

**KONAČNI PRIJEDLOG ZAKONA O POTVRĐIVANJU PROTOKOLA O NADZORU  
EMISIJA DUŠIKOVIH OKSIDA ILI NJIHOVIH PREKOGRANIČNIH STRUJANJA  
UZ KONVENCIJU O DALEKOSEŽNOM PREKOGRANIČNOM ONEČIŠĆENJU  
ZRAKA IZ 1979. GODINE**

**Članak 1.**

Potvrđuje se Protokol o nadzoru emisija dušikovih oksida ili njihovih prekograničnih strujanja uz Konvenciju o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979. godine, sastavljen u Sofiji, 31. listopada 1988. godine, u izvorniku na engleskom, francuskom i ruskom jeziku.

**Članak 2.**

Tekst Protokola iz članka 1. ovoga Zakona, u izvorniku na engleskom jeziku i u prijevodu na hrvatski jezik, glasi:

**PROTOKOL O NADZORU EMISIJA DUŠIKOVIH OKSIDA ILI NJIHOVIH  
PREKOGRANIČNIH STRUJANJA UZ KONVENCIJU O DALEKOSEŽNOM  
PREKOGRANIČNOM ONEČIŠĆENJU ZRAKA IZ 1979. GODINE**

Stranke,

Odlučne u provedbi Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka,

Zabrinute jer trenutne emisije onečišćujućih tvari uzrokuju štetu prirodnim bogatstvima koja su od životne važnosti za okoliš i gospodarstvo u izloženim dijelovima Europe i Sjeverne Amerike,

Znajući da je Izvršno tijelo Konvencije na svojoj drugoj sjednici prepoznalo potrebu učinkovitog smanjenja ukupnih godišnjih emisija dušikovih oksida iz stacionarnih i pokretnih izvora ili njihovih prekograničnih strujanja do 1995. godine te potrebu od strane drugih država koje su već postigle napredak u smanjenju tih emisija, da održavaju i provjeravaju svoje standarde za emisiju dušikovih oksida,

Uzimajući u obzir postojeće znanstvene i tehničke podatke o emisijama, atmosferskim kretanjima i učincima dušikovih oksida i njihovih sekundarnih produkata na okoliš, kao i podatke o tehnologijama nadzora,

Svjesne da se negativne posljedice emisija dušikovih oksida na okoliš razlikuju među zemljama,

Odlučne poduzeti učinkovito djelovanje za nadzor i smanjenje domaćih godišnjih emisija dušikovih oksida ili njihovih prekograničnih strujanja, osobito primjenom prikladnih domaćih standarda za emisije iz novih pokretnih i veliki novih stacionarnih izvora, te kroz rekonstrukcije postojećih velikih stacionarnih izvora,

Prepoznajući da se znanstvene i tehničke spoznaje o ovim pitanjima razvijaju i da će biti potrebno uzeti taj razvoj u obzir pri razmatranju djelovanja ovoga Protokola i odlučivanja o daljnjim aktivnostima,

Imajući u vidu da je cilj izrade pristupa utemeljenog na kritičnim opterećenjima uspostava znanstvene osnove usmjerene na posljedice, a o kojoj treba voditi računa pri budućem razmatranju djelovanje ovog Protokola i donošenju odluke o daljnjim međunarodno dogovorenim mjerama za ograničenje i smanjenje emisija dušikovih oksida ili njihovih prekograničnih strujanja,

Prepoznajući da će brzo razmatranje postupaka za osiguranje povoljnijih uvjeta za razmjenu tehnologije doprinijeti učinkovitom smanjenju emisija dušikovih oksida na području Komisije,

Cijeneći uzajamne napore koje je poduzelo nekoliko zemalja radi provedbe trenutačnog i značajnog smanjenja godišnjih nacionalnih emisija dušikovih oksida,

Potvrđujući mjere koje su neke zemlje već poduzele, a koje su pokazale učinke smanjenje emisija dušikovih oksida,

Sporazumjele su se kako slijedi:

## Članak 1.

### Definicije

U svrhe ovoga Protokola,

1. "Konvencija" znači Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka, usvojena u Ženevi 13. studenog 1979. godine;
2. "EMEP" znači Program suradnje na praćenju i procjeni dalekosežnoga prijenosa onečišćujućih tvari u zraku u Europi;
3. "Izvršno tijelo" znači Izvršno tijelo Konvencije, sastavljeno sukladno članku 10., stavku 1. Konvencije;
4. "Zemljopisni obuhvat EMEP-a" znači područje određeno člankom 1., stavkom 4., Protokola uz Konvenciju o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979. godine o dugoročnom financiranju Programa suradnje na praćenju i procjeni dalekosežnoga prijenosa onečišćujućih tvari u zraku u Europi (EMEP), usvojenoga u Ženevi 28. rujna 1984. godine;
5. „Stranke” znači, ukoliko kontekst ne zahtijeva drukčije, stranke ovoga Protokola;
6. "Komisija" znači Gospodarska komisija Ujedinjenih naroda za Europu;
7. "Kritično opterećenje" označava kvantitativnu procjenu izloženosti jednoj ili više onečišćujućih tvari ispod koje, prema sadašnjim spoznajama, ne dolazi do nikakvih značajnih štetnih posljedica na utvrđene osjetljive sastavnice okoliša;
8. "Glavni postojeći stacionarni izvor" znači svaki postojeći stacionarni izvor toplinske snage najmanje 100 MW,
9. „Glavni novi stacionarni izvor“ znači svaki novi stacionarni izvor toplinske snage najmanje 100 MW;
10. „Kategorija glavnog izvora“ znači svaku kategoriju izvora koji ispušta ili može ispuštati onečišćujuće tvari u zrak u obliku dušikovih oksida, uključujući kategorije navedene u tehničkom dodatku, i koje sudjeluju s najmanje 10 posto u ukupnim godišnjim nacionalnim emisijama

dušikovih oksida, izmjerenim ili izračunatim u prvoj kalendarskoj godini nakon datuma stupanja na snagu ovog Protokola te svake četvrte godine nakon toga;

11. „Novi stacionarni izvor“ znači svaki stacionarni izvor čija je izgradnja ili znatna preinaka započela po isteku dvije godine od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola;

12. "Novi pokretni izvor" znači svako motorno vozilo ili drugi pokretni izvor koji je proizveden po isteku dvije godine od datum stupanja na snagu ovoga Protokola.

## Članak 2.

### Temeljne obveze

1. Stranke će, što je moguće prije i kao prvi korak, poduzeti učinkovite mjere nadzora i/ili smanjenja svojih godišnjih nacionalnih emisija dušikovih oksida ili njihovih prekograničnih strujanja, tako da one najkasnije do 31. prosinca 1994. godine ne prekorače godišnje nacionalne emisije dušikovih oksida ili prekograničnih strujanja takvih emisija iz kalendarske 1987. godine ili bilo koje prethodne godine koja će biti utvrđena nakon potpisivanja ili pristupa Protokolu, pod uvjetom da osim toga, u odnosu na svaku stranku koja navede tu prethodnu godinu, njezina nacionalna prosječna godišnja prekogranična strujanja ili nacionalne prosječne godišnje emisije dušikovih oksida za razdoblje od 1. siječnja 1987. do 1. siječnja 1996. godine ne prekorače prekogranična strujanja ili nacionalne emisije iz kalendarske 1987. godine.

2. Nadalje, nakasnije dvije godine nakon datuma stupanja na snagu ovog Protokola, stranke će naročito:

(a) primjenjivati nacionalne standarde emisija na glavne nove stacionarne izvore i/ili kategorije izvora i na znatno preinačene stacionarne izvore iz kategorije glavnih izvora, na osnovi najboljih raspoloživih ekonomski izvedivih tehnologija uzimajući u obzir tehnički dodatak;

(b) primjenjivati nacionalne standarde emisija na nove pokretne izvore iz svih kategorija glavnih izvora, na osnovi najbolje raspoloživih ekonomski izvedivih tehnologija, uzimajući u obzir tehnički dodatak i relevantne odluke usvojene u okviru Povjerenstva Komisije za unutarnji promet;

(c) uvoditi mjere nadzora onečišćenja za glavne postojeće stacionarne izvore, vodeći računa o tehničkom dodatku i značajkama postrojenja, njegovoj starosti i stupnju iskorištenosti te o potrebi da se izbjegnu neželjeni prekidi u radu.

3. (a) Stranke će, kao drugi korak, najkasnije šest mjeseci od datuma stupanja na snagu ovog Protokola, započeti s pregovorima o daljnjim koracima za smanjenje nacionalnih godišnjih emisija dušikovih oksida ili prekograničnih strujanja takvih emisija, vodeći računa o najboljim raspoloživim znanstvenim i tehnološkim dostignućima, međunarodno prihvaćenim kritičnim opterećenjima i drugim elementima koji proizlaze iz programa rada utvrđenog u članku 6;

(b) U tu svrhu, stranke će surađivati radi uspostavljanja:

- (i) kritičnih opterećenja;
- (ii) smanjenja nacionalnih godišnjih emisija dušikovih oksida ili njihovih prekograničnih strujanja, što se zahtijeva radi postizanja dogovorenih ciljeva utemeljenih na kritičnim opterećenjima; i
- (iii) mjera i vremenskog rasporeda za ostvarenje takvih smanjenja, s početkom najkasnije 1. siječnja 1996. godine.

4. Stranke mogu poduzeti strože mjere od onih zahtijevanih ovim člankom.

### Članak 3.

#### Razmjena tehnologije

1. Stranke će, sukladno njihovim nacionalnim zakonima, propisima i praksi, poboljšati razmjenu tehnologije radi smanjenja emisija dušikovih oksida, osobito putem promicanja:

- (a) komercijalne razmjene raspoložive tehnologije;
- (b) izravnih industrijskih kontakata i suradnje, uključujući zajednička ulaganja;
- (c) razmjene informacija i iskustava; i
- (d) pružanje tehničke pomoći.

2. U promicanju aktivnosti navedenih u alinejama (a) do (d) gornjeg stavka, stranke će stvoriti povoljne uvjete omogućujući kontakte i suradnju među odgovarajućim organizacijama i pojedincima iz privatnog i javnog sektora koji mogu osigurati tehnologiju, usluge projektiranja i konstruiranja, opremu ili financijska sredstva.

3. Najkasnije šest mjeseci od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola stranke će započeti s preispitivanjem postupaka za stvaranje povoljnih uvjeta za razmjenu tehnologije za smanjenje emisije dušikovih oksida.

### Članak 4.

#### Bezolovno gorivo

Stranke će, što je moguće prije i najkasnije dvije godine od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola, učiniti bezolovno gorivo dovoljno dostupnim, a naročito kao minimum duž glavnih međunarodnih tranzitnih pravaca, kako bi se omogućilo kretanje vozilima opremljenim katalizatorima.

### Članak 5.

#### Postupak razmatranja

1. Stranke će redovito revidirati ovaj Protokol, vodeći računa o najboljim raspoloživim znanstvenim spoznajama i tehnološkom razvoju.
2. Prvo razmatranje obaviti će se najkasnije godinu dana od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola.

## Članak 6.

### Aktivnosti koje treba poduzeti

Stranke će dati visoku prednost istraživanju i praćenju koje se odnosi na razvoj i primjenu pristupa utemeljenog na kritičnim opterećenjima, kako bi se na znanstvenoj osnovi odredila potrebna smanjenja emisija dušikovih oksida. Stranke će, naročito putem domaćih ili međunarodnih istraživačkih programa, Planom rada Izvršnog tijela i drugim programima suradnje u okviru Konvencije nastojati:

(a) utvrditi i kvantificirati posljedice emisija dušikovih oksida na ljude, biljni i životinjski svijet, vode, tlo i materijale, vodeći računa o utjecaju dušikovih oksida iz drukčijih izvora od atmosferskog taloženja;

(b) odrediti zemljopisnu raspodjelu osjetljivih područja;

(c) razvijati mjerenja i modele izračuna, uključujući usklađene metodologije za izračun emisija, kvantificirati dalekosežni prijenos dušikovih oksida i relevantnih onečišćujućih tvari;

(d) poboljšati procjene izvršenja i troškova tehnologija za nadzor emisija dušikovih oksida te pratiti razvoj poboljšanih i novih tehnologija; i

(e) razvijati, u kontekstu pristupa utemeljenog na kritičnim opterećenjima, metode za objedinjavanje znanstvenih, tehničkih i ekonomskih podataka radi utvrđivanja odgovarajuće strategije nadzora.

## Članak 7.

### Nacionalni programi, politike i strategije

Stranke će, bez nepotrebnog odgađanja, izraditi nacionalne programe, politike i strategije za provedbu obveza iz ovoga Protokola, koji će služiti kao sredstvo za nadzor i smanjenje emisija dušikovih oksida ili njihovih prekograničnih strujanja.

## Članak 8.

### Razmjena informacija i godišnje izvješćivanje

1. Stranke će razmjenjivati informacije izvještavajući Izvršno tijelo o nacionalnim programima, politikama i strategijama koje su izradile sukladno članku 7. i godišnjim izvješćivanjem o ostvarenom napretku i svakoj promjeni tih programa, politika i strategija, a naročito o:

(a) razinama nacionalnih godišnjih emisija dušikovih oksida i na osnovi čega su izračunate;

(b) napretku u primjeni nacionalnih standarda emisija zahtijevanih sukladno članku 2. alinejama 2(a) i 2(b), nacionalnim standardima emisija koji se primjenjuju ili će se primjenjivati te o izvorima i/ili kategorijama izvora na koje se odnose;

(c) napretku u uvođenju mjera za nadzor onečišćenja sukladno članku 2. alineji 2(c), izvorima na koje se odnose i mjerama koje su uvedene ili će se uvesti;

(d) napretku u dostupnosti bezolovnog goriva;

(e) mjerama koje se poduzimaju radi omogućivanja razmjene tehnologije;

(f) napretku o utvrđivanju kritičnih opterećenja.

2. Takve informacije treba, koliko je god to moguće, dostavljati sukladno jedinstvenom okviru za izvješćivanje.

### Članak 9.

#### Izračuni

EMEP će, koristeći pogodne modele i pravodobno uoči godišnjih zasjedanja Izvršnog tijela, pružiti Izvršnom tijelu izračune bilance dušika kao i prekograničnih strujanja i taloženja dušikovih oksida u zemljopisnom obuhvatu EMEP-a. U područjima izvan zemljopisnog obuhvata EMEP-a koristit će se modeli pogodni s obzirom na specifične okolnosti stranaka Konvencije.

### Članak 10.

#### Tehnički dodatak

Tehnički dodatak ovom Protokolu ima karakter preporuke. On je sastavni dio Protokola.

### Članak 11.

#### Izmjene i dopune Protokola

1. Svaka stranka može predložiti izmjene i dopune ovoga Protokola.

2. Predložene izmjene i dopune u pisanom obliku podnose se Izvršnom tajniku Komisije, koji će iste priopćiti svim strankama. Izvršno tijelo će razmotriti predložene izmjene i dopune na svojem idućem godišnjem zasjedanju, pod uvjetom da je Izvršni tajnik strankama priopćio prijedloge najmanje devedeset dana unaprijed.

3. Izmjene i dopune Protokola, koje nisu izmjene i dopune njegovog Tehničkog dodatka, usvojit će se konsenzusom stranaka prisutnih na zasjedanju Izvršnoga tijela, a za stranke koje su ih prihvatile stupit će na snagu devedesetoga dana nakon datuma kada je dvije trećine stranaka položilo svoje isprave o prihvatu navedenih izmjena i dopuna. Izmjene i dopune stupaju na snagu za bilo koju stranku koja ih je prihvatila, nakon što je dvije trećine stranaka položilo svoje isprave o prihvatu izmjena i dopuna, devedesetoga dana nakon datuma kada je ta stranka položila svoju ispravu o prihvatu izmjena i dopuna.

4. Izmjene i dopune Tehničkog dodatka usvojit će se konsenzusom stranaka prisutnih na zasjedanju Izvršnoga tijela, a stupaju na snagu trideset dana od datuma kada su priopćene, sukladno stavku 5. ovog članka.

5. Izvršni tajnik će izmjene i dopune iz stavka 3. i 4. ovog članka nakon usvajanja, što je moguće prije, priopćiti svim strankama.

## Članak 12.

### Rješavanje sporova

U slučaju spora između dviju ili više stranaka u vezi s tumačenjem ili primjenom ovoga Protokola, stranke će zatražiti rješenje spora putem pregovora ili putem bilo kojih drugih načina rješavanja sporova koji su prihvatljivi strankama u sporu.

## Članak 13.

### Potpisivanje

1. Ovaj će Protokol biti otvoren za potpisivanje u Sofiji od 1. studenoga 1988. godine do uključujući 4. studenoga 1988. godine, a potom u sjedištu Ujedinjenih naroda u New Yorku do 5. svibnja 1989. godine, državama članicama Komisije, kao i državama sa savjetodavnim statusom pri Komisiji, sukladno stavku 8. Rezolucije br. 36 (IV) Gospodarskog i socijalnog vijeća od 28. ožujka 1947. godine, te od strane regionalnih organizacija za gospodarske integracije koje čine suverene države članice Komisije, ovlaštene za pregovaranje, sklapanje i primjenu međunarodnih ugovora u pitanjima obuhvaćenima Protokolom, pod uvjetom da su države i organizacije o kojima je riječ stranke Konvencije.

2. U pitanjima unutar njihovih ovlasti, takve će regionalne organizacije za gospodarsku integraciju, u svoje ime ostvarivati prava i ispunjavati obveze što ih ovaj Protokol dodjeljuje njihovim državama članicama. U takvim slučajevima države članice navedenih organizacija neće moći pojedinačno ostvarivati ta prava.



#### Članak 14.

##### Ratifikacija, prihvata, odobrenje i pristup

1. Ovaj Protokol podliježe ratifikaciji, prihvatu ili odobrenju od strane potpisnica.
2. Ovaj će Protokol biti otvoren za pristup od 6. svibnja 1989. godine državama i organizacijama na koje se odnosi članak 13. stavak 1.
3. Država ili organizacija koja pristupa ovom Protokolu nakon 31. prosinca 1993. godine može primijeniti članke 2. i 4. najkasnije do 31. prosinca 1995. godine.
4. Isprave o ratifikaciji, prihvatu, odobrenju ili pristupu polažu se kod glavnog tajnika Ujedinjenih naroda koji obavlja dužnosti depozitara.

#### Članak 15.

##### Stupanje na snagu

1. Ovaj Protokol stupa na snagu devedesetoga dana nakon datuma polaganja šesnaeste isprave o ratifikaciji, prihvatu, odobrenju ili pristupu.
2. Za svaku državu i organizaciju navedenu u članku 13. stavku 1. koja ratificira, prihvati ili odobri ovaj Protokol, ili istom pristupi nakon polaganja šesnaeste isprave o ratifikaciji, prihvatu, odobrenju ili pristupu, Protokol stupa na snagu devedesetoga dana nakon datuma kada takva stranka položi svoju ispravu o ratifikaciji, prihvatu, odobrenju ili pristupu.

#### Članak 16.

##### Povlačenje

U bilo kojem trenutku nakon pet godina od datuma kada je ovaj Protokol stupio na snagu za stranku, ta se stranka može iz njega povući pisanom obaviješću depozitaru. Svako takvo povlačenje stupa na snagu devedesetoga dana nakon datuma kada je depozitar zaprimio obavijest ili nekog kasnijeg datuma naznačenog u obavijesti o povlačenju.

#### Članak 17.

##### Vjerodostojni tekstovi

Izvornik ovog Protokola, čiji su engleski, francuski i ruski tekst jednako vjerodostojni, polaže se kod glavnog tajnika Ujedinjenih naroda.

U POTVRDU TOGA su niže potpisani, u tu svrhu propisno ovlašteni, potpisali ovaj Protokol.

SASTAVLJENO u Sofiji, tridesetprvog dana mjeseca listopada tisuću devetsto osamdeset i osme godine.

## TEHNIČKI DODATAK

1. Svrha ovog dodatka je pružiti strankama Konvencije smjernice za utvrđivanje načina i tehnika nadzora NO<sub>x</sub> koje će im omogućiti provedbu njihovih obveza iz Protokola.
2. Dodatak se temelji na informacijama o načinima i tehnikama za smanjenje emisije NO<sub>x</sub>, te njihovoj iskoristivosti i troškovima sadržanima u službenim dokumentima Izvršnog tijela i njegovih pomoćnih tijela, dokumentima ECE Odbora za unutarnji transport i njegovih pomoćnih tijela, te na dodatnim informacijama dobivenih od ovalštenih vladinih stručnjaka.
3. Dodatak se odnosi na nadzor emisija NO<sub>x</sub> koje se smatraju zbrojem dušikovih oksida (NO) i dušikovog dioksida (NO<sub>2</sub>) izraženih kao NO<sub>2</sub>, te navodi brojne mjere i tehnike za smanjenje NO<sub>x</sub> u širokom rasponu troškova i učinkovitosti. Ukoliko nije drukčije navedeno, smatra se da su ove tehnike utemeljene na pouzdanim radnim iskustvima stečenim, u velikom broju slučajeva, tijekom pet ili više godina. Međutim, ne može se smatrati iscrpnim navođenjem svih mogućnosti nadzora; njegov je cilj dati smjernice strankama za utvrđivanje najboljih raspoloživih i ekonomski izvedivih tehnologija kao osnove za nacionalne standarde emisija i uvođenje mjera nadzora onečišćenja.
4. Izbor mjera za nadzor onečišćenja u svakom pojedinačnom slučaju ovisit će o brojnim čimbenicima, uključujući relevantna zakonska i regulatorna rješenja, strukturu primarne energije, industrijsku infrastrukturu i gospodarske prilike u dotičnoj državi stranki, te u slučaju stacionarnih izvora, specifične okolnosti postrojenja. Također treba imati na umu da su izvori NO<sub>x</sub> često izvor drugih onečišćujućih tvari, kao što su sumporovi oksidi (SO<sub>x</sub>), hlapivi organski spojevi (HOS-evi) i krute čestice. Pri utvrđivanju mogućnosti nadzora takvih izvora, sve emisije onečišćujuće emisije treba promatrati zajedno kako bi se postigao maksimalni učinak ublaženja i utjecaj izvora na okoliš sveo na najmanju mjeru.
5. Dodatak odražava razinu spoznaja i iskustava o mjerama nadzora NO<sub>x</sub>, uključujući rekonstrukciju, postignutu kod stacionarnih izvora do 1992. godine, te do 1994. godine kod pokretnih izvora. Budući da se ove spoznaje i iskustva stalno proširuju, naročito kod novih vozila obuhvaćenih tehnologijom niske emisije i razvojem alternativnih goriva, kao i preinakama i drugim strategijama za postojeća vozila, dodatak je potrebno redovito osuvremenjivati i dopunjavati.

I. TEHNOLOGIJE NADZORA EMISIJA NO<sub>x</sub> IZ STACIONARNIH IZVORA

6. Izgaranje fosilnih goriva glavni je izvor antropogenih emisija NO<sub>x</sub> iz stacionarnih izvora. Osim toga, neki procesi bez izgaranja mogu značajno pridonijeti emisijama. Glavne kategorije emisija NO<sub>x</sub> iz stacionarnih izvora koje se temelje na EMEP/CORINAIR 90, obuhvaćaju:
  - (a) Javne elektrane, kogeneracijska postrojenja i toplane područnog grijanja:
    - (i) ložišta;
    - (ii) stacionarne turbine za izgaranje i motori s unutarnjim izgaranjem;
  - (b) Komercijalna, institucionalna i stambena postrojenja za izgaranje:
    - (i) komercijalna ložišta;

- (ii) ložišta u kućanstvima;
- (c) Industrijska postrojenja za izgaranje i procesi sa izgaranjem:
  - (i) ložišta i procesni grijači (bez izravnog kontakta između dimnog plina i proizvoda);
  - (ii) procesi (direktni kontakt); (npr. procesi kalcinacije u rotacijskim pećima, proizvodnja cementa, vapna itd., proizvodnja stakla, metalurški procesi, proizvodnja celuloze);
- (d) Proces bez izgaranja, npr. proizvodnja dušične kiseline;
- (e) Vađenje, prerada i distribucija fosilnih goriva;
- (f) Obrada i odlaganje otpada, npr. spaljivanje komunalnog i industrijskog otpada.

7. Na području koje obuhvaća Gospodarska komisija za Europu (ECE), na procese sa izgaranjem (kategorije (a), (b), (c)) otpada 85 % emisija NO<sub>x</sub> iz stacionarnih izvora. Na procese bez izgaranja, npr. proizvodne procese, otpada 12 %, dok na vađenje, preradu i distribuciju fosilnih goriva otpada 3 % ukupne količine emisija NO<sub>x</sub>. Premda u mnogim zemljama koje obuhvaća Gospodarska komisija za Europu (ECE) najveći doprinos emisijama NO<sub>x</sub> iz stacionarnih izvora daju elektrane iz kategorije (a), cestovni promet je uobičajeni najveći pojedinačni izvor emisija NO<sub>x</sub>, ali raspodjela emisija varira među strankama Konvencije. Pored toga, treba obratiti pozornost i na industrijske izvore.

#### OPĆE MOGUĆNOSTI SMANJENJA EMISIJA NO<sub>x</sub> IZ IZGARANJA

8. Općenite mogućnosti smanjenja emisija NO<sub>x</sub> su:

- (a) Mjere gospodarenja energijom:<sup>1/</sup>
  - (i) štednja energije,
  - (ii) diverzifikacija energije,
- (b) Tehničke mogućnosti:
  - (i) zamjena/pročišćavanje goriva;
  - (ii) druge tehnologije izgaranja;
  - (iii) preinake procesa i izgaranja;
  - (iv) obrada dimnog plina.

9. Za postizanje najučinkovitijeg programa smanjenja emisija NO<sub>x</sub> potrebno je uz mjere navedene pod (a), razmotriti kombinaciju tehničkih mogućnosti naznačenih pod (b). Nadalje, pri kombiniranju preinake izgaranja i obrade dimnih plinova naročito treba procijeniti posebnosti lokacije.

10. U nekim slučajevima, varijante za smanjenje emisije NO<sub>x</sub> mogu dovesti i do smanjenja emisija CO<sub>2</sub> i SO<sub>2</sub> te drugih onečišćujućih tvari.

#### Štednja energije

11. Racionalno korištenje energije (povećana energetska efikasnost/vođenje procesa, kogeneracijska postrojenja i/ili upravljanje potražnjom) obično dovodi do smanjenja emisija NO<sub>x</sub>.

#### Diverzifikacija energije

12. Općenito, emisije NO<sub>x</sub> moguće je smanjiti povećanjem udjela izvora koji stvaraju energiju bez izgaranja (npr. korištenje vode, nuklearne energije, vjetra itd.) u energetskej strukturi. Međutim, treba voditi računa o ostalim utjecajima na okoliš.

#### Zamjena/čišćenje goriva

13. Tablica 1. prikazuje razine nekontroliranih emisija NO<sub>x</sub> koje se mogu očekivati pri izgaranju fosilnih goriva u različitim sektorima.

14. Zamjena goriva (npr. goriva s visokim sadržajem dušika s onim niskog sadržaja ili ugljena s plinom) može dovesti do nižih emisija NO<sub>x</sub>, ali mogu postojati određena ograničenja, kao što su raspoloživost goriva s niskom emisijom (npr. prirodni plin na razini postrojenja) i mogućnost prilagodbe postojećih peći na NO<sub>x</sub> različita goriva. U mnogim zemljama koje obuhvaća ECE, neka postrojenja za izgaranje ugljena ili loživog ulja zamijenjena su postrojenjima za izgaranje plina.

15. Čišćenje goriva u svrhu uklanjanja dušika iz goriva nije ekonomična mogućnost. Međutim, sve šira primjena tehnologije krekiranja u rafinerijama također dovodi do smanjenja sadržaja dušika u krajnjem proizvodu.

#### Ostale tehnologije izgaranja

16. To su tehnologije izgaranja s povećanim toplinskim učinkom i smanjenim emisijama NO<sub>x</sub>. One obuhvaćaju:

- (a) kogeneracijsko korištenje plinskih turbina i motora;
- (b) izgaranje u fluidiziranom sloju (FCB): pjenušanje (BFBC) i cirkuliranje (CFBC);
- (c) kombinirani ciklus integriranog uplinjavanja (IGCC);
- (d) plinske turbine s kombiniranim ciklusom (CCGT).

17. Razine emisija za ove tehnike sažeto prikazuje tablica 1.

18. Stacionarne turbine za izgaranje također se mogu uključiti među postojeće konvencionalne elektrane (poznate kao *topping*). Ukupna učinkovitost može porasti za 5-6 %, ali ostvarljivo smanjenje NO<sub>x</sub> ovisit će o specifičnim uvjetima lokacije i goriva. Plinske turbine i plinski motori široko se primjenjuju u kogeneracijskim postrojenjima. Uobičajena postignuta ušteda energije iznosi 30%. Isto tako, primjena novih koncepta u izgaranju i tehnologiji sustava znatno je doprinjela smanjenju emisija NO<sub>x</sub>. Međutim, veći zahvati na postojećem sustavu ložišta postali su neophodni.

19. FBC je tehnologija izgaranja kojom se spaljuju antracit i lignit, ali se mogu spaljivati i druga kruta goriva kao što su naftni koks i goriva slabije kakvoće, primjerice otpad, treset i drvo. Osim toga, emisije se mogu smanjiti integriranom kontrolom izgaranja u sustavu. Noviji koncept FBC-a je izgaranje u fluidiziranom sloju pod tlakom (PFBC) i već se komercijalno primjenjuje za proizvodnju električne energije i topline. Ukupni instalirani kapacitet izgaranja u fluidiziranom sloju blizu je iznosa od oko 30.000 MW<sub>topl</sub> (250 do 350 postrojenja) uključujući 8.000 MW<sub>topl</sub> kapaciteta u rasponu iznad 50 MW<sub>topl</sub>.

20. IGCC uključuje uplinjavanje ugljena i kombinirani ciklus proizvodnje energije u plinskoj i parnoj turbini. Uplinjeni ugljen spaljuje se u komori za izgaranje u plinskoj turbini. Također, postoji tehnologija za ostatke teškog ulja i bitumensku emulziju. Instalirani kapacitet trenutno iznosi oko 1.000 MW<sub>el</sub> (5 postrojenja).

21. Trenutno se planiraju elektrane na plin s kombiniranim ciklusom, koje koriste napredne plinske turbine, energetske efikasnosti 48 - 52% i smanjenim emisijama NO<sub>x</sub>.

### Preinake procesa i izgaranja

22. To su mjere koje se koriste pri izgaranju radi smanjenja stvaranja NO<sub>x</sub>. Obuhvaćaju kontrolu omjera zraka pri izgaranju, temperature plamena, omjera goriva i zraka itd. Sljedeće tehnike izgaranja, bilo pojedinačno ili u kombinaciji, dostupne su za nove i postojeće instalacije. One se u velikoj mjeri primjenjuju u sektoru elektrana i nekim područjima industrijskog sektora:

- (a) izgaranje uz mali suvišak zraka (LEA); <sup>2/</sup>
- (b) smanjeno predgrijavanje zraka (RAP); <sup>2/</sup>
- (c) plamenik izvan funkcije (BOOS); <sup>2/</sup>
- (d) paljenje plamenika s pomakom (BBF); <sup>2/</sup>
- (e) plamenici s malim sadržajem NO<sub>x</sub> (LNB); <sup>2/, 3/</sup>
- (f) recirkulacija dimnog plina (FGR); <sup>3/</sup>
- (g) izgaranje u zraku iznad plamena (OFA); <sup>2/, 3/</sup>
- (h) smanjenje NO<sub>x</sub> ponovnim spaljivanjem u ložištu (IFNR); <sup>4/</sup>
- (i) ubrizgavanje vode/pare i slabo/prethodno umiješana kombinacija. <sup>5/</sup>

23. Razine emisija koje nastaju primjenom ovih tehnika sažeto prikazuje tablica 1. (uglavnom na osnovi iskustava u elektranama).

24. Preinake izgaranja stalno se razvijaju i optimaliziraju. Smanjenje NO<sub>x</sub> ponovnim spaljivanjem u ložištima ispituje se u nekim velikim oglednim elektranama, dok se osnovne preinake izgaranja uglavnom odnose na projektiranje ložišta i plamenika. Na primjer, suvremeni projekti ložišta obuhvaćaju otvore za izgaranje u zraku iznad plamena, dok su plinski/uljni plamenici opremljeni za recirkulaciju dimnog plina. Najnovija generacija plamenika s malim sadržajem NO<sub>x</sub> (LNB) kombinira stupnjevanje zraka i goriva. Zadnjih godina zabilježen je u zemljama članicama Gospodarske komisije za Europu (ECE) znatni porast rekonstrukcija velikih razmjera u svrhu preinake izgaranja. Do 1992. godine ukupno je instalirano oko 150.000 MW.

### Procesi obrade dimnih plinova

25. Svrha procesa obrade dimnih plinova jest uklanjanje već stvorenih NO<sub>x</sub>, te se također smatraju sekundarnim mjerama. Gdje god je to moguće, obično se u prvoj fazi smanjenja NO<sub>x</sub>, prije procesa obrade dimnih plinova, primjenjuju primarne mjere. Svi današnji procesi obrade dimnih plinova utemeljeni su na uklanjanju NO<sub>x</sub> pomoću suhih kemijskih procesa.

26. To su, kako slijedi:

- (a) selektivna katalitička redukcija (SCR);
- (b) selektivna nekatalitička redukcija (SNCR);
- (c) kombinirani procesi uklanjanja NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub>:
  - (i) proces s aktivnim ugljenom (AC);
  - (ii) kombinirano katalitičko uklanjanje NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub>.

27. Razine emisije za SCR i SNCR sažeto prikazuje tablica 1. Podaci se temelje na praktičnom iskustvu prikupljenom od brojnih postrojenja koja ih primjenjuju. Do 1991. godine je u europskom dijelu koje obuhvaća ECE izgrađeno oko 130 SCR postrojenja što odgovara 50.000 MW<sub>el</sub>, 12 SNCR instalacija (2.000 MW<sub>el</sub>), 1 AC postrojenje (250 MW<sub>el</sub>) i 2 kombinirana katalitička procesa (400 MW<sub>el</sub>). Učinkovitost uklanjanja NO<sub>x</sub> pomoću AC i kombiniranih katalitičkih procesa slična je kao kod SCR.

28. Tablica 1. također sažeto prikazuje troškove tehnologija koje se primjenjuju za uklanjanje NO<sub>x</sub>.

### TEHNIKE NADZORA U DRUGIM SEKTORIMA

29. Za razliku od većine procesa izgaranja, primjena preinaka izgaranja i/ili procesa u sektoru industrije ima mnoga ograničenja specifična za proces. Primjerice, u pećima za cement ili topljenje stakla potrebne su određene visoke temperature radi osiguranja kakvoće proizvoda. Tipične korištene preinake izgaranja su izgaranje u stupnjevima/plamenici za izgaranje s niskim sadržajem NO<sub>x</sub>, recirkulacija dimnih plinova i optimalizacija procesa (npr. predkalcinacija u pećima za cement).

30. Neki primjeri navedeni su u tablici 1.

### NUSPOJAVE / NUSPRODUKTI

31. Sljedeće nuspojave neće sprječiti primjenu bilo koje tehnologije ili metode, ali ih treba razmotriti kada postoji nekoliko mogućnosti za smanjenje NO<sub>x</sub>. Međutim, općenito se ove nuspojave mogu ograničiti ispravnim projektiranjem i načinom rada:

- (a) Preinake izgaranja:
- moguće smanjenje svekupne učinkovitosti;
  - povećano stvaranje CO i emisija ugljikovodika;
  - korozija uslijed reducirajuće atmosfere;
  - moguće stvaranje N<sub>2</sub>O u FBC sustavima;
  - moguće povećanje količine lebdećeg ugljenog pepela;
- (b) SCR:
- NH<sub>3</sub> u lebdećem pepelu;
  - stvaranje amonijevih soli u silaznim postrojenjima;
  - deaktivacija katalizatora;
  - povećana konverzija SO<sub>2</sub> u SO<sub>3</sub>.
- (c) SNCR:
- NH<sub>3</sub> u lebdećem pepelu;
  - stvaranje amonijevih soli u silaznim postrojenjima;
  - moguće stvaranje N<sub>2</sub>O.

32. U smislu nusprodukata, jedini relevantni produkti su deaktivirani katalizatori iz SCR procesa. Budući su klasificirani kao otpad, njihovo jednostavno odlaganje nije moguće, ali postoji mogućnost recikliranja.

33. Reagentska proizvodnja amonijaka i ureje za procese obrade dimnih plinova obuhvaća brojne odvojene korake koji zahtijevaju energiju i reaktante. Sustavi za uskladištenje amonijaka podliježu odgovarajućim propisima sigurnosti i projektirani su na način da funkcioniraju kao totalno zatvoreni sustavi, što dovodi do minimalnih emisija amonijaka. Međutim, korištenje NH<sub>3</sub> nije ugroženo čak ako se uzmu u obzir indirektna emisije koje se odnose na proizvodnju i prijenos NH<sub>3</sub>.

## PRAĆENJE I IZVJEŠĆIVANJE

34. Mjere koje se poduzimaju radi provedbe nacionalnih strategija i politike smanjenja onečišćenja zraka obuhvaćaju zakonska i regulacijska rješenja, ekonomske poticaje i restrikcije, kao i tehnološke zahtjeve (najbolja raspoloživa tehnologija).

35. Općenito, standardi za ograničenje emisija mogu se uspostaviti prema izvoru emisije, sukladno veličini postrojenja, načinu rada, tehnologiji izgaranja, vrsti goriva i ovisno o tome je li postrojenje novo ili postojeće. Alternativni, također primjenjiv pristup je određivanje cilja za smanjenje ukupne emisije NO<sub>x</sub> iz grupe postojećih izvora i omogućivanje strankama da izaberu gdje će poduzeti mjere za ostvarenje toga cilja (*bubble* koncept).

36. Ograničenje emisija NO<sub>x</sub> na razine koje su utvrđene nacionalnim zakonskim okvirom treba kontrolirati sustavom stalnog praćenja i izvješćivanja, te izvješćivati nadzorna tijela.



37. Na raspolaganju je nekoliko sustava za praćenje koji ujedno koriste metode stalnog i povremenog mjerenja. Međutim, zahtjevi pojedinih stranaka za kakvoćom variraju. Mjerenja trebaju obavljati kvalificirane ustanove pomoću odobrenih sustava mjerenja/praćenja. U tu svrhu najbolje osiguranje predstavlja sustav dodjele certifikata.

38. U okviru suvremenih sustava automatskog praćenja i opreme za procesnu kontrolu, izvješćivanje nije problem. Za prikupljanje podataka za daljnju upotrebu na raspolaganju je suvremena tehnika. Međutim, podaci koji se dostavljaju nadležnim tijelima razlikuju se među strankama. Kako bi se postigla bolja usporedljivost potrebno je uskladiti skupove podataka i propise. Usklađenost je također poželjna zbog osiguranja kvalitete sustava mjerenja/praćenja. O tome treba voditi računa pri uspoređivanju podataka od različitih stranaka.

39. Kako bi se izbjegle nepodudarnosti i nedosljednosti potrebno je točno utvrditi ključne elemente i parametre koji uključuju:

- Definirane standarde izražene kao ppmv, mg/m<sup>3</sup>, g/GJ, kg/h ili kg/t proizvoda. Većinu ovih jedinica treba izračunati i specificirati u smislu temperature plina, vlažnosti, tlaka, sadržaja kisika ili ulazne vrijednosti topline;
- Definirano vrijeme u kojem se mogu utvrditi prosječne vrijednosti standarda, izraženo u satima, mjesecima ili godinama;
- Definirano vrijeme prekida u radu i odgovarajuće interventne propise koji se odnose na zaobilaženje sustava za praćenje ili isključivanje instalacije;
- Definirane načine za nadoknađivanje podataka koji nedostaju ili su izgubljeni zbog prekida u radu opreme;
- Definirane skupine parametara koje treba mjeriti. Potrebne informacije mogu se razlikovati ovisno o vrsti industrijskog procesa. To također obuhvaća utvrđivanje smještanje mjernih točaka unutar sustava.

40. Potrebno je osigurati kontrolu kvalitete mjerenja.

## II. TEHNOLOGIJE ZA NADZOR EMISIJA NO<sub>x</sub> IZ POKRETNIH IZVORA

### GLAVNI EMITERI NO<sub>x</sub> IZ POKRETNIH IZVORA

41. Primarni pokretni izvori antropogenih emisija NO<sub>x</sub> uključuju:

Cestovna vozila:

- osobni automobili na benzinsko i dizelsko gorivo;
- lagana komercijalna vozila;
- teška radna vozila (HDV);
- motocikli i mopedi;
- traktori (poljoprivredni i šumarski).

Primjene vancestovnih motora:

- poljoprivredni, pokretni industrijski i građevinski strojevi.

Ostali pokretni izvori:

- željeznički promet;
- brodovi i ostala plovila;
- zrakoplovi.

42. Cestovni promet je glavni izvor antropogenih emisija NO<sub>x</sub> u mnogim ECE zemljama, s doprinosom od dvije trećine ukupnim nacionalnim emisijama. Sadašnja vozila na benzinsko gorivo doprinose dvije trećine ukupnim nacionalnih emisija NO<sub>x</sub> iz cestovnog prometa. Međutim, u nekoliko slučajeva emisije NO<sub>x</sub> iz prometa teških teretnih vozila premašuju opadajuće emisije iz osobnih automobila.

43. Mnoge zemlje su donijele propise koji ograničavaju emitiranje onečišćujućih tvari iz cestovnih vozila. Za necestovno korištenje vozila neke su zemlje ECE donijele standarde za emisije uključujući NO<sub>x</sub>, a ECE radi na izradi istih. Emisije NO<sub>x</sub> iz ovih drugih izvora mogu biti značajne.

44. Dok ne bude dostupni drugi podaci, ovaj dodatak usredotočen je isključivo na cestovni promet.

#### OPĆENI ASPEKTI TEHNOLOGIJE ZA NADZOR EMISIJA NO<sub>x</sub> IZ CESTOVNIH VOZILA

45. Cestovna vozila koja se navode u ovom dodatku su osobni automobili, laka komercijalna vozila, motocikli, mopedi i teška radna vozila.

46. Ovaj dodatak bavi se ujedno i novim i vozilima u upotrebi, pri čemu je pozornost prije svega usmjerena na kontrolu emisija NO<sub>x</sub> iz novih tipova vozila.

47. Navedeni iznosi troškova za razne tehnologije su očekivani proizvodni troškovi, a ne maloprodajne cijene.

48. Važno je osigurati praktičnu provedbu standarda emisije za nova vozila. To se može učiniti programom pregleda i održavanja, osiguranjem sukladnosti proizvodnje, punim vijekom trajanja, garancijama za dijelove koji služe za kontrolu emisije i povlačenjem neispravnih vozila.

49. Fiskalne olakšice mogu potaknuti ubrzano uvođenje tražene tehnologije. Preinake su od ograničene koristi za smanjenje NO<sub>x</sub> i nije ih moguće primjeniti više nego na mali postotak voznog parka.

50. Tehnologije ugradnje katalizatora na benzinske motore na paljenje svjećicom zahtijevaju korištenje bezolovnog goriva koje bi trebalo biti široko dostupno. Upotreba tehnologija naknadne obrade u dizelskim motorima kao što su oksidacijski katalizatori ili odvajači krutih čestica zahtijeva korištenje goriva s malim sadržajem sumpora (maksimalno 0,05 posto sadržaja S).

51. Upravljanje gradskim i daljinskim prometom, iako nije obrađeno u ovom dodatku bitno je kao djelotvorni dodatni pristup smanjenju emisija uključujući i NO<sub>x</sub>. Mjere za smanjenje emisija NO<sub>x</sub> i drugih onečišćujućih tvari u zraku mogu obuhvaćati provedbu ograničenja brzine i učinkovito upravljanje prometom. Ključne mjere za upravljanje prometom imaju usmjerene su ka promjenama u podjeli na javni i daljinski prijevoz, osobito u osjetljivim područjima kao što su gradovi ili Alpe, na način da se prijevoz sa cesta preusmjeri na željeznicu, korištenjem taktičnih, strukturalnih, financijskih i restriktivnih elemenata, a također i optimalizacijom logistike u sustavu dostave. One će također biti korisne protiv drugih štetnih posljedica širenja prometa kao što su buka, zagušenja itd.

52. Postoje razne tehnologije i projektne opcije koje omogućavaju istodobnu kontrolu različitih nečišćujućih tvari. Kod nekih primjena postignuti su suprotni efekti (npr. nekatalitički benzinski ili dizelski motori) pri smanjenju emisija NO<sub>x</sub>. To se može promijeniti primjenom novih tehnologija (npr. uređaji i elektronika za čišćenje poslije obrade). U strategiji suzbijanja emisije NO<sub>x</sub> iz dizelskih vozila, također ulogu mogu imati promjene u sastavu dizelskog goriva i gorivo koje sadrži aditive za smanjenje emisije NO<sub>x</sub> nakon izgaranja.

## TEHNOLOGIJE ZA NADZOR EMISIJA NO<sub>x</sub> IZ CESTOVNIH VOZILA

### Osobni automobili na benzinsko i dizelsko gorivo i laka komercijalna vozila

53. Glavne tehnologije za nadzor emisije NO<sub>x</sub> navedene su u tablici 2.

54. Osnova za usporedbu u tablici 2. je tehnološka opcija B koja predstavlja nekatalitičku tehnologiju razvijenu kao odgovor na zahtjeve Sjedinjenih Država iz 1973./1974. godine ili ECE propis 15-046/ Europske gospodarske komisije sukladno Sporazumu o prihvaćanju jedinstvenih uvjeta za odobravanje i uzajamno priznavanje odobrenja za opremu i dijelove motornih vozila iz 1958. godine. U tablici su također prikazane i tipične razine emisija za katalitički nadzor pri otvorenoj i zatvorenoj petlji koje se mogu postići, kao i troškove koji iz toga proizlaze.

55. „Nekontrolirana“ razina (A) u tablici 2. odnosi se na stanje iz 1970. godine na ECE području, ali još uvijek može prevladavati u nekim područjima.

56. Razina emisije u tablici 2. odražava emisije mjerene standardnim postupkom ispitivanja. Emisije iz vozila na cestama mogu se razlikovati zbog djelovanja, između ostalog, okolne temperature, radnih uvjeta (osobito pri većoj brzini), svojstava goriva i održavanja. Međutim, potencijal smanjenja naveden u tablici 2. smatra se reprezentativnim za smanjenja koja se mogu postići u praksi.

57. Trenutno najučinkovitija raspoloživa tehnologija za smanjenje NO<sub>x</sub> jest opcija E. Ovom tehnologijom postižu se velika smanjenja emisija NO<sub>x</sub>, hlapivih organskih supstanci (HOS-eva) i CO.

58. Kao odgovor na regulatorne programe za daljnje smanjenje emisija NO<sub>x</sub> (npr. vozila s malom emisijom u Kaliforniji) razvijeni su napredni trostazni katalizatori sa zatvorenom petljom

(opcija F). Ova poboljšanja usredotočena su na upravljanje motorom, vrlo preciznu kontrolu omjera zraka i goriva, veće opterećenje katalizatora, ugrađene dijagnostičke sustave (OBD) i druge napredne mjere kontrole.

### Motocikli i mopedi

59. Premda su stvarne emisije NO<sub>x</sub> iz motocikala i mopeda vrlo male (npr. kod dvotaktnih motora), njihove emisije NO<sub>x</sub> ipak treba uzeti u obzir. Dok će mnoge stranke Konvencije ograničiti emisije HOS-eva iz ovih vozila, njihove emisije NO<sub>x</sub> mogu rasti (npr. kod četverotaktnih motora). Općenito, primjenjuju se iste tehnološke opcije kako je opisano kod osobnih automobila na benzinsko gorivo. Strogi standardi emisija NO<sub>x</sub> već se provode u Austriji i Švicarskoj.

### Teška radna vozila na dizelsko gorivo

60. U tablici 3. prikazane su tri tehnološke opcije. Osnovna izvedba motora je dizelski motor s turbo-kompresorom. Trend je izrada motora s turbo-kompresorom i međuhlađenjem, naprednim sustavima ubrizgavanja goriva i elektroničkom kontrolom. Ovaj trend može imati potencijal za poboljšanje osnovnih karakteristika potrošnje goriva. Usporedne procjene za potrošnju goriva nisu obuhvaćene.

## TEHNIKE ZA NADZOR VOZILA U UPOTREBI

### Puni vijek trajanja, povlačenje i garancija

61. Radu unapređivanje sustava trajne kontrole emisije, treba obratiti pozornost na standarde emisije koji u „punom vijeku trajanja“ vozila ne smiju biti prekoračeni. Programi nadzora su potrebni radi ojačavanja ovog zahtjeva. Prema takvim programima, proizvođači su dužni povući vozila koja ne udovoljavaju zahtjevanim standardima. Kako bi se osiguralo da vlasnik nema problema vezanih za proizvodnju, proizvođači trebaju pružiti garancije za dijelove koji služe kontroli emisije.

62. Ne smije biti nijedan uređaj koji će umanjiti učinkovitost ili isključiti sustave za kontrolu emisija u svim radnim uvjetima, osim uvjeta koji su neophodni za normalni rad (npr. hladni start).

### Pregled i održavanje

63. Program pregleda i održavanja ima važnu sekundarnu funkciju. Njime se potiče redovno održavanje i sprječavaju vlasnici vozila da samoinicijativno popravljaju uređaje ili onemogućuju kontrolu emisije, kako direktnom provedbom tako i javnim informiranjem. Pregledom treba potvrditi da su kontrole emisije u izvornim postavkama. Također treba provjeriti nisu li uklonjeni sustavi za kontrolu emisije.

64. Poboljšano praćenje karakteristika kontrole emisije moguće je postići s ugrađenim dijagnostičkim sustavima (OBD) koji bilježe rad dijelova za kontrolu emisije, pohranjuju kodove o poremećajima radi daljnjeg ispitivanja te u slučaju kvara upozoravaju vozača na potrebu popravka.

65. Programi pregleda i održavanja mogu biti korisni za sve vrste nadzornih tehnologija jer osiguravaju da se nova vozila održavaju. Kod vozila s katalizatorima bitno je osigurati održavanje proizvođačkih specifikacija i postavki novih vozila, kako bi se izbjeglo pogoršanje svih glavnih onečišćujućih tvari uključujući NOx.

#### Napomene

- 1/ Opcije (a) (i), (ii) ugrađene su u energetska strukturu/politiku stranke. Ovdje nisu uzeti u obzir status provedbe, učinkovitost i troškovi po sektoru.
- 2/ Tipične mjere rekonstrukcije, ograničene u učinkovitosti i provedbi.
- 3/ Sadašnja razina novih postrojenja.
- 4/ Provođa se za pojedinačna velika komercijalna postrojenja; operativno iskustvo još je uvijek ograničeno.
- 5/ Za turbine za izgaranje.
- 6/ Zamijenjeno propisom broj 83.

Tablica 1.

Kategorija izvora (i): električna energija, kogeneracijska postrojenja i područno grijanje

Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa i izgaranja			Obrada dimnih plinova					
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)		
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>
Ložišta:											
ugljen, WBB <sup>4/</sup>	1500-2200	530-770	1000-1800	350-630	3-25	nema podataka		nema podataka	< 200	< 70	50-100 (125-200) <sup>12/</sup>
ugljen, DBB <sup>5/</sup>	800-1500	280-530	300-850	100-300	3-25	200-400	70-140	9-11	< 200	< 70	50-100 (125-200) <sup>12/</sup>
smeđi ugljen <sup>5/</sup>	450-750	189-315	190-300	80-126	30-40	< 200	< 84		< 200	< 85	80-100
teško ulje <sup>6/</sup>	700-1400	140-400	150-500	40-140	do 20	175-250	50-70	6-8	< 150	< 40	50-70
lako ulje <sup>6/</sup>	350-1200	100-332	100-350	30-100	do 20	nema podataka		6-8	< 150	< 40	50-70
BE <sup>14/</sup>	800		nema podataka		nema podataka	nema podataka					nema podataka
prirodni plin <sup>6/</sup>	150-600	40-170	50-200	15-60	3-20	nema podataka		5-7	< 100	< 30	
FBC	200-700		180-400		1400-1600 <sup>7/</sup>	< 130			nema podataka		
PFBC	150-200	50-70			1100 <sup>7/</sup>	60			< 140	< 50	
IGCC <sup>13/</sup>	< 600		< 100						nema podataka		
Plinske turbine + CCGT: <sup>13/, 18/</sup>					Investicijski troškovi:						
prirodni plin					suhi: 50-100 ECU/kWel						
dizelsko ulje	165-310	140-270	30-150	26-130	mokri: 10-50 ECU/kWel	nije primjenjivo			20	17	
IC motori <sup>4/</sup>	235-430	230-370	50-200	45-175		nije primjenjivo			120-180	70	

Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa i izgaranja			Obrada dimnih plinova					
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)		
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>
(prirodni plin <1 MWel)	4800-6300	1500-2000	320-640	100-200							

Tablica 1. (nastavak)

## Kategorija izvora (ii): Postrojenja za izgaranje u komercijalne svrhe, u ustanovama i stambenim objektima

Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa i izgaranja			Obrada dimnih plinova					
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)		
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW <sub>el</sub> <sup>2/</sup>
ugljen	110-500	45-175									
smeđi ugljen	70-400	30-160									
lako ulje	180-440	50-120	130-250	35-70							
plin	140-290	40-80	60-150	16-40	2-10						
drvo <sup>15/</sup>	85-200	50-120	70-140	40-80							

## Kategorija izvora (iii): Industrijska postrojenja za izgaranje i procesi s izgaranjem

Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa i izgaranja			Obrada dimnih plinova					
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)		
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>
Industrijska ložišta:											
ugljen, PF <sup>8/</sup>	600-2 200	200-770	do 700	do 245							
ugljen, usitnjen <sup>3/</sup>	150-600	50-200	do 500	do 175							
smeđi ugljen	200-800	80-340									
teško ulje <sup>6/</sup>	400-1 000	110-280	do 650	do 180							
lako ulje <sup>6/</sup>	150-400	40-110	do 250	do 70							





Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa i izgaranja			Obrada dimnih plinova									
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)						
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>				
pečenog ugljika Elektrolučne peći	50-200														
Papir i pulpa: crni lug	170 <sup>17/</sup>	(50-80 g/GJ)		(20-40 g/GJ)		60								13-20	

Tablica 1. (nastavak)

## Kategorija izvora (iv): Procesi bez izgaranja

Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa			Obrada dimnih plinova									
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)						
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>				
Proizvodnja dušične kiseline:															
niski tlak (1-2,2 bara)	5000	16.5													
srednji tlak (2,3-8 bara)	oko 1 000	3.3													
visoki tlak (8-15 bara)	< 380	< 1.25													
HOKO (-50 bara)	< 380	< 1.25													
Kiselinsko dekapiranje:															
mjed		25 <sup>10/</sup>													
nehrđajući čelik		0.3													
ugljični čelik		0.1													

Kategorija izvora (v): Vađenje, prerada i distribucija fosilnih goriva

Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa i izgaranja			Obrada dimnih plinova								
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)					
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>			
Rafinerije <sup>5/</sup>	~ 1000		100-700											

#### Kategorija izvora (vi): Obrada i odlaganje otpada

Izvor energije	Nekontrolirane emisije		Preinake procesa i izgaranja			Obrada dimnih plinova								
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) nekatalitička			(b) katalitička (nakon primarnih mjera)					
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>			
Spalionice <sup>11/</sup>	250-500		100-700						< 100					

<sup>8/</sup> pri 7 % O<sub>2</sub>.

<sup>1/</sup> emisije u mg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> (STP suho) odnosno g/GJ toplinske snage. Faktori konverzije (mg/m<sup>3</sup> u g/GJ) za NO<sub>x</sub> emisije iz ugljena (antracit): 0,35; lignita: 0,42; nafta/plin: 0,277, treset: 0,5; drvo+kora:0,588 (1 g/GJ = 3,6 mg/kWh).

<sup>2/</sup> ukupna investicija 1ECU = 2 DM.

<sup>3/</sup> smanjenje obično postignuto u kombinaciji s primarnim mjerama.

Učinkovitost smanjenja emisije između 80 i 95%.

<sup>4/</sup> pri 5 % O<sub>2</sub>.

<sup>5/</sup> pri 6 % O<sub>2</sub>.

<sup>6/</sup> pri 3 % O<sub>2</sub>.

<sup>7/</sup> uključujući troškove ložišta.

<sup>9/</sup> Emisije iz industrijskih procesa obično se izražavaju u kg/t proizvoda.

<sup>10/</sup> g/m<sup>2</sup> površine.

<sup>11/</sup> pri 11% O<sub>2</sub>.

<sup>12/</sup> konfiguracija zaostalog plina pri selektivnom katalitičkom smanjenju u usporedbi sa prašinom.

<sup>13/</sup> pri 15% O<sub>2</sub>.

<sup>14/</sup> bitumenska emulzija.

<sup>15/</sup> samo neprerađeno drvo.

<sup>16/</sup> regeneriranje topline i recirkulacija plina.

<sup>17/</sup> za suhe tvari < 75 %.

<sup>18/</sup> s dodatnim paljenjem; dodatni toplinski NO<sub>x</sub> približno 0-20 g/GJ.

Tablica 2.

Tehnologije za kontrolu emisija iz osobnih automobila i lakih komercijalnih vozila na benzinsko i dizelsko gorivo

Tehnološka opcija	Razina emisije NO <sub>x</sub> (%)	Procjena dodatnih proizvodnih troškova <sup>1/</sup> (US \$)
<u>Benzinsko gorivo</u>		
A. Nekontrolirana situacija	100	-
B. Preinake na motoru (dizajn motora, sustavi rasplinjača i paljenja, ubrizgavanje zraka)	70	<sup>2/</sup>
C. Katalizator otvorene petlje	50	150-200
D. Trostazni katalizator zatvorene petlje	25	250-450 <sup>3/</sup>
E. Napredni trostazni katalizator zatvorene petlje	10	350-600 <sup>3/</sup>
F. Kalifornijska vozila niske emisije (napredna opcija E)	6	>700 <sup>3/</sup>
<u>Dizelsko gorivo</u>		
G. Konvencionalni dizelski motori s indirektnim ubrizgavanjem	40	-
H. Motori s indirektnim sekundarnim ubrizgavanjem i visokim tlakom ubrizgavanja s elektroničkom regulacijom	30	1000-1200 <sup>4/</sup>
I. Motor s direktnim ubrizgavanjem i turbokomprimiranjem	50	1000-1200 <sup>4/</sup>

Napomena: Opcije C, D, E i F zahtijevaju korištenje bezolovnog benzina; opcije H i I zahtijevaju korištenje dizelskog goriva s malim sadržajem sumpora.

<sup>1/</sup> Po vozilu, u odnosu na tehnološku opciju B. Zahtjevi u vezi s NO<sub>x</sub> mogu utjecati na cijene goriva i proizvodne troškove u rafineriji, ali to nije obuhvaćeno procjenom dodatnih proizvodnih troškova.

<sup>2/</sup> Troškovi preinake motora s opcije A na B procjenjuju se na 40-100 US \$.

<sup>3/</sup> U tehnološkim opcijama D, E i F, emisije CO i HOS-ova značajno su smanjene uz smanjenje emisija NO<sub>x</sub>. Tehnološke opcije B i C dovode do kontrole CO i HOS-ova.

<sup>4/</sup> Potrošnja goriva je znatno smanjena u usporedbi s opcijom G dok su emisije čestica u tehnološkoj opciji G znatno više.

Tablica 3.

Tehnologije za teška radna vozila, razine emisije i troškovi

Tehnološka opcija	Razina emisije NOx (%)	Očekivani dodatni proizvodni troškovi <sup>1/</sup> (US \$)
A. Dizelski motori s turbokomprimiranjem (EURO I)	100	0
B. Dizelski motori s turbokomprimiranjem i međuhlađenjem (EURO II)	85	1500-3000
C. Dizelski motori s turbokomprimiranjem i međuhlađenjem, visoko tlačnim ubrizgavanjem goriva, crpkom za gorivo na elektroničku regulaciju, komorom za izgaranje i recirkulacijom plinova kroz ispušni kanal	50-60	3000-6000
D. Prijelaz na motor s paljenjem pomoću svjećica sa trostaznim katalizatorom, koji koristi ukapljeni naftni plin (LPG), CNG ili goriva obogaćena kisikom	10-30	do 10000

Napomena: Opcija C zahtijeva korištenje dizelskog goriva s niskim sadržajem sumpora.

<sup>1/</sup> Po vozilu, te ovisno o veličini motora u odnosu na osnovnu tehnološku opciju A. Zahtjevi u vezi s NOx mogu imati utjecaja na cijene goriva i proizvodne troškove u rafineriji, ali to nije obuhvaćeno procjenom dodatnih proizvodnih troškova.

**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 Cooperative 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 Cooperative 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 cooperate 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
  - (iii) Measures and a timetable 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 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 cooperation, 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 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 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 cooperative 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 12

### Settlements 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 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 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 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 15

#### 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 16

#### 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 17

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

## TECHNICAL ANNEX

1. The purpose of this annex is to provide guidance to the Parties to the Convention in identifying NO<sub>x</sub> control options and techniques in the implementation of their obligations under the Protocol.

2. It is based on information on options and techniques for NO<sub>x</sub> emission reduction and their performance and costs contained in official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies; and in documentation of the ECE Inland Transport Committee and its subsidiary bodies; and on supplementary information provided by governmentally designated experts.

3. The annex addresses the control of NO<sub>x</sub> emissions considered as the sum of nitrogen oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) expressed as NO<sub>2</sub> and lists a number of NO<sub>x</sub> reduction measures and techniques spanning a wide range of costs and efficiencies. Unless otherwise indicated these techniques are considered to be well established on the basis of substantial operating experience, which in most cases has been gained over five years or more. It cannot, however, be considered as an exhaustive statement of control options; its aim is to provide guidance to Parties in identifying best available technologies which are economically feasible as a basis for national emission standards and in the introduction of pollution control measures.

4. The choice of pollution control measures for any particular case will depend on a number of factors, including the relevant legislative and regulatory provisions, primary energy pattern, industrial infrastructure and economic circumstances of the Party concerned and, in the case of stationary sources, the specific circumstances of the plant. It should be borne in mind also that sources of NO<sub>x</sub> are often sources of other pollutants as well, such as sulphur oxides (SO<sub>x</sub>), volatile organic compounds (VOCs), and particulates. In the design of control options for such sources, all polluting emissions should be considered together in order to maximize the overall abatement effect and minimize the impact of the source on the environment.

5. The annex reflects the state of knowledge and experience of NO<sub>x</sub> control measures, including retrofitting, which has been achieved by 1992, in the case of stationary sources, and by 1994 in the case of mobile sources. As this knowledge and this experience continuously expand, particularly 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 needs to be updated and amended regularly.

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

6. Fossil fuel combustion is the main source of anthropogenic NO<sub>x</sub> emissions from stationary sources. In addition, some non-combustion processes may contribute considerably by their emissions. The major stationary source categories of NO<sub>x</sub> emissions, based on EMEP/CORINAIR 90 include:

- (a) Public power, cogeneration and district heating plants:
  - (i) Boilers;
  - (ii) Stationary combustion turbines and internal combustion engines;
- (b) Commercial, institutional and residential combustion plants:
  - (i) Commercial boilers;
  - (ii) Domestic heaters;
- (c) Industrial combustion plants and processes with combustion:
  - (i) Boilers and process heaters (no direct contact between flue gas and products);
  - (ii) Processes (direct contact); (e.g. calcination processes in rotary kilns, production of cement, lime, etc., glass production, metallurgical operation, pulp production);
- (d) Non-combustion processes, e.g. nitric acid production;
- (e) Extraction, processing and distribution of fossil fuels;
- (f) Waste treatment and disposal, e.g. incineration of municipal and industrial waste.

7. For the ECE region, combustion processes (categories (a), (b), (c)), account for 85 per cent of NO<sub>x</sub> emissions from stationary sources. Non-combustion processes, e.g. production processes, account for 12 per cent, and extraction, processing and distribution of fossil fuels for 3 per cent of total NO<sub>x</sub> emissions. Although in many ECE countries, power plants in category (a) are the largest stationary contributor to NO<sub>x</sub> emissions, road traffic is usually the largest single overall source of NO<sub>x</sub> emissions, but the distribution does vary between Parties to the Convention. Furthermore, industrial sources should be kept in mind.

#### GENERAL OPTIONS FOR REDUCING NO<sub>x</sub> EMISSIONS FROM COMBUSTION

8. General options for NO<sub>x</sub> reduction are:

- (a) Energy management measures:<sup>1/</sup>
  - (i) Energy saving;
  - (ii) Energy mix;
- (b) Technical options:
  - (i) Fuel switching/cleaning;
  - (ii) Other combustion technologies;
  - (iii) Process and combustion modifications;
  - (iv) Flue gas treatment.

9. To achieve the most efficient NO<sub>x</sub> reduction programme, beyond the measures listed in

(a), a combination of technical options identified in (b) should be considered. Furthermore, the combination of combustion modification and flue gas treatment needs site specific evaluation.

10. In some cases, options for reducing NO<sub>x</sub> emissions may also result in the reduction of emissions of CO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> and other pollutants.

#### Energy saving

11. The rational use of energy (improved energy efficiency/process operation, cogeneration and/or demand-side management) usually results in a reduction in NO<sub>x</sub> emissions.

#### Energy mix

12. In general, NO<sub>x</sub> emissions can be reduced by increasing the proportion of non-combustion energy sources (i.e. hydro, nuclear, wind, etc.) to the energy mix. However, further environmental impacts have to be considered.

#### Fuel switching/cleaning

13. Table 1 shows the uncontrolled NO<sub>x</sub> emission levels to be expected during fossil fuel combustion for the different sectors.

14. Fuel switching (e.g. from high- to low-nitrogen fuels or from coal to gas) can lead to lower NO<sub>x</sub> emissions but there may be certain restrictions, such as the availability of low emitting fuels (e.g. natural gas on plant level) and adaptability of existing furnaces to NO<sub>x</sub> different fuels. In many ECE countries, some coal or oil combustion plants are being replaced by gas-fired combustion plants.

15. Fuel cleaning for fuel nitrogen removal is not a commercial option. Increasing the application of cracking technology in refineries, however, also brings about a reduction in the nitrogen content of the end-product.

#### Other combustion technologies

16. These are combustion technologies with improved thermal efficiency and reduced NO<sub>x</sub> emissions. They include:

- (a) Cogeneration using gas turbines and engines;
- (b) Fluidized bed combustion (FBC): bubbling (BFBC) and circulating (CFBC);
- (c) Integrated gasification combined cycle (IGCC);
- (d) Combined cycle gas turbines (CCGT).



17. The emission levels for these techniques are summarized in table 1.

18. Stationary combustion turbines can also be integrated into existing conventional power plants (known as topping). The overall efficiency can increase by 5 per cent to 6 per cent, but achievable NO<sub>x</sub> reduction will depend on site and fuel specific conditions. Gas turbines and gas engines are widely applied in cogeneration applications. Typically some 30 per cent energy saving can be attained. Both have made significant progress in reducing NO<sub>x</sub> emissions through new concepts in combustion and system technology. However, major alterations to the existing boiler system become necessary.

19. FBC is a combustion technology for burning hard coal and brown coal but it can also burn other solid fuels such as petroleum coke and low-grade fuels such as waste, peat and wood. In addition, emissions can be reduced by integrated combustion control in the system. A newer concept of FBC is pressurized fluidized bed combustion (PFBC) presently being commercialized for the generation of electricity and heat. The total installed capacity of FBC has approached approximately 30,000 MW<sub>th</sub> (250 to 350 plants), including 8,000 MW<sub>th</sub> in the capacity range of > 50 MW<sub>th</sub>.

20. The IGCC process incorporates coal gasification and combined cycle power generation, in a gas and steam turbine. The gasified coal is burned in the combustion chamber of the gas turbine. The technology also exists for heavy oil residue and bitumen emulsion. The installed capacity is presently about 1,000 MW<sub>el</sub> (5 plants).

21. Combined cycle gas power stations using advanced gas turbines with an energy efficiency of 48 per cent-52 per cent and with reduced NO<sub>x</sub> emissions are currently being planned.

### Process and combustion modifications

22. These are measures applied during combustion to reduce the formation of NO<sub>x</sub>. They include the control of combustion air ratio, flame temperature, fuel to air ratio, etc. The following combustion techniques, either singly or in combination, are available for new and existing installations. They are widely implemented in the power plant sector and in some areas of the industrial sector:

- (a) Low excess air combustion (LEA);<sup>2/</sup>
- (b) Reduced air preheat (RAP);<sup>2/</sup>
- (c) Burner-out-of-service (BOOS);<sup>2/</sup>
- (d) Biased-burner-firing (BBF);<sup>2/</sup>
- (e) Low NO<sub>x</sub> burners (LNB);<sup>2/</sup> ,
- (f) Flue gas recirculation (FGR);<sup>3/</sup>
- (g) Over fire air combustion (OFA);<sup>2/</sup> ,
- (h) In-furnace- NO<sub>x</sub> -reduction reburning (IFNR);<sup>4/</sup>
- (i) Water/steam injection and lean/premixed combination.<sup>5/</sup>

23. The emission levels due to the application of these techniques are summarized in table 1 (based mainly on experience in power plants).

24. Combustion modifications have been under continuous development and optimization. In-furnace- NO<sub>x</sub> -reduction is being tested in some large-scale demonstration plants, whereas basic combustion modifications are incorporated mainly into boiler and burner design. For example, modern furnace designs incorporate OFA ports, and gas/oil burners are equipped for flue gas recirculation. The latest generation of LNBS combines both air-staging and fuel-staging. A remarkable increase in full-scale retrofit of combustion modifications in ECE member countries has been recorded in the last years. By 1992 a total of about 150,000 MW was installed.

#### Flue gas treatment processes

25. Flue gas treatment processes aim at removing already formed a NO<sub>x</sub> and are also referred to as secondary measures. Wherever possible it is usual to apply primary measures as a first stage of NO<sub>x</sub> reduction before applying flue gas treatment processes. The state-of-the-art flue gas treatment processes are all based on the removal of NO<sub>x</sub> by dry chemical processes.

26. They are the following:

- (a) Selective Catalytic Reduction (SCR);
- (b) Selective Non-catalytic Reduction (SNCR);
- (c) Combined NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub> removal processes:
  - (i) Activated Carbon Process (AC);
  - (ii) Combined catalytic NO<sub>x</sub>/SO<sub>x</sub> removal.

27. The emission levels for SCR and SNCR are summarized in table 1. Data are based on the practical experience gathered from a large number of implemented plants. By 1991 in the European part of the ECE about 130 SCR plants corresponding to 50,000 MWel, 12 SNCR installations (2,000 MWel), 1 AC plant (250 MWel) and 2 combined catalytic processes (400 MWel) were erected. The NO<sub>x</sub> removal efficiency of AC and combined catalytic processes are similar to SCR.

28. Table 1 also summarizes the costs of applying the NO<sub>x</sub> abatement technologies.

#### CONTROL TECHNIQUES FOR OTHER SECTORS

29. Unlike most combustion processes, the application of combustion and/or process modifications in the industrial sector has many process specific limitations. In cement kilns or glass melting furnaces, for example, certain high temperatures are necessary to ensure the product quality. Typical combustion modifications being used are staged combustion/low NO<sub>x</sub> burners, flue gas recirculation and process optimization (e.g. precalcination in cement kilns).

30. Some examples are given in table 1.

## SIDE-EFFECTS/BY-PRODUCTS

31. The following side-effects will not prevent the implementation of any technology or method, but should be considered when several NO<sub>x</sub> abatement options are possible. However, in general, these side-effects can be limited by proper design and operation:

- (a) Combustion modifications:
  - Possible decrease in overall efficiency;
  - Increased CO formation and hydrocarbon emissions;
  - Corrosion due to reducing atmosphere;
  - Possible N<sub>2</sub>O formation in FBC systems;
  - Possible increase of carbon fly ash;
- (b) SCR:
  - NH<sub>3</sub> in the fly ash;
  - Formation of ammonium salts on downstream facilities;
  - Deactivation of catalyst;
  - Increased conversion of SO<sub>2</sub> to SO<sub>3</sub>;
- (c) SNCR:
  - NH<sub>3</sub> in the fly ash;
  - Formation of ammonium salts on downstream facilities;
  - Possible formation of N<sub>2</sub>O.

32. In terms of by-products, deactivated catalysts from the SCR process are the only relevant products. Due to the classification as waste, a simple disposal is not possible, however recycling options exist.

33. The reagent production of ammonia and urea for flue gas treatment processes involves a number of separate steps which require energy and reactants. The storage systems for ammonia are subject to the relevant safety legislation and such systems are designed to operate as totally closed systems, with a resultant minimum of ammonia emissions. The use of NH<sub>3</sub> is, however, not jeopardized even when taking into account the indirect emissions related to the production and transportation of NH<sub>3</sub>.

## MONITORING AND REPORTING

34. The measures taken to carry out national strategies and policies for the abatement of air pollution include legislation and regulatory provisions, economic incentives and disincentives, as well as technological requirements (best available technology).

35. In general emission limiting standards may be set per emission source according to plant size, operating mode, combustion technology, fuel type and whether it is a new or existing plant. An alternative approach also used is to set a target for the reduction of total NO<sub>x</sub> emissions from

a group of existing sources and to allow the Parties to choose where to take action to reach this target (bubble concept).

36. The limiting of the NO<sub>x</sub> emissions to the levels set out in the national framework legislation has to be controlled by a permanent monitoring and reporting system and reported to the supervising authorities.

37. Several monitoring systems, using both continuous and discontinuous measurement methods, are available. However quality requirements vary among Parties. Measurements are to be carried out by qualified institutes and approved measuring/monitoring systems. To this end a certification system would provide the best assurance.

38. In the framework of modern automated monitoring systems and process control equipment, reporting creates no problems. The collection of data for further use is a state-of-the-art technique. However, data to be reported to competent authorities differ from Party to Party. To obtain better comparability, data sets and prescribing regulations should be harmonized. Harmonization is also desirable for quality assurance of measuring/monitoring systems. This should be taken into account when comparing data from different Parties.

39. To avoid discrepancies and inconsistencies, key issues and parameters including the following, must be well-defined:

- Definition of the standards expressed as ppmv, mg/m<sup>3</sup>, g/GJ, kg/h or kg/t of products. Most of these units need to be calculated and need specification in terms of gas temperature, humidity, pressure, oxygen content or heat input value;
- Definition of time over which standards may be averaged, expressed as hours, months or a year;
- Definition of failure times and corresponding emergency regulations regarding bypass of monitoring systems or shut-down of the installation;
- Definition of methods for backfilling of data missed or lost as a result of equipment failure;
- Definition of the parameter set to be measured. Depending on the type of industrial process, the necessary information may differ. This also involves the location of the measurement point within the system.

40. Quality control of measurements must be ensured.

## II. CONTROL TECHNOLOGIES FOR NO<sub>x</sub> EMISSIONS FROM MOBILE SOURCES

### MAJOR NO<sub>x</sub> EMITTERS FROM MOBILE SOURCES

41. Primary mobile sources of anthropogenic NO<sub>x</sub> emissions include:

Road vehicles:

- Petrol-fuelled and diesel-fuelled passenger cars;
- Light commercial vehicles;
- Heavy-duty vehicles (HDV);
- Motor cycles and mopeds;
- Tractors (agricultural and forestry).

Non-road engine applications:

- Agricultural, mobile industrial and construction machinery.

Other mobile sources:

- Rail transport;
- Ships and other marine craft;
- Aircraft.

42. Road transport is a major source of anthropogenic NO<sub>x</sub> emission in many ECE countries, contributing up to two thirds of the total national emissions. Current petrolfuelled vehicles contribute up to two thirds of total national road NO<sub>x</sub> emissions. In a few cases, however, the NO<sub>x</sub> emissions from HDV traffic will exceed the decreasing emissions from passenger cars.

43. Many countries have enacted regulations that limit the emission of pollutants from road vehicles. For non-road applications, emission standards including NO<sub>x</sub> have been enacted by some ECE countries and are under preparation in the ECE itself. NO<sub>x</sub> emissions from these other sources may be substantial.

44. Until other data become available this annex concentrates on road vehicles only.

### GENERAL ASPECTS OF CONTROL TECHNOLOGY FOR NO<sub>x</sub> EMISSIONS FROM ON-ROAD VEHICLES

45. The road vehicles considered in this annex are passenger cars, light commercial vehicles, motor cycles, mopeds and heavy-duty vehicles.
46. This annex deals with both new and in-use vehicles, with the attention primarily focused on NO<sub>x</sub> emission control for new vehicle types.
47. Cost figures for the various technologies given are expected production costs rather than retail prices.
48. It is important to ensure that new-vehicle emission standards are maintained in service. This can be done through inspection and maintenance programmes, ensuring conformity of production, full useful-life durability, warranty of emission-control components, and recall of defective vehicles.
49. Fiscal incentives can encourage the accelerated introduction of desirable technology. Retrofit is of limited benefit for NO<sub>x</sub> reduction, and may be difficult to apply to more than a small percentage of the vehicle fleet.
50. Technologies that incorporate catalytic converters with spark-ignited petrol engines require the use of unleaded fuel, which should be made generally available. The use of after-treatment technologies in diesel engines like oxidation catalysts or particulate traps requires the use of low-sulphur fuels (maximum 0.05 per cent S content).
51. The management of urban and long-distance traffic, though not elaborated in this annex, is important as an efficient additional approach to reducing emissions including NO<sub>x</sub>. Measures to reduce NO<sub>x</sub> emissions and other air pollutants may include enforcement of speed limits and efficient traffic management. Key measures for traffic management aim at changing the modal split of public and long-range transport especially in sensitive areas like cities or the Alps by transferring transport from road to rail through tactical, structural, financial and restrictive elements and also by optimizing the logistics of the delivery systems. They will also be beneficial for other harmful effects of traffic expansion such as noise, congestion, etc.
52. A variety of technologies and design options are available making simultaneous control of different pollutants possible. For some applications reverse effects have been experienced when reducing NO<sub>x</sub> emissions (e.g. non-catalyst petrol or diesel engines). This may change with the employment of new technologies (e.g. after-treatment cleaning devices and electronics). Reformulated diesel fuel and fuel containing post-combustion NO<sub>x</sub> reducing additives may also have a role in a strategy to combat diesel vehicle NO<sub>x</sub>.

## CONTROL TECHNOLOGIES FOR NO<sub>x</sub> EMISSIONS FROM ROAD VEHICLES

### Petrol-and diesel-fuelled passenger cars and light commercial vehicles

53. The main technologies for controlling NO<sub>x</sub> emissions are listed in table 2.

54. The basis for comparison in table 2 is technology option B, representing non-catalytic technology designed in response to the requirements of the United States for 1973/74 or of ECE Regulation 15-04<sup>6/</sup> pursuant to the 1958 Agreement concerning the Adoption of Uniform Conditions of Approval and Reciprocal Recognition of Approval for Motor Vehicle Equipment and Parts. The table also presents typical emission levels for open- and closedloop catalytic control as well as their cost.

55. The „uncontrolled" level (A) in table 2 refers to the 1970 situation in the ECE region, but may still prevail in certain areas.

56. The emission level in table 2 reflects emissions measured with standard test procedures. Emissions from vehicles on the road may differ because of the effect of, *inter alia*, ambient temperature, operating conditions (especially at higher speed), fuel properties, and maintenance. However, the reduction potential indicated in table 2 is considered representative of reductions achievable in use.

57. The most efficient currently available technology for NO<sub>x</sub> reduction is option E. This technology achieves large reductions of NO<sub>x</sub>, volatile organic compounds (VOC), and CO emissions.

58. In response to regulatory programmes for further NO<sub>x</sub> emission reductions (e.g. lowemission vehicles in California), advanced closed-loop three-way catalyst systems are being developed (option F). These improvements will focus on engine management, very precise control of air-fuel ratio, heavier catalyst loading, on-board diagnostic systems (OBD) and other advanced control measures.

#### Motor cycles and mopeds

59. Although actual NO<sub>x</sub> emissions of motor cycles and mopeds are very low (e.g. with two-stroke engines), their NO<sub>x</sub> emissions should be considered. While VOC emissions of these vehicles are going to be limited by many Parties to the Convention, their NO<sub>x</sub> emissions may increase (e.g. with four-stroke engines). Generally the same technology options as described for petrol-fuelled passenger cars are applicable. In Austria and Switzerland strict NO<sub>x</sub> emission standards are already implemented.

#### Heavy-duty diesel-fuelled vehicles

60. In table 3 three technology options are summarized. The baseline engine configuration is the turbocharged diesel engine. The trend is towards turbocharged engines with intercooling, advanced fuel injection systems and electronic control. This trend may have the potential to improve baseline fuel consumption performance. Comparative estimates of fuel consumption

are not included.

## CONTROL TECHNIQUES FOR IN-USE VEHICLES

### Full useful life, recall and warranties

61. To promote durable emission-control systems, consideration should be given to emission standards that may not be exceeded for the "full useful life" of the vehicle. Surveillance programmes are needed to enforce this requirement. Under such programmes, manufacturers are responsible for recalling vehicles that fail to meet the required standards. To ensure that the owner has no production-related problems, manufacturers should provide warranties for emission-control components.

62. There should not be any devices to reduce the efficiency or switch off the emission control systems during any operating conditions except conditions which are indispensable for trouble-free running (e.g. cold start).

### Inspection and maintenance

63. The inspection and maintenance programme has an important secondary function. It may encourage regular maintenance and discourage vehicle owners from tampering with or disabling the emission controls, both through direct enforcement and public information. Inspection should verify that emission controls are in their original working order. It should also ensure that emission control systems have not been removed.

64. Improved monitoring of emission control performance can be achieved by on-board diagnostic systems (OBD) which monitor the functioning of emission control components, store fault codes for further interrogation and call the attention of the driver to ensure the repair in case of malfunction.

65. Inspection and maintenance programmes can be beneficial for all types of control technology by ensuring that new-vehicle emission levels are maintained. For catalyst-controlled vehicles it is essential to ensure that the new-vehicle specifications and settings are maintained to avoid deterioration of all major pollutants, including NO<sub>x</sub>.

### Notes

1/ Options (a) (i) and (ii) are integrated in the energy structure/policy of a Party. Implementation status, efficiency and costs per sector are not considered here.

2/ Typical retrofit measures, with limited efficiency and applicability.

3/ State-of-the-art in new plants.



4/ Implemented in single large commercial plants; operational experience still limited.

5/ For combustion turbines.

6/ Replaced by Regulation No. 83.

Table 1

Source category (i): Public power, cogeneration and district heating

Energy source	Uncontrolled Emissions		Process and Combustion Modifications			Flue Gas treatment:					
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) Non-catalytic			(b) Catalytic (after primary measures)		
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>
<b>Boilers:</b>											
- Coal, WBB <sup>4/</sup>	1 500-2 200	530-770	1 000-1 800	350-630	3-25	no data		no data	< 200	< 70	50-100 (125-200) <sup>12/</sup>
- Coal, DBB <sup>5/</sup>	800-1 500	280-530	300-850	100-300	3-25	200-400	70-140	9-11	< 200	< 70	50-100 (125-200) <sup>12/</sup>
- Brown coal <sup>5/</sup>	450-750	189-315	190-300	80-126	30-40	< 200	< 84		< 200	< 85	80-100
- Heavy oil <sup>6/</sup>	700-1 400	140-400	150-500	40-140	up to 20	175-250	50-70	6-8	< 150	< 40	50-70
- Light oil <sup>6/</sup>	350-1200	100-332	100-350	30-100	up to 20	no data		6-8	< 150	< 40	50-70
BE <sup>14/</sup>	800		no data		no data	no data					no data
Natural gas <sup>6/</sup>	150-600	40-170	50-200	15-60	3-20	no data		5-7	< 100	< 30	
FBC	200-700		180-400		1 400-1 600 <sup>7/</sup>	< 130			no data		
PFBC	150-200	50-70			1 100 <sup>7/</sup>	60			< 140	< 50	
IGCC <sup>13/</sup>	< 600		< 100						no data		
Gas turbines + CCGT: <sup>13/</sup> , <sup>18/</sup>					Investment Cost:						
- natural gas	165-310	140-270	30-150	26-130	Dry: 50-100 ECU/kWel	N/A					
- diesel oil	235-430	230-370	50-200	45-175	Wet: 10-50 ECU/kWel	N/A			20	17	
IC Engines <sup>4/</sup> (natural gas <1 MWel)	4 800-6 300	1 500-2 000	320-640	100-200					120-180	70	





Table 1 (continued)

Energy source	Uncontrolled Emissions		Process and Combustion Modifications			Flue Gas treatment:								
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) Non-catalytic			(b) Catalytic (after primary measures)					
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>
Paper and pulp: Black licquor	170 <sup>17/</sup>	(50-80 g/GJ)		(20-40 g/GJ)		60								13-20

## Source category (iv): Non-combustion processes

Energy source	Uncontrolled Emissions		Process and Combustion Modifications			Flue Gas treatment:								
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	(a) Non-catalytic			(b) Catalytic (after primary measures)					
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kWel <sup>2/</sup>
Nitric acid: - Low pressure (1-2,2 bar) - Medium pressure (2,3-8 bar) - High pressure (8-15 bar) HOKO (-50 bar)  Pickling: - Brass - Stainless steel - Carbon steel	5 000  approx. 1 000  < 380 < 380	16.5  3.3  < 1.25 < 1.25											0.01-0.8	

Table 1 (continued)

## Source category (v): Extraction, processing and distribution of fossil fuels

Energy source	Uncontrolled Emissions		Process and Combustion Modifications			Flue Gas treatment:								
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW el <sup>2/</sup>	(a) Non-catalytic			(b) Catalytic (after primary measures)					
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW el <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW el <sup>2/</sup>			
Refineries <sup>5/</sup>	~ 1 000		100-700											

## Source category (vi): Waste treatment and disposal

Energy source	Uncontrolled Emissions		Process and Combustion Modifications			Flue Gas treatment:								
	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW el <sup>2/</sup>	(a) Non-catalytic			(b) Catalytic (after primary measures)					
						mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW el <sup>2/</sup>	mg/m <sup>3</sup> <sup>1/</sup>	g/GJ <sup>1/</sup>	ECU/kW el <sup>2/</sup>			
Incineration <sup>11/</sup>	250-500		200-400						< 100					

<sup>1/</sup> Emissions in mg/m<sup>3</sup> NO<sub>2</sub> (STP dry) resp. g/GJ thermal input. Conversion factors (mg/m<sup>3</sup> to g/GJ) for NO<sub>x</sub> emissions from coal (hard coal): 0.35, coal (lignits): 0.42, oil/gas: 0.277, peat: 0.5, wood + bark: 0.588 (1 g/GJ = 3.6 mg/kWh).

<sup>2/</sup> Total investments 1ECU = 2 DM.

<sup>3/</sup> Reduction generally achieved in combination with primary measures. Reduction efficiency between 80 and 95%.

<sup>4/</sup> At 5 % O<sub>2</sub>.

<sup>5/</sup> At 6 % O<sub>2</sub>.

<sup>6/</sup> At 3 % O<sub>2</sub>.

<sup>7/</sup> Incl. costs for boiler.

<sup>8/</sup> At 7 % O<sub>2</sub>.

<sup>9/</sup> Emissions from industrial processes are generally expressed as kg/t of product.

<sup>10/</sup> g/m<sup>2</sup> surface area

<sup>11/</sup> At 11% O<sub>2</sub>.

<sup>12/</sup> Tail gas SCR configuration as opposed to high dust.

<sup>13/</sup> At 15% O<sub>2</sub>.

<sup>14/</sup> Bitumen emulsion.

<sup>15/</sup> Untreated wood only.

<sup>16/</sup> Heat recovery and gas circulation.

<sup>17/</sup> For dry substances < 75%.

<sup>18/</sup> With supplementary firing; approximate additional thermal sa dodatnim NO<sub>x</sub>; 0-20 g/GJ.

Table 2

Emission control techniques for petrol- and diesel-fuelled  
passenger cars and light commercial vehicles

Technology option	NOx emission level (%)	Estimated additional production cost <sup>1/</sup> (US \$)
<u>Petrol-fuelled</u>		
A. Uncontrolled situation	100	-
B. Engine modifications (engine design, carburation and ignition systems, air injection)	70	<u>2/</u>
C. Open-loop catalyst	50	150-200
D. Closed-loop three-way catalyst	25	250-450 <sup>3/</sup>
E. Advanced closed-loop three-way catalyst	10	350-600 <sup>3/</sup>
F. Californian low-emission vehicles (advanced option E)	6	>700 <sup>3/</sup>
<u>Diesel-fuelled</u>		
G. Conventional indirect injection diesel engine	40	-
H. Indirect injection engine with secondary injection, high injection pressures electronically controlled	30	1 000-1 200 <sup>4/</sup>
I. Direct injection engine with turbocharging	50	1 000-1 200 <sup>4/</sup>

Note: Options C, D, E i F require the use of unleade petrol;  
options H and I require the use of low-sulphur diesel fuel

<sup>1/</sup> Per vehicle, relative to technology option B. NOx requirements may have an effect on fuel price and refinery production costs, but this is not included in the estimated additional production cost.

<sup>2/</sup> Costs for engine modifications from options A to B are estimated at US\$ 40-100.

<sup>3/</sup> Under tehcnology options D, E and F, CO and VOC emissions are also substantially reduced, in addition to NOx reductions. Technology options B and C result also in CO and VOC control.

<sup>4/</sup> Fuel consumption is reduced as compared to option G, while particulate emissions of technology option G are considerably higher.

Table 3

## Heavy-duty vehicle technologies, emission performance and costs

Technology option	NOx emission level (%)	Expected additional production cost <sup>1/</sup> (US \$)
B. Turbocharged diesel engine (EURO I)	100	0
B. Turbocharged diesel engine With intercoolong (EURO II)	85	1 500-3 000
C. Turbocharged diesel engine with intercooling, high pressure fuel injection, electronically controlled fuel pump, combustion chamber and port optimalization, exhaust gas recirculation (EGR)	50-60	3 000-6 000
D. Shift to spark ignition engine with three-way catalytic converter working on LPG, CNG or oxygenated fuels	10-30	up to 10 000

Note: Option C requires the use of low-sulphur diesel fuel.

<sup>1/</sup> Per vehicle, and depending on engine size relative to baseline technology A. NOx requirements may have an effect on fuel prices and refinery production costs, but this is not included in the estimated additional production cost.



**Članak 3.**

Provedba ovoga Zakona u djelokrugu je središnjih tijela državne uprave nadležnih za poslove zaštite okoliša i unutarnjih poslova.

**Članak 4.**

Na dan stupanja na snagu ovoga Zakona, Protokol iz članka 1. ovoga Zakona nije na snazi te će se podaci o njegovom stupanju na snagu objaviti u skladu s odredbom članka 30. stavka 3. Zakona o sklapanju i izvršavanju međunarodnih ugovora.

**Članak 5.**

Ovaj Zakon stupa na snagu osmoga dana od dana objave u Narodnim novinama.