m<sup>3</sup> (v mnoha případech <1g/m<sup>3</sup>)

vyšší = 5 g/m<sup>3</sup>

Účinnost: vysoká >95 %, střední 80-95 %, nízká < 80 %

Celkové náklady: vysoké > 500 ECU/t odstraněných VOC, střední 150 - 500 ECU/t, nízké <150 ECU/T



\* Tyto procesy lze doplnit zachycováním a opětovným využíváním rozpouštědel, čímž dochází k úsporám.

\*\* Úspory z využití získané energie nejsou zahrnuty a mohou značně snížit náklady.

\*\*\* S pufrovacími filtry k potlačení emisních maxim lze dosáhnout vysoké účinnosti při středních až nízkých nákladech.

#### IV. SEKTORY

20. V tomto oddíle je každý sektor emitující VOC charakterizován tabulkou obsahující hlavní emisní zdroje, opatření ke snížení zahrnující nejlepší dostupné technologie, jejich specifické účinnosti snižování emisí a související náklady.

21. Pro každý sektor je rovněž odhadnut celkový potenciál snížení emisí VOC. Uvedené hodnoty potenciálu pro maximální snížení se týkají situací, ve kterých je pouze nízká úroveň snižování emisí.

22. Účinnosti snížení specifické pro konkrétní proces by neměly být zaměňovány s možností snížit emise v daném sektoru. Prvně jmenovaná účinnost vyjadřuje technické možnosti, zatímco v druhém jmenovaném pojmu jsou obsaženy faktory ovlivňující daný sektor, jako je například možnost pronikání na trh. Účinnosti typické pro proces jsou udány pouze kvalitativně a to následovně:

I => 95%;            II = 80-95%,            III = < 80%.

23. Náklady závisí na kapacitě, místních specifických faktorech, způsobech kalkulace a na dalších faktorech. Následkem toho se náklady mohou velmi lišit, proto je uvedena pouze kvalitativní informace (nízké, střední, vysoké), týkající se porovnání nákladů různých technologií uvedených pro konkrétní využití.

##### A. Užívání průmyslových rozpouštědel

24. Používání průmyslových rozpouštědel představuje v mnoha zemích největší příspěvek k emisím VOC ze stacionárních zdrojů. Hlavní sektory a kontrolní opatření zahrnující nejlepší dostupné technologie a účinnosti snížení emisí jsou uvedeny v tabulce 2. Pro každý sektor je specifikována nejlepší dostupná technologie. Mohou se vyskytnout rozdíly mezi malými a velkými, starými a novými závody. Z tohoto důvodu leží odhad celkových možností snížení emisí pod údajem uvedeným v tabulce 2. Odhadnutý celkový potenciál snížení emisí v tomto sektoru dosahuje 60 %. Dalším krokem k omezování vzniku epizod zvýšených koncentrací ozonu může být náhrada zbývajících rozpouštědel.

25. V případě používání průmyslových rozpouštědel mohou být užity v principu tři přístupy: přístup zaměřený na produkty, který vede ke reformulaci produktů (barev, odmašťovadel, atd.), změny zaměřené na výrobní proces a doplnění technických postupů na snižování emisí. Pro některé případy používání průmyslových rozpouštědel lze využít pouze přístup zaměřený na produkty (v případech nátěrů konstrukcí a budov, průmyslového čištění produktů atd.). Pro všechny ostatní případy tento přístup zasluhuje prioritu, mezi jiným proto, že má pozitivní vedlejší účinky na emise rozpouštědel z výrobního průmyslu. Kromě toho, vliv emisí na životní prostředí může být snížen

spojením využívání nejlepších dostupných technologií s nahrazování rozpouštědel méně škodlivými alternativami v produktech. Spojením těchto přístupů je možno dosáhnout snížení emisí až o 60 %, ovšem celkový pozitivní vliv na životní prostředí může být ještě významně vyšší.

TABULKA 2

**OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ EMISE VOC ZE SEKTORU POUŽÍVÁNÍ  
ROZPOUŠTĚDEL,  
REDUKČNÍ ÚČINNOST A NÁKLADY**

<b>Zdroj emisí</b>	<b>Opatření k snížení emisí</b>	<b>Redukční účinnost</b>	<b>Snížení nákladů a úspory</b>
Průmyslové povrchové nátěry	Přechod na - práškové barvy - nízký či žádný obsah VOC - s vysokým obsahem tuhých částic Spalování: - termické - katalytické - adsorpce na aktivním uhlí	<b>I</b> <b>I-III</b> <b>I-III</b>  <b>I-II</b> <b>I-II</b> <b>I-II</b>	úspory nízké náklady úspory  střední-vysoké náklady střední náklady střední náklady
Nátěry papírových povrchů	spalování radiační vysoušení/vodou ředitelné barvy	<b>I-II</b> <b>I-III</b>	střední náklady nízké náklady
Výroba vozidel	přechod na barvy - práškové - vodou ředitelné - s vysokým obsahem sušiny adsorpce na aktivním uhlí spalování - termické - katalytické	<b>I</b> <b>I-II</b> <b>II</b> <b>I-II</b>  <b>I-II</b> <b>I-II</b>	nízké náklady  nízké náklady
Komerční nátěry	barvy bez obsahu rozpouštědel barvy s nízkým obsahem rozpouštědla	<b>I-II</b> <b>II-III</b>	střední náklady střední náklady
Tiskařství	barvy s nízkým obsahem rozpouštědla či vodou ředitelné tiskařské barvy písmotisk - radiační vysoušení adsorpce na aktivním uhlí absorpce spalování - termální - katalytické biofiltrace s pufrovým filtrem	<b>II-III</b>  <b>I</b> <b>I-II</b>  <b>I-II</b>  <b>I</b>	střední náklady  nízké náklady vysoké náklady  střední náklady

Odmašťování kovů	přechod na systémy bez rozpouštědel s nízkým nebo žádným obsahem VOC uzavřené zařízení adsorpce na aktivním uhlí uzavřené a chlazené zařízení	I  II III	nízké-vysoké nákl. nízké náklady
Chemické čistírny	opětovné využívání čisticích a dobré hospodaření (uzavřené systémy) kondenzace adsorpce na aktivním uhlí	II-III  II II	nízké-střední náklady  nízké náklady nízké náklady
Obklady dřevem	Nátěry s nízkým nebo žádným obsahem rozpouštědla	I	nízké náklady

I=< 95 %; II = 80-95 %; III =<80 %

26. Rychle pokračuje vývoj směrem k barvám bez nebo s nízkým obsahem rozpouštědel, což patří z hlediska nákladů k nejúčinnějším řešením. Pro mnoho závodů je vybrána kombinace postupů používajících nízký obsah rozpouštědel s postupy adsorpce/spalování. Omezení emisí VOC ve velkém měřítku, v průmyslovém lakování (např. automobilů, domácí spotřebiče), by mohlo být zavedeno relativně rychle. V několika zemích byly emise sníženy až o 60 g/m<sup>2</sup>. V několika zemích byla ověřena technická možnost snížení emisí z nových závodů pod 20 g/m<sup>2</sup>.
27. Pro odmašťování kovových povrchů je alternativním řešením používání odmašťovadel na vodní bázi nebo používání uzavřených strojů se zachytáváním VOC na aktivním uhlí a s nízkými emisemi.
28. Pro různé tiskařské techniky je používáno několika metod snižování emisí VOC. Tyto metody zahrnují hlavně změny tiskařských barev (inkoustů), změny v technologii tiskařského procesu a techniky čištění plynu. Namísto barev na bázi rozpouštědel je užívána tiskařská barva na vodní bázi pro flexografický tisk na papír a takové barvy jsou vyvíjeny i pro potiskplastů. Tiskařské barvy na vodní bázi jsou pro některé aplikace dostupné i pro sítotisk a válcový hlubotisk. Použití elektronovým paprskem ošetřených barev při ofsetovém tisku snižuje VOC a je využíváno v obalovém tiskařském průmyslu. Pro některé tiskařské metody je dostupné ošetření barev UV zářením. Pro hlubotisk publikací je nejlepší dostupnou metodou čištění plynů adsorpcí na aktivním uhlí. V obalové technice je zachycování rozpouštědel adsorpcí (na zeolitech nebo aktivním uhlí) praktikováno u hlubotiskových potisků, ale užívány jsou rovněž postupy spalování a absorpce. Při teplotisku nebo ofsetovém tisku na kotoučovém papíru je k omezení emisí výstupní plyn termálně či katalyticky spalován. Spalovací zařízení často zahrnuje jednotku na využití tepla.
29. Nejlepší dostupná technologie se pro čistírny sestává z použití uzavřených čistírenských strojů a čištění vystupujícího ventilačního vzduchu filtry na aktivním uhlí.

## B. Ropný průmysl

30. Ropný průmysl je jedním z hlavních přispěvatelů k emisím VOC ze stacionárních zdrojů. Emise pocházejí jak z rafinerií, tak z distribuční sítě ropných produktů (včetně přepravy a benzinových stanic). Následující komentáře se vztahují k tabulce 3. Opatření proti emisím zde uvedená zahrnují rovněž nejlepší dostupné technologie.
31. Emise z rafinačních procesů vznikají při spalování paliv, hoření uhlovodíků na flérách, vypouštění vakuových systémů a jako fugitivní emise z rafinačních jednotek v místech přírub či spojek potrubí, z otevřeného potrubí a vzorkovacích systémů. Další hlavní emise v rafineriích a přidružených činnostech vznikají při skladování, čištění odpadních vod, plnění a vyprazdňování zásobníků v přístavech, z automobilových či železničních cisteren, v terminálech ropovodů a při pravidelných operacích jako jsou odstávky, opravy a znovuspouštění rafinačních jednotek (oběhových procesních jednotek).
32. Emise z procesů oběhových systémů mohou být omezeny vedením par do záchytného zařízení nebo řízeným spalováním.
33. Úniky z vakuových pump mohou být omezovány kondenzací nebo přivedením do kotlů či topenišť.

### **TABULKA 3**

#### **OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ EMISE VOC V ROPNÉM PRŮMYSLU, JEJICH REDUKČNÍ ÚČINNOST A NÁKLADY**

Zdroj emisí	Opatření snižující emise	Účinnost	Náklady
<b>Rafinerie ropy:</b>			
-fugitivní emise	pravidelné inspekce a údržba	III	střední náklady
-cykly procesních jednotek	zachytávání par z topenišť/flér	I	není dostupné
separátory odpadních vod	plovoucí víka	II	střední náklady/úspory
-vakuový systém	povrchové kontaktní kondenzátory	I	
	nekondenzovatelné VOC přiváděné k topnému článku nebo k hořákům		
- spalování odpadních kalů	termické spalování	I	
<b>Skladování surové ropy a produktů:</b>			
- benzin	vnitřní plovoucí střechy se sekundárním těsněním	I-II	úspory
	plovoucí víko zásobníku se sekundárním těsněním	II	úspory
- surová ropa	plovoucí víko zásobníku se sekundárním těsněním	II	úspory
-BOT*	regenerační jednotka výparů	I-II	úspory
- benzinové čerpací stanice	vyrovnání tlaku par v zásobnících a cisternách (Etapa I)	I-II	nízké náklady/úspory
	vyrovnání tlaku během čerpání do automobilů (čerpací pistole) (Etapa II)	I-II**	střední náklady ***

I=>95 %; II= 80-95 %; III=<80

\* závisí na kapacitě benzinové stanice, na tom, zda jde o novou nebo starou dovybavenou stanici

\*\* poroste s rostoucí standardizací čerpacích pistolí

34. Fugitivní emise z rafinačních jednotek a zařízení pro zpracování plynů, par či lehkých olejů (např. automaticky řízené ventily, ruční ventily, zařízení na vyrovnávání tlaku, vzorkovací systémy, čerpadla, příruby a spojky) mohou být omezeny či jim může být zabráněno pravidelně prováděnou kontrolou zařízení, detekcí úniku, programem oprav a preventivní údržbou. Zařízení s podstatnými úniky (např. ventily, těsnící šňůry či těsnění, čerpadla) mohou být vyměněny za zařízení více odolné vůči únikům. Např. ručně či automaticky řízené (ovládané) ventily mohou být vyměňovány za odpovídající odkapávající těsněné ventily. Čerpadla plynů, par i lehkých kapalin mohou být vybavena

zdvojeným těsněním s uzavíratelnými odvzdušňovacími průduchy. Kompresory mohou být vybaveny těsněním s kapalinovou bariérou, které zabraňuje únikům procesní tekutiny do atmosféry a únikům z těsnění kompresorů nasměrovaných do plamenů.

35. Ventily vyrovnávající tlak pro látky obsahující VOC mohou být napojeny na sběrný systém plynů a takto shromážděný plyn je spalován v hořácích či na flérách rafinačního procesu.
36. Emise VOC za zásobníků na surovou ropu nebo ropné produkty mohou být omezeny vybavením zásobníků s pevnou střechou vnitřním plovoucím víkem nebo vybavením plovoucí střechy zásobníku dodatečným (sekundárním) těsněním.
37. Emise VOC ze zásobníků benzínu a jiných složek lehkých kapalin mohou být omezovány několika způsoby. Zásobníky s pevnou střechou mohou být vybaveny ještě vnitřní plovoucí střechou s primárním a sekundárním těsněním nebo spojeny s uzavřeným odvzdušňovacím systémem vybaveným účinným zařízením na zpracování těchto odtažených par, např. zachytáváním těchto par, jejich spalováním na flérách či spalováním v procesních topeništích. Vnější plovoucí střechy zásobníků s primárním těsněním mohou být vybaveny sekundárním těsněním a/nebo doplněny o pevnou fixní střechu opatřenou ventily na vyrovnávání tlaku spojenými s flérou.
38. Emise VOC spojené s nakládáním a úpravou odpadních vod mohou být redukovány několika způsoby. V kanalizačním systému mohou být instalovány těsně přiléhající kryty propojovacích skříní. Kanalizační potrubí může být překryto, případně může být celá kanalizace úplně oddělena od atmosféry. Separátory vody od olejů včetně separačních zásobníků, sběrače, přepady, lapače písku, kalové nádrže a zařízení na odpadní oleje mohou být vybaveny pevnou střechou s uzavřeným odvzdušňovacím systémem a vedením par do vhodného zařízení sloužícího buď k jejich rozkladu nebo rekuperaci. Alternativně mohou být separátory olejů od vody vybaveny plovoucím víkem s primárním a sekundárním těsněním. Účinného snižování emisí VOC ze závodů zpracovávajících odpadní vody může být dosaženo odčerpáváním olejů z procesního zařízení do olejových kanalizačních systémů, čímž bude docíleno minimalizace toků oleje do závodů zpracovávajících odpadní vody. Rovněž může být řízena teplota přitékající vody tak, aby se emise VOC do atmosféry snížily.
39. Skladování benzínu a sektor distribuce benzínu mají velký potenciál ke snížení emisí VOC. Omezování úniku emisí při skladování benzínu v rafineriích (v přechodných zásobnících – terminálech) až po výdej do benzinových stanic je definováno jako etapa I. Omezování emisí při přečerpávání benzínu v benzinových stanicích do automobilů je definováno jako etapa II (viz odst. 33 přílohy III o opatřeních na snižování emisí VOC z motorových vozidel).
40. Etapa I snižování emisí sestává z bilancování a zachytávání par při čerpání benzínu a rekuperaci benzínu z par v příslušném zařízení. Dále mohou být páry zachycené na benzinových stanicích při plnění nádrží z cisteren vráceny a opětně regenerovány v zařízeních k tomuto účelu určených.
41. Etapa II kontroly emisí sestává z vyrovnávání tlaku par mezi palivovou nádrží vozidla a podzemní nádrží benzinové stanice.

42. Etapa II spolu s etapou I představuje nejlepší dostupnou technologii pro omezování těkavých emisí během distribuce benzínu. Doplnkovou metodou poklesu emisí VOC během skladování a manipulace s benzinem je snižování jeho těkavosti.
43. Celkový potenciál pro snížení emisí VOC v sektoru ropného průmyslu je až 80 %. Toto maximum může být dosaženo pouze tam, kde současná úroveň kontroly emisí je nízká.

C. Chemický průmysl organických sloučenin.

44. Chemický průmysl rovněž podstatně přispívá k emisím VOC ze stacionárních zdrojů. Emise mají rozličný charakter pro značný počet znečišťujících látek a vzhledem k množství různých produktů a výrobních procesů. Emise z výrobních procesů mohou být rozděleny do následujících hlavních podkategorií: emise z reaktorů, emise z oxidace vzduchem, destilace a z dalších separačních procesů. Dalšími významnými emisními zdroji jsou úniky, skladování a přeprava produktů (nakládání/ vykládání).
45. U nových závodů modifikace procesů a/nebo zavádění nových procesů často snižuje emise výrazným způsobem. Tzv. koncové ("add-on" nebo "end of pipe") technologie jako jsou adsorpce, absorpce, termické či katalytické spalování v mnoha případech představují alternativní či doplňkové technologie. K omezení ztrát ze zásobníků odpařováním a emisí vzniklých při čerpání a stáčení mohou být použita opatření doporučená pro ropný průmysl (tabulka 3). Opatření k omezení emisí včetně nejlepších dostupných technologií a jejich účinnosti omezování emisí jsou uvedeny v tabulce 4.
46. Dosažitelné celkové snížení emisí organických sloučenin v chemickém průmyslu může být až 70 % v závislosti na stavu průmyslu a rozsahu, ve kterém je již praktikována ochrana ovzduší.

**TABULKA 4**

**OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ EMISE VOC V PRŮMYSLOVÉ CHEMII ORGANICKÝCH LÁTEK, JEJICH REDUKČNÍ ÚČINNOST A NÁKLADY**

Zdroj emisí	Opatření omezující emise	Účinnost	Náklady
Fugitivní emise	detekce netěsnosti a program oprav		
	- pravidelné prohlídky	III	nízké náklady
Skladování a manipulace	- viz <u>tabulka 3</u>		
	Obecná opatření:		
Emise z procesů	- adsorpce na aktivní uhlí	I-II	není dostupné
	- spalování katalytické	I-II	střední až vysoké náklady
	- spalování termické	I-II	není dostupné
	- absorpce		není dostupné
	- biofiltrace	není dostupné	není dostupné
	- spalování na flérách		
Výroba formaldehydu	- spalování termální - spalování katalytické	I I	vysoké náklady
Výroba polyethylenu	- spalování na flérách	I	střední náklady
	- spalování katalytické	I-II	
Výroba polystyrenu	- termální spalování - spalování na flérách	I	střední náklady
	Změny postupů (příklady):		
Výroba vinylchloridu	- oxychlorace kyslíkem místo vzduchem	II	není dostupné
	- spalování na flérách	I	střední náklady
Výroba polyvinylchloridu	- vypírka monomeru suspenzí	II	není dostupné
	- absorpce nitro-2-methyl-1-propanolem	I	úspory
Výroba polypropylenu	- katalyzátor s vysokým výtěžkem	I	není dostupné
Výroba ethylenoxidu	- náhrada vzduchu kyslíkem	I	není dostupné

I=>95 %; II= 80-95 %; III=<80 %

#### D. Stacionární spalovací zdroje.

47. Optimální snižování emisí VOC ze spalování ve stacionárních zdrojích závisí na účinnosti využívání paliv na vnitrostátní úrovni (tabulka 5). Je též důležité zajistit účinné spalování paliv využitím vhodných provozních postupů, účinných spalovacích zařízení a moderních systémů řízení spalování.
48. Zejména u malých systémů existuje možnost značného snižování emisí, zvláště při spalování tuhých paliv. Obecně lze snížit emise VOC výměnou starých kamen či kotlů



za nové a/nebo záměnou paliva za plynné palivo. Náhrada samostatných pokojových kamen za systém ústředního vytápění a/nebo za jednotlivé vytápěcí systémy obecně snižuje znečišťování ovzduší, avšak je nutné brát přitom v úvahu celkovou energetickou účinnost. Velmi účinné opatření k snižování emisí je nahrazování tuhých paliv plynými, pokud je rozváděcí systém plynotěsný.

49. Pro většinu zemí je možnost snížení emisí VOC z elektráren zanedbatelná. V důsledku nejistot spojených s náhradami či změnami paliv nemohla být uvedena žádná data o celkové možnosti snížit emise a s tím spojených nákladech.

## TABULKA 5

### OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ EMISE VOC ZE STACIONÁRNÍCH SPALOVACÍCH ZDROJŮ

Zdroj emisí	Opatření snižující emise
Malé spalovací zdroje	úspory energií např. izolacemi pravidelné prohlídky výměna starých zdrojů náhrada pevných paliv plynem a tekutými palivy systém ústředního topení systém dálkového vytápění
Průmyslové a komerční zdroje	úspory energií zlepšení údržby modifikace typu paliva změny topenišť a výkonů změny podmínek hoření
Stacionární vnitřní spalovací zdroje	katalytické konvertory, termické reaktory

## E. Potravinářský průmysl

50. Potravinářský průmysl je sektor pokrývající širokou oblast procesů emitujících VOC z velkých i malých závodů (tabulka 6). Hlavní zdroje emisí VOC jsou:

- výroba alkoholických nápojů;
- pekárny;
- extrakce rostlinných olejů s užitím minerálních olejů;
- škvaření živočišných tuků.

Alkohol je hlavní VOC emitovanou z procesů (a) a (b). Alifatické uhlovodíky jsou hlavní složkou VOC emitovaných z c).

51. Jiné možné zdroje zahrnují:

- a) cukrovarnický průmysl a používání cukru,
- b) pražení kávy a ořechů,
- c) smažení (bramborových hranolků či lupínků atd.),
- d) zpracování rybích pokrmů,
- e) zpracování masa, atd.

52. Emise VOC mají typický zápach, nízké koncentrace, vysoký objemový tok a obsah vody. Z tohoto důvodu byly pro omezení emisí použity biofiltry. Rovněž se používají konvenční postupy, jako absorpce, adsorpce, termální či katalytické spalování. Hlavní výhodou biofiltrů jsou jejich nízké provozní náklady v porovnání s jinými postupy. Nicméně je nezbytná jejich pravidelná údržba.

53. Ve větších fermentačních závodech a pekárnách může být proveditelné zachycování alkoholových par kondenzací.

54. Emise alifatických uhlovodíků při extrakci olejů jsou minimalizovány použitím uzavřených cyklů, stálým udržováním dobrého stavu ventilů a spojů atd. Různá semena vyžadují různá množství minerálních olejů k jejich extrakci. Olivový olej může být extrahován mechanicky a v takovém případě není žádný minerální olej zapotřebí.

55. Technologicky dostupné celkové snížení emisí VOC v potravinářském průmyslu je odhadováno až na 35 %.

## TABULKA 6

### OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ EMISE VOC V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU, REDUKČNÍ ÚČINNOST A NÁKLADY

Zdroj emisí	Opatření snižující emise	Účinnost	Náklady
Všeobecně	uzavřené cykly biooxidace kondenzace a zpracování adsorpce/absorpce termické/katalytické spalování	II I	nízké* vysoké

Zpracování rostlinných olejů	opatření spojená s procesem adsorpce membránové metody spalování v procesní peci	III	nízké
Zpracování živočišných tuků	biofiltrace	II	nízké*

\* v důsledku skutečnosti, že se obvykle v těchto procesech používají plyny s nízkou koncentrací VOC, je náklad vztažený na kubický metr takto zředěného plynu nízký, i když náklad na odstranění tuny VOC je vysoký

#### F. Průmysl železa a oceli (včetně slitin železa, litin atd.)

56. V průmyslu železa a oceli mohou emise VOC vznikat z mnoha zdrojů:

- a) ze zpracování surovin (koksovny, aglomerační závody, sintrování, peletizování, briketování, zacházení se šrotem),
- b) z metalurgických reaktorů (pece s ponořeným obloukem, elektrické obloukové pece, konvertory - zejména pro šrot, (otevřené) kupolové pece, vysoké pece),
- c) z manipulace s produkty (lití, předehřívání pece, rotační mlýny).

57. Snížení uhlíkových materiálů jako nosičů v surovinách (např. ve spékacích pásech) snižuje možné emise VOC.

58. V případě otevřených metalurgických pecí mohou emise VOC vznikat zejména z kontaminací šrotu a za pyrolytických podmínek. Zvláštní pozornost, ve snaze minimalizovat fugitivní emise VOC, by měla být věnována zachytávání plynů při plnění a vyprazdňování pecí.

59. Zvláštní pozornost by měla být věnována šrotu znečištěnému oleji, tuky, barvami atd. a oddělování nekovových složek ze šrotu.

60. Zpracování produktů má obvykle za následek únik fugitivních emisí. V přípravě odlévání dochází hlavně z organicky vázaného písku k emisím pyrolyzních plynů. Velikost těchto emisí může být snížena volbou nízkoemisních vazacích pryskyřic a/nebo minimalizováním množství pojiv. Na těchto odpadních plynech byly testovány biofiltry. Olejové mlhy obsažené ve vzduchu z rotačních mlýnů mohou být filtrací sníženy na nízkou úroveň.

61. Koksovny jsou důležitými zdroji emisí VOC. Emise vznikají únikem plynu z koksárenských pecí, ztrátami VOC při dopravě plynů do připojených destilačních zařízení a při spalování koksárenského plynu a dalších paliv. Emise VOC jsou omezovány převážně následujícími opatřeními: zlepšením těsnosti mezi dveřmi pecí a rámy komor a mezi plnicími otvory a kryty, odsáváním plynů z pecí během jejich plnění, suchým hašením koksu buď přímým chlazením inertními plyny nebo nepřímým chlazením vodou, přímým zavedením do jednotky, kde probíhá suché hašení, a účinným překrytím během této operace.

## G. Manipulace s odpady a jejich zpracování

62. Pokud se týče pevných komunálních odpadů je z hlediska snižování emisí VOC primárním cílem omezit množství vznikajících odpadů a snížit množství odpadů, které je nutno zpracovat. Zpracování odpadů by navíc mělo být optimalizováno z hlediska ochrany životního prostředí.
63. Opatření k omezování emisí VOC při zpracování městských odpadů ukládaných na skládky by měla být spojena s účinným zachytáváním plynů (převážně methanu).
64. Tyto emise mohou být zničeny (spalováním). Jinou možností je vyčištění vzniklého plynu (biooxidací, absorpcí, aktivním uhlím, adsorpcí) a jeho následné využití k výrobě energie.
65. Skladování průmyslových odpadů obsahujících VOC vede ke vzniku emisí VOC. Tento fakt musí být brán v úvahu při určování politiky zpracování odpadů.
66. Celková možnost snížit emise VOC je odhadnuta na 30 %, tato hodnota však zahrnuje i methan.

## H. Zemědělství

67. Hlavními zdroji emisí VOC ze zemědělství jsou:
  - a) spalování zemědělských odpadů, zejména slámy a vypalování strnišť,
  - b) užívání organických rozpouštědel v pesticidních postřicích,
  - c) anaerobní rozklad krmení a živočišných odpadů.
68. Emise VOC jsou omezovány:
  - a) řízeným skladováním slámy v kontrastu s běžnou praxí jejího spalování na otevřeném prostranství;
  - b) minimálním používáním pesticidů s obsahem organických rozpouštědel a/nebo použitím emulzí a přípravků na vodní bázi;
  - c) kompostováním odpadů, mísením hnoje se slámou atd.;
  - d) snížením objemu odpadního plynu ze stájí, sušáren apod., užitím biofiltrů, adsorpce atd.
69. Navíc lze snížit emise plynů ze zvířat změnou skladby krmiva s možností využití plynů jako paliva.
70. V současné době nelze odhadnout možné maximální celkové snížení emisí VOC ze zemědělství.

## V. PRODUKTY

71. V případech, kdy není vhodné snižovat emise VOC technologickými postupy, je jediným prostředkem omezujícím emise VOC změna složení produktů. Hlavními sektory a výrobky, které přicházejí v úvahu, jsou: lepidla užívaná v domácnostech, v lehkém průmyslu, v obchodech a kancelářích, barvy a čisticí prostředky pro domácnosti, výrobky pro osobní péči, kancelářské výrobky např. korekční laky a výrobky pro údržbu automobilů. Všude tam, kdy jsou takové výrobky používány (např. lakovny, lehký průmysl), je třeba upřednostňovat změny v jejich složení.
72. Opatření zaměřená na omezení emisí VOC z takových výrobků jsou:
- a) nahrazení výrobku,
  - b) změna složení výrobku,
  - c) změna balení výrobků, zejména pro výrobky se změněným složením.
73. Nástroje navržené k ovlivnění volby na trhu zahrnují:
- a) označování výrobků etiketami zajišťujícími, že zákazníci jsou dobře informováni o obsahu VOC,
  - b) aktivní podporu výrobků s nízkým obsahem VOC (např. program "Modrý anděl"),
  - c) finanční podněty spojené s obsahem VOC.
74. Účinnost těchto opatření závisí na obsahu VOC ve výrobcích a na dostupnosti a přijatelnosti jejich alternativ. Změněné výrobky by měly být zkontrolovány, aby bylo zajištěno, že nebudou působit problémy jinde (např. zvýšené emise freonů - CFC).
75. Výrobky obsahující VOC se užívají jak v průmyslu tak i v domácnostech. V obou případech může mít používání alternativních výrobků s nízkým obsahem rozpouštědel za následek změny v aplikačním zařízení nebo v pracovních postupech.
76. Nátěrové hmoty běžně používané pro průmyslové účely i v domácnostech mají průměrný obsah rozpouštědel od 25 do 60 %. Pro většinu aplikací jsou alternativy s nízkým nebo nulovým obsahem rozpouštědel dostupné nebo se vyvíjejí:
- (a) barvy pro použití v lehkém průmyslu:
    - práškové barvy = 0 % obsahu VOC v produktu
    - vodou ředitelné barvy = 10 % obsahu VOC v produktu
    - barvy s nízkým obsahem rozpouštědel = 15 % obsahu VOC v produktu
  - (b) barvy pro použití v domácnostech:
    - práškové barvy = 0 % obsahu VOC v produktu

vodou ředitelné barvy = 10 % obsahu VOC v produktu

barvy s nízkým obsahem rozpouštědel = 15 % obsahu VOC v produktu.

Předpokládá se, že přechod na tyto alternativní barvy povede k snížení emisí VOC o 45 až 60 %.

77. Většina lepidel se používá v průmyslu, zatímco v domácnostech pouze méně než 10 %. Asi 25 % užívaných lepidel obsahuje rozpouštědla s obsahem VOC. Pro tyto lepidla se obsah rozpouštědla značně mění a může tvořit až polovinu hmotnosti výrobku. Pro několik oblastí použití jsou dostupná lepidla bez rozpouštědel nebo s nízkým obsahem rozpouštědla. Tato kategorie zdrojů proto nabízí velkou možnost snížení emisí.
78. Tiskařské barvy užívané hlavně k průmyslovému tisku obsahují různé množství rozpouštědel, někdy až 95 %. Pro většinu tiskařských procesů jsou tiskařské barvy s nízkým obsahem rozpouštědel dostupné nebo se vyvíjejí, zejména k tisku na papír (viz odstavec 28).
79. Okolo 40 až 60 % emisí VOC ze spotřebních výrobků (včetně kancelářských výrobků a výrobků pro údržbu automobilů) pochází ze sprejů (aerosolových). Existují tři základní způsoby snižování emisí VOC z těchto výrobků:
- a) náhrada náplní sprejů a používání mechanicky ovládaných sprejů,
  - b) změna složení výrobků,
  - c) změna balení výrobků.
80. Možné snížení emisí VOC z těchto spotřebních výrobků je odhadováno na 50 %.

### **PŘÍLOHA III**

#### **OPATŘENÍ SNIŽUJÍCÍ EMISE TĚKAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTEK ZE SILNIČNÍCH MOTOROVÝCH VOZIDEL**

- I. HLAVNÍ ZDROJE EMISÍ VOC Z MOTOROVÝCH VOZIDEL
- II. OBECNÉ ASPEKTY TECHNOLOGIÍ NA SNÍŽENÍ EMISÍ VOC ZE SILNIČNÍCH MOTOROVÝCH VOZIDEL
- III. OPATŘENÍ NA SNÍŽENÍ VÝFUKOVÝCH EMISÍ
- IV. OPATŘENÍ NA SNÍŽENÍ EMISÍ ODPAREM A PŘI ČERPÁNÍ PALIVA

### **ÚVOD**

1. Tato příloha je založena na poznatcích o účinnosti a nákladech na snižování emisí obsažených v oficiální dokumentaci výkonného orgánu a jeho pomocných orgánů; na zprávě o těkavých organických látkách ze silničních vozidel „Zdroje a možnosti kontroly“, připravené pro pracovní skupinu pro těkavé organické sloučeniny; na dokumentaci Výboru pro vnitrozemskou dopravu Evropské hospodářské komise OSN (EHK OSN) a jeho pomocných orgánů (zejména v dokumentech TRANS/SCI/WP.29/R.242,486 a 506) a na doplňujících informacích poskytnutých vládou určenými experty.

2. Ve světle stále rostoucích zkušeností s novými vozidly zahrnujícími technologie s nízkými emisemi a vývoj alternativních paliv, jakož i strategie pro dovybavování již existujících vozidel bude nezbytné pravidelné zpřesňování a pozměňování této přílohy. Tato příloha nemůže být vyčerpávajícím přehledem technických možností; jejím cílem je poskytnout smluvním stranám vodítko pro hledání ekonomicky proveditelných technologií pro splnění jejich závazků vyžadovaných protokolem. Pokud nebudou k dispozici jiná data, tato příloha bude soustředěna pouze na silniční vozidla.

## **I. HLAVNÍ ZDROJE EMISÍ VOC Z MOTOROVÝCH VOZIDEL**

3. Zdroje emisí VOC z motorových vozidel byly rozděleny na

- a) výfukové emise
- b) emise z odparu a čerpání
- c) emise z klikových skříní

4. Silniční doprava (s výjimkou distribuce benzínu) je hlavním zdrojem antropogenních emisí VOC ve většině zemí EHK a přispívá 30 až 45 % z celkových lidskou činností vzniklých emisí VOC. Zdaleka největším zdrojem emisí VOC v silniční dopravě jsou benzinem poháněna vozidla, která zodpovídají za 90 % z celkových dopravních emisí VOC (z nichž 30 až 50 % jsou fugitivní emise). Emise z odparu a z čerpání pocházejí především z používání benzínu, v případě nafty jsou považovány za zanedbatelné.

## **II. OBECNÉ ASPEKTY TECHNOLOGIÍ NA SNÍŽENÍ EMISÍ VOC Z MOTOROVÝCH VOZIDEL**

5. Motorová vozidla uvažovaná v této příloze jsou automobily osobní, nákladní lehké i těžké, motocykly a mopedy.
6. Zatímco tato příloha pojednává o nových i již používaných vozidlech, je primárně zaměřena na snižování emisí z nových typů vozidel.
7. Tato příloha rovněž poskytuje poradenství o vlivu změn vlastností benzinu na emise z odpařování VOC. Nahrazování paliv jinými (např. zemní plyn, zkapalněný ropný plyn (LPG), methanol) může rovněž vést ke snížení emisí VOC, avšak tento způsob není uvažován v této příloze.
8. Uváděné náklady představují režijní i výrobní náklady příslušných různých technologií a ne tedy jejich prodejní cenu.
9. Je důležité zajistit, aby konstrukce vozidel umožňovala splnit emisní normy při jejich provozu. Toho může být dosaženo pomocí přizpůsobení produkce, úplnou spolehlivostí výrobků během provozu a vyřazováním vadných vozidel z provozu. Pro vozidla v provozu může být zajištěna pravidelná průkazná kontrola emisí pomocí pravidelných technických prohlídek a opatření k zamezení podvodů a používání nevhodných paliv.
10. Emise z vozidel v provozu mohou být snižovány pomocí programů zaměřených na omezování těkavosti paliv, na ekonomické podněty povzbuzující urychlené zavádění

žádoucích technologií, používáním palivových směsí s nízkým obsahem kyslíku a vylepšováním vozidel. Snižování těkavosti paliva je nejúčinnějším opatřením na snížení emisí VOC ze silničních vozidel, která jsou již v provozu.

11. Technologie, které využívají katalyzátory vyžadují použití bezolovnatých paliv. Bezolovnatý benzín by měl být tudíž všeobecně dostupný.
12. Přestože opatření na snížení emisí VOC a dalších látek pomocí řízení městské a dálkové dopravy nejsou v této příloze rozpracována, jsou dalším velmi účinným přístupem ke snížení emisí VOC. Klíčová opatření zaměřená na řízení dopravy mají za cíl přinést zlepšení pomocí taktických, strukturálních, finančních a restriktivních prvků.
13. Emise VOC z nekontrolovaných motorových vozidel obsahují významné množství toxických látek, z nichž některé jsou karcinogenní. Technologie na snížení emisí VOC z výfuků, odpařování, čerpání paliva a klikových skříní snižují emise těchto toxických látek ve stejné míře, v jaké je dosaženo snížení emisí VOC. Množství emisí toxických látek může být také sníženo změnou určitých parametrů paliva (např. snížení obsahu benzenu v benzinu).

### III. OPATŘENÍ NA SNIŽOVÁNÍ VÝFUKOVÝCH EMISÍ

(a) osobní automobily poháněné benzínem a lehké nákladní automobily

14. Hlavní technologie na snížení emisí VOC jsou uvedeny v tabulce 1.
15. Základ pro porovnávání v tabulce 1 je technologická možnost B, představující nekatalytické technologie, vyvinuté na základě požadavků Spojených států pro období 1973/1974 nebo na základě nařízení EHK 15/04 podle Dohody o přijetí jednotných podmínek schvalování a vzájemného uznávání schválení pro vybavení a součásti motorových vozidel. Tabulka také představuje dosažitelné úrovně emisí pro otevřené a řízené katalyzátory a jejich finanční náklady.
16. „Nekontrolovaná“ úroveň (A) v tabulce 1 odpovídá situaci z roku 1970 v oblasti EHK, nicméně může stále převládat v některých oblastech.
17. Úroveň emisí v tabulce 1 představuje emise měřené při použití postupů standardních testů. Emise z vozidel v provozu se mohou významně lišit v důsledku faktorů jako např. okolní teploty, provozních podmínek, vlastností paliva a údržba. Nicméně potenciál snížení uváděný v tabulce 1 se považuje za reprezentativní pro snížení dosažitelné v provozu.
18. Současná nejlepší dostupná technologie je uvedena v možnosti D. Tato technologie dosahuje značného snížení emisí VOC, CO a NOx.
19. Na základě programů snižování emisí VOC (např. v Kanadě a v USA) je vyvíjen moderní uzavřený zpětný trojcestný katalyzátor (možnost E). Toto zlepšování se zaměřuje na intenzivnější snižování v rámci řízení chodu motoru, vylepšené katalyzátory, palubní diagnostiku (OBD) a další. Tyto systémy se stanou nejlepší dostupnou technologií v polovině 90. let.



20. Zvláštní kategorií jsou dvoudobé motory, které se používají v některých částech Evropy. Tyto automobily mají v současnosti velmi vysoké emise VOC. Emise uhlovodíků z dvoudobých motorů jsou obvykle mezi 45 a 75 g během testu podle evropského jízdního cyklu. Nyní jsou na cestě snahy upravit tento typ motoru a zavést u něj katalyzátory. Je potřeba získat data o snížení potenciálu a o trvanlivosti těchto řešení. Navíc jiný typ dvoudobých motorů, který je v současnosti vyvíjen, vykazuje potenciál nižších emisí.

### TABULKA 1

#### TECHNOLOGIE NA SNÍŽOVÁNÍ EMISÍ Z VÝFUKŮ PRO OSOBNÍ A LEHKÉ NÁKLADNÍ AUTOMOBILY POHÁNĚNÉ BENZÍNEM

	Technologické možnosti	Emisní úroveň (relativní emise v %)		Náklady* (USD)
		4-dobý	2-dobý	
A.	Bez opatření	400	..... 900	-
B.	Změny motoru (návrh motoru, systém zplyňování a zapalování, vstřikování vzduchu)	100 (1,8 g/km)	..... -	**
C.	Otevřené zpětné katalyzátory	50	..... -	150-200
D.	Trojcestné řízené katalyzátory	10-30	... -	250-450***
E.	Moderní uzavřené zpětné trojcestné katalyzátory	6	-	350-600***

\* Dodatečné výrobní náklady na jedno vozidlo, poměrně k možnosti B

\*\* Náklady na změnu motoru z možnosti A na B jsou odhadovány na 40-100 US\$

\*\*\* U technologických možností D a E jsou také kromě snížení emisí VOC významně sníženy i emise CO a NO<sub>x</sub>. Technologické možnosti B a C mohou mít za následek také částečné snížení emisí CO a/nebo NO<sub>x</sub>.

#### (b) Dieselové osobní a nákladní automobily

21. Dieselové osobní automobily a lehké nákladní automobily mají velmi nízké emise VOC, obecně nižší než osobní automobily na benzin s uzavřeným zpětným katalyzátorem. Nicméně mají vyšší emise prachových částic a NO<sub>x</sub>.
22. V současnosti nemá žádná země EHK přísný program snižování výfukových emisí VOC pro těžké dieselové nákladní automobily z důvodu jejich nízkých hodnot emisí. Nicméně mnoho zemí má programy snižování emisí částic z dieselových motorů a technologie na snižování emisí částic (např. zlepšování spalovacích komor a systémů vstřikování), které současně snižují také emise VOC.
23. V důsledku programu snižování emisí částic se předpokládá snížení emisí VOC z těžkých dieselových nákladních automobilů o dvě třetiny.
24. Sloučeniny VOC emitované z dieselových motorů se liší od sloučenin VOC emitovaných z benzinových motorů.

## (c) Motocykly a mopedy

25. Programy snižování emisí VOC z motocyklů jsou shrnuty v tabulce 2. Požadavky současných nařízení EHK (R.40) mohou být splněny bez použití snižujících technologií. Přípravované normy v Rakousku a Švýcarsku mohou vyžadovat zvláště pro dvoudobé motory oxidační katalyzátory.
26. Pro mopedy s dvoudobým motorem je se zavedením oxidačního katalyzátoru dosažitelné snížení o 90 %, při doplňkových nákladech 30-50 USD. V Rakousku a Švýcarsku již normy vyžadují tuto technologii.

**TABULKA 2****TECHNOLOGIE NA SNÍŽENÍ VÝFUKOVÝCH EMISÍ U MOTOCYKLŮ**

	Technologické možnosti	Emisní úroveň (relativní emise v %)		Náklady*
		4-dobý	2-dobý	
A	Bez opatření ke snížení VOC	400 (9,6 g/km)	100 (2 g/km)	
B	Nejlepší bez katalyzátoru	200	60	-
C	Oxidační katalyzátor, sekundární vzduch	30-50	20	50
D	Trojcestný řízený katalyzátor	není vhodné	10**	350

\*odhady dodatečných výrobních nákladů na vozidlo

\*\* alternativa podle očekávání dostupná do r. 1991 pro několik specifických typů motocyklů (jejich prototypy již byly zkonstruovány a testovány).

**IV. OPATŘENÍ NA SNÍŽENÍ EMISÍ ODPAREM A PŘI ČERPÁNÍ PALIVA**

27. Emise odparem jsou tvořeny výparem paliva z motoru a z palivového systému. Lze je rozdělit takto:

- (a) emise během dne, které vznikají „dýcháním“ palivové nádrže, jako důsledek zahřívání a ochlazování během dne;
- (b) horké emise z tepla motoru po jeho vypnutí;
- (c) provozní ztráty z palivového systému zatímco je vozidlo v provozu a
- (d) zbytkové ztráty z netěsných kanystrů (kde jsou používány) a z některých palivových systémů z umělé hmoty, přes které benzin pomalu proniká skrz materiál.

28. Na snížení emisí odparem z vozidel poháněných benzinem se obvykle používá nádrž s aktivním uhlím s propojovacím příslušenstvím a vytěsňovací systém, který umožňuje zachycené emise VOC spálit za definovaných podmínek v motoru.

29. Zkušenosti s existujícími programy snižování emisí odparem ze Spojených států ukazují, že systémy na snížení emisí odparem nezabezpečily požadované úrovně, zejména během dní se zvýšenou tendencí k tvorbě ozonu. Toto je částečně důsledkem skutečnosti, že používaný benzin má mnohem vyšší těkavost než certifikovaný benzin používaný při testech. Neadekvátní technika na snižování emisí je tedy důsledkem

neadekvátní testovací procedury. Program snižování emisí odparem ve Spojených státech zdůrazňuje potřebu snížení těkavosti paliv, která jsou používána v letním období, a nutnost zlepšit postupy testů, které podpoří moderní systémy na snižování emisí odparem, jež by umožnily v praxi snižování všech čtyř typů emisních zdrojů uvedených v odstavci 27. V zemích s vysokou těkavostí benzinu je nejúčinnější opatření, jak snížit emise VOC, snížit tuto těkavost.

30. Pro účinné snižování emisí odparem je třeba uvažovat:

- (a) snížení těkavosti benzinu s ohledem na klimatické podmínky a
- (b) vhodný testovací postup.

31. Seznam technických alternativ omezujících emise, potenciál snížení emisí a odhady nákladů jsou uvedeny v tabulce 3. V současné době nejlepší dostupnou technologií představuje možnost B. Alternativa C se brzo stane nejlepší dostupnou technologií a bude představovat výrazné zlepšení oproti možnosti B.

32. Ekonomické přínosy z ušetřeného paliva spojené se snížením emisí odparem jsou odhadovány na méně než 2 %. Tento zisk plyne z vyšší energetické hustoty, nižšího Reidova tlaku par paliva (RVP) a spalováním zachycených par na místo jejich vypouštění.

33. V principu emise, které se uvolní během čerpání paliva, mohou být zachyceny pomocí systémů instalovaných na benzinových stanicích (Stupeň II) nebo pomocí systémů na palubě vozidla. Regulace na benzinových stanicích jsou již dobře zavedené technologie, zatímco palubní systémy byly představeny pouze u několika prototypů. Otázka bezpečnosti palubního systému pro rekuperaci par je v současnosti studována. Pro zajištění bezpečnosti bude pravděpodobně vhodné vypracovat bezpečnostní normy pro palubní rekuperační systémy. Stupeň kontroly II může být zaveden rychleji, neboť benzinové stanice mohou být těmito systémy vybaveny. Přínosem stupně II je, že může být používán u všech vozidel, zatímco palubní systémy pouze u nových vozidel.

34. Přestože emise odparem z motocyklů a mopedů nejsou v současnosti regulovány na území EHK, mohou být zavedeny stejné obecné technologie snižování emisí jako u benzínem poháněných automobilů.

### TABULKA 3

#### OPATŘENÍ KE SNIŽOVÁNÍ EMISÍ ODPAREM A POTENCIÁL SNÍŽENÍ PRO OSOBNÍ LEHKÉ NÁKLADNÍ AUTOMOBILY POHÁNĚNÉ BENZINEM

Technologické možnosti		potenciál snížení VOC (%) <sup>1</sup>	Náklady (US\$) <sup>2</sup>
A	Malý zásobník, mírné RVP limity <sup>3</sup> , US testovací procedura 80. léta	< 80	20
B	Malý zásobník, přísné RVP limity, <sup>4</sup> US testovací procedura 80. léta	80-95	20
C	Pokročilá kontrola výparů, přísné RVP limity <sup>4</sup> , US testovací procedura 80. léta	>95	33

<sup>1</sup> Vzhledem k nekontrolované situaci.

<sup>2</sup> Odhad dodatečných výrobních nákladů na vozidlo, v USD.

<sup>3</sup> Reidův tlak par

<sup>4</sup> Založeno na datech ze Spojených států za předpokladu RVP limit 62 kPa během horkého období při cenách 0,0038 USD na litr. Pokud uvažujeme příslušnou úsporu, opravené náklady činí pouze 0,0012 US\$ na litr.

<sup>5</sup> Testovací postup ze Spojených států pro období 90. let bude navržen k zajištění účinnější kontroly několika denních emisí, ztrát během provozu a během provozu za vyšších teplot, horkých emisí po dlouhém provozu a zbytkových ztrát.

## PŘÍLOHA IV

### Klasifikace těkavých organických sloučenin (VOC) založená na jejich potenciálu tvorby fotochemického ozonu (POCP)

1. Tato příloha shrnuje dostupné poznatky a identifikuje prvky, které ještě zbývá rozvinout. Je založen na poznatcích o uhlovodících a tvorbě ozonu obsažených ve dvou zprávách připravených pro Pracovní skupinu pro těkavé organické sloučeniny (EB.AIR/WG.4/R.11 a R.13/Rev. 1); na výsledcích dalšího výzkumu provedeného zejména v Rakousku, Kanadě, Německu, Nizozemí, Švédsku, Velké Británii, Spojených státech amerických a Centru meteorologických syntéz západ (MSC-W) při EMEP; a na doplňujících poznatcích expertů jmenovaných vládami.
2. Konečným cílem POCP přístupu je poskytnout vodítko pro regionální a vnitrostátní politiky kontroly těkavých organických sloučenin (VOC), přičemž se bere v úvahu důsledek působení každé jednotlivé těkavé organické sloučeniny (VOC) stejně jako důsledky sektorových emisí VOC pro epizodickou tvorbu ozonu. Tyto důsledky jsou vyjadřovány termínem fotochemický potenciál tvorby ozonu (POCP), který je definován jako změna fotochemické produkce ozonu vyvolaná změnou emise daného VOC. Hodnota POCP může být vypočtena z fotochemických modelů nebo stanovena na základě laboratorních experimentů. Tato hodnota slouží k ilustracím různých aspektů epizodické tvorby oxidantů; např. maximální nebo celkovou produkci ozonu ve sledovaném období.
3. Pojem POCP je zaváděn s ohledem na velké rozdíly ve schopnosti jednotlivých VOC tvořit troposférický ozón během ozonových epizod. Základním rysem pojmu POCP je poznatek, že v přítomnosti slunečního záření a NO<sub>x</sub> každá VOC produkuje ozon velmi podobným způsobem navzdory velkým rozdílům v podmínkách, za kterých je ozon vytvářen.
4. Různé výpočty fotochemických modelů ukazují, že je nezbytná podstatná redukce emisí VOC a NO<sub>x</sub> (k dosažení významného poklesu tvorby ozonu je nutné snížit tyto emise minimálně o 50 %). Navíc se maximální koncentrace ozonu blízko nad zemí nesnižují proporcionálně k poklesu emisí VOC. Tento efekt lze principiálně demonstrovat teoretickým výpočtem. Jestliže všechny složky jsou sníženy v témže poměru, maximální koncentrace ozonu (hodinový průměr nad 75 ppb) v Evropě se sníží v závislosti na koncentraci již existujícího ozonu pouze o 10-15 % v případě, že emise nemethanových VOC produkované lidskou činností jsou sníženy o 50 %. V kontrastu s tím je příklad, kdy se sníží emise těch nejdůležitějších - v pojmech POCP

reaktivitu - nemethanových VOC produkovaných lidskou činností o 50 % (hmotnostních), kdy výpočty ukazují na výsledné snížení maximální koncentrace epizodického ozonu o 20-30 %. Tento fakt potvrzuje vhodnost zavedení POCP k určení priorit pro kontrolu emisí VOC a jasně ukazuje, že VOC mohou být přinejmenším rozděleny do hrubých kategorií podle jejich důležitosti pro epizodickou tvorbu ozonu.

5. Hodnoty POCP a stupnice reaktivity byly stanoveny jako odhady založené na podrobném scénáři (např. růst a pokles emisí, trajektorie vzdušných hmot) se zaměřením na jednotlivé konkrétní cíle (např. na maximální koncentraci ozonu, kumulované množství ozonu, průměrné koncentrace ozonu). Hodnoty POCP a stupnice reaktivity závisí na chemismu reakcí. Mezi různými odhady POCP jsou proto rozdíly, které se mohou v některých případech lišit až čtyřnásobně. Číselné hodnoty POCP nejsou konstantní, ale mění se v místě a čase. Například: vypočtený POCP pro o-xylen na tzv. trajektorii „Francie-Švédsko” má hodnotu 41 v prvním dni a 97 v pátém dnipostupu. Podle výpočtů, Centra meteorologických syntéz západ (MSC-W) EMEP se mění tato hodnota POCP pro o-xylen v přítomnosti ozonu nad 60 ppb v rozmezí 54 a 112 (v 5 až 95 % všech případů) na síti bodů v rámci oblasti EMEP. Změny hodnot POCP v čase a s místem nejsou způsobeny pouze složením vzdušné masy, která je dána vlivem emisí VOC vzniklých lidskou činností, ale také důsledkem meteorologických změn. Ve skutečnostimůže kterákoliv reaktivní VOC přispívat k epizodické tvorbě fotochemických oxidantů v menší či větší míře v závislosti na koncentracích oxidů dusíku, VOC a meteorologických parametrech. Uhlovodíky s velmi nízkou reaktivitou, jako je methan, methanol, ethan a některé chlorované uhlovodíky, přispívají k těmto fotochemickým procesům jen zanedbatelným způsobem. Existují také rozdíly v důsledku meteorologických změn mezi jednotlivými dny a nad Evropou jako celkem. Hodnoty POCP implicitně závisí také na způsobu, jakým jsou emisní inventury počítány. V současnosti neexistuje konzistentní metoda nebo dostupné informace pro Evropu. Evidentně je potřebná další výzkumná práce na metodice POCP.
6. Přírodní emise isoprenu z opadavých stromů, spolu s oxidy dusíku hlavně z antropogenních zdrojů mohou významně přispívat k tvorbě ozonu v horkém letním počasí v oblastech s velkou plochou opadavých stromů.
7. V tabulce 1 jsou sloučeniny VOC seskupeny podle jejich významu pro tvorbu epizodických koncentrací ozonu. Byly vybrány tři skupiny. Důležitost v tabulce 1 je vyjádřena na základě emisí VOC na jednotku hmotnosti. Některé uhlovodíky, takové jako n-butan, se staly důležité v důsledku množství jejich emisí, ačkoliv by se tak nestalo, kdyby byla uvažována pouze jejich OH reaktivita.
8. Tabulky 2 a 3 ukazují důsledky jednotlivých VOC vyjádřených relativními koeficienty vztaženými na vybranou látku (ethylen), které byl přiřazen index 100. Tyto tabulky ukazují, jak takovéto koeficienty, tj. POCP, mohou poskytovat vodítka pro posouzení vlivu snížení emisí různých jednotlivých VOC.
9. Tabulka 2 uvádí průměrné hodnoty POCP pro každou hlavní kategorii zdrojů, založené na středním odhadu POCP pro každou VOC v každé kategorii zdrojů. V této kompilaci a prezentaci byly užity emisní inventury nezávisle určené ve Spojeném

království (UK) a v Kanadě. Z mnohých zdrojů jsou emitovány směsi uhlovodíků, jako např. z motorových vozidel, spalovacích zařízení, mnohých průmyslových procesů. Opatření ke snížení speciálně VOC rozpoznávaných přístupem POCP jako velmi reaktivní je ve většině případů nedostupné. V praxi proto bude většina opatření snižujících emise působit na celou takovou směs VOC bez ohledu na jejich hodnoty POCP.

10. V tabulce 3 je porovnána řada různých váhových schémat pro vybraný rozsah sloučenin VOC. V prisuzování priorit v rámci národních programů snižování emisí VOC lze užít pro výběr konkrétní VOC řady ukazatelů. Nejjednodušší, avšak nejméně účinný postup, je zaměřen na relativní hmotnost emisí nebo na relativní koncentrace v okolním prostředí.

**TABULKA 1****Klasifikace VOC do tří skupin podle jejich významu pro epizodickou tvorbu ozonu**

<b>Důležité</b>	
alkeny	
aromáty	
alkany	alkany s počtem uhlíku >6 s výjimkou 2,3 dimethylpentanu
aldehydy	všechny aldehydy s výjimkou benzaldehydu
biogenní uhlovodíky	isopren
<b>Méně důležité</b>	
alkany	C3-C5 alkany a 2,3-dimethylpentan
ketony	methylethylketon methyl-t-butylketon
alkoholy	ethanol
estery	všechny estery s výjimkou methylacetátu
<b>Nejméně důležité</b>	
alkany	methan a ethan
alkiny	acetylen
aromáty	benzen
aldehydy	benzaldehyd
ketony	aceton
alkoholy	methanol
estery	methylacetát
chlorované uhlovodíky	methylchloroform methylchlorid trichlorethylen a tetrachlorethylen

11. Relativní porovnávání nebezpečnosti VOC založené na OH reaktivitě se vztahuje k některým, avšak v žádném případě ne ke všem důležitým aspektům reakcí v atmosféře, kterými je produkován ozon v přítomnosti oxidů dusíku a slunečního záření. Státní výzkumné centrum znečištění vzduchu (SARPC) zvažuje situaci v Kalifornii. V důsledku rozdílných modelových podmínek vhodných pro Los

Angeleskou pánev a Evropu vznikají rozdíly hlavně u fotochemicky labilních meziproductů, jako jsou aldehydy. Hodnoty POCP vypočtené z fotochemických modelů ve Spojených státech, Velké Británii, Švédsku a EMEP (MSC-W) odrážejí různé aspekty problematiky ozonu v Evropě.

12. Některá z méně reaktivních rozpouštědel zapříčiňují další problémy, např. jsou extrémně škodlivá lidskému zdraví, jsou obtížně manipulovatelná, chemicky odolná a mohou působit negativně na životní prostředí na jiných úrovních (např. ve volné troposféře nebo stratosféře). V mnohých případech je nejlepší dostupnou metodou snižování emisí rozpouštědel přechod na systémy bez užívání rozpouštědel.
13. Spolehlivé emisní inventury VOC jsou základem pro vytvoření ekonomicky účinné politiky kontroly emisí VOC, zvláště na základě přístupu pomocí POCP. Národní emise VOC by proto měly být specifikovány podle sektorů, alespoň podle doporučení řídicího orgánu, a dále by měly být doplňovány daty o složení a časových proměnách emisí.



## TABULKA 2 – SEKTORÁLNÍ POCP HMOTNOSTNÍ PODÍLY V KAŽDÉ TŘÍDĚ TVORBY OZONU

	Kanada	UK	více	méně	nejméně	není známý
Výfukové plyny benzínových motorů aut	63	61	76	16	7	1
Výfukové plyny dieselových motorů	60	59	38	19	3	39
Výpary benzínu z motorových vozidel	-	51	57	29	2	12
Ostatní doprava	63	-	-	-	-	-
Stacionární spalování	-	54	34	24	24	18
Používání rozpouštědel	42	40	49	26	21	3
Natírání povrchů	48	51	-	-	-	-
Emise z průmyslových procesů	45	32	4	41	0	55
Průmyslové chemikálie	70	63	-	-	-	-
Ropné rafinérie a distribuce	54	45	55	42	1	2
Uniky zemního plynu	-	19	24	8	66	2
Zemědělství	-	40	-	-	100	-
Těžba uhlí	-	0	-	-	100	-
Skládky domovního odpadu	-	0	-	-	100	-
Čistírny	29	-	-	-	-	-
Spalování dřeva	55	-	-	-	-	-
Vypalování lesů	58	-	-	-	-	-
Potravinářský průmysl	-	37	-	-	-	-

## TABULKA 3

**POROVNÁNÍ RŮZNÝCH ZPŮSOBŮ ZVAŽOVÁNÍ POCP PRO 85 TĚKAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTEK (VYJÁDŘENO VZHLEDEM K ZÁKLADU TVOŘENÉMU ETHYLENEM, POCP ETHYLENU = 100)**

VOC	OH (a)	Kanada hmot. (b)	SAPR AC MIR (c)	UK POC P (d)	UK rozsah (e)	Švédsko		EMEP (h)	LOTO S (i)
						Max. rozdíl	0-4 dny		
						(f)	(g)		
methan	0,1	-	0	0,7	0-3		-	-	-
ethan	3,2	91,2	2,7	8,2	2-30	17,3	12,6	5-24	6-25
propan	9,3	100	6,2	42,1	16-124	60,4	50,3	-	-
n-butan	15,3	212	11,7	41,4	15-115	55,4	46,7	22-85	25-87
i-butan	14,2	103	15,7	31,3	19-59	33,1	41,1	-	-
n-pentan	19,4	109	12,1	40,8	9-105	61,2	29,8	-	-
i-pentan	18,8	210	16,2	29,6	12-68	36,0	31,4	-	-
n-hexan	22,5	71	11,5	42,1	10-151	78,4	45,2	-	-
2-methylpentan	22,5	100	17,0	52,4	19-140	71,2	52,9	-	-
3-methylpentan	22,6	47	17,7	43,1	11-125	64,7	40,9	-	-
2,2-dimethylbutan	10,5	-	7,5	25,1	12-49	-	-	-	-
2,3-dimethylbutan	25,0	-	13,8	38,4	25-65	-	-	-	-
n-heptan	25,3	41	9,4	52,9	13-165	79,1	51,8	-	-
2-methylhexan	18,4	21	17,0	49,2	11-159	-	-	-	-
3-methylhexan	18,4	24	16,0	49,2	11 -157	-	-	-	-
n-oktan	26,6	-	7,4	49,3	12-151	69,8	46,1	-	-
2-methylheptan	26,6	-	16,0	46,9	12-146	69,1	45,7	-	-
n-nonan	27,4	-	6,2	46,9	10-148	63,3	35,1	-	-
2-methyloktan	27,3	-	13,2	50,5	12-147	66,9	45,4	-	-
n-dekan	27,6	-	5,3	46,4	8-156	71,9	42,2	-	-
2-methylnonan	27,9	-	11,7	44,8	8-153	71,9	42,3	-	-
n-undekan	29,6	21	4,7	4,7	8-144	66,2	38,6	-	-
n-dodekan	28,4	-	4,3	4,3	7-138	57,6	31,1	-	-
methylcyklohexan	35,7	18	22,3	22,3	-	40,3	38,6	-	-
methylenchlorid	-	-	-	-	0-3	0	0	-	-
chloroform	-	-	-	-	-	0,4	0,4	-	-

methylochloform	-	-	-	-	0-1	0,2	0,2	-	-
trichlorethylen	-	-	-	-	1-13	8,6	11,1	-	-
tetrachlorethylen	-	-	-	-	0-2	1,4	1,4	-	-
allylchlorid	-	-	-	-	-	56,1	48,3	-	-
methanol	10,9	-	7	12,3	9-21	16,5	21,3	-	-
ethanol	25,5	-	15	26,8	4-89	44,6	22,5	9-58	20-71
i-propanol	30,6	-	7	-	-	17,3	20,3	-	-
butanol	38,9	-	30	-	-	65,5	21,4	-	-
i-butanol	45,4	-	14	-	-	38,8	25,5	-	-
ethylenglykol	41,4	-	21	-	-	-	-	-	-
propylenglykol	55,2	-	18	-	-	-	-	-	-
but-2-diol	-	-	-	-	-	28,8	6,6	-	-
dimetylexer	22,3	-	11	-	-	28,8	34,3	-	-
methyl-t-butylether	11,1	-	8	-	-	-	-	-	-
ethyl-t-butylether	25,2	-	26	-	-	-	-	-	-
aceton	1,4	-	7	17,8	10-27	17,3	12,4	-	-
methylethylketon	5,5	-	14	47,3	17-80	38,8	17,8	-	-
methyl-i-butylketon	-	-	-	-	-	67,6	31,8	-	-
methyl-acetát	-	-	-	2,5	0-7	5,8	6,7	-	-
ethyl-acetát	-	-	-	21,8	11-56	29,5	29,4	-	-
i-propyl-acetát	-	-	-	21,5	14-36	-	-	-	-
n-butyl-acetát	-	-	-	32,3	14-91	43,9	32,0	-	-
i-butyl-acetát	-	-	-	33,2	21-59	28,8	35,3	-	-
propylenglykol-methylether	-	-	-	-	-	77,0	49,1	-	-
propylenglykol-methylether-acetát	-	-	-	-	-	30,9	15,7	-	-
ethylen	100	100	100	100	100	100	100	100	100
propylen	217	44	125	103	75-163	73,4	59,9	69-138	55-120
-but-1-en	194	32	115	95,9	57-185	79,9	49,5	-	-
but-2-en	371	-	136	99,2	82-157	78,4	43,6	-	-
-pent-1-en	148	-	79	105,9	40-288	72,7	42,4	-	-
pent-2-en	327	-	79	93,0	65-160	77,0	38,1	-	-

2-methylbut-1-en	300	-	70	77,7	52-113	69,1	18,1	-	-
2-methylbut-2-en	431	24	93	77,9	61 -102	93,5	45,3	-	-
3-methylbut-1-en	158	-	79	89,5	60-154	-	-	-	-
isobuten	318	50	77	64,3	58-76	79,1	58,0	-	-
isopren	515	-	121	-	-	53,2	58,3	-	-
acetylen	10,4	82	6,2	16,8	10-42	27,3	36,8	-	-
benzen	5,7	71	5,3	18,9	9-45	31,7	40,2	-	-
toluen	23,4	218	34	56,3	41-83	41,6	47,0	-	-
o-xylen	48,3	38	87	66,6	41 -97	42,4	16,7	54-112	26-67
m-xylen	80,2	53	109	99,3	78-135	58,3	47,4	-	-
p-xylen	49,7	53	89	88,8	63 -180	61,2	47,2	-	-
ethylbenzen	25	32	36	59,3	35-114	53,2	50,4	-	-
1,2,3-trimethylbenzen	89	-	119	117	76-175	69,8	29,2	-	-
1,2,4-trimethylbenzen	107	44	119	120	86-176	68,3	33,0	-	-
1,3,5-trimethylbenzen	159	-	140	115	74-174	69,1	33,0	-	-
o-ethyltoluen	35	-	96	66,8	31-130	59,7	40,8	-	-
m-ethyltoluen	50	-	96	79,4	41 -140	62,6	40,1	-	-
p-ethyltoluen	33	-	96	72,5	36-135	62,6	44,3	-	-
n-propylbenzen	17	-	28	49,2	25-110	51,1	45,4	-	-
i-propylbenzen	18	-	30	56,5	35-105	51,1	52,3	-	-
formaldehyd	104	-	117	42,1	22-58	42,4	26,1	-	-
acetaldehyd	128	-	72	52,7	33 -122	53,2	18,6	-	-
propionaldehyd	117	-	87	60,3	28-160	65,5	17,0	-	-
butylaldehyd	124	-	-	56,8	16-160	64,0	17,1	-	-
i-butylaldehyd	144	-	-	63,1	38-128	58,3	30,0	-	-
valeraldehyd	112	-	-	68,6	0-268	61,2	32,1	-	-
akrolein	-	-	-	-	-	120,1	82,3	-	-
benzaldehyd	43	-	-	-10	-33.4	-82-(12)	-	-	-

a) OH + VOC koeficient dělený molekulovou hmotností

- b) koncentrace VOC ve venkovním ovzduší v 18 místech Kanady, vyjádřeno na hmotnostním základě
- c) maximální přírůstek reaktivity založený na kalifornském případě z Výzkumného centra znečištění ovzduší ve státě Los Angeles, USA
- d) průměrný POCP založený na třech případech a devíti dnech, uvažované trajektorie vzdušných mas: Německo-Irsko, Francie-Švédsko, Francie-Velká Británie
- e) rozsah POCP ve třech scénářích a jedenácti dnech
- f) POCP vypočtené pro jediný zdroj ve Švédsku s maximálními diferencemi v koncentracích ozonu
- g) POCP vypočtené pro jediný zdroj ve Švédsku s užitím průměrného rozdílu v ozonu během čtyřdenního intervalu
- h) rozsah hodnot POCP vypočtených nad gridem EMEPu (5 až 95 %)
- i) rozsah hodnot POCP vypočtených nad gridem LOTOS (20 až 80 %)

$POCP = (a/b)/(c/d) * 100$  kde

- a je změna tvorby fotochemických oxidantů na základě změny emisí VOC
- b jsou sečtené emise VOC pro dané období
- c je změna tvorby fotochemických oxidantů vyvolaná změnou emise ethylenu
- d je součet emisí ethylenu pro daného období

POCP je veličina odvozená z modelu fotochemické tvorby ozonu sledováním fotochemické tvorby za a bez přítomnosti dané sledované těkavé organické látky (jednotlivého uhlovodíku). Rozdíl v koncentraci ozonu mezi takovými dvojicemi modelových výpočtů je měřítkem příspěvku, který daná VOC vykazuje při tvorbě ozonu.

















**Vydává a tiskne:** Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o., Bartůňkova 4, pošt. schr. 10, 149 01 Praha 415, telefon: 272 927 011, fax: 974 887 395 – **Redakce:** Ministerstvo vnitra, nám. Hrdinů 1634/3, pošt. schr. 155/SB, 140 21 Praha 4, telefon: 974 817 287, fax: 974 816 871 – **Administrace:** písemné objednávky předplatného, změny adres a počtu odebíraných výtisků – MORAVIAPRESS, a. s., U Póny 3061, 690 02 Břeclav, fax: 519 321 417, e-mail: sbirky@moraviapress.cz. Objednávky ve Slovenské republice přijímá a titul distribuuje Magnet-Press Slovakia, s. r. o., Teslova 12, 821 02 Bratislava, tel.: 00421 2 44 45 46 28, fax: 00421 2 44 45 46 27. **Roční předplatné** se stanovuje za dodávku kompletního ročníku včetně rejstříku z předcházejícího roku a je od předplatitelů vybíráno formou záloh ve výši oznámené ve Sbírce mezinárodních smluv. Závěrečné vyúčtování se provádí po dodání kompletního ročníku na základě počtu skutečně vydaných částek (první záloha na rok 2010 činí 5 000,- Kč) – Vychází podle potřeby – **Distribuce:** MORAVIAPRESS, a. s., U Póny 3061, 690 02 Břeclav, celoroční předplatné – 516 205 176, 516 205 175, objednávky jednotlivých částek (dobírky) – 516 205 175, objednávky-knihkupci – 516 205 175, faxové objednávky – 519 321 417, e-mail – sbirky@moraviapress.cz, zelená linka – 800 100 314. **Internetová prodejna:** www.sbirkyzakonu.cz – **Drobný prodej** – **Benešov:** Oldřich HAAGER, Masarykovo nám. 231; **Brno:** Ing. Jiří Hrazdil, Vranovská 16, SEVT, a. s., Česká 14; **České Budějovice:** SEVT, a. s., Česká 3, tel.: 387 319 045; **Cheb:** EFREX, s. r. o., Karlova 31; **Chomutov:** DDD Knihkupectví – Antikvariát, Ruská 85; **Kadaň:** Knihařství – Příbíkova, J. Švermy 14; **Kladno:** eL VaN, Ke Stadionu 1953, tel.: 312 248 323; **Klatovy:** Krameriovo knihkupectví, nám. Míru 169; **Liberec:** Podještědské knihkupectví, Moskevská 28; **Litoměřice:** Jaroslav Tvrdík, Štursova 10, tel.: 416 732 135, fax: 416 734 875; **Most:** Knihkupectví „U Knihomila“, Ing. Romana Kopková, Moskevská 1999; **Olomouc:** ANAG, spol. s r. o., Denisova č. 2, Zdeněk Chumchal – Knihkupectví Tycho, Ostružnická 3, **Ostrava:** LIBREX, Nádražní 14, Profesio, Hollarova 14, SEVT, a. s., Denisova 1; **Otrokovice:** Ing. Kučeřík, Jungmannova 1165; **Pardubice:** LEJHANEK, s. r. o., třída Míru 65; **Plzeň:** Typos, tiskařské závody, s. r. o., Úslavská 2, EDICUM, Bačická 15, Technické normy, Na Roudné 5, Vydavatelství a naklad. Aleš Čeněk, nám. Českých bratří 8; **Praha 1:** NEOLUXOR, Na Poříčí 25, LINDE Praha, a. s., Opletalova 35, NEOLUXOR s. r. o., Václavské nám. 41; **Praha 4:** SEVT, a. s., Jihlavská 405; **Praha 6:** PPP – Staňková Isabela, Puškinovo nám. 17, PERIODIKA, Komornická 6; **Praha 8:** Specializovaná prodejna Sbírky zákonů, Sokolovská 35, tel.: 224 813 548; **Praha 9:** Abonentní tiskový servis-Ing. Urban, Jablonecká 362, po-pá 7-12 hod., tel.: 286 888 382, e-mail: tiskovy.servis@abonent.cz, DOVOZ TISKU SUWECO CZ, Klečákova 347; **Praha 10:** BMSS START, s. r. o., Vinohradská 190, MONITOR CZ, s. r. o., Třebostická 5, tel.: 283 872 605; **Přerov:** Odborné knihkupectví, Bartošova 9, Jana Honková-YAHO-i-centrum, Komenského 38; **Sokolov:** KAMA, Kalousek Milan, K. H. Borovského 22, tel./fax: 352 605 959; **Tábor:** Milada Šimonová – EMU, Zavadilská 786; **Teplice:** Knihkupectví L & N, Kapelní 4; **Ústí nad Labem:** PNS Grosso s. r. o., Havířská 327, tel.: 475 259 032, fax: 475 259 029, Kartoon, s. r. o., Solvayova 1597/3, Vazby a doplňování Sbírek zákonů včetně dopravy zdarma, tel.+fax: 475 501 773, www.kartoon.cz, e-mail: kartoon@kartoon.cz; **Zábřeh:** Mgr. Ivana Patková, Žižkova 45; **Zátec:** Simona Novotná, Brázda-prodejna u pivovaru, Žižkovo nám. 76, Jindřich Procházka, Bezděkov 89 – Vazby Sbírek, tel.: 415 712 904. **Distribuční podmínky předplatného:** jednotlivé částky jsou expedovány neprodleně po dodání z tiskárny. Objednávky nového předplatného jsou vyřizovány do 15 dnů a pravidelné dodávky jsou zahajovány od nejbližší částky po ověření úhrady předplatného nebo jeho zálohy. Částky vyšlé v době od zaevidování předplatného do jeho úhrady jsou doposílány jednorázově. Změny adres a počtu odebíraných výtisků jsou prováděny do 15 dnů. **Reklamace:** informace na tel. číslo 516 205 175. V písemném styku vždy uvádějte IČO (právnícká osoba), rodné číslo (fyzická osoba). **Podávání novinových zásilek** povoleno Českou poštou, s. p., Odštěpný závod Jižní Morava Ředitelství v Brně č. j. P/2-4463/95 ze dne 8. 11. 1995.