

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

Članak 1.

Potvrđuje se Protokol o nadzoru emisija hlapivih organskih spojeva ili njihovih prekograničnih strujanja uz Konvenciju o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979. godine, sastavljen u Ženevi, 18. studenoga 1991. 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 HLAPIVIH ORGANSKIH SPOJEVA
ILI NJIHOVIH PREKOGRANIČNIH STRUJANJA UZ KONVENCIJU O
DALEKOSEŽNOM PREKOGRANIČNOM ONEČIŠĆENJU ZRAKA
IZ 1979. GODINE**

Stranke,

Odlučne u primjeni Konvencije o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka,

Zabrinute jer trenutne emisije hlapivih organskih spojeva (HOS) i nastali produkti, sekundarni fotokemijski oksidanti uzrokuju štetu prirodnim bogatstvima koja su od životne važnosti za okoliš i gospodarstvo u izloženim dijelovima Europe i Sjeverne Amerike, i u određenim uvjetima izloženosti štetno djeluju na ljudsko zdravlje,

Znajući da je Protokolom koji se odnosi na kontrolu emisija dušikovih oksida ili njihovih prekograničnih strujanja usvojenim u Sofiji 31. listopada 1988. godine već dogovoreno smanjenje emisije dušikovih oksida,

Uvidjevši doprinos HOS-eva i dušikovih oksida u stvaranju troposferskog ozona,

Uvidjevši također da se HOS-evi, dušikovi oksidi i nastao ozon prenose preko međunarodnih granica, utječući na kakvoću zraka u susjednim državama,

Svjesne da je mehanizam stvaranja fotokemijskog oksidanta takav da je neophodno smanjiti emisiju HOS-eva kako bi se smanjilo nastajanje fotokemijskih oksidanata,

Svjesne nadalje da se metan i ugljikov monoksid emitirani ljudskim aktivnostima nalaze na pozadinskoj razini u zraku iznad područja istočne i srednje Europe i pridonose pojavi epizodnih vršnih razina ozona; osim toga njihova oksidacija globalnih razmjera u prisutnosti dušikovih oksida pridonosi stvaranju pozadinskih razina troposferskog ozona popraćenih fotokemijskim epizodama; te da se očekuje kako će metan postati predmetom akcija nadzora od strane drugih tijela,

Podsjećajući da je Izvršno tijelo Konvencije na svojoj šestoj sjednici uvidjelo potrebu za nadzorom emisija HOS-eva i njihovih prekograničnih strujanja, kao i za nadzorom pojave fotokemijskih oksidanata, i potrebu da stranke koje su već smanjile te emisije održavaju i revidiraju svoje standarde za emisije HOS-eva,

Potvrđujući mjere koje su neke stranke već poduzele i koje su utjecale na smanjivanje njihovih godišnjih emisija dušikovih oksida i HOS-eva,

Imajući na umu da su neke stranke odredile standarde za kakvoću zraka i/ili ciljeve koji se odnose na troposferski ozon i da je standarde za koncentracije troposferskog ozona odredila Svjetska zdravstvena organizacija i druga nadležna tijela,

Odlučne poduzeti učinkovito djelovanje radi nadzora i smanjivanja nacionalnih godišnjih emisija HOS-eva ili prekograničnih strujanja HOS-eva i nastalih produkata, sekundarnih fotokemijskih oksidanata, osobito primjenom odgovarajućih nacionalnih i međunarodnih emisijskih standarda za nove pokretne i nove stacionarne izvore, i rekonstrukcijom postojećih glavnih stacionarnih izvora, a također i ograničavanjem sadržaja sastojaka u proizvodima za industrijsku i kućnu uporabu koji posjeduju potencijal emitiranja hlapivih organskih spojeva,

Svjesne da se hlapivi organski spojevi u velikoj mjeri međusobno razlikuju prema reaktivnosti i potencijalu stvaranja troposferskog ozona i drugih fotokemijskih oksidanata, i da je za svaki pojedini spoj potencijal promjenjiv od vremena do vremena i od mjesta do mjesta ovisno o meteorološkim i ostalim čimbenicima,

Prihvaćajući da takve razlike i odstupanja treba uzeti u obzir kako bi aktivnosti nadzora i smanjenja emisija i prekograničnih strujanja HOS-eva bile što je moguće učinkovitije u postizanju minimuma stvaranja troposferskog ozona i drugih fotokemijskih oksidanata,

Uzimajući u obzir postojeće znanstvene i tehničke podatke o emisijama, atmosferskim kretanjima i učincima HOS-eva i fotokemijskih oksidanata na okoliš, kao i tehnologije za nadzor,

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

Uviđajući da je svrha razrade pristupa utemeljenog na kritičnim razinama uspostava znanstvene osnove o efektima koju treba uzeti u obzir kada se razmatra o pravilnoj provedbi ovoga Protokola, te u donošenju odluke o daljnjim međunarodno potvrđenim mjerama za ograničavanje i smanjivanje emisija hlapivih organskih spojeva ili prekograničnih strujanja hlapivih organskih spojeva i fotokemijskih oksidanata,

Sporazumjele su se kako slijedi:

Članak 1.

DEFINICIJE

Za potrebe ovoga Protokola,

1. "Konvencija" znači Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka, usvojena u Ženevi 13. studenoga 1979. godine;
2. "EMEP" znači Program suradnje na praćenju i procjeni dalekosežnog prijenosa onečišćujućih tvari u zraku u Europi;
3. "Izvršno tijelo" znači Izvršno tijelo Konvencije, sastavljeno sukladno članku 10., stavak 1. Konvencije;
4. "Zemljopisni obuhvat EMEP-a" znači područje određeno člankom 1., stavak 4., Protokola uz Konvenciju o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka iz 1979. godine o dugoročnom financiranju Programa suradnje na praćenju i procjeni dalekosežnog prijenosa onečišćujućih tvari u zraku u Europi (EMEP-a), usvojena u Ženevi 28. rujna 1984. godine;
5. "Područje gospodarenja troposferskim ozonom" (TOMA) znači područje navedeno u Dodatku I. prema uvjetima utvrđenim člankom 2. stavak 2.(b);
6. "Stranke" označavaju, ukoliko kontekst ne zahtijeva drukčije, stranke ovoga Protokola;
7. "Komisija" znači Gospodarska komisija Ujedinjenih naroda za Europu;

8. "Kritične razine" označavaju koncentracije onečišćujućih tvari u atmosferi tijekom utvrđenog vremena izloženosti, ispod kojih, prema dosadašnjim spoznajama, ne dolazi do izravnih štetnih utjecaja na ljude, biljke, ekosustave ili tvari;

9. "Hlapivi organski spojevi" ili "HOS-evi" su, ako nije drukčije utvrđeno, svi organski spojevi antropogenog karaktera, osim metana, koji pri sunčevoj svjetlosti mogu u reakcijama s dušikovim oksidima stvarati fotokemijske oksidante;

10. "Kategorija glavnog izvora" označava svaku kategoriju izvora koji emitiraju onečišćujuće tvari u zrak u obliku HOS-eva, uključujući kategorije opisane u dodacima II. i III., i koje sudjeluju s najmanje 1% ukupnih godišnjih nacionalnih emisija HOS-eva, izmjerene ili izračunate u prvoj kalendarskoj godini nakon datuma stupanja na snagu ovoga Protokola, te svake četvrte godine nakon toga;

11. "Novi stacionarni izvor" označava svaki stacionarni izvor čija je izgradnja odnosno bitna izmjena započeta po isteku dvije godine od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola;

12. "Novi pokretni izvor" označava svako cestovno motorno vozilo proizvedeno po isteku dvije godine od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola;

13. "Potencijal fotokemijskog stvaranja ozona" (POCP) znači potencijal pojedinog hlapivog organskog spoja, u odnosu na druge HOS-eve, da reakcijom s dušikovim oksidima pri sunčevoj svjetlosti stvori ozon, kako je opisano u dodatku IV.

Članak 2.

TEMELJNE OBVEZE

1. Stranke će nadzirati i smanjiti emisiju HOS-eva kako bi smanjile njihovo prekogranično strujanje i strujanje nastalih produkata, sekundarnih fotokemijskih oksidanata, radi zaštite ljudskog zdravlja i okoliša od štetnih utjecaja.

2. Radi ispunjenja zahtjeva iz gornjeg stavka 1., svaka će stranka nadzirati i smanjiti svoju godišnju nacionalnu emisiju HOS-eva ili njihovo prekogranično strujanje na bilo koji od dolje navedenih načina, što će biti utvrđeno nakon potpisivanja:

(a) Što je moguće prije i kao prvi korak, poduzeti učinkovite mjere za smanjenje svoje godišnje nacionalne emisije HOS-eva za najmanje 30 % do 1999. godine, uzimajući kao baznu razinu iz 1988. godine ili bilo koju drugu godišnju razinu u razdoblju od 1984. do 1990. godine, koju može odrediti nakon potpisivanja ili pristupa ovom Protokolu; ili

(b) Tamo gdje godišnje emisije jedne stranke pridonose koncentracijama troposferskog ozona u područjima pod jurisdikcijom još jedne ili više drugih stranaka, i takve emisije potječu samo iz područja pod njezinom jurisdikcijom koja su navedena u Dodatku I. kao područja gospodarenja troposferskim ozonom, što je moguće prije i kao prvi korak poduzet će učinkovite mjere kako bi:

(i) smanjila svoju godišnju emisiju HOS-eva iz spomenutih područja za najmanje 30% do 1999. godine, uzimajući kao baznu razinu iz 1988. godine ili bilo koju drugu godišnju razinu u razdoblju 1984. – 1990. godine koju može odrediti nakon potpisivanja ili pristupa ovom Protokolu; i

- (ii) osigurala da njezine ukupne godišnje nacionalne emisije HOS-eva do 1999. godine ne prekorače razine iz 1988. godine; ili

(c) Tamo gdje su njezine godišnje nacionalne emisije HOS-eva u 1988. godini iznosile manje od 500.000 tona i 20 kg po stanovniku i 5 tona po km², što je moguće prije i kao prvi korak poduzet će učinkovite mjere kako bi osigurala makar da njezine godišnje emisije HOS-eva najkasnije do 1999. godine ne prekorače razinu iz 1988. godine.

3. (a) Nadalje, najkasnije dvije godine od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola svaka će stranka:

- (i) primjenjivati odgovarajuće nacionalne ili međunarodne emisijske standarde za nove stacionarne izvore na osnovi najboljih raspoloživih tehnologija koje su ekonomski izvedive, uzimajući u obzir Dodatak II;
- (ii) primjenjivati nacionalne ili međunarodne mjere za proizvode koji sadrže otapala i promicati korištenje proizvoda s niskim sadržajem ili koji ne sadrže HOS-eva, uzimajući u obzir Dodatak II., uključujući označavanje proizvoda navodeći njihov sadržaj HOS-eva;
- (iii) primjenjivati odgovarajuće nacionalne ili međunarodne emisijske standarde za nove pokretne izvore na osnovi najboljih raspoloživih tehnologija koje su ekonomski izvedive, uzimajući u obzir Dodatak III., i
- (iv) jačati sudjelovanje javnosti u programima nadzora emisija putem javnog informiranja, poticati najbolje korištenje svih oblika prijevoza i promicati planove upravljanja prometom.

(b) Nadalje, najkasnije pet godina od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola, u onim područjima u kojima su prekoračeni nacionalni ili međunarodni standardi za troposferski ozon ili odakle potječe prekogranično strujanje ili se očekuje da će nastati, svaka će stranka:

- (i) primjenjivati najbolje raspoložive tehnologije koje su ekonomski izvedive za postojeće stacionarne izvore iz kategorije glavnih izvora, uzimajući u obzir Dodatak II.;
- (ii) primjenjivati tehnike za smanjenje emisija HOS-eva nastalih pri distribuciji benzina i radnjama punjenja gorivom motornih vozila, te za smanjenje hlapivosti benzina, uzimajući u obzir dodatke II. i III.

4. Pri izvršavanju svojih obveza iz ovoga članka stranke se pozivaju da najveću prednost daju smanjenju i nadzoru emisija tvari s najvećim POCP, uzimajući u obzir podatke koji su navedeni u Dodatku IV.

5. U provedbi ovoga Protokola, a osobito bilo koje mjere zamjene proizvoda, stranke će poduzeti odgovarajuće korake kako bi osigurale da se otrovni i karcinogeni HOS-evi, te oni koji oštećuju stratosferski ozonski sloj ne zamjene za druge HOS-eva.

6. U drugoj fazi, stranke će, najkasnije šest mjeseci od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola, započeti pregovore o daljnjim koracima za smanjenje godišnje nacionalne emisije hlapivih organskih spojeva ili prekograničnih strujanja takvih emisija i njihovih pratećih produkata, sekundarnih fotokemijskih oksidanata, vodeći računa o najboljim raspoloživim znanstvenim i tehničkim postignućima, znanstveno utvrđenim kritičnim razinama i

međunarodno prihvaćenim ciljnim razinama, te uloži dušikovih oksida u stvaranju fotokemijskih oksidanata i drugih elemenata, što proizlazi iz programa rada utvrđenog u članku 5.

7. U tu svrhu stranke će surađivati u cilju uspostavljanja:

(a) detaljnijih informacija o pojedinim HOS-evima i njihovu POCP-u;

(b) kritičnih razina za fotokemijske oksidante;

(c) smanjenja godišnjih nacionalnih emisija ili prekograničnih strujanja HOS-eva i pratećih produkata, sekundarnih fotokemijskih oksidanata, osobito u odnosu na zahtjev za postizanjem dogovorenih ciljeva utemeljenih na kritičnim razinama;

(d) strategija nadzora, primjerice gospodarski instrumenti, radi omogućivanja sveukupne rentabilnosti troškova u postizanju dogovorenih ciljeva;

(e) mjera i vremenskog rasporeda za postizanje takvih smanjenja s početkom najkasnije 1. siječnja 2000. godine.

8. Tijekom ovih pregovora, stranke će razmotriti je li prikladno za svrhe navedene u stavku 1. nadopuniti takve daljnje korake s mjerama za smanjenje metana.

Članak 3.

DALJNJE MJERE

1. Mjere zahtijevane ovim Protokolom ne oslobađaju stranke njihovih drugih obveza u poduzimanju mjera za smanjenje ukupnog ispuštanja plinova koji mogu znatno pridonijeti klimatskim promjenama, stvaranju troposferskog pozadinskog ozona ili oštećenju stratosferskog ozona, ili koje su otrovne ili karcinogene.

2. Stranke mogu poduzeti strože mjere od onih zahtijevanih ovim Protokolom.

3. Stranke će uspostaviti mehanizam za praćenje usklađivanja s ovim Protokolom. Kao prvi korak, na osnovi informacija dobivenih sukladno članku 8. ili drugim informacijama, svaka stranka koja smatra da druga stranka postupa ili je postupila na način koji nije sukladan s njezinim obvezama iz ovoga Protokola, može u tom smislu izvijestiti Izvršno tijelo, te istodobno stranke na koje se to odnosi. Na zahtjev bilo koje stranke, pitanje se može razmatrati na sljedećem sastanku Izvršnoga tijela.

Članak 4.

RAZMJENA TEHNOLOGIJA

1. Stranke će, sukladno njihovim nacionalnim zakonima, propisima i praksi, omogućiti razmjenu tehnologija za smanjenje emisija HOS-eva, osobito putem promicanja:

(a) komercijalne razmjene raspoložive tehnologije,

(b) izravnih industrijskih kontakata i suradnje, uključujući zajednička ulaganja,

- (c) razmjene informacija i iskustava,
- (d) pružanja tehničke pomoći.

2. U promicanju aktivnosti navedenih u stavku 1. ovoga članka, 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 razmatranjem postupaka za stvaranje povoljnijih uvjeta za razmjenu tehnologija za smanjenje emisije HOS-eva.

Članak 5.

ISTRAŽIVANJA I PRAĆENJA KOJE TREBA PODUZETI

Stranke će najveću prednost dati istraživanjima i praćenjima koja se odnose na razvoj i primjenu metoda za postizanje nacionalnih ili međunarodnih standarda za troposferski ozon i drugih ciljeva radi zaštite ljudskog zdravlja i okoliša. Stranke će, posebno putem nacionalnih ili međunarodnih istraživačkih programa, planom rada Izvršnog tijela i drugim programima suradnje u okviru Konvencije nastojati:

- (a) utvrditi i kvantificirati učinke emisija HOS-eva, kako antropogenih tako i biogenih, te fotokemijskih oksidanata na ljudsko zdravlje, okoliš i tvari;
- (b) odrediti zemljopisnu raspodjelu osjetljivih područja;
- (c) razvijati praćenje emisija i kakvoće zraka te izračune pomoću modela uključujući metode za izračun emisija, vodeći računa, koliko je god moguće, o raznim vrstama HOS-eva, kako antropogenih tako i biogenih i njihovoj reaktivnosti, kako bi se kvantificirao dalekosežni prijenos HOS-eva, kako antropogenih tako i biogenih, i odgovarajućih onečišćujućih tvari, a koje sudjeluju u stvaranju fotokemijskih oksidanata;
- (d) poboljšati procjene izvršenja i troškova tehnologija za nadzor emisija HOS-eva i pratiti razvoj poboljšanih i novih tehnologija;
- (e) u kontekstu pristupa utemeljenog na kritičnim razinama, razvijati metode za integraciju znanstvenih, tehničkih i ekonomskih podataka radi utvrđivanja odgovarajućih racionalnih strategija za ograničenje emisija HOS-eva i omogućivanja sveukupne rentabilnosti u cilju postizanja dogovorenih ciljeva;
- (f) poboljšati preciznost proračuna emisija HOS-eva, kako antropogenih tako i biogenih, i uskladiti metode za njihov izračun ili procjenu;
- (g) poboljšati razumijevanje kemijskih procesa uključenih u stvaranje fotokemijskih oksidanata;
- (h) utvrditi moguće mjere za smanjenje emisija metana.

Članak 6.

POSTUPAK PREISPITIVANJA

1. Stranke će redovito preispitivati ovaj Protokol, vodeći računa o najboljim raspoloživim znanstvenim spoznajama i tehnološkom razvoju.

2. Prvo preispitivanje obaviti će se najkasnije godinu dana od datuma stupanja na snagu ovoga Protokola.

Članak 7.

NACIONALNI PROGRAMI, POLITIKE I STRATEGIJE

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

Članak 8.

RAZMJENA INFORMACIJA I GODIŠNJE IZVJEŠĆIVANJE

1. Stranke će razmjenjivati informacije obavješćujući Izvršno tijelo o nacionalnim programima, politikama i strategijama koje su izradile sukladno članku 7. i izvješćivanjem o ostvarenom napretku i svakoj promjeni tih programa, politika i strategija. Prve godine po stupanju na snagu ovoga Protokola, svaka stranka će izvijestiti o razini emisija HOS-eva na svojem državnom području i o svakom području TOMA na svojem teritoriju, ukupno i, koliko je to moguće, prema sektorima nastanka i pojedinim HOS-evima, sukladno smjernicama koje će Izvršno tijelo utvrditi za 1988. godinu ili bilo koju drugu godinu odabranu kao baznu godinu sukladno članku 2.2., i na osnovi prema kojoj su te razine izračunate.

2. Nadalje, svaka će stranka godišnje izvješćivati:

(a) o pitanjima navedenim u stavku 1. za prethodnu kalendarsku godinu, i o bilo kakvoj reviziji koju je potrebno učiniti u izvješćima već izrađenim za prethodne godine;

(b) o napretku u primjeni nacionalnih ili međunarodnih emisijskih standarda i tehnikama nadzora zahtijevanih sukladno članku 2. stavku 3.;

(c) o mjerama poduzetim radi omogućivanja razmjene tehnologije.

3. Dodatno, stranke unutar zemljopisnog obuhvata EMEP-a, će izvješćivati, u vremenskim razmacima koje odredi Izvršno tijelo, o emisijama HOS-eva prema sektoru nastanka, navodeći prostornu rasprostranjenost, kako to odredi Izvršno tijelo, prikladno za potrebe modeliranja stvaranja i prijenosa produkata, sekundarnih fotokemijskih oksidanata.

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

Članak 9.

IZRAČUNI

EMEP će, koristeći pogodne modele i mjerenja, pružiti relevantne informacije o dalekosežnom prijenosu ozona u Europi za godišnja zasjedanja Izvršnog tijela. U područjima izvan zemljopisnoga obuhvata EMEP-a koristit će se modeli pogodni s obzirom na specifične okolnosti stranaka Konvencije.

Članak 10.

DODACI

Dodaci ovom Protokolu čine sastavni dio Protokola. Dodatak I. je obvezujući, dok su dodaci II., III. i IV. preporuke.

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 raspraviti predložene izmjene i dopune na svojem idućem godišnjem zasjedanju, pod uvjetom da je Izvršni tajnik priopćio prijedloge strankama najmanje 90 dana unaprijed.
3. Izmjene i dopune Protokola, koje nisu izmjene i dopune njegovih dodataka, prihvatit će se konsenzusom stranaka prisutnih na zasjedanju Izvršnoga tijela, a za stranke koje su ih usvojile 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 od datuma kada je ta stranka položila instrument o prihvatu izmjena i dopuna.
4. Izmjene i dopune dodataka usvojit će se konsenzusom stranaka prisutnih na zasjedanju Izvršnoga tijela, a stupaju na snagu trideset dana nakon datuma kada su priopćene, sukladno stavku 5. ovoga članka.
5. Izvršni tajnik će izmjene i dopune iz stavka 3. i 4. ovoga članka, nakon usvajanja, što je moguće prije dostaviti svim strankama.

Članak 12.

RJEŠAVANJE SPOROVA

Ako je spor nastao između dvije ili više stranaka glede tumačenja ili primjene ovoga Protokola, stranke će zatražiti rješenje spora putem pregovora ili putem drugih sredstava za rješavanje sporova koji su prihvatljivi strankama u sporu.

Članak 13.

POTPISIVANJE

1. Ovaj će Protokol biti otvoren za potpisivanje u Ženevi od 18. studenoga 1991. do uključujući 22. studenoga 1991., a potom u sjedištu Ujedinjenih naroda u New Yorku do 22. svibnja 1992., državama članicama Komisije, kao i državama sa savjetodavnim statusom pri Komisiji, sukladno stavku 8. Rezolucije broj 36 (IV) Gospodarskog i socijalnog vijeća od 28. ožujka 1947., te od strane regionalnih organizacija za gospodarsku integraciju 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 tih organizacija neće moći pojedinačno ostvarivati ta prava.

Članak 14.

RATIFIKACIJA, PRIHVAT, ODOBRENJE I PRISTUP

1. Ovaj Protokol podliježe ratifikaciji, prihvatu ili odobrenju od strane potpisnica.
2. Ovaj je Protokol od 22. svibnja 1992. godine otvoren za pristup državama i organizacijama navedenim u članku 13. stavku 1.

Članak 15.

DEPOZITAR

Isprave o ratifikaciji, prihvatu, odobrenju ili pristupu polažu se kod glavnoga tajnika Ujedinjenih naroda koji obavlja dužnosti depozitara.

Članak 16.

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 pristupa nakon polaganja šesnaeste isprave o ratifikaciji, prihvatu, odobrenju ili pristupu, Protokol stupa na snagu devedesetoga dana nakondatuma kada ta stranka položi ispravu o ratifikaciji, prihvatu, odobrenju ili pristupu.

Članak 17.

POVLAČENJE

U bilo kojem trenutku nakon pet godina nakon 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 od datuma kada je depozitar zaprimio pisanu obavijest, ili nekog kasnijeg datuma naznačenog u obavijesti o povlačenju.

Članak 18.

VJERODOSTOJNI TEKSTOVI

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

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

SASTAVLJENO u Ženevi, osamnaestog dana mjeseca studenoga tisuću devetsto devedeset i prve godine.

DODACI

DODATAK I

Utvrđena područja gospodarenja troposferskim ozonom (TOMA)

Za potrebe ovog Protokola utvrđena su sljedeća područja gospodarenja troposferskim ozonom:

Kanada :

Područje gospodarenja troposferskim ozonom br. 1:

Dolina *Lower Fraser* u provinciji Britanska Kolumbija.

To je područje površine 16.800 m² u jugozapadnom kutu provincije Britanska Kolumbija, prosječne širine 80 km i proteže se 200 km duž doline rijeke Fraser od ušća rijeke u tjesnac Georgia do Boothroyd, Britanska Kolumbija. Njegova južna granica je međunarodna granica Kanade i Sjedinjenih Američkih Država i obuhvaća širu regiju Vancouvera.

Područje gospodarenja troposferskim ozonom br. 2:

Koridor Windsor-Quebec u provincijama Ontario i Quebec.

To je područje površine 157.000 km² koje se sastoji od pojasa dužine 1.100 km i prosječne širine 140 km, protežući se od grada Windsora (u blizini Detroita u Sjedinjenim Američkim Državama) u provinciji Ontario do grada Quebeca u provinciji Quebec. Područje gospodarenja troposferskim ozonom Koridor Windsor-Quebec nalazi se duž sjeverne obale Velikih jezera i rijeke St. Lawrence u Ontariju, te okružuje rijeku St. Lawrence od granice Ontarija i Quebeca do grada Quebeca u Quebecu. Obuhvaća urbana središta: Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montreal, Trois-Rivieres i grad Quebec.

Norveška

Cjelokupni kopneni dio Norveške kao i isključiva gospodarska zona južno od 62° sjeverne paralele u području Gospodarske komisije za Europu (ECE), koja obuhvaća površinu od 466.000 km².

DODATAK II

Mjere za nadzor emisija hlapivih organskih spojeva (HOS-eva) iz stacionarnih izvora**Uvod**

1. Svrha ovog Dodatka je pružiti strankama Konvencije smjernice za utvrđivanje najboljih raspoloživih tehnologija koje će im omogućiti da ispune obveze iz Protokola.

2. Informacije o djelovanju emisije i troškovima temelje se na službenim dokumentima Izvršnog tijela i njegovih pomoćnih tijela, a posebice na dokumentima koje je primila i razmotrila Radna skupina za emisije HOS-eva iz stacionarnih izvora. Ukoliko nije drukčije naznačeno, navedene tehnike smatraju se uvedenima na temelju iskustva stečenog primjenom.

3. Iskustvo sa novim proizvodima i novim postrojenjima koje koriste tehnike niskih emisija, kao i sa prilagodbom postojećih postrojenja stalno se uvećava; stoga će biti potrebno redovito pojasniti te mijenjati i nadopunjavati ovaj dodatak. Najbolje raspoložive tehnologije utvrđene za nova postrojenja mogu se primijeniti na postojeća postrojenja nakon odgovarajućeg prijelaznog razdoblja.

4. U dodatku se navode mjere koje obuhvaćaju raspon troškova i djelotvornosti. Izbor mjera za svaki pojedinačni slučaj ovisit će o određenom broju čimbenika, uključujući gospodarske prilike, tehnološku infrastrukturu i bilo koji postojeći nadzor HOS-eva koji se provodi.

5. Ovaj dodatak, općenito, ne uzima u obzir specifične vrste HOS-eva emitiranih iz različitih izvora, već se bavi najboljim raspoloživim tehnologijama za smanjenje emisije HOS-eva. Pri planiranju mjera za neke izvore, vrijedi razmotriti davanje radije prioriteta onim djelatnostima kod kojih se emitiraju reaktivne, nego nereaktivne HOS-eva, (npr. u sektoru korištenja otapala). Međutim, nakon prihvaćanja takvih mjera specifičnih za spoj, također treba uzeti u obzir i druge učinke na okoliš (npr. globalne klimatske promjene) i na ljudsko zdravlje.

I. GLAVNI IZVORI EMISIJA HOS-eva IZ STACIONARNIH IZVORA

6. Glavni izvori antropogenih emisija nemetanskih HOS-eva iz stacionarnih izvora su sljedeći:

- (a) uporaba otapala;
- (b) naftna industrija uključujući rukovanje naftnim proizvodima;
- (c) organska kemijska industrija;
- (d) mali uređaji za loženje (npr. kućni kotlovi za grijanje i manji industrijski kotlovi);
- (e) prehrambena industrija;
- (f) industrija željeza i čelika;
- (g) postupanje i obrada otpada;
- (h) poljoprivreda.

7. Redosljed na ovom popisu odražava opći značaj izvora zavisno o nesigurnosti proračuna emisija. Raspodjela emisija HOS-eva prema različitim izvorima u velikoj mjeri ovisi o područjima aktivnosti unutar državnog područja svake pojedine stranke.

II. OPĆE MOGUĆNOSTI SMANJENJA EMISIJE HOS-eva

8. Postoji nekoliko mogućnosti nadzora ili sprječavanja emisija HOS-eva. Mjere za smanjenje emisija HOS-eva usredotočuju se na proizvode i/ili preinake procesa (uključujući održavanje i operativni nadzor) i na prilagodbu postojećih postrojenja. Sljedeći popis daje opći pregled raspoloživih mjera koje se mogu provoditi bilo pojedinačno bilo zajedno:

(a) zamjena HOS-eva; npr. korištenje vodenih kupelji za odmaščivanje, te boja, tinta, ljepila ili adheziva s niskim sadržajem ili koja ne sadrže HOS-eve;

(b) smanjenje emisija primjenom najbolje upravljačke prakse kao što su dobro gospodarenje, programi preventivnog održavanja, ili izmjene u procesima kao što je zatvoreni sustav tijekom uporabe, skladištenje i distribucija organskih tekućina niskoga vrelišta;

(c) uporaba i/ili obnavljanje učinkovito sakupljenih HOS-eva pomoću nadzornih tehnika kao što su adsorpcija, apsorpcija, kondenzacija i membranski procesi; u idealnim okolnostima, organski spojevi mogu se ponovno upotrijebiti na licu mjesta;

(d) uništavanje učinkovito sakupljenih HOS-eva putem nadzornih tehnika kao što su toplinsko ili katalitičko spaljivanje ili biološka obrada.

9. Praćenje postupaka smanjenja potrebno je radi osiguranja da se odgovarajuće nadzorne mjere i praksa ispravno provode za učinkovito smanjenje emisije HOS-eva. Praćenje postupaka smanjenja treba obuhvatiti:

(a) izradu popisa gore navedenih mjera za smanjenje emisije HOS-eva koje su već provedene;

(b) karakterizaciju i kvantifikaciju emisija HOS-eva iz relevantnih izvora pomoću instrumentalnih ili drugih tehnika;

(c) povremenu provjeru provedenih mjera za dokidanje radi osiguranja njihove daljnje učinkovitosti;

(d) redovito plansko izvještavanje nadzornih tijela o (a), (b) i (c) primjenjujući usklađene postupke;

(e) uspoređivanje smanjenja emisije HOS-eva postignutog u praksi sa ciljevima Protokola.

10. Iznosi ulaganja/troškova prikupljaju se iz različitih izvora. S obzirom na mnoge čimbenike koji na njih utječu, iznosi ulaganja/troškova visoko su specifični za svaki pojedini slučaj. Ako se u razmatranjima rentabilnosti strategije koristi jedinica "trošak po toni smanjenog HOS-a", mora se voditi računa da tako specifične brojke u velikoj mjeri zavise od čimbenika kao što su kapacitet postrojenja, učinkovitost uklanjanja i koncentracija HOS-a u neobrađenom plinu, vrsta tehnologije i izbor novih uređaja u usporedbi s preinakom. Iznosi troškova također trebaju biti utemeljeni na parametrima specifičnima za proces, npr. mg/m² obrađenog (boje), kg/m³ proizvoda ili kg/jedinici.

11. Razmatranja isplativosti strategije trebaju se temeljiti na ukupnim godišnjim troškovima (uključujući kapitalne i operativne troškove). Troškove za smanjenje emisije HOS-eva treba razmotriti u okviru opće ekonomičnosti procesa, npr. utjecaja mjera nadzora i troškova na proizvodne troškove.

III. TEHNIKE NADZORA

12. Glavne kategorije raspoloživih tehnika za nadzor smanjenja emisije HOS-eva sažeto su prikazane u tablici 1. Tehnike uvrštene u tablicu uspješno su komercijalno primijenjene i danas su već uvriježene. Većina njih općenito se primjenjuje u svim sektorima.

13. Specifične tehnike za pojedine sektore, uključujući ograničenje sadržaja otapala u proizvodima, date su u poglavljima IV. i V.

14. Potrebno je voditi računa da se uvođenjem ovih tehnika nadzora ne prouzroči druge probleme u okolišu. Ako se primjenjuje spaljivanje, ono se treba kombinirati s obnavljanjem energije, tamo gdje je to prikladno.

15. Primjenom ovih tehnika, u pravilu se mogu postići koncentracije niže od 150 mg/m³ (kao ukupni ugljik, standardni uvjeti) u struji ispušnog zraka. U većini slučajeva mogu se postići vrijednosti emisije od 10-50 mg/m³.

16. Drugi uobičajeni postupak za uništavanje nehalogeniranih HOS-eva je korištenje struje plina sa HOS-eva kao sekundarnog zraka ili goriva u postojećim jedinicama za pretvorbu energije. Međutim, za to su obično potrebne preinake procesa ovisno o lokaciji, pa je iz tog razloga isključen iz sljedeće tablice.

17. Podaci o učinkovitosti proizašli su na temelju stečenog iskustva tijekom primjene i smatra se da su odraz mogućnosti sadašnjih postrojenja.

18. Podaci o troškovima još su nepouzdaniji zbog tumačenja troškova, načina obračuna i uvjetima ovisno o lokaciji. Stoga su dobiveni podaci specifični za pojedini slučaj. Oni pokrivaju opsege troškova različitih tehnika. Međutim, troškovi precizno održavaju odnose između troškova različitih tehnika. Razlike između troškova primjene novih i prilagođenih rješenja mogu u nekim slučajevima biti značajne, ali nedovoljno da bi promijenile redoslijed u tablici 1.

19. Izbor tehnika nadzora ovisit će o parametrima kao što su koncentracija HOS-eva u neobrađenom plinu, volumnom protoku plina, vrsti HOS-eva i drugo. Stoga se mogu pojaviti preklapanja u područjima primjene; u tom slučaju treba izabrati najprikladniju tehniku prema uvjetima specifičnim za određeni slučaj.

TABLICA 1.

Sažeti pregled raspoloživih tehnika nadzora emisije HOS-eva, njihova učinkovitost i troškovi

Tehnike	Niže koncentracije u struji zraka		Više koncentracije u struji zraka		Primjena
	Učinkovitost	Troškovi	Učinkovitost	Troškovi	
Toplinsko spaljivanje**	Visoka	Visoki	Visoka	Srednji	Široka za protoke s visokom koncentracijom
Katalitičko spaljivanje**	Visoka	Srednji	Srednja	Srednji	Više primjenjivija za protoke s nižom koncentracijom
Adsorpcija* (filteri s aktivnim ugljenom)	Visoka	Visoki	Srednja	Srednji	Široka za protoke sa visokom koncentracijom
Apsorpcija (pranje otpadnih plinova)	-	-	Visoka	Srednji	Široka za protoke sa visokom koncentracijom
Kondenzacija*	-	-	Srednja	Niski	Samo u posebnim slučajevima za protoke s visokom koncentracijom
Biofiltracija	Srednja do visoka	Niski	Niska***	Niski	Uglavnom za protoke s niskom koncentracijom, uključujući i nadzor mirisa

Koncentracija: niža < 3 g/m³ (u mnogim slučajevima < 1g/m³);
viša > 5 g/m³

Učinkovitost: visoka > 95 %
srednja 80-95 %
niska < 80 %

Ukupni troškovi: visoki > 500 ECU/t smanjenih HOS-eva
srednji 150-500 ECU/t smanjenih HOS-eva
niski < 150 ECU/t smanjenih HOS-eva

*Ovi procesi mogu se kombinirati sa sustavima obnavljanja otapala. U tom slučaju ostvaruju se uštede u troškovima.

**Uštede uslijed obnavljanja energije nisu obuhvaćene; one mogu značajno smanjiti troškove.

***Sa zaštitnim filterima za amortiziranje vršnih emisija postiže se srednja do visoka učinkovitost uz srednje do niske troškove.

IV. SEKTORI

20. U ovom poglavlju, svaki sektor u kojem dolazi do emisije HOS-eva predložen je tablicom koja prikazuje glavne izvore emisija, mjere za nadzor uključujući najbolje raspoložive tehnologije, njihovu specifičnu učinkovitost smanjenja emisije i pripadajuće troškove.

21. Također, navedena je procjena ukupnih mogućnosti smanjenja emisija HOS-eva u okviru svakog sektora. Najveći potencijal smanjenja odnosi se na situacije u kojima postoji samo niska razina nadzora.

22. Učinkovitost smanjenja emisija svojstvena pojedinom procesu ne smije se pobrkati s brojkama datim za potencijal smanjenja emisija u svakom sektoru. Prvo se odnosi na tehničku izvodljivost, dok drugo uzima u obzir moguće djelovanje i druge čimbenika koji utječu na svaki sektor. Učinkovitost smanjenja emisija svojstvena pojedinom procesu data je samo kvalitativno, kako slijedi:

$$I = >95\%; \quad II = 80-95\%; \quad III = <80\%$$

23. Troškovi ovise o kapacitetu, čimbenicima specifičnim za lokaciju, načinima obračunavanja i drugim čimbenicima. Slijedom toga, troškovi mogu znatno varirati; zato se daju samo kvalitativne informacije (srednje, nisko, visoko) koje se odnose na usporedbu troškova raznih tehnologija za specifične primjene.

A. *Uporaba otapala u industriji*

24. Uporaba otapala u industriji u mnogim zemljama najviše pridonosi emisijama hlapivih organskih spojeva iz stacionarnih izvora. U tablici 2. navedeni su glavni sektori i mjere nadzora, uključujući najbolje raspoložive tehnologije i učinkovitost smanjenja emisija. Također, za svaki je sektor navedena najbolja raspoloživa tehnologija. Moguće su razlike između malih i velikih ili novih i starih postrojenja. Radi toga je navedeni procijenjeni ukupni potencijal smanjenja emisija niži od vrijednosti iz tablice 2. Procijenjeni ukupni potencijal smanjenja za ovaj sektor iznosi do 60 %. Sljedeći korak u smanjenju potencijala nastajanja epizodnog ozona će uključivati promjenu sastava preostalih otapala.

25. U vezi s uporabom otapala u industriji, mogu se načelno primijeniti tri pristupa: pristup usmjeren proizvodu, koji primjerice vodi ka promjeni sastava proizvoda (boja, proizvodi za odmašćivanje itd.); promjene usmjerene proizvodnji; i dodatne tehnologije nadzora. Pri nekim uporabama otapala u industriji, moguć je isključivo pristup usmjeren proizvodu (u slučaju bojenja konstrukcija, zgrada, industrijske uporabe proizvoda za čišćenje itd.). U svim drugim slučajevima, prednost treba dati pristupu usmjerenom proizvodu, između ostalog i zbog dodatnih pozitivnih utjecaja na emisiju otapala iz industrijske proizvodnje. Osim toga, utjecaj emisija na okoliš može se smanjiti kombiniranjem najbolje raspoložive tehnologije i promjene sastava proizvoda pri čemu se otapala zamjenjuju manje štetnim inačicama. Ovako kombiniranim pristupom, najveći potencijal smanjenja emisije do 60% mogao bi dovesti do znatnog unapređenja u učinkovitosti djelovanja na okoliš.

26. Ubrzano se radi na razvoju boja s malim sadržajem otapala ili bez otapala, koje pripadaju troškovno učinkovitim rješenjima. Za mnoga postrojenja odabire se kombinacija niskog sadržaja otapala i tehnike adsorpcije/spaljivanja. Nadzor emisije HOS-eva za industrijska bojenja većih razmjera (npr. automobila, kućanskih uređaja) može se relativno brzo uvesti. U nekoliko zemalja emisije su smanjene do ispod 60 g/m². Tehničku mogućnost smanjenja emisija iz novih postrojenja na ispod 20 g/m² potvrdilo je nekoliko zemalja.

27. Za odmašćivanje metalnih površina alternativna rješenja su obrada na bazi vode ili zatvoreni strojevi s aktivnim ugljenom radi obnavljanja, sa malim emisijama.

28. Za razne tehnike tiskanja, primjenjuje se nekoliko metoda za smanjenje emisije HOS-eva. To se uglavnom odnosi na promjenu tinta, promjene u procesu tiskanja primjenom drugačijih načina tiskanja i tehnike čišćenja plinom. Tinta na bazi vode umjesto tinte na bazi otapala koristi se za tiskanje fleksografijom na papiru, a razvija se za tiskanje na plastici. Za neke primjene postoje tinte na bazi vode za sitotisk i rotogravuru. Korištenjem tinte koju suši

elektronski mlaz za offset tisak uklanjaju se HOS-evi i primjenjuje se u industriji tiskanja ambalaže. Za neke načine tiskanja dostupne su tinte koje se suše pomoću ultraljubičastih zraka. Najbolja raspoloživa tehnologija za rotogravuru tiskovina je tehnika čišćenja plinom koristeći ugljeni adsorber. Kod pakovina se primjenjuje obnavljanje otapala adsorpcijom (zeoliti, aktivni ugljen) pri rotogravuri, ali se također primjenjuju spaljivanje i apsorpcija. Kod toplinski podešenog tiskanja primjenjuje se toplinsko ili katalitičko spaljivanje ispušnih plinova. Oprema za spaljivanje često uključuje jedinicu za obnavljanje topline.

29. Za kemijsko čišćenje, najbolja raspoloživa tehnologija sastoji se od zatvorenih uređaja te obrada ispušnog zraka iz ventilacije pomoću filtera s aktivnim ugljenom.

TABLICA 2.

Mjere za nadzor emisija HOS-eva, učinkovitost smanjenja i troškovi u sektoru u kojem se koriste otapala

Izvor emisije	Mjere nadzora emisije	Učinkovitost smanjenja	Troškovi i uštede smanjenja
Industrijsko premazivanje površina	Prijelaz na:		
	boje u prahu	I	ušteda
	niski sadržaj HOS-eva ili bez HOS-eva	I-III	niski troškovi
	visok sadržaj krutina	I-III	ušteda
	Spaljivanje:	I-II	srednji do visoki troškovi
	termičko	I-II	srednji troškovi
	katalitičko	I-II	srednji troškovi
	Adsorpcija na aktivnom ugljenu		
Premazivanje površine papira	Uređaj za spaljivanje	I-II	srednji troškovi
	Zračenje/tinte na bazi vode	I-III	niski troškovi
Proizvodnja automobila	Prijelaz na:		
	boje u prahu	I	
	sustavi na bazi vode	I-II	niski troškovi
	premaz s visokim sadržajem krutina	II	
	Adsorpcija s aktivnim ugljenom	I-II	niski troškovi
	Spaljivanje uz obnavljanje topline:		
	termičko	I-II	
	katalitičko	I-II	
Komercijalno bojenje	Niski sadržaj HOS-eva ili bez HOS-eva	I-II	srednji troškovi
	Niski sadržaj HOS-eva ili bez HOS-eva	II-III	srednji troškovi
Tiskanje	Tinte s niskim sadržajem HOS-eva/na bazi vode	II-III	srednji troškovi
	Tiskarski stroj: Sušenje zračenjem	I	niski troškovi
	Adsorpcija s aktivnim ugljenom	I-II	visoki troškovi
	Apsorpcija		
	Spaljivanje:	I-II	
	termičko		
	katalitičko		
	Biofiltracija uz zaštitne filtre	I	srednji troškovi
Odmašćivanje metala	Prijelaz na sustav s niskim sadržajem ili bez HOS-eva	I	
	Zatvoreni strojevi		
	Adsorpcija s aktivnim ugljenom	II	niski do visoki troškovi
	Pokrovi, hladeno nadvođe	III	niski troškovi
Kemijско čišćenje	Obnova sušilica i dobro gospodarenje (zatvoreni ciklusi)	II-III	niski do srednji troškovi
	Kondenzacija	II	niski troškovi
	Adsorpcija s aktivnim ugljenom	II	niski troškovi
Oblaganje drvenih ploča	Premazi s niskim sadržajem ili bez HOS-eva	I	niski troškovi

I = >95%;

II = 80-95%;

III = <80%.

B. *Naftna industrija*

30. Jedan je od velikih izvora emisija HOS-eva iz stacionarnih izvora je naftna industrija. Emisije potječu iz rafinerija i distribucije (uključujući transport i crpke). Sljedeće napomene odnose se na tablicu 3.; navedene mjere također uključuju najbolju raspoloživu tehnologiju.

31. Emisije iz rafinerijskih procesa potječu od izgaranja goriva, spaljivanja ugljikovodika, vakuumske pražnjenja i fuge emisija iz procesnih jedinica, kao što su priрубnice i spojnice, otvorene linije i sustavi uzorkovanja. Ostale značajne emisije HOS-eva u rafinerijama i pratećim aktivnostima nastaju skladištenjem, postupcima obrade otpadnih voda, kod postrojenja za utovar/istovar kao što su luke, kamionski i željeznički terminali, terminali cjevovoda i od povremenih radnji kao što su zatvaranje pogona, servisiranje i puštanje u rad (zamjena procesnih jedinica).

32. Emisije nastale zamjenom procesnih jedinica mogu se nadzirati ispuštanjem para iz posuda u sustave za obnavljanje pare ili kontroliranim spaljivanjem na baklji.

33. Ispuštanje iz vakuumskih sustava može se nadzirati kondenzacijom ili odvođenjem cijevima do kotlova ili grijača.

34. Fugitivne emisije iz procesne opreme za opskrbu plinom/parom ili zapaljivim tekućinama (npr. automatski ventili, ručni ventili, uređaji za smanjenje tlaka, sustavi za uzorkovanje, crpke, kompresori, priрубnice i spojnice) mogu se smanjiti ili spriječiti redovitim ispitivanjem curenja, programima popravaka i preventivnim održavanjem. Oprema na kojoj se pojavilo veće curenje (npr. ventili, brtvila, brtve, crpke itd.) može se zamijeniti opremom jače otpornom na curenje. Na primjer, ručni ili automatski kontrolni ventili mogu se zamijeniti odgovarajućim ventilima sa brtvama odozdo. Crpke za opskrbu plinom/parom ili zapaljivim tekućinama mogu se opremiti sa dvostrukim mehaničkim brtvama s kontroliranim ispuštima za otplinjavanje. Kompresori mogu biti opremljeni sa brtvama koje imaju sustav prepreka za tekućine tako da sprječavaju ispuštanje procesne tekućine u atmosferu, a ispuštanje kroz brtve kompresora usmjerava se u baklju.

35. Ventili za smanjenje tlaka za medije koji mogu sadržavati HOS-eve spajaju se na sustav prikupljanja plina, a prikupljeni plinovi spaljuju se u procesnim pećima ili na baklji.

36. Emisije HOS-eva uslijed skladištenja sirove nafte i naftnih derivata mogu se smanjiti opremanjem spremnika s nepokretnim krovovima unutarnjim plutajućim krovovima ili opremanjem spremnika s plutajućim krovovima sekundarnim brtvama.

37. Emisije HOS-eva uslijed skladištenja benzina i drugih zapaljivih tekućih sastojaka mogu se smanjiti na nekoliko načina. Spremnici s nepokretnim krovovima mogu se opremiti unutarnjim plutajućim krovovima sa primarnim i sekundarnim brtvama ili povezati sa zatvorenim sustavom ispuštanja i uređajem za učinkovitu regulaciju, npr. obnavljanje para, spaljivanje na baklji ili izgaranje u procesnim grijačima. Spremnici s vanjskim plutajućim krovovima i primarnim brtvama mogu se opremiti sekundarnim brtvama, i/ili dodatno opremiti čvrstim, nepokretnim krovovima, s ventilima za smanjenje tlaka koji mogu biti spojeni na baklju.

38. Emisije HOS-eva nastale korištenjem i obradom otpadnih voda mogu se smanjiti na nekoliko načina. Mogu se ugraditi regulatori brtvi za vodu, kao i razvodne kutije opremljene čvrsto prianjajućim poklopcima u sustavima odvodnje. Kanalizacijske cijevi mogu se pokriti. Alternativno, sustav odvodnje može se u cijelosti zatvoriti prema atmosferi. Separatori ulja od vode, uključujući separacijske spremnike, mješalice, brane, komore sa šljunkom, taložnice za mulj i sustav uklanjanja ulja mogu se opremiti nepokretnim krovovima i

zatvorenim ventilacijskim sustavom koji usmjerava pare na kontrolni uređaj, izveden za obnavljanje ili uklanjanje para HOS-eva. Alternativno, separatori ulja od vode mogu biti opremljeni plutajućim krovovima s primarnim i sekundarnim brtvama. Učinkovito smanjenje emisija HOS-eva iz postrojenja za obradu otpadnih voda može se postići ispuštanjem ulja iz procesnih uređaja u sustav za razdvajanje ulja od tretirane vode, čime se otjecanje ulja u postrojenje za preradu otpadnih voda svodi na minimum. Također, kontrolom temperature ulazne vode moguće je smanjiti emisije u atmosferu.

39. Sektor skladištenja i distribucije benzina također ima veliki potencijal smanjenja. Nadzor emisije od utovara benzina u rafineriji (preko međuterminala) do istovara na benzinskim crpkama određen je kao faza I.; nadzor emisije pri punjenju automobila gorivom na benzinskoj crpki određen je kao faza II. (vidi stavak 33. u dodatku III. o mjerama nadzora emisije hlapivih organskih spojeva (HOS-eva) iz cestovnih motornih vozila).

40. Nadzor u fazi I. stupanj sastoji se od uravnoteživanja pare i sakupljanja pare pri utovaru benzina, te od obnavljanja para u jedinicama za obnavljanje. Osim toga, para koja se sakupi na benzinskim crpkama pri istakanju benzina iz autocisterni može se vratiti i obnoviti u jedinicama za obnavljanje.

41. Nadzor u fazi II. sastoji se od uravnoteživanja pare između spremnika za benzin motornog vozila i podzemnog spremnika za benzin na benzinskoj crpki.

42. Faza II. zajedno sa fazom I. najbolja je postojeća raspoloživa tehnologija za smanjenje isparavajućih emisija tijekom distribucije benzina. Dodatni način za smanjenje emisija HOS-eva pri skladištenju i rukovanju s gorivom jest smanjenje hlapivosti goriva.

43. Ukupni potencijal smanjenja emisija u sektoru naftne industrije iznosi do 80%. Ovaj maksimum može se postići jedino tamo gdje je trenutna razina nadzora emisije niska.

TABLICA 3.

Mjere za nadzor emisije HOS-eva, učinkovitost smanjivanja i troškovi u industriji nafte

Izvor emisije	Mjere nadzora emisije	Učinkovitost smanjenja	Troškovi i uštede smanjenja
Rafinerije nafte			
fugitivne emisije zamjena procesne jedinice	redoviti pregled i održavanje baklje/proces obnavljanja para u visokim pećima	III I	srednji troškovi nije dostupno
separator otpadne vode	plivajući poklopac	II	srednji troškovi/uštede
vakuum procesni sustav	površinski kontaktni kondenzor doprema nekondenzirajućih HOS-eva cijevima do grijača ili peći	I	
spaljivanje mulja	termičko spaljivanje	I	
Skladištenje sirove nafte i proizvoda			
benzin	unutarnji plutajući poklopci sa sekundarnim brtvama spremnici sa plutajućim krovom i sekundarnim brtvama	I-II II	ušteda ušteda
sirova nafta	spremnici sa plutajućim krovom i sekundarnim brtvama	II	ušteda
terminali za isporuku benzina (utovar i istovar autocisterni, teglenica i vagona-cisterni)	jedinica za obnavljanje para	I-II	ušteda
benzinske crpke	ravnateža para u cisternama (faza I) ravnateža para tijekom točenja (mlaznice za punjenje) (faza II)	I-II I(-II**)	niski troškovi/ušteda srednji troškovi*

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

* Ovisno o kapacitetu (veličini postaje), rekonstrukcija ili nove servisne stanice.

** Povećavat će se kako će se uvoditi standardizacija cijevi za punjenje vozila.

C. *Organska kemijska industrija*

44. Kemijska industrija također značajno doprinosi emisijama HOS-eva iz stacionarnih izvora. Emisije su različitih značajki i širokog raspona onečišćujućih tvari zbog raznolikosti proizvoda i proizvodnih procesa. Procesne emisije mogu se podijeliti u sljedeće glavne potkategorije: emisije iz reaktorskih procesa, emisije zbog oksidacije zrakom i destilacije, te drugi procesi odvajanja. Ostali značajni izvori emisije su curenje, skladištenje i prijenos proizvoda (utovar/istovar).

45. Kod novih postrojenja, emisije su često znatno smanjene preinakama procesa i/ili novim procesima. Takozvane "dodano na" i "na kraju cijevi" tehnike, kao što su adsorpcija, apsorpcija, toplinsko i katalitičko spaljivanje u mnogim su slučajevima alternativne ili dopunske

tehnologije. Radi smanjenja gubitaka uslijed isparavanja iz spremnika za skladištenje i emisije iz postrojenja za utovar i istovar mogu se primijeniti mjere nadzora preporučena za naftnu industriju (tablica 3.). Mjere nadzora uključujući najbolje raspoložive tehnologije i učinkovitost smanjenja po pojedinim procesima dati su u tablici 4.

46. Sveukupni ostvarivi potencijal smanjenja u organskoj kemijskoj industriji iznosi do 70%, ovisno o kombinaciji industrija i opsegu primjene nadzornih tehnologija i postupaka.

TABLICA 4.
Mjere za nadzor emisije HOS-eva, učinkovitost smanjenja i troškovi u organskoj kemijskoj industriji

Izvor emisije	Mjere nadzora emisije	Učinkovitost smanjenja	Troškovi i uštede sniženja
Fugitivne emisije	otkrivanje curenja i program popravka redoviti pregled	III	niski troškovi
Skladištenje i rukovanje	vidi tablicu 3		
Procesne emisije	Opće mjere:		
	adsorpcija na ugljenu	I-II	nije dostupno
	spaljivanje:		
	termičko	I-II	srednji do visoki troškovi
	katalitičko	I-II	nije dostupno
apsorpcija		nije dostupno	
biofiltracija		nije dostupno	
spaljivanje na baklji	nije dostupno	nije dostupno	
Proizvodnja formaldehida	spaljivanje:		
	termičko	I	visoki troškovi
Proizvodnja polietilena	katalitičko	I	
	spaljivanje na baklji	I	srednji troškovi
Proizvodnja polistirena	katalitičko spaljivanje	I-II	
	termičko spaljivanje	I	srednji troškovi
Proizvodnja vinil klorida	spaljivanje na baklji	I	
	Preinake u procesu (primjeri):		
	zamjena zraka kisikom u stupnju oksikloriranja	II	nije dostupno
Proizvodnja polivinil klorida	spaljivanje na baklji	I	srednji troškovi
	uklanjanje monomera u suspenziji	II	nije dostupno
Proizvodnja polipropilena	apsorpcija nitro-2-metil-1-propanol-1	I	ušteda
	visokoučinkoviti katalizator	I	nije dostupno
Proizvodnja etilen oksida	zamjena zraka kisikom	I	nije dostupno
I = >95%; II = 80-95%; III = <80%.			

D. *Stacionarno izgaranje*

47. Optimalno smanjenje emisije HOS-eva iz stacionarnih ložišta ovisi o učinkovitoj uporabi goriva na nacionalnoj razini (tablica 5.). Također je važno osigurati učinkovito izgaranje goriva primjenom kvalitetnih radnih postupaka, djelotvornih uređaja za izgaranje i naprednih sustava za upravljanje s izgaranjem.

48. Posebno kod malih sustava još uvijek postoje znatne mogućnosti za smanjenje, naročito pri sagorijevanju krutih goriva. Smanjenje HOS-eva se općenito može postići zamjenom starih peći/kotlova i/ili prelaskom na korištenje plina kao goriva. Zamjenom pojedinačnih peći u prostoriji sa sustavom centralnog grijanja i/ili zamjenom pojedinačnih sustava grijanja općenito se smanjuje onečišćenje; međutim, treba voditi računa o ukupnoj učinkovitost energije. Prijelaz na korištenje plina kao goriva vrlo je učinkovita mjera nadzora, pod uvjetom da je distribucijski sustav nepropustan.

49. U većini zemalja potencijal smanjenja emisije HOS-eva iz elektrana je zanemariv. S obzirom na neizvjesnost zamjene/prelaska na druga goriva, nije moguće dati brojke koje se odnose na sveukupni potencijal smanjenja i pripadajuće troškove.

TABLICA 5.

Mjere za nadzor emisije hlapivih organskih spojeva iz stacionarnih izvora izgaranja

Izvor emisije	Mjere nadzora emisije
Izvori izgaranja manjeg opsega	Štednja energije, npr. izolacija Redovita kontrola Zamjena starih peći Prirodni plin i loživo ulje umjesto krutih goriva Sustav centralnog grijanja Sustav područnog grijanja
Industrijski i komercijalni izvori	Štednja energije Bolje održavanje Prilagodbe tipa goriva Promjena peći i punjenja Promjena uvjeta gorenja
Stacionarni izvori s unutarnjim izgaranjem	Katalitički konverteri Toplinski reaktori

E. *Prehrambena industrija*

50. Sektor prehrambene industrije obuhvaća široki raspon procesa koji emitiraju HOS-eve iz velikih i malih postrojenja (tablica 6.). Glavni su izvori emisije HOS-eva:

- (a) proizvodnja alkoholnih pića,
- (b) pekarstvo,
- (c) ekstrakcija biljnog ulja mineralnim uljima,
- (d) postupanje s nusproizvodima životinjskog podrijetla

Alkohol je glavni HOS pod (a) i (b). Alifatski ugljikovodici su glavni HOS-evi pod (c).

51. Ostali mogući izvori obuhvaćaju:

- (a) industriju šećera i korištenje šećera,
- (b) prženje kave i jezgričastog voća,
- (c) prženje (listići krumpira, hraskavi kruh itd.),
- (d) priprava ribljih obroka,
- (e) priprava kuhanih mesa itd.

52. Emisije HOS-eva u pravilu se odlikuju mirisom, malom koncentracijom, velikim volumnim protokom i visokim sadržajem vode. Iz tog razloga, kao tehnika za njihovo smanjivanje se koriste biofilteri. Također se koriste uobičajene tehnike kao što su: apsorpcija, adsorpcija, termičko i katalitičko spaljivanje. Glavna prednost biofiltera su niski troškovi rada u usporedbi s drugim tehnikama. Unatoč tomu, potrebno je povremeno održavanje.

53. Kod većih postrojenja za fermentaciju i u pekarnama izvedivo je obnavljanja alkohola kondenzacijom.

54. Emisije alifatskih ugljikovodika iz ekstrakcije ulja bitno se smanjuju korištenjem zatvorenih ciklusa i dobrim gospodarenjem radi sprječavanja gubitaka kroz ventile, brtve itd. Različita sjemenja uljarica zahtijevaju različite volumene mineralnog ulja za ekstrakciju. Maslinovo ulje može se izdvojiti mehanički, pri čemu nije nužna upotreba mineralnog ulja.

55. Tehnološki izvediv ukupni potencijal smanjenja u prehrambenoj industriji procjenjuje se do 35%.

TABLICA 6.
Mjere nadzora emisija HOS-eva, učinkovitost smanjenja i troškovi u prehrambenoj industriji

Izvor emisije	Mjere nadzora emisije	Učinkovitost Smanjenja	Troškovi i uštede smanjenja
Općenito	Zatvoreni ciklusi		
	Bio-oksidacija	II	Niski*
	Kondenzacija i obrada	I	Visoki
	Adsorpcija/apsorpcija		
	Toplinsko/katalitičko spaljivanje		
Prerada biljnih ulja	Mjere uklopljene u proces	III	Niski
	Adsorpcija		
	Membranske tehnike		
	Spaljivanje u procesnoj peći		
Postupanje s nusproizvodima životinjskog podrijetla	Biofiltracija	II	Niski*

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

* Zbog činjenice da se ovi procesi obično primjenjuju na plinove s malim koncentracijama HOS-eva, troškovi po kubičnom metru plina su niski, premda je suzbijanje hlapivih organskih spojeva po toni veliko.

F. *Industrija željeza i čelika (uključujući legure željeza, lijevanje itd.)*

56. Emisije HOS-eva u industriji željeza i čelika mogu potjecati iz različitih izvora:
- (a) Prerada ulaznog materijala (koksare; postrojenja za aglomeriranje, sinteriranje, peletiziranje, briketiranje; postupanje s otpadom);
 - (b) Metalurški reaktori (elektrolučne peći; konverteri, osobito ako se koristi staro željezo; (otvorene) kupole; visoke peći);
 - (c) Obrada proizvoda (lijevanje; peći za ponovno zagrijavanje; valjaonice).
57. Smanjenjem nosača ugljika u sirovinama (npr. na trakama za sinteriranje) smanjuje se mogućnost emisije HOS-eva.
58. Kod otvorenih metalurških reaktora emisija HOS-eva može se pojaviti iz zagađenog otpada pod pirolitičkim uvjetima. Osobitu pažnju treba posvetiti sakupljanju plinova pri postupcima punjenja i odvajanja kako bi se minimizirale fugalne emisije HOS-eva.
59. Posebnu pozornost valja obratiti na otpad zagađen uljem, masnoćom, bojama itd., i odvajanju sitnih komadića (nemetallnih dijelova) iz metalnog otpada.
60. Prerada proizvoda obično ima za posljedicu nastajanje fugalnih emisija. Pri lijevanju, javljaju se emisije pirolitičkih plinova, uglavnom iz organski vezanih pijeska. Te se emisije mogu smanjiti odabirom vezivnih smola male emisije i/ili minimiziranjem količine veziva. Biofilteri su ispitani za takve dimne plinove. Uljna izmaglica dospjela iz valjaonica u zrak može se filtriranjem smanjiti na niske razine.
61. Koksare su značajni izvor emisije HOS-eva. Emisije nastaju zbog: propuštanja plina iz koksnih peći, gubitka HOS-eva koji se inače usmjeravaju na pripadajući uređaj za destilaciju, te zbog sagorijevanja plina iz koksnih peći i drugog goriva. Emisije HOS-eva uglavnom se smanjuju sljedećim mjerama: poboljšanim brtvljenjem između vrata i okvira peći, te između otvora za punjenje i poklopaca; održavanjem ravnomjernog usisa iz peći pri punjenju; suho gašenje bilo izravnim hlađenjem inertnim plinovima ili posrednim hlađenjem vodom; izravnim potiskivanjem u jedinicu za suho gašenje; te učinkovitim prekrivanjem tijekom operacije potiskivanja.

G. *Postupanje s otpadom i njegova obrada*

62. U pogledu kontrole krutog komunalnog otpada, glavni ciljevi su smanjiti količinu proizvedenog otpada i smanjiti količinu namijenjenu obradi. Osim toga, obradu otpada treba optimalizirati sa stanovišta zaštite okoliše.
63. Koriste li se odlagališta otpada, mjere za nadzor emisije HOS-eva pri preradi komunalnog otpada treba povezati s učinkovitim sakupljanjem plinova (uglavnom metana).
64. Ove emisije mogu se ukloniti (spaljivanje). Druga mogućnost je pročišćavanje plina (biooksidacija, apsorpcija, aktivni ugljen, adsorpcija) što omogućuje korištenje plina za proizvodnju energije.
65. Odlagališta industrijskog otpada koji sadrži HOS-eva uzrokuju emisiju HOS-eva. O ovoj činjenici treba voditi računa pri utvrđivanju politike gospodarenja otpadom.
66. Sveukupni potencijal smanjenja procjenjuje se na 30%, iako taj iznos obuhvaća metan.

H. Poljoprivreda

67. Najznačajniji izvori emisije HOS-eva u poljoprivredi su:

- (a) spaljivanje poljoprivrednog otpada, osobito slame i strnjike;
- (b) upotreba organskih otapala u stvaranju pesticida;
- (c) anaerobna razgradnja životinjske hrane i otpada.

68. Emisije HOS-eva smanjuju se:

(a) kontroliranim odlaganjem slame, nasuprot uobičajenoj praksi spaljivanja na otvorenom polju;

(b) minimalnim korištenjem pesticida a visokim sadržajem organskih otapala i/ili korištenjem emulzija i spojeva na bazi vode;

(c) kompostiranjem otpada, miješanjem gnoja sa slamom itd.;

(d) smanjenjem izlaznih plinova iz objekata za smještaj i držanje životinja, uređaja za sušenje gnoja itd., korištenjem biofiltera, adsorpcije itd.

69. Osim spomenutog, promjena hranidbe može smanjiti emisije plina iz životinja, a moguće je obnavljanje plinova i njihovo korištenje kao gorivo.

70. Trenutno nije moguće procijeniti potencijal smanjenja emisije HOS-eva u poljoprivredi.

V. PROIZVODI

71. U situacijama kada pomoću tehnika nadzora nije moguće smanjivanje , jedini način za smanjenje emisije HOS-eva je promjena sastava proizvoda koji se koriste. Glavni sektori i proizvodi na koje se to odnosi su: ljepila koja se koriste u kućanstvima, lakoj industriji, trgovinama i uredima; boje za uporabu u kućanstvima; proizvodi za čišćenje u kućanstvu i osobnu njegu; uredski pribor kao što je tekućina za korekturu i proizvodi za održavanje automobila. U bilo kojoj drugoj situaciji kada se koriste proizvodi poput gore navedenih (npr. bojenje, laka industrija) prednost se daje promjeni sastava proizvoda.

72. Mjere u svrhu smanjenja emisije HOS-eva iz takvih proizvoda su:

- (a) zamjenski proizvod;
- (b) promjena sastava proizvoda;
- (c) promjena pakovine proizvoda, osobito za proizvode promijenjena sastava.

73. Radi utjecanja na izbor na tržištu, na raspolaganju su sljedeća sredstva:

(a) označavanje kako bi potrošači bili dobro obaviješteni o sadržaju hlapivih organskih spojeva;

(b) aktivno poticanje proizvoda s niskim sadržajem HOS-eva (npr. princip "plavog anđela");

(c) fiskalne olakšice povezane sa sadržajem HOS-eva.

74. Učinkovitost ovih mjera ovisi o sadržaju HOS-eva u dotičnim proizvodima, raspoloživosti i prihvatljivosti alternativa. Potrebno je voditi računa da promjenom sastava proizvoda to ne bi uzrokovalo neke druge probleme (npr. povećane emisije klorofluorouglijaka (CFC)).

75. Proizvodi koji sadrže HOS-eve koriste se u industriji kao i u kućanstvima. U oba slučaja primjena alternativnih proizvoda s niskim sadržajem otapala može zahtijevati izmjene opreme za primjenu proizvoda kao i načine rada.

76. Boje koje se obično koriste u industrijske svrhe te u kućanstvima prosječno sadrže oko 25 do 60% otapala. Za većinu primjena postoje ili se razvijaju inačice s niskim sadržajem otapala ili ga uopće ne sadrže:

(a) Boje koje se koriste u lakoj industriji:

Boje u prahu	= 0% HOS-eva u proizvodu
Boje na bazi vode	= 10% HOS-eva u proizvodu
Boje s niskim sadržajem otapala	= 15% HOS-eva u proizvodu

(b) Boje za uporabu u kućanstvu:

Boje na bazi vode	= 10% HOS-eva u proizvodu
Boje sa niskim sadržajem otapala	= 15% HOS-eva u proizvodu

Očekuje se da će prijelaz na alternativne boje dovesti do ukupnog smanjenja emisije HOS-eva za oko 45 do 60%.

77. Većina ljepila se koristi u industriji, dok uporaba u kućanstvu čini manje od 10 %. Oko 25% ljepila u uporabi sadrži otapala s HOS-evima. Kod tih ljepila, sadržaj otapala je različit i može činiti polovicu težine proizvoda. Za nekoliko područja primjene postoje inačice s niskim sadržajem otapala ili ga uopće ne sadrže. Stoga, ova kategorija izvora nudi visoki potencijal smanjenja.

78. Tinta se uglavnom koristi u procesima industrijskog tiskanja pri čemu je sadržaj otapala veoma različit, do 95%. Za većinu tiskarskih postupaka postoje ili se razvijaju tinte s niskim sadržajem otapala, osobito za tiskanje na papir (vidi točku 28).

79. Oko 40 do 60% emisija HOS-eva iz robe široke potrošnje (uključujući uredski pribor i proizvode za održavanje automobila) potječe iz aerosola. Tri su osnovna načina smanjenja emisija HOS-eva iz robe široke potrošnje:

- (a) nadomještanje potiskivača i korištenje mehaničkih crpki;
- (b) promjena sastava;
- (c) promjena pakovine.

80. Procjenjuje se da potencijal smanjenja emisije HOS-eva iz robe široke potrošnje iznosi 50%.

DODATAK III.

**Mjere za nadzor emisija hlapivih organskih spojeva (HOS-eva)
iz cestovnih motornih vozila****Uvod**

1. Ovaj Dodatak temelji se na informacijama o izvedbi i troškovima nadzora emisije koji su navedeni u službenoj dokumentaciji Izvršnog tijela i njegovih pomoćnih tijela; u izvještaju o hlapivim organskim spojevima iz cestovnih vozila: Izvori i mogućnosti nadzora, koji je pripremljen za radnu skupinu o hlapivim organskim spojevima; u dokumentaciji Odbora za unutarnji transport Europske gospodarske komisije (ECE) i njegovih pomoćnih tijela (posebice dokumenti TRANS/SC1/WP.29/R.242, 486 i 506); te u dopunskim informacijama dobivenim od ovlaštenih vladinih stručnjaka.

2. Redovita razrada i izmjene i dopune ovog dodatka neophodne su u svjetlu stalno rastućeg iskustva s novim vozilima koja koriste tehnologiju niskih emisija i s razvojem alternativnih goriva, kao i sa preinakama i drugim strategijama za postojeća vozila. Ovaj dodatak ne može biti iscrpan prikaz tehničkih mogućnosti; njegova je svrha pružiti smjernice strankama za utvrđivanje ekonomski izvedivih tehnologija radi ispunjenja njihovih obveza iz Protokola. Dok drugi podaci ne budu raspoloživi, ovaj dodatak se odnosi isključivo na cestovna vozila.

**I. GLAVNI IZVORI EMISIJE HOS-eva
IZ MOTORNIH VOZILA**

3. Izvori emisije HOS-eva iz motornih vozila podijeljeni su na: (a) emisije iz ispušnih cijevi; (b) emisije uzrokovane isparavanjem i pretakanjem goriva; i (c) emisije iz korita ulja.

4. Cestovni prijevoz (izuzimajući distribuciju benzina) glavni je izvor antropogenih emisija HOS-eva u većini zemalja Europske gospodarske komisije i pridonosi s 30 do 45% ukupnoj emisiji HOS-eva izazvanih ljudskom aktivnosti na području Europske gospodarske komisije u cjelini. Daleko najveći izvor emisije HOS-eva u cestovnom prijevozu su vozila na benzin na koja otpada 90 % ukupne emisije HOS-eva iz prometa (od čega isparljive emisije čine 30 do 50 %). Emisije uslijed isparavanja i pretakanja goriva prvenstveno su posljedica uporabe benzina, a u slučaju diesel goriva smatraju se vrlo niskim.

**II. OPĆI ASPEKTI TEHNOLOGIJE NADZORA EMISIJA HOS-eva
IZ CESTOVNIH MOTORNIH VOZILA**

5. Motorna vozila obuhvaćena ovim dodatkom su osobni automobili, laki kamioni, teška teretna vozila, motocikli i mopedi.

6. Premda se ovaj dodatak ujedno odnosi na nova i već korištena vozila, težište je prije svega na kontroli emisije HOS-eva iz novih tipova vozila.

7. Ovaj dodatak također pruža smjernice o utjecaju promjene svojstava benzina na isparljive emisije HOS-eva. Zamjena goriva (npr. prirodni plin, ukapljeni naftni plin (LPG), metanol) također omogućuje smanjenje emisije HOS-eva, ali se u ovom dodatku ne razmatra.

8. Navedeni iznosi troškova za razne tehnologije su procijenjeni troškovi proizvodnje, a ne maloprodajne cijene.

9. Važno je osigurati da konstrukcija vozila bude takva da tijekom korištenja uspije udovoljiti standardima emisije. To se može postići osiguranjem sukladnosti proizvodnje,

postojanosti tijekom čitave trajnosti, jamstvima za dijelove na kojima se kontrolira emisija i povlačenjem neispravnih vozila. Stalno izvođenje nadzora emisije za vozila koja se koriste može se isto tako osigurati učinkovitim pregledom i programom održavanja, te mjerama protiv neovlaštenih preinaka vozila i korištenja neodgovarajućeg goriva.

10. Emisije iz vozila koja se koriste mogu se smanjiti programima kao što su nadzor hlapivosti goriva, ekonomski poticaji radi bržeg uvođenja željene tehnologije, mješavine goriva s niskim sadržajem kisika i prilagodba. Nadzor hlapivosti goriva najučinkovitija je pojedinačna mjera koja se može koristiti za smanjenje emisije HOS-eva iz motornih vozila koja se koriste.

11. Tehnologije koje uključuju katalitičke konvertere zahtijevaju uporabu bezolovnog goriva. Stoga, bezolovni benzin treba biti široko dostupan.

12. Mjere za smanjenje emisije HOS-eva i drugih emisija upravljanjem gradskim i međugradskim prometom, premda nisu razrađene u ovom dodatku, značajne su kao učinkoviti dodatni pristup smanjenju emisija HOS-eva. Svrha ključnih mjera za upravljanje prometom je unapređenje modalne podjele pomoću taktičkih, strukturalnih, financijskih i restriktivnih elemenata.

13. Emisije HOS-eva iz nenadziranih motornih vozila sadrže značajne razine otrovnih spojeva od kojih su neki poznati kao karcinogeni. Primjenom tehnologija za smanjenje emisije HOS-eva (ispušne cijevi, isparavanje, pretakanje goriva i korito ulja) ove otrovne emisije općenito se smanjuju proporcionalno ostvarenom smanjenju emisije HOS-eva. Razina otrovnih emisija također se može sniziti modificiranjem određenih parametara goriva (npr. sniženjem razine benzena u benzinu).

III. TEHNOLOGIJE NADZORA EMISIJA IZ ISPUŠNIH CIJEVI

(a) *Osobni automobili na benzinsko gorivo i laki kamioni*

14. Glavne tehnologije za nadzor emisije HOS-eva navedene su u tablici 1.

15. Osnova za usporedbu u tablici 1. je tehnološka mogućnost pod B, koja predstavlja nekatalitičku tehnologiju razvijenu kao odgovor na zahtjeve Sjedinjenih Američkih Država iz 1973/1974. godine ili propisa 15-04 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 razine emisija za katalitički nadzor pri otvorenoj i zatvorenoj petlji koje se mogu postići, kao i troškove koji iz toga proizlaze.

16. "Nekontrolirana" razina (A) u tablici 1. odnosi se na stanje iz 1970. godine na području Europske gospodarske komisije (ECE), ali još uvijek može prevladavati na određenim područjima.

17. Razina emisije u tablici 1. odražava emisije mjerene primjenom uobičajenih mjernih postupaka. Emisije iz cestovnih vozila mogu se znatno razlikovati zbog utjecaja, između ostalog, temperature okoline, radnih uvjeta, značajki goriva te održavanja. Međutim, potencijal smanjenja naznačen u tablici 1. smatra se reprezentativnim za smanjenja koja se mogu ostvariti pri korištenju.

18. Trenutno najbolja raspoloživa tehnologija jest opcija D. Ovom tehnologijom postižu se velika smanjenja emisije VOC-eva, emisije CO i NO_x.

19. Kao odgovor na regulatorne programe za daljnje smanjenje emisije HOS-eva (npr. u Kanadi i Sjedinjenim Američkim Državama), razvijeni su suvremeni trostazni

katalizatori zatvorene petlje (opcija E). Ova poboljšanja usredotočena su na jaču regulaciju upravljanja motorom, poboljšanje katalizatora, ugrađene sustave za dijagnostičiranje (OBD) i druge prednosti. Ovi sustavi postat će najbolja raspoloživa tehnologija do sredine 1990-ih godina.

20. Posebnu kategoriju čine automobili s dvotaktnim motorima koji se koriste u dijelovima Europe; ovi automobili trenutno imaju vrlo visoku emisiju HOS-eva. Emisije ugljikovodika iz dvotaktnih motora obično iznose između 45,0 i 75,0 grama po testiranju, prema europskom ciklusu vožnje. Pokušaji da se na ovom tipu motora izvrše preinake i naknadna katalitička obrada već su započeli. Potrebni su podaci o mogućnostima smanjenja i trajnosti takvih rješenja. Osim toga, trenutno se radi na razvoju raznih tipova dvotaktnih motora s potencijalom za niže emisije.

TABLICA 1.

**Tehnologija nadzora emisije iz ispušnih cijevi osobnih automobila
na benzinsko gorivo i lakih kamiona**

Tehnološka opcija	Razina emisije (%)		
	Četverotaktni	Dvotaktni	Troškovi* (US\$)
A. Nekontrolirana situacija	400	900	-
B. Preinake motora (konstrukcija motora, sustav rasplinjavanja i paljenja, ubrizgavanje zraka)	100 (1,8 g/km)	-	**
C. Katalizator u otvorenoj petlji	50	-	150-200
D. Trostazni katalizator u zatvorenoj petlji	10-30	-	250-450***
E. Napredni trostazni katalizator u zatvorenoj petlji	6	-	350-600***

* Dodatna procjena troškova proizvodnje po vozilu u odnosu na tehnološku mogućnost pod B.

** Troškovi preinake motora sa mogućnosti A na B procijenjeni su na US\$ 40-100.

*** U tehnološkim mogućnostima pod D i E značajno su smanjene emisije CO i NO_x pored smanjenja emisije hlapivih organskih spojeva. Tehnološke mogućnosti pod B i C mogu također imati za rezultat kontrolu CO i/ili NO_x.

(b) *Osobni automobili i kamioni na dizelsko gorivo*

21. Osobni automobili i laki kamioni na dizelsko gorivo odlikuju se vrlo niskim emisijama HOS-eva, općenito nižima u odnosu na one nastale iz katalizatora zatvorene petlje kod vozila na benzinsko gorivo. Međutim, njihova emisija čestica i NO_x-a je viša.

22. Trenutno, zbog općenito niskog iznosa emisije HOS-eva, nijedna država članica Europske gospodarske komisije nema stroge programe za nadzor emisije HOS-eva iz ispušnih cijevi teških teretnih vozila na dizelsko gorivo. Međutim, mnoge države imaju programe za kontrolu čestica u dielskom gorivu, a tehnologija primijenjena za kontrolu čestica (npr. komora za sagorijevanje i poboljšanja u sustavu ubrizgavanja) također ima kao krajnji rezultat smanjenje emisije HOS-eva.

23. Očekuje se da će se iznosi emisije HOS-eva iz ispušnih cijevi teških teretnih vozila na dizelsko gorivo smanjiti za dvije trećine kao posljedica strogih programa kontrole čestica.

24. Vrste HOS-eva koji izlaze iz dizelskog motora različite su od onih koje emitiraju benzinski motori.

(c) *Motocikli i mopedi*

25. Tehnologije nadzora emisije hlapivih organskih spojeva za motocikle sažeto su prikazane u tablici 2. Sadašnjim propisima Europske gospodarske komisije (R.40) može se udovoljiti bez potrebe za tehnologijama smanjenja. Budući austrijski i švicarski standardi vjerojatno će zahtijevati da osobito dvotaktni motori sadrže oksidirajuće katalizatore.

26. Kod dvotaktnih mopeda s malim oksidirajućim katalizatorima moguće je postići 90 postotno smanjenje emisije hlapivih organskih spojeva, uz dodatne proizvodne troškove koji iznose 30-50 US\$. Standardi koji zahtijevaju takvu tehnologiju već na snazi u Austriji i Švicarskoj.

TABLICA 2.

Tehnologije nadzora emisije iz ispušnih cijevi i karakteristike motocikala

Tehnološka opcija	Razina emisije (%)		
	Dvotaktni	Četverotaktni	Troškovi* (US\$)
A. Bez kontrole	400 (9,6 g/km)	100 (2 g/km)	-
B. Najbolje, bez katalizatora	200	60	-
C. Oksidirajući katalizator, sekundarni zrak	30-50	20	50
D. Trostazni katalizator zatvorene petlje	Nije primjenjivo	10**	350

* Procjena dodatnih proizvodnih troškova po vozilu.

** Očekuje se da će do 1991.g. biti dostupno nekoliko specifičnih tipova motocikala (prototipovi su već konstruirani i testirani).

IV. TEHNOLOGIJE NADZORA EMISIJE PRI ISPARAVANJU
I PRETAKANJU GORIVA

27. *Isparljive emisije* sastoje se od para goriva ispuštenih iz motora i sustava za gorivo. One se dijele na: (a) dnevne emisije koje su rezultat "disanja" spremnika za gorivo pri zagrijavanju i hlađenju tijekom dana; (b) vruće upijajuće emisije nastale djelovanjem topline motora nakon isključivanja; (c) tekuće gubitke iz sustava za gorivo dok je vozilo u pogonu; i (d) gubitke u stanju mirovanja kao što su gubici iz posuda s otvorenim dnom (gdje se koriste) i iz nekih plastičnih materijala u sustavu za gorivo koji se smatraju podložnim gubicima zbog propustljivosti, pri čemu benzin polagano difundira kroz materijal.

28. Tehnologija nadzora koja se obično koristi za isparljive emisije iz benzinskih vozila obuhvaća posudu s drvenim ugljenom (i pripadajuće cijevi) i sustav za pročišćavanje kojim se hlapivi organski spojevi na kontrolirani način spaljuju u motoru.

29. Iskustvo Sjedinjenih Američkih Država u postojećim programima nadzora isparljive emisije pokazuje da sustavi nadzora isparljive emisije ne pružaju očekivani stupanj kontrole, osobito u danima kada vremenske prilike pogoduju stvaranju ozona. Djelomični uzrok tomu je mnogo viša hlapivost benzina koji se koristi u odnosu na benzin čija su svojstva ispitivana. Uzrok je također i neodgovarajući postupak ispitivanja koji dovodi do neodgovarajuće tehnologije nadzora. Program kontrole isparljivih emisija u Sjedinjenim Američkim Državama u 1990-im istaknut će korištenje goriva smanjene hlapivosti tijekom ljeta i poboljšani postupak ispitivanja kako bi se potaknuo razvoj naprednih sustava nadzora isparavanja što će doprinijeti nadzorom četiriju izvora emisije navedenih u stavku 27. U zemljama koje koriste jako hlapivi benzin jedina troškovno učinkovita mjera za smanjenje emisije HOS-eva je smanjenje hlapivosti korištenog benzina.

30. Općenito, učinkoviti nadzor isparljive emisije zahtijeva razmatranje: (a) nadzora hlapivosti benzina, prilagođeno klimatskim uvjetima; i (b) odgovarajućeg postupka ispitivanja.

31. Popis mogućih načina nadzora, potencijali smanjenja i procjene troškova dati su u tablici 3., s opcijom B kao trenutno najboljom raspoloživom tehnologijom nadzora. Opcija C uskoro će postati najbolja raspoloživa tehnologija i bit će značajno poboljšanje u odnosu na opciju B.

32. Koristi od ekonomične potrošnje goriva, povezano s nadzorom isparljive emisije procjenjuju se na manje od 2%. Te su koristi odraz veće energetske gustoće i niskog tlaka pare goriva po Reidu (RVP), te sagorijevanja umjesto propuhivanja nakupljenih para.

33. U načelu, emisije koje se pojavljuju pri pretakanju goriva u vozila mogu se obnoviti pomoću sustava instaliranih na benzinskim crpkama (Faza II) ili sustavima ugrađenim u vozila. Nadzor na benzinskim crpkama jest dobro utvrđena tehnologija, dok su sustavi na vozilima predloženi na nekoliko prototipova. Trenutno se ispituje pitanje sigurnosti sustava za obnavljanje pare tijekom korištenja u vozilima. Prikladnim se smatra pristupiti izradi sigurnosnih standarda za ugrađene sustave obnavljanja para kako bi njihova izvedba bila sigurna. Nadzori u fazi II. mogu se znatno brže provesti jer servisne postaje u datom području mogu biti opremljene s takvim nadzorom. Nadzori u fazi II. pogoduju svim vozilima na benzinsko gorivo, dok ugrađeni sustavi pogoduju samo novim vozilima.

34. Premda se isparljive emisije iz motocikala i mopeda trenutno ne nadziru na području Europske gospodarske komisije, mogu se primijeniti iste opće tehnologije nadzora kao i za vozila na benzinsko gorivo.

TABLICA 3.

Mjere za nadzor isparljivih emisija i mogućnosti smanjenja kod osobnih automobila i lakih kamiona na benzinsko gorivo

Tehnološka opcija	Mogućnost smanjenja VOC (%) ¹	Troškovi (US\$) ²
A. Mali kanister, tolerantne granične vrijednosti RVP ³ , ispitivanje u SAD-u 1980-tih	< 80	20
B. Mali kanister, strože granične vrijednosti RVP ⁴ , ispitivanje u SAD-u 1890-tih	80-95	20
C. Napredna kontrola isparavanja, strože granične vrijednosti RVP ⁴ , ispitivanje u SAD-u 1990-ih	>95	33

¹ Odnosi se na nenadzirani slučaj.

² Dodatna procjena proizvodnih troškova po vozilu.

³ Reid-ov tlak pare.

⁴ Prema podacima SAD-a, s pretpostavkom da tijekom toplog godišnjeg doba granična vrijednost RVP iznosi 62 kPa po cijeni od 0,0038 US\$ po litri. Uzimajući u obzir korist od ekonomične potrošnje goriva povezanu s niskim RVP za benzin, prilagođena procjena troškova iznosi 0,0012 US\$ po litri.

⁵ Postupak ispitivanja u SAD-u u 1990-im bit će namijenjen učinkovitijoj kontroli višestrukih dnevnih emisija, tekućih gubitaka, rada pri visokoj temperaturi okoline, uvjeta za vruće upijanje nakon dužeg rada i gubitaka u mirovanju.

DODATAK IV.

Klasifikacija hlapivih organskih spojeva (HOS-eva) prema njihovom potencijalu fotokemijskog stvaranja ozona (POCP)

1. Ovaj Dodatak sažeto prikazuje raspoložive informacije i utvrđuje postojeće elemente koje treba razvijati kao smjernice za zadatke koje treba ostvariti. Utemeljen je na: informacijama o ugljikovodicima i stvaranju ozona koje sadrže dvije bilješke izrađene za Radnu skupinu za hlapive organske spojeve (EB.AIR/WG.4/R.11 i R.13/Rev.1); rezultatima daljnjih provedenih istraživanja, osobito u Austriji, Kanadi, Njemačkoj, Nizozemskoj, Švedskoj, Ujedinjenoj Kraljevini, Sjedinjenim Američkim Državama i EMEP-ovom meteorološkom centru za sintezu podataka-zapad (MSC-W); te dopunskim informacijama dostavljenim od ovlaštenih vladinih stručnjaka.

2. Krajnja svrha POCP pristupa jest pružiti smjernice za regionalne i nacionalne politike nadzora hlapivih organskih spojeva (HOS-eva), uzimajući u obzir utjecaj svake pojedine vrste hlapivih organskih spojeva kao i sektorske emisije HOS-eva koje doprinose epizodnom stvaranju ozona, izraženom kao potencijal fotokemijskog stvaranja ozona (POCP) koji je definiran kao promjena stvaranja fotokemijskog ozona uslijed promjene u emisiji određenog HOS-a. POCP se može odrediti računski primjenom fotokemijskog modela ili laboratorijskim eksperimentom. Služi za objašnjenje različitih aspekata epizodnog stvaranja oksidanata, primjerice vršne razine ozona ili akumuliranog stvaranja ozona tijekom epizode.

3. Koncept POCP-a uveden je zbog velike razlike u značaju pojedinog HOS-a pri stvaranju ozona tijekom epizoda. Ishodišni element koncepta jest da na sunčevoj svjetlosti i uz prisutnost NO_x , svaki HOS stvara ozon na sličan način usprkos velikim razlikama u okolnostima pod kojima je ozon stvoren.

4. Različiti izračuni fotokemijskog modela ukazuju da je potrebno značajno smanjenje emisije HOS-eva i NO_x (red veličine iznad 50% da bi se postiglo značajno smanjenje ozona). Štoviše, maksimalne prizemne koncentracije ozona smanjuju se na manje nego proporcionalan način kada su smanjene emisije HOS-eva. Ovaj učinak načelno je prikazan pomoću teoretskih scenarijskih proračuna. Kada su sve vrste smanjene u istom omjeru, maksimalne vrijednosti ozona (iznad 75 ppb satni prosjek) u Europi smanjene su, ovisno o postojećoj razini ozona, za svega 10-15% ukoliko se količina emisije antropogenih nemetanskih HOS-eva smanji za 50%. Nasuprot tomu, kada bi emisije najvažnijih antropogenih nemetanskih vrsta HOS-eva (u smislu POCP-a i količinskog iznosa ili reaktivnosti) smanjile za 50% (količinski), izračunati rezultat je za 20-30%-tno smanjenje koncentracije ozona na vršnoj razini. Time se potvrđuju prednosti pristupa utemeljenog na POCP-u za određivanje prioriteta u nadzoru emisije HOS-eva i jasno pokazuje da se HOS-evi mogu podijeliti u najmanje dvije velike kategorije, a prema njihovom značaju za epizodno stvaranje ozona.

5. Vrijednosti POCP-a i raspon reaktivnosti izračunati su kao procjene, svaka na osnovi određenog scenarija (npr. porast i smanjenje emisije, trajektorije zračne mase) i usmjerena k određenom cilju (npr. vršna koncentracija ozona, integrirani ozon, prosječni ozon). Vrijednosti POCP-a i raspon reaktivnosti ovise o kemijskim mehanizmima. Postoje razlike među različitim procjenama POCP-a. U nekim slučajevima može obuhvatiti faktor veći od četiri. Iznosi POCP-a nisu konstantne, već su promjenjive u prostoru i vremenu. Primjerice, izračunati POCP za ortoksilen na tzv. trajektoriji "Francuska-Švedska" prvoga dana ima vrijednost 41, a petoga dana putovanja vrijednost 97. Prema proračunima EMEP-ovog meteorološkog centra za sintezu podataka-zapad (MSC-W), POCP ortotoksilena za O_3 iznad 60 ppb varira između 54 i 112 (5 do 95 percentila) u mreži EMEP područja. Varijacija POCP-a u vremenu i prostoru nije uzrokovana isključivo sastavom HOS-eva unutar zračne mase uslijed

antropogenih emisija, već je i posljedica meteoroloških varijacija. Činjenica je da svaki reaktivni HOS može u većoj ili manjoj mjeri pridonijeti epizodnom stvaranju fotokemijskih oksidanata, ovisno o koncentracijama NO_x i HOS-eva, te meteorološkim parametrima. Doprinos ugljikovodika vrlo niske reaktivnosti, kao što su metan, metanol, etan i neki klorirani ugljikovodici, ovom procesu je zanemariv. Postoje također razlike koje su posljedica meteoroloških varijacija između određenih dana te iznad Europe u cjelini. Vrijednosti POCP-a implicitno zavise o načinu kako su proračuni emisija izračunati. Trenutno, nigdje u Europi nije dostupna dosljedna metode ili informacija. Dakako, potrebno je poduzeti daljnji rad na POCP pristupu.

6. Prirodne emisije izoprena iz listopadnog drveća zajedno s dušikovim oksidima (NO_x) koji potječu iz antropogenih izvora mogu znatno pridonijeti stvaranju ozona tijekom toplog ljetnog vremena u područjima s velikom pokrivenošću listopadnim drvećem.

7. U tablici 1. vrste HOS-eva podijeljene su u skupine prema njihovom značaju u nastanku epizodnih vršnih koncentracija ozona. Odabrane su tri skupine. Značaj u tablici 1. iskazan je temeljem emisije HOS-eva po jedinici mase. Neki ugljikovodici, kao što je n-butan, postali su značajni zbog njihove količinske emisije, iako se takvima ne čine zbog njihove OH reaktivnosti.

8. Tablice 2. i 3. pokazuju utjecaj pojedinih hlapivih organskih spojeva iskazan indeksima, u odnosu na utjecaj pojedinačnog spoja (etilen) kojemu je dodijeljen indeks 100. One pokazuju kako takvi indeksi, tj. POCP-i, mogu dati smjernice za procjenu utjecaja smanjenja emisije različitih HOS-ova.

9. Tablica 2. pokazuje uprosječene POCP-e za svaku glavnu kategoriju izvora, na temelju srednjih procjena POCP-a za svaku vrstu HOS-a unutar svake kategorije izvora. Za ovaj pregled i prikaz korišteni su proračuni emisija koji su neovisno utvrđeni u Ujedinjenom Kraljevstvu i Kanadi. Kod mnogih izvora, npr. motorna vozila, postrojenja za sagorijevanje i mnogi industrijski procesi, emitiraju se smjese ugljikovodika. Mjere za smanjenje emisije specifičnih HOS-eva za koje je POCP pristupom utvrđeno da su vrlo reaktivni u većini slučajeva su nedostupne. U praksi će većina mogućih mjera za smanjenje smanjiti emisije po masi, neovisno o njihovim vrijednostima POCP-a.

10. U tablici 3. uspoređen je niz različitih načina određivanja važnosti za odabrani raspon HOS-eva. Pri dodjeli prioriteta u okviru nacionalnog programa nadzora HOS-eva mogu se koristiti brojni indeksi kako bi se težište stavilo na određene HOS-eve. Najjednostavniji, ali i najmanje učinkovit pristup je stavljanje težišta na relativne masene emisije ili relativnu koncentraciju u okolini.

11. Relativno određivanje važnosti na osnovi OH reaktivnosti odnosi se na neke, ali ne i na sve značajne aspekte atmosferskih reakcija pri kojima u prisutnosti NO_x i djelovanjem sunčeve svjetlosti nastaje ozon. Mjerenja koja je uradio Državni centar za ispitivanje onečišćenja zraka (State-wide Air Pollution Research Center, SAPRC) pokazuju stanje u Kaliforniji. Zbog razlika u modeliranju uvjeta svojstvenih bazenu Los Angelesa i Europi, pojavile su se velike razlike u sudbini fotokemijskih labilnih spojeva, kao što su aldehidi. Vrijednosti POCP-a izračunate pomoću fotokemijskih modela u Nizozemskoj, Sjedinjenim Američkim Državama, Ujedinjenom Kraljevstvu, Švedskoj te u EMEP-ovom meteorološkom centru za sintezu podataka-zapad (MSC-W) odnose se na razne aspekte problema ozona u Europi.

12. Neka manje reaktivna otapala uzrokuju drukčije probleme, npr. krajnje su štetna po ljudsko zdravlje, složena za rukovanje, otporna, te mogu uzrokovati negativne posljedice na okoliš na drugim razinama (npr. u slobodnoj troposferi ili stratosferi). Najbolja raspoloživa tehnologija za smanjenje emisije otapala u većini slučajeva jest primjena sustava bez otapala.

13. Pouzdani proračuni emisije HOS-eva prijeko su potrebni za oblikovanje svake troškovno učinkovite politike nadzora HOS-eva, naročito one zasnovane na POCP pristupu. Stoga je potrebno specificirati nacionalne emisije hlapivih organskih spojeva prema sektorima, koristeći barem one smjernice koje je odredilo Izvršno tijelo, te ih treba dopunjavati s podacima o vrstama i vremenskim varijacijama emisija što je više moguće.

TABLICA 1.

Klasifikacija HOS-eva u tri skupine prema njihovom značenju u epizodnom stvaranju ozona

<i>Vrlo značajni</i>	
Alkeni	
Aromatski spojevi	
Alkani	> C6 alkani osim 2,3 dimetilpentana
Aldehidi	svi aldehidi osim benzaldehida
Biogeni spojevi	izopren
<i>Manje značajni</i>	
Alkani	C3 – C5 alkani i 2,3 dimetilpentan
Ketoni	metil-etilketon i metil- <i>t</i> -butilketon
Alkoholi	etanol
Esteri	svi esteri osim metilacetata
<i>Najmanje značajni</i>	
Alkani	metan i etan
Alkini	aceten
Aromatski spojevi	benzen
Aldehidi	benzaldehyd
Ketoni	aceton
Alkoholi	metanol
Esteri	metilacetat
Klorirani ugljikovodici	metil kloroform metilenklorid trikloretilen i tetrakloretilen

TABLICA 2.

**Sektorski POCP različitih emisijskih sektora i
maseni udio HOS-eva u svakoj klasi stvaranja ozona**

<i>Sektor</i>	<i>Sektorski POCP</i>		<i>Maseni udio u svakoj klasi stvaranja ozona</i>			
	<i>Kanada</i>	<i>Ujedinjeno kraljevstvo</i>	<i>Više</i>	<i>Manje značajan</i>	<i>Najmanje</i>	<i>Nepoznato</i>
Ispuh iz vozila s benzinskim motorom	63	61	76	16	7	1
Ispuh vozila s dizelskim motorom	60	59	38	19	3	39
Isparavanje iz vozila s benzinskim motorom	-	51	57	29	2	12
Ostali prijevoz	63	-	-	-	-	-
Izgaranje iz stacionarnih izvora	-	54	34	24	24	18
Korištenje otapala	42	40	49	26	21	3
Premazivanja površine	48	51	-	-	-	-
Emisije iz industrijskih procesa	45	32	4	41	0	55
Industrijske kemikalije	70	63	-	-	-	-
Prerada i distribucija nafte	54	45	55	42	1	2
Istjecanje prirodnog plina	-	19	24	8	66	2
Poljoprivreda	-	40	-	-	100	-
Rudnici ugljena	-	0	-	-	100	-
Odlagališta otpada iz kućanstva	-	0	-	-	100	-
Kemijsko čišćenje	29	-	-	-	-	-
Spaljivanje drva	55	-	-	-	-	-
Paljenje vegetacije	58	-	-	-	-	-
Prehrambena industrija	-	37	-	-	-	-

TABLICA 3.
**Usporedba po načinima utvrđivanja značenja (relativno izraženo prema etilenu = 100)
za 85 HOS-eva**

<i>HOS</i>	<i>OH</i>	<i>Kanada</i>	<i>SAPRC</i>	<i>UK</i>		<i>Švedska</i>		<i>EMEP</i>	<i>LOTOS</i>
	<i>Raspon</i>	<i>Prema masi</i>	<i>MIR</i>	<i>POCP</i>	<i>Raspon</i>	<i>Maks. razlika</i>	<i>0-4 dana</i>		
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
metan	0,1	-	0	0,7	0-3	-	-	-	-
etan	3,2	91,2	2,7	8,2	2-30	17,3	12,6	5-24	6-25
propan	9,3	100	6,2	42,1	16-124	60,4	50,3	-	-
n-butan	15,3	212	11,7	41,4	15-115	55,4	46,7	22-85	25-87
i-butan	14,2	103	15,7	31,5	19-59	33,1	41,1	-	-
n-pentan	19,4	109	12,1	40,8	9-105	61,2	29,8	-	-
i-pentan	18,8	210	16,2	29,6	12-68	36,0	31,4	-	-
n-heksan	22,5	71	11,5	42,1	10-151	78,4	45,2	-	-
2-metilpentan	22,2	100	17,0	52,4	19-140	71,2	52,9	-	-
3-metilpentan	22,6	47	17,7	43,1	11-125	64,7	40,9	-	-
2,2-dimetilbutan	10,5	-	7,5	25,1	12-49	-	-	-	-
2,3-dimetilbutan	25,0	-	13,8	38,4	25-65	-	-	-	-
n-heptan	25,3	41	9,4	52,9	13-165	79,1	51,8	-	-
2-metilheksan	18,4	21	17,0	49,2	11-159	-	-	-	-
3-metilheksan	18,4	24	16,0	49,2	11-157	-	-	-	-
n-oktan	26,6	-	7,4	49,3	12-151	69,8	46,1	-	-
2-metilheptan	26,6	-	16,0	46,9	12-146	69,1	45,7	-	-
n-nonan	27,4	-	6,2	46,9	10-148	63,3	35,1	-	-
2-metiloktan	27,3	-	13,2	50,5	12-147	66,9	45,4	-	-
n-dekan	27,6	-	5,3	46,4	8-156	71,9	42,2	-	-
2-metilnonan	27,9	-	11,7	44,8	8-153	71,9	42,3	-	-
n-undekan	29,6	21	4,7	43,6	8-144	66,2	38,6	-	-
n-duodecan	28,4	-	4,3	41,2	7-138	57,6	31,1	-	-
metilcikloheksan	35,7	18	22,3	-	-	40,3	38,6	-	-
metilen-klorid	-	-	-	1	0-3	0	0	-	-

TABLICA 3 (nastavak)

<i>HOS</i>	<i>OH Raspon</i>	<i>Kanada Prema masi</i>	<i>SAPRC MIR</i>	<i>UK</i>		<i>Švedska</i>		<i>EMEP</i>	<i>LOTOS</i>			
				<i>POCP</i>	<i>Raspon</i>	<i>Maks. razlika</i>	<i>0-4 dana</i>			[a]	[b]	[c]
kloroform	-	-	-	-	-	0,7	0,4	-	-			
metil-kloroform	-	-	-	0,1	0-1	0,2	0,2	-	-			
trikloroetilen	-	-	-	6,6	1-13	8,6	11,1	-	-			
tetrakloroetilen	-	-	-	0,5	0-2	1,4	1,4	-	-			
alil-korid	-	-	-	-	-	56,1	48,3	-	-			
metanol	10,9	-	7	12,3	9-21	16,5	21,3	-	-			
etanol	25,5	-	15	26,8	4-89	44,6	22,5	9-58	20-71			
i-propanol	30,6	-	7	-	-	17,3	20,3	-	-			
butanol	38,9	-	30	-	-	65,5	21,4	-	-			
i-butanol	45,4	-	14	-	-	38,8	25,5	-	-			
etilen-glikol	41,4	-	21	-	-	-	-	-	-			
propilen-glikol	55,2	-	18	-	-	-	-	-	-			
but-2-diol	-	-	-	-	-	28,8	6,6	-	-			
dimetil-eter	22,3	-	11	-	-	28,8	34,3	-	-			
metil-t-butil-eter	11,1	-	8	-	-	-	-	-	-			
etil-t-butil-eter	25,2	-	26	-	-	-	-	-	-			
acetone	1,4	-	7	17,8	10-27	17,3	12,4	-	-			
metil-etil-keeton	5,5	-	14	47,3	17-80	38,8	17,8	-	-			
metil-i-butil-keeton	-	-	-	-	-	67,6	31,8	-	-			
metilacetat	-	-	-	2,5	0-7	5,8	6,7	-	-			
etilacetat	-	-	-	21,8	11-56	29,5	29,4	-	-			
i-propil-acetat	-	-	-	21,5	14-36	-	-	-	-			
n-butil-acetat	-	-	-	32,3	14-91	43,9	32,0	-	-			
i-butil-acetat	-	-	-	33,2	21-59	28,8	35,3	-	-			
propilen-glikol- metileter	-	-	-	-	-	77,0	49,1	-	-			

TABLICA 3 (nastavak)

<i>HOS</i>	<i>OH Raspon</i>	<i>Kanada Prema masi</i>	<i>SAPRC MIR</i>	<i>UK</i>		<i>Švedska</i>		<i>EMEP</i>	<i>LOTOS</i>
				<i>POCP</i>	<i>Raspon</i>	<i>Maks. razlika</i>	<i>0-4 dana</i>		
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
propilen-glikol- metileter acetat	-	-	-	-	-	30,9	15,7	-	-
etilen	100	100	100	100	100	100	100	100	100
propilen	217	44	125	103	75-163	73,4	59,9	69-138	55-120
1-buten	194	32	115	95,9	57-185	79,9	49,5	-	-
2-buten	371	-	136	99,2	82-157	78,4	43,6	-	-
1-penten	148	-	79	105,9	40-288	72,7	42,4	-	-
2-penten	327	-	79	93,0	65-160	77,0	38,1	-	-
2-metil-1-buten	300	-	70	77,7	52-113	69,1	18,1	-	-
2-metil-2-buten	431	24	93	77,9	61-102	93,5	45,3	-	-
3-metil-1-buten	158	-	79	89,5	60-154	-	-	-	-
izobuten	318	50	77	64,3	58-76	79,1	58,0	-	-
izopren	515	-	121	-	-	53,2	58,3	-	-
acetilen	10,4	82	6,8	16,8	10-42	27,3	36,8	-	-
benzen	5,7	71	5,3	18,9	11-45	31,7	40,2	-	-
toluen	23,4	218	34	56,3	41-83	44,6	47,0	-	-
o-ksilen	48,3	38	87	66,6	41-97	42,4	16,7	54-112	26-67
m-ksilen	80,2	53	109	99,3	78-135	58,3	47,4	-	-
p-ksilen	49,7	53	89	88,8	63-180	61,2	47,2	-	-
Etilbenzen	25	32	36	59,3	35-114	53,2	50,4	-	-
1,2,3-trimetil- benzen	89	-	119	117	76-175	69,8	29,2	-	-
1,2,4-trimetil- benzen	107	44	119	120	86-176	68,3	33,0	-	-
1,3,5-trimetil- benzen	159	-	140	115	74-174	69,1	33,0	-	-
o-etiltoluen	35	-	96	66,8	31-130	59,7	40,8	-	-
m-etiltoluen	50	-	96	79,4	41-140	62,6	40,1	-	-

TABLICA 3 (nastavak)

<i>HOS</i>	<i>OH Raspon</i>	<i>Kanada Prema masi</i>	<i>SAPRC MIR</i>	<i>UK</i>		<i>Švedska</i>		<i>EMEP</i>	<i>LOTOS</i>
				<i>POCP</i>	<i>Raspon</i>	<i>Maks. razlika</i>	<i>0-4 dana</i>		
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
p-etiltoluen	33	-	96	72,5	36-135	62,6	44,3	-	-
n-propilbenzen	17	-	28	49,2	25-110	51,1	45,4	-	-
i-propilbenzen	18	-	30	56,5	35-105	51,1	52,3	-	-
formaldehid	104	-	117	42,1	22-58	42,4	26,1	-	-
acetaldehid	128	-	72	52,7	33-122	53,2	18,6	-	-
propionaldehid	117	-	87	60,3	28-160	65,5	17,0	-	-
butiraldehid	124	-	-	56,8	16-160	64,0	17,1	-	-
i-butiraldehid	144	-	-	63,1	38-128	58,3	30,0	-	-
valeraldehid	112	-	-	68,6	0-268	61,2	32,1	-	-
akrolein	-	-	-	-	-	120,1	82,3	-	-
benzaldehid	43	-	-10	-33,4	-82-(-12)	-	-	-	-

[a] Koeficijent odnosa OH + HOS podijeljeno s molekularnom težinom.

[b] Koncentracije HOS-eva u okolini na 18 lokacija u Kanadi izraženo po masi.

[c] Maksimalno povećanje reaktivnost (MIR) na osnovi scenarija u Kaliforniji; Državni centar za ispitivanje onečišćenja zraka (Statewide Air Pollution Research Centre, SAPRC), Los Angeles

[d] Prosječni POCP-i na osnovi tri scenarija i 9 dana; Njemačka-Irska, Francuska-Švedska i Ujedinjeno Kraljevstvo.

[e] Raspon POCP-a na osnovi tri situacije i 11 dana.

[f] POCP izračunat za pojedinačni izvor u Švedskoj koji stvara maksimalnu razliku ozona.

[g] POCP izračunat za pojedinačni izvor u Švedskoj koristeći prosječnu razliku ozona tijekom 4 dana.

[h] Raspon POCP-a (5-95 percentila) izračunat u okviru mreže EMEP-a.

[i] Raspon POCP-a (20-80 percentila) izračunat u okviru mreže LOTOS.

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

- pri čemu je
- a = promjena u stvaranju fotokemijskog oksidanta uzrokovana promjenom u emisiji HOS-a
 - b = ukupna emisija HOS-a do tog vremena
 - c = promjena u stvaranju fotokemijskog oksidanta uzrokovana promjenom u emisiji etilena
 - d = sveukupna emisija etilena do tog vremena

To je količina izvedena iz modela fotokemijskog ozona, prateći stvaranje fotokemijskog ozona u i bez prisutnosti pojedinog ugljikovodika.

Razlika u koncentracijama ozona među takvim parovima modela izračunavanja mjerilo je doprinosa HOS-eva stvaranju ozona.

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

The Parties,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Conscious that volatile organic compounds differ greatly from each other in their reactivity and in their potential to create tropospheric ozone and other photochemical oxidants and that, for any

individual compounds, potential may vary from time to time and from place to place depending on meteorological and other factors,

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

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

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

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

Have agreed as follows:

Article 1

DEFINITIONS

For the purposes of the present Protocol,

1. "Convention" means the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, adopted in Geneva on 13 November 1979;

2. "EMEP" means the 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. "Tropospheric ozone management area" (TOMA) means an area specified in annex I under conditions laid down in article 2, paragraph 2 (b);

6. "Parties" means, unless the context otherwise requires, the Parties to the present Protocol;

7. "Commission" means the United Nations Economic Commission for Europe;

8. "Critical levels" means concentrations of pollutants in the atmosphere for a specified exposure time below which direct adverse effects on receptors, such as human beings, plants, ecosystems or materials do not occur according to present knowledge;

9. "Volatile organic compounds", or "VOCs", means, unless otherwise specified, all organic compounds of anthropogenic nature, other than methane, that are capable of producing photochemical oxidants by reactions with nitrogen oxides in the presence of sunlight;

10. "Major source category" means any category of sources which emit air pollutants in the form of VOCs, including the categories described in annexes II and III, and which contribute at least 1 per cent of the total national emissions of VOCs on an annual basis, as measured or calculated in the first calendar year after the date of entry into force of the present Protocol, and every fourth year thereafter;

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

12. "New mobile source" means any on-road motor vehicle which is manufactured after the expiry of two years from the date of entry into force of the present Protocol;

13. "Photochemical ozone creation potential" (POCP) means the potential of an individual VOC, relative to that of other VOCs, to form ozone by reaction with oxides of nitrogen in the presence of sunlight, as described in annex IV.

Article 2

BASIC OBLIGATIONS

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

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

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

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

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

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

(c) Where its national annual emissions of VOCs were in 1988 lower than 500,000 tonnes and 20 kg/inhabitant and 5 tonnes/km², it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to ensure at least that at the latest by the year 1999 its national annual emissions of VOCs do not exceed the 1988 levels.

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

- (i) Apply appropriate national or international emission standards to new stationary sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex II;
- (ii) Apply national or international measures to products that contain solvents and promote the use of products that are low in or do not contain VOCs, taking into consideration annex II, including the labelling of products specifying their VOC content;
- (iii) Apply appropriate national or international emission standards to new mobile sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex III; and
- (iv) Foster public participation in emission control programmes through public announcements, encouraging the best use of all modes of transportation and promoting traffic management schemes.

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

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

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

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

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

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

- (a) More detailed information on the individual VOCs and their POCP values;
- (b) Critical levels for photochemical oxidants;

- (c) Reductions in national annual emissions or transboundary fluxes of VOCs and their resulting secondary photochemical oxidant products, especially as required to achieve agreed objectives based on critical levels;
- (d) Control strategies, such as economic instruments, to obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;
- (e) Measures and a timetable commencing no later than 1 January 2000 for achieving such reductions.

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

Article 3

FURTHER MEASURES

1. Measures required by the present Protocol shall not relieve Parties from their other obligations to take measures to reduce total gaseous emissions that may contribute significantly to climate change, to the formation of tropospheric background ozone or to the depletion of stratospheric ozone, or that are toxic or carcinogenic.
2. Parties may take more stringent measures than those required by the present Protocol.
3. The Parties shall establish a mechanism for monitoring compliance with the present Protocol. As a first step based on information provided pursuant to article 8 or other information, any Party which has reason to believe that another Party is acting or has acted in a manner inconsistent with its obligations under this Protocol may inform the Executive Body to that effect and, simultaneously, the Parties concerned. At the request of any Party, the matter may be taken up at the next meeting of the Executive Body.

Article 4

EXCHANGE OF TECHNOLOGY

1. The Parties shall, consistent with their national laws, regulations and practices, facilitate the exchange of technology to reduce emissions of VOCs, particularly through the promotion of:
 - (a) The commercial exchange of available technology;
 - (b) Direct industrial contacts and cooperation, including joint ventures;
 - (c) The exchange of information and experience;
 - (d) The provision of technical assistance.
2. In promoting the activities specified in paragraph 1 of this article, the Parties shall create favourable conditions by facilitating contacts and cooperation among appropriate organizations and individuals in the private and public sectors that are capable of providing technology, design and engineering services, equipment or finance.

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

Article 5

RESEARCH AND MONITORING TO BE UNDERTAKEN

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

- (a) Identify and quantify effects of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and photochemical oxidants on human health, the environment and materials;
- (b) Determine the geographical distribution of sensitive areas;
- (c) Develop emission and air quality monitoring and model calculations including methodologies for the calculation of emissions, taking into account, as far as possible, the different VOC species, both anthropogenic and biogenic, and their reactivity, to quantify the long-range transport of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and related pollutants involved in the formation of photochemical oxidants;
- (d) Improve estimates of the performance and costs of technologies for control of emissions of VOCs and record the development of improved and new technologies;
- (e) Develop, within the context of the approach based on critical levels, methods to integrate scientific, technical and economic data in order to determine appropriate rational strategies for limiting VOC emissions and obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;
- (f) Improve the accuracy of inventories of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and harmonize the methods of their calculation or estimation;
- (g) Improve their understanding of the chemical processes involved in the creation of photochemical oxidants;
- (h) Identify possible measures to reduce emissions of methane.

Article 6

REVIEW PROCESS

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

Article 7

NATIONAL PROGRAMMES, POLICIES AND STRATEGIES

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

Article 8

INFORMATION EXCHANGE AND ANNUAL REPORTING

1. The Parties shall exchange information by notifying the Executive Body of the national programmes, policies and strategies that they develop in accordance with article 7, and by reporting to it progress achieved under, and any changes to, those programmes, policies and strategies. In the first year after entry into force of this Protocol, each Party shall report on the level of emissions of VOCs in its territory and any TOMA in its territory, by total and, to the extent feasible, by sector of origin and by individual VOC, according to guidelines to be specified by the Executive Body for 1988 or any other year taken as the base year for article 2.2 and on the basis upon which these levels have been calculated.

2. Furthermore each Party shall report annually:

(a) On the matters specified in paragraph 1 for the previous calendar year, and on any revision which may be necessary to the reports already made for earlier years;

(b) On progress in applying national or international emission standards and the control techniques required under article 2, paragraph 3;

(c) On measures taken to facilitate the exchange of technology.

3. In addition, Parties within the geographical scope of EMEP shall report, at intervals to be specified by the Executive Body, information on VOC emissions by sector of origin, with a spatial resolution, to be specified by the Executive Body, appropriate for purposes of modelling the formation and transport of secondary photochemical oxidant products.

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

Article 9

CALCULATIONS

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

Article 10

ANNEXES

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

Article 11

AMENDMENTS TO THE PROTOCOL

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

Article 12

SETTLEMENT OF DISPUTES

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

Article 13

SIGNATURE

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

international agreements in matters covered by the Protocol, provided that the States and organizations concerned are Parties to the Convention.

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

Article 14

RATIFICATION, ACCEPTANCE, APPROVAL AND ACCESSION

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

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

Article 15

DEPOSITARY

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

Article 16

ENTRY INTO FORCE

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

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

Article 17

WITHDRAWAL

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

Article 18

AUTHENTIC TEXTS

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

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

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

ANNEXES

ANNEX I

Designated tropospheric ozone management areas (TOMAs)

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

Canada

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

This is a 16,800-km² area in the southwestern corner of the Province of British Columbia averaging 80 km in width and extending 200 km up the Fraser River Valley from the mouth of the river in the Strait of Georgia to Boothroyd, British Columbia. Its southern boundary is the Canada/United States international boundary and it includes the Greater Vancouver Regional District.

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

This is a 157,000-km² area consisting of a strip of land 1,100 km long and averaging 140 km in width stretching from the City of Windsor (adjacent to Detroit in the United States) in the Province of Ontario to Quebec City in the Province of Quebec. The Windsor-Quebec Corridor TOMA is located along the north shore of the Great Lakes and the St. Lawrence River in Ontario and straddles the St. Lawrence River from the Ontario-Quebec border to Quebec City in Quebec. It includes the urban centres of Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montreal, Trois-Rivières and Quebec City.

Norway

The total Norwegian mainland as well as the exclusive economic zone south of 62°N latitude in the region of the Economic Commission for Europe (ECE), covering an area of 466,000 km².

ANNEX II

Control measures for emissions of volatile organic compounds (VOCs) from stationary sources**Introduction**

1. The aim of this annex is to provide the Parties to the Convention with guidance in identifying best available technologies to enable them to meet the obligations of the Protocol.

2. Information regarding emission performance and costs is based on official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies, in particular documents received and reviewed by the Task Force on Emissions of VOCs from Stationary Sources. Unless otherwise indicated, the techniques listed are considered to be well established on the basis of operational experience.

3. Experience with new products and new plants incorporating low-emission techniques, as well as with the retrofitting of existing plants, is continuously growing; the regular elaboration and amendment of the annex will therefore be necessary. Best available technologies identified for new plants can be applied to existing plants after an adequate transition period.

4. The annex lists a number of measures spanning a range of costs and efficiencies. The choice of measures for any particular case will depend on a number of factors, including economic circumstances, technological infrastructure and any existing VOC control implemented.

5. This annex does not, in general, take into account the specific species of VOC emitted by the different sources, but deals with best available technologies for VOC reduction. When measures are planned for some sources, it is worthwhile to consider giving priority to those activities which emit reactive rather than non-reactive VOCs (e.g. in the solvent-using sector). However, when such compound-specific measures are designed, other effects on the environment (e.g. global climate change) and on human health should also be taken into account.

I. MAJOR SOURCES OF VOC EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES

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

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

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

II. GENERAL OPTIONS FOR VOC-EMISSION REDUCTION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

10. The investment/cost figures have been collected from various sources. On account of the many influencing factors, investment/cost figures are highly case-specific. If the unit „cost per tonne of VOC abated“ is used for cost-efficient strategy considerations, it must be borne in mind that such specific figures are highly dependent on factors such as plant capacity, removal efficiency and raw gas VOC concentration, type of technology, and the choice of new installations as opposed to retrofitting. Illustrative cost figures should also be based on process specific parameters, e.g. mg/m² treated (paints), kg/m³ product or kg/unit.

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

III. CONTROL TECHNIQUES

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

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

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

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

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

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

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

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

TABLE 1

A summary of available VOC control techniques, their efficiencies and costs

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

Concentration: Lower Higher <3 g/m³ (in many cases <1g/m³) >5g/m³

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

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

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

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

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

IV. SECTORS

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

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

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

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

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

A. *Industrial use of solvents*

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

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

26. There is rapid ongoing development towards low-solvent or solvent-free paints, which are among the most cost-effective solutions. For many plants, a combination of low-solvent and adsorption/incineration techniques are chosen. VOC-emission control for large-scale, industrial painting (e.g. of cars, domestic appliances) could be implemented relatively quickly. Emissions have been reduced as far as 60 g/m² in several countries. The technical possibility of reducing emissions from new plants to below 20 g/m² has been recognized by several countries.

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

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

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

TABLE 2

VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the solvent-using sector

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

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

B. *Petroleum industry*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

minimizing the oil-flow into the waste-water treatment plant. The temperature of incoming water can also be controlled in order to lower emissions to the atmosphere.

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

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

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

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

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

TABLE 3

VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the petroleum industry

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

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

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

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

C. *Organic chemical industry*

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

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

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

TABLE 4
VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the organic chemical industry

<i>Source of emission</i>	<i>Emission control measures</i>	<i>Reduction efficiency</i>	<i>Abatement costs and savings</i>
Fugitive emissions	Leak detection and repair programme regular inspection	III	Low costs
Storage and handling	- See table 3 -		
Process emissions	General measures: carbon adsorption incineration: thermal catalytic absorption biofiltration flaring	I - II I - II I - II n.a.	n.a. Medium to high costs n.a. n.a. n.a.
Formaldehyde production	incineration: thermal catalytic	I I	High costs
Polyethylene production	flaring catalytic incineration	I I - II	Medium costs
Polystyrene production	thermal incineration flaring	I	Medium costs

	Process modifications (examples):		
Vinyl chloride production	substitution of air by oxygen in the oxychlorination step	II	n.a.
	flaring	I	Medium costs
Polyvinylchloride production	slurry stripping of monomer	II	n.a.
	Nitro-2-methyl-1-propanol-1 absorption	I	Savings
Polypropylene production	high yield catalyst	I	n.a.
Ethylene oxide production	substitution of air by oxygen	I	n.a.

n.a.: not available

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

D. *Stationary combustion*

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

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

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

TABLE 5
VOC-emission control measures for stationary combustion sources

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

E. *Food industry*

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

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

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

51. Other potential sources include:

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

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

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

54. Aliphatic hydrocarbon emissions from oil extraction are minimized by using closed cycles and good housekeeping to prevent losses from valves and seals, etc. Different oil seeds require

different volumes of mineral oil for extraction. Olive oil can be extracted mechanically, in which case no mineral oil is necessary.

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

TABLE 6
VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the food industry

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

60. The processing of products usually entails fugitive emissions. In the case of casting, emissions of pyrolysis gases occur, chiefly from organically bonded sands. These emissions can be reduced by choosing low-emission bonding resins and/or minimizing the quantity of binders.

Biofilters have been tested on such flue gases. Oil mist in the air from rolling mills can be reduced to low levels by filtration.

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

G. *Handling and treatment of waste*

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

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

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

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

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

H. *Agriculture*

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

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

68. VOC emissions are reduced by:

- (a) Controlled disposal of straw as opposed to the common practice of open-field burning;
- (b) Minimal use of pesticides with high organic solvent contents, and/or the use of emulsions and water-based formulations;
- (c) Composting of waste, combining manure with straw, etc;
- (d) Abatement of exhaust gases from animal houses, manure drying plant, etc., by use of biofilters, adsorption, etc.

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

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

V. PRODUCTS

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

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

- (a) Product substitution;
- (b) Product reformulation;
- (c) Altering the packaging of products, especially for reformulated products.

73. Instruments designed to influence market choice include:

- (a) Labelling to ensure that consumers are well informed of the VOC content;
- (b) Active encouragement of low-VOC-content products (e.g. the "Blue Angel" scheme);
- (c) Fiscal incentives linked to VOC content.

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

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

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

(a) Paint for use in the light industry:

Powder paint = 0 % VOC content in product

Waterborne paint = 10 % VOC content in product

Low-solvent paint = 15 % VOC content in product

(b) Paint for domestic use:

Waterborne paint = 10 % VOC content in product

Low-solvent paint = 15 % VOC content in product

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

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

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

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

- (a) Substitution of propellants and the use of mechanical pumps;
- (b) Reformulation;
- (c) Change of packaging.

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

ANNEX III

**Control measures for emissions of volatile organic compounds (VOCs)
from on-road motor vehicles****Introduction**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

III. CONTROL TECHNOLOGIES FOR TAILPIPE EMISSIONS

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

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

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

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

17. The emission level in table 1 reflects emissions measured using standard test procedures. Emissions from vehicles on the road may differ significantly because of the effect, *inter alia*, of ambient temperature, operating conditions, fuel properties, and maintenance. However, the reduction potential indicated in table 1 is considered representative of reductions achievable in use.

18. The best currently available technology is option D. This technology achieves large reductions of VOC, CO and NO_x emissions.

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

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

TABLE 1
Tailpipe emission control technologies for petrol-fuelled passenger cars and lightduty trucks

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

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

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

*** Under technology options D and E, CO and NO_x emissions are also substantially reduced, in addition to VOC reductions. Technology options B and C can also result in some CO and/or NO_x control.

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

21. Diesel-fuelled passenger cars and light-duty trucks have very low VOC emissions, generally lower than those resulting from closed-loop catalytic control on petrol-fuelled cars. However, their emissions of particulates and NO_x are higher.

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

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

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

(c) *Motor cycles and mopeds*

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

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

TABLE 2

Tailpipe emission control technologies and performance for motor cycles

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

* Additional production-cost estimates per vehicle.

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

IV. CONTROL TECHNOLOGIES FOR EVAPORATIVE AND REFUELLING EMISSIONS

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

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

29. Experience with existing evaporative-emission control programmes in the United States indicates that evaporative-emission control systems have not provided the degree of control desired, especially during severe ozone-prone days. This is partly because the volatility of in-use petrol is much higher than that of certification-test petrol. It is also due to an inadequate test procedure that resulted in inadequate control technology. The United States evaporative emission control

programme in the 1990s will emphasize reduced volatility fuels for use in summer and an improved test procedure to encourage advanced evaporative control systems that will result in the in-use control of the four emission sources mentioned in paragraph 27 above. For countries with high volatility petrol, the single most cost-effective measure to reduce VOC emissions is to reduce volatility of in-use petrol.

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

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

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

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

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

TABLE 3

Evaporative-emission control measures and reduction potentials for petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks

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

¹ Relative to uncontrolled situation.

² Additional production-cost estimates per vehicle.

³ Reid vapour pressure.

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

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

ANNEX IV

Classification of volatile organic compounds (VOCs) based on their photochemical ozone creation potential (POCP)

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

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

3. The POCP concept is being introduced because there is a large variation between the importance of particular VOCs in the production of ozone during episodes. A fundamental feature of the concept is that, in the presence of sunlight and NO_x , each VOC produces ozone in a similar way despite large variations in the circumstances under which ozone is produced.

4. Different photochemical model calculations indicate that substantial reduction of VOCs and NO_x emissions are necessary (order of magnitude above 50 per cent in order to achieve significant ozone reduction). Moreover the maximum concentrations of ozone near the ground are reduced in a less than proportional way when VOC emissions are reduced. This effect is shown in principle by theoretical scenario calculation. When all species are reduced by the same proportion, maximum ozone values (above 75 ppb hourly average) in Europe are reduced depending on the existing ozone level by only 10-15 per cent if the mass of non-methane man-made VOC emissions is reduced by 50 per cent. By contrast, if emissions of the most important (in terms of POCP and mass values or reactivity) nonmethane man-made VOC species were reduced by 50 per cent (by mass), the calculated result is a 20-30 per cent reduction of peak episodic ozone concentration. This confirms the merits of a POCP approach to determine priorities for VOC emission control and clearly shows that VOCs may at least be divided into large categories, according to their importance in episodic ozone formation.

5. POCP values and reactivity scales have been calculated as estimates, each based on a particular scenario (e.g. emission increases and decreases, air mass trajectories) and targeted towards a particular objective (e.g. peak ozone concentration, integrated ozone, average ozone). POCP values and reactivity scales are dependent on chemical mechanisms. Clearly there are differences between the different estimates of POCPs, which in some cases can span more than a factor of four. The POCP numbers are not constant but vary in space and time. To give an example: the calculated POCP of ortho-xylene in the so-called "France-Sweden" trajectory has a value of 41 on the first day and of 97 on the fifth day of the travelling time. According to calculations of the Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W) of EMEP, the POCP of ortho-xylene for O_3 over 60 ppb, varies between 54 and 112 (5 to 95 percentiles) for the grids of the EMEP area. The variation of the POCP in time and space is not only caused by the VOC composition of the air parcel due to man-made emissions but is also a result of meteorological variations. The fact is that any reactive VOC can contribute to the episodical formation of photochemical oxidants to a higher or lower extent, depending on the concentrations of NO_x and VOC and meteorological parameters. Hydrocarbons with very low reactivity, like methane, methanol, ethane and some chlorinated hydrocarbons contribute in a

negligible manner to this process. There are also differences as a result of meteorological variations between particular days and over Europe as a whole. POCP values are implicitly dependent on how emission inventories are calculated. Currently there is no consistent method or information available across Europe. Clearly, further work has to be done on the POCP approach.

6. Natural isoprene emissions from deciduous trees, together with nitrogen oxides (NO_x) mainly from man-made sources, can make a significant contribution to ozone formation in warm summer weather in areas with a large coverage of deciduous trees.

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

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

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

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

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

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

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

TABLE 1

**Classification of VOCs into three groups according to their importance
in episodic ozone formation**

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

TABLE 2
**Sectoral POCPs of the various emission sectors and the percentage
 by mass of VOCs in each ozone creation class**

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

TABLE 3
**Comparison between weighting schemes (expressed relative to ethylene = 100)
 for 85 VOC species**

<i>VOC</i>	<i>OH Scale</i> [a]	<i>Canada by mass</i> [b]	<i>SAPRC MIR</i> [c]	<i>UK</i>		<i>Sweden</i>		<i>EMEP</i> [h]	<i>LOTOS</i> [i]
				<i>POCP</i> [d]	<i>range</i> [e]	<i>max diff.</i> [f]	<i>0-4 days</i> [g]		
Methane	0.1	-	0	0.7	0-3	-	-	-	-
Ethane	3.2	91.2	2.7	8.2	2-3	17.3	12.6	5-24	6-25
Propane	9.3	100	6.2	42.1	16-124	60.4	50.3	-	-
n-Butane	15.3	212	11.7	41.4	15-115	55.4	46.7	22-85	25-87
i-Butane	14.2	103	15.7	31.5	19-59	33.1	41.1	-	-
n-Pentane	19.4	109	12.1	40.8	9-105	61.2	29.8	-	-
i-Pentane	18.8	210	16.2	29.6	12-68	36.0	31.4	-	-
n-Hexane	22.5	71	11.5	42.1	10-151	78.4	45.2	-	-
2-Methylpentane	22.2	100	17.0	52.4	19-140	71.2	52.9	-	-
3-Methylpentane	22.6	47	17.7	43.1	11-125	64.7	40.9	-	-
2,2-Dimethylbutane	10.5	-	7.5	25.1	12-49	-	-	-	-
2,3-Dimethylbutane	25.0	-	13.8	38.4	25-65	-	-	-	-
n-Heptane	25.3	41	9.4	52.9	13-165	79.1	51.8	-	-
2-Methylhexane	18.4	21	17.0	49.2	11-159	-	-	-	-
3-Methylhexane	18.4	24	16.0	49.2	11-157	-	-	-	-
n-Octane	26.6	-	7.4	49.3	12-151	69.8	46.1	-	-
2-Methylheptane	26.6	-	16.0	46.9	12-146	69.1	45.7	-	-
n-Nonane	27.4	-	6.2	46.9	10-148	63.3	35.1	-	-
2-Methyloctane	27.3	-	13.2	50.5	12-147	66.9	45.4	-	-
n-Decane	27.6	-	5.3	46.4	8-156	71.9	42.2	-	-
2-Methylnonane	27.9	-	11.7	44.8	8-153	71.9	42.3	-	-
n-Undecane	29.6	21	4.7	43.6	8-144	66.2	38.6	-	-
n-Duodecane	28.4	-	4.3	41.2	7-138	57.6	31.1	-	-
Methylcyclohexane	35.7	18	22.3	-	-	40.3	38.6	-	-

TABLE 3 (continued)

<i>VOC</i>	<i>OH Scale</i> [a]	<i>Canada by mass</i> [b]	<i>SAPRC MIR</i> [c]	<i>UK</i>		<i>Sweden</i>		<i>EMEP</i> [h]	<i>LOTOS</i> [i]
				<i>POCP</i> [d]	<i>range</i> [e]	<i>max diff.</i> [f]	<i>0-4 days</i> [g]		
Methylene chloride	-	-	-	1	0-3	0	0	-	-
Chloroform	-	-	-	-	-	0.7	0.4	-	-
Methyl chloroform	-	-	-	0.1	0-1	0.2	0.2	-	-
Trichloroethylene	-	-	-	6.6	1-13	8.6	11.1	-	-
Tetrachloroethylene	-	-	-	0.5	0-2	1.4	1.4	-	-
Allyl chloride	-	-	-	-	-	56.1	48.3	-	-
Methanol	10.9	-	7	12.3	9-21	16.5	21.3	-	-
Ethanol	25.5	-	15	26.8	4-89	44.6	22.5	9-58	20-71
i-Propanol	30.6	-	7	-	-	17.3	20.3	-	-
Butanol	38.9	-	30	-	-	65.5	21.4	-	-
i-Butanol	45.4	-	14	-	-	38.8	25.5	-	-
Ethylene glycol	41.4	-	21	-	-	-	-	-	-
Propylene glycol	55.2	-	18	-	-	-	-	-	-
But-2-diol	-	-	-	-	-	28.8	6.6	-	-
Dimethyl ether	22.3	-	11	-	-	28.8	34.3	-	-
Methyl-t-butylether	11.1	-	8	-	-	-	-	-	-
Ethyl-t-butylether	25.2	-	26	-	-	-	-	-	-
Acetone	1.4	-	7	17.8	10-27	17.3	12.4	-	-
Methyl ethyl ketone	5.5	-	14	47.3	17-80	38.8	17.8	-	-
Methyl-i-butyl ketone	-	-	-	-	-	67.6	31.8	-	-
Methyl acetate	-	-	-	2.5	0-7	5.8	6.7	-	-
Ethyl acetate	-	-	-	21.8	11-56	29.5	29.4	-	-
i-Propyl acetate	-	-	-	21.5	14-36	-	-	-	-
n-Butyl acetate	-	-	-	32.3	14-91	43.9	32.0	-	-
i-Butyl acetate	-	-	-	33.2	21-59	28.8	35.3	-	-

TABLE 3 (continued)

<i>VOC</i>	<i>OH Scale</i> [a]	<i>Canada by mass</i> [b]	<i>SAPRC MIR</i> [c]	<i>UK</i>		<i>Sweden</i>		<i>EMEP</i> [h]	<i>LOTOS</i> [i]
				<i>POCP</i> [d]	<i>range</i> [e]	<i>max diff.</i> [f]	<i>0-4 days</i> [g]		
Propylene glycol methyl ether	-	-	-	-	-	77.0	49.1	-	-
Propylene glycol methyl ether acetate	-	-	-	-	-	30.9	15.7	-	-
Ethylene	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Propylene	217	44	125	103	75-163	73.4	59.9	69-138	55-120
1-Butene	194	32	115	95.9	57-185	79.9	49.5	-	-
2-Butene	371	-	136	99.2	82-157	78.4	43.6	-	-
1-Pentene	148	-	79	105.9	40-288	72.7	42.4	-	-
2-Pentene	327	-	79	93.0	65-160	77.0	38.1	-	-
2-Methyl-1-butene	300	-	70	77.7	52-113	69.1	18.1	-	-
2-Methyl-2-butene	431	24	93	77.9	61-102	93.5	45.3	-	-
3-Methyl-1-butene	158	-	79	89.5	60-154	-	-	-	-
Isobutene	318	50	77	64.3	58-76	79.1	58.0	-	-
Isoprene	515	-	121	-	-	53.2	58.3	-	-
Acetylene	10.4	82	6.8	16.8	10-42	27.3	36.8	-	-
Benzene	5.7	71	5.3	18.9	11-45	31.7	40.2	-	-
Toluene	23.4	218	34	56.3	41-83	44.6	47.0	-	-
o-Xylene	48.3	38	87	66.6	41-97	42.4	16.7	54-112	26-67
m-Xylene	80.2	53	109	99.3	78-135	58.3	47.4	-	-
p-Xylene	49.7	53	89	88.8	63-180	61.2	47.2	-	-
Ethylbenzene	25	32	36	59.3	35-114	53.2	50.4	-	-
1,2,3-Trimethyl benzene	89	-	119	117	76-175	69.8	29.2	-	-
1,2,4-Trimethyl benzene	107	44	119	120	86-176	68.3	33.0	-	-

TABLE 3 (continued)

<i>VOC</i>	<i>OH Scale</i> [a]	<i>Canada by mass</i> [b]	<i>SAPRC MIR</i> [c]	<i>UK</i>		<i>Sweden</i>		<i>EMEP</i> [h]	<i>LOTOS</i> [i]
				<i>POCP</i> [d]	<i>range</i> [e]	<i>max diff.</i> [f]	<i>0-4 days</i> [g]		
1,3,5-Trimethyl benzene	159	-	140	115	74-174	69.1	33.0	-	-
o-Ethyltoluene	35	-	96	66.8	31-130	59.7	40.8	-	-
m-Ethyltoluene	50	-	96	79.4	41-140	62.6	40.1	-	-
p-Ethyltoluene	33	-	96	72.5	36-135	62.6	44.3	-	-
n-Propylbenzene	17	-	28	49.2	25-110	51.1	45.4	-	-
i-Propylbenzene	18	-	30	56.5	35-105	51.1	52.3	-	-
Formaldehyde	104	-	117	42.1	22-58	42.4	26.1	-	-
Acetaldehyde	128	-	72	52.7	33-122	53.2	18.6	-	-
Propionaldehyde	117	-	87	60.3	28-160	65.5	17.0	-	-
Butyraldehyde	124	-	-	56.8	16-160	64.0	17.1	-	-
i-Butyraldehyde	144	-	-	63.1	38-128	58.3	30.0	-	-
Valeraldehyde	112	-	-	68.6	0-268	61.2	32.1	-	-
Acrolein	-	-	-	-	-	120.1	82.3	-	-
Benzaldehyde	43	-	-10	-33.4	-82- (-12)	-	-	-	-

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

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

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

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

[e] Range of POCPs based on three scenarios and 11 days.

[f] POCPs calculated for a single source in Sweden producing maximum ozone difference.

[g] POCPs calculated for a single source in Sweden using average difference in ozone over 4 days.

[h] Range (5th-95th percentile) of POCPs calculated over EMEP grid.

[i] Range (20th-80th percentile) of POCPs calculated over LOTOS grid.

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

where

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

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

Članak 3.

Provedba ovoga Zakona o potvrđivanju Protokola iz članka 1. 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.