



EIROPAS KOMISIJA
KPC ĢENERĀLDIREKTORĀTS
KOPIĢAIS PĒTNIECĪBAS CENTRS
Perspektīvo tehnoloģiju pētījumu institūts (Seviļa)
Eiropas Piesārņojuma integrētās novēršanas un kontroles birojs

Piesārņojuma integrētā novēršana un kontrole (IPNK)

Kopsavilkums

**Atsauces dokuments par labākajām pieejamām metodēm
lielajās sadedzināšanas iekārtās**

2005. gada maijs

KOPSAVILKUMS

Kopsavilkumā raksturoti galvenie rezultāti, būtiskākie secinājumi par labākajām pieejamajām metodēm jeb labākajiem pieejamajiem tehniskajiem paņēmieniem (LPTP) un ar tiem saistītiem emisiju līmeņiem. To var uztvert kā patstāvīgu dokumentu, bet tā kā tas ir kopsavilkums, tas neatspoguļo visu pilnā LPTP atsaucis dokumenta teksta sarežģītību (piem., sīku informāciju par LPTP nodaļām). Tādēļ kopsavilkums nav paredzēts kā līdzeklis pilnā LPTP atsaucis dokumenta teksta aizstāšanai LPTP lēmumu pieņemšanā, un autori ļoti iesaka šo kopsavilkumu lasīt kopā ar priekšvārdu un LPTP nodaļu ievadiem. Šajā informācijas apmaiņā ir piedalījušies vairāk nekā 60 eksperti no dalībvalstīm, rūpniecības nozarēm un nevalstiskajām vides organizācijām (NVO).

Darbības joma

Šis LPTP atsaucis dokuments kopumā attiecas uz sadedzināšanas iekārtām ar nominālo siltuma jaudu, kas pārsniedz 50 MW. Tas ietver enerģijas ražošanas nozari un tās nozares, kurās izmanto „tradicionālo” (komerciāli pieejamo un norādīto) veidu kurināmo un kur uz sadedzināšanas iekārtām neattiecas citas nozares LPTP atsaucis dokuments. Akmeņogles, brūnogles, biomasas, kūdra, šķidrās un gāzveida kurināmais (ieskaitot ūdeņradi un biogāzi) tiek uzskatīti par tradicionāliem kurināmā veidiem. Tas neattiecas uz atkritumu sadedzināšanu, bet attiecas uz lielām sadedzināšanas iekārtām, kurās līdzsadedzina atkritumus un reģeneratīvo kurināmo. LPTP attiecas ne tikai uz sadedzināšanas iekārtām, bet arī uz sākuma un beigu darbībām, kas ir tieši saistītas ar sadedzināšanas procesu. LPTP neattiecas uz sadedzināšanas iekārtām, kurās kā kurināmo izmanto tehnoloģisko procesu atkritumus, blakusproduktus vai kurināmo, ko tirdzniecībā nevar pārdot kā standartizētu kurināmo, kā arī uz sadedzināšanas procesu, kas ir integrēta norādītā ražošanas procesa daļa.

Sniegtā informācija

Dokumenta izstrādāšanā izmantoja lielu skaitu dokumentu un ziņojumu, arī informāciju no dalībvalstīm, nozaru pārstāvjiem, uzņēmumiem, institūcijām, kā arī no iekārtu piegādātājiem un vides aizsardzības organizācijām (NVO). Informācija par tehnoloģiju izvēli un par pieredzi izmešu samazināšanas tehnisko paņēmieni lietošanā tālāk iegūta, apmeklējot dažādas Eiropas Savienības dalībvalstis un izmantojot personīgos kontaktus.

Dokumenta struktūra

Elektrības (enerģijas) un/vai siltuma ražošana Eiropā ir daudzveidīga nozare. Enerģijas ražošanai izmanto visdažādākos kurināmā veidus, kurus var vispārīgi klasificēt pēc to agregātstāvokļa — cietais, šķidrās un gāzveida kurināmais. Šā dokumenta sastādīšanā ievērots vertikālais aspekts (kurināmais pēc kurināmā), kopīgos aspektus un tehniskos paņēmienus aprakstot kopā trīs ievadnodaļās.

Eiropas enerģētikas nozare

Eiropas Savienībā elektroenerģijas un siltumenerģijas ražošanā izmanto visus pieejamos enerģijas avotu veidus. Valstu degvielu resursi, tādi kā vietējā vai valsts akmeņogļu, brūnogļu, biomasas, kūdras, naftas un dabasgāzes pieejamība, lielā mērā ietekmē enerģijas ražošanai izmantotās degvielas izvēli katrā ES dalībvalstī. Kopš 1990. gada no fosilā kurināmā iegūtās elektroenerģijas daudzums ir palielinājies par apmēram 16 % un pieprasījums palielinājies par apmēram 14 %. No atjaunojamiem enerģijas avotiem (ieskaitot hidroenerģiju un biomasu) iegūtās elektroenerģijas daudzums ir pieaudzis par apmēram 20 %.

Sadedzināšanas iekārtas darbojas saskaņā ar enerģijas pieprasījumu kā lielas energoapgādes iekārtas vai kā rūpnieciskas sadedzināšanas iekārtas, kas apgādā rūpnieciskās ražošanas procesus ar enerģiju (piem., elektrības, mehāniskās piedziņas formā), tvaiku vai siltumu.

Izmantotās tehnoloģijas

Enerģijas ražošanā parasti izmanto dažādas sadedzināšanas tehnoloģijas. Cietā kurināmā, pulverveida sadedzināšanas tehnoloģija, sadedzināšana verdošā slānī, kā arī sadedzināšana uz ārdiem tiek uzskatīti par atbilstošiem kurināmā sadedzināšanas LPTP, ievērojot šajā dokumentā izklāstītos nosacījumus. Šķidrajam un gāzveida kurināmajam atbilstoši LPTP ir tvaiku katlu iekārtas un gāzturbīnas, ievērojot šajā dokumentā aprakstītos nosacījumus.

Izmantojamās sistēmas izvēle balstās uz ekonomiskiem, tehniskiem, vides aizsardzības un vietējas nozīmes apsvērumiem, tādiem kā kurināmā pieejamība, darbības prasības, tirgus nosacījumi, tīkla prasības. Elektrību galvenokārt iegūst, ražojot tvaiku ar izvēlēto kurināmo apsildāmā katlā, un šo tvaiku izmantojot turbīnā, kura darbina elektrību ražojošo ģeneratoru. Tvaika cikla lietderības koeficientu ierobežo nepieciešamība kondensēt tvaiku pēc turbīnas. Dažu veidu šķidro un gāzveida kurināmo turbīnā var sadedzināt kopā ar deggāzi vai arī radušos tvaiku izmantot iekšdedzes dzinējos, kas var darbināt ģeneratorus. Katrai tehnoloģijai ir zināmas priekšrocības, īpaši spēja darboties mainīga enerģijas pieprasījuma apstākļos.

Vides aizsardzības jautājumi

Lielākajā daļā sadedzināšanas iekārtu izmanto kurināmo un citas dabas resursu izejvielas, ko pārvērš izmantojamā enerģijā. Fosilais kurināmais ir pašlaik visplašāk izmantotais enerģijas avots. Tomēr tā sadegšana būtiski ietekmē vidi kopumā. Sadedzināšanas process rada emisiju gaisā, ūdenī un augsnē, turklāt uzskata, ka emisijas gaisā izraisa nopietnas vides problēmas.

Fosilā kurināmā sadedzināšana rada SO₂, NO_x, CO, cieto daļiņu (PM₁₀) emisijas, kā arī siltumnīcefekta gāzu, piemēram, N₂O un CO₂, emisijas. Citas vielas, tādas kā smagie metāli, halogēnu savienojumi un dioksīni, izplūst mazākos daudzumos.

Nosacījumi

Ar LPTP saistītie emisiju līmeņi balstās uz dienas vidējo vērtību, standartapstākļiem un O₂ saturu 6 % / 3 % / 15 % (attiecīgi cietajam kurināmajam / šķidrajam un gāzveida kurināmajam / gāzes turbīnām), kas atspoguļo tipisko (jeb raksturīgo) slodzi. Jāņem vērā maksimālā slodze, palaišanas un apturēšanas periodi, kā arī dūmgāzu attīrīšanas sistēmu ekspluatācijas problēmas, īslaicīgas maksimālās vērtības, kas varētu būt augstākas.

Kurināmā un tā piedevu pārkraušana, glabāšana

Vairāki LPTP, lai novērstu emisijas kurināmā izkraušanas, glabāšanas un izmantošanas laikā, kā arī piedevu, tādu kā kaļķa, kaļķakmens, amonjaka u.c. vielu, emisijas gaisā, ir apkopoti 1. tabulā.

	LPTP
Cietās daļiņas (putekļi)	<ul style="list-style-type: none"> tādu iekraušanas un izkraušanas iekārtu izmantošana, kas samazina kurināmā krišanas augstumu kaudzē, lai samazinātu difūzo putekļu veidošanos (cietais kurināmais) valstīs ar siltu klimatu, kur temperatūra nav zemāka par nulli, ūdens smidzināšanas sistēmu lietošana, lai samazinātu difūzo putekļu veidošanos no cietā kurināmā glabāšanas vietām (cietais kurināmais) transportieru uzstādīšana drošās, atklātās, paaugstinātās vietās, lai novērstu bojājumus, kurus izraisījis transports vai cita tehnika (cietais kurināmais) slēgtu transportieru izmantošana ar pareizi projektētām putekļu uztveršanas un filtrēšanas iekārtām savienojuma vietās, lai novērstu putekļu emisiju (cietais kurināmais) transporta sistēmu racionalizēšana, lai samazinātu putekļu rašanos un pārvietošanos attiecīgajā vietā (cietais kurināmais) laba projektēšanas un būvniecības prakse un piemērota apkope (visi kurināmā veidi) kaļķu un kaļķakmens glabāšana silosos ar rūpīgi projektētām, robustām putekļu uztveršanas un filtrēšanas ierīcēm (visi kurināmā veidi)
Ūdens piesārņojums	<ul style="list-style-type: none"> kurināmā uzglabāšana uz izolētām virsmām ar drenāžu, drenu noteces notekūdeņu savākšanu un ūdens attīrīšanu (cietais kurināmais) tādu šķidrā kurināmā glabāšanas sistēmu izmantošana ar necaurļaidīga slāņa aizsargvalni, kas var aizturēt 75 % no maksimālā visu tvertņu tilpuma vai vismaz maksimālo lielākās tvertnes tilpumu. Lai novērstu uzglabāšanas tvertņu pārpildīšanu, uz tvertnes jābūt norādītam saturam un attiecīgajiem brīdinājumiem, var tikt izmantotas arī automātiskās kontroles un signālierīču sistēmas cauruļvadu uzstādīšana drošās, atklātās vietās virs zemes, lai varētu ātri konstatēt noplūdes un lai varētu novērst kaitējumu, ko rada transportlīdzekļi un citas iekārtas. Cauruļvadiem, kuriem nav nodrošināta piekļuve, — dubultsienu cauruļvadu ar automātisku starpcauruļu telpas kontroli izmantošana (šķidrā un gāzveida kurināmais) viršūdeņu (lietus notekūdens) savākšana no kurināmā uzglabāšanas vietas, lai neaizskalotu kurināmo, un savākto ūdeņu attīrīšana (notekūdeņu nostādināšana vai attīrīšana attīrīšanas iekārtās) pirms novadīšanas
Ugunsdrošība	<ul style="list-style-type: none"> cietā kurināmā glabāšanas vietu novērošana ar automātiskām sistēmām, lai konstatētu ugunsgrēkus, ko izraisa pašai aizdegšanās, un identificētu riska punktus, kur notiek pašsakaršana (cietais kurināmais)
Difūzās emisijas	<ul style="list-style-type: none"> gāzveida kurināmā noplūdes detektēšanas sistēmu un trauksmes signalizācijas izmantošana (šķidrā un gāzveida kurināmais)
Efektīva dabas resursu izmantošana	<ul style="list-style-type: none"> izvērses turbīnu izmantošana (pa augstspiediena cauruļvadiem piegādātas dabasgāzes) spiediena enerģijas rekuperācijai, (šķidrā un gāzveida kurināmais) kurināmā uzsildīšana, izmantojot tvaika katla vai gāzturbīnas rekuperēto siltumenerģiju (šķidrā un gāzveida kurināmais)
Veselības aizsardzības un darba drošības pasākumi, kas saistīti ar amonjaka izmantošanu	<ul style="list-style-type: none"> tīra šķidrā amonjaka glabāšanā un izmantošanā jāievēro šādas prasības: šķidrā amonjaka spiedtvertnēm, kuru tilpums ir lielāks par 100 m³, jābūt ar dubultsienām un novietotām zem zemes; 100 m³ tilpuma un mazākiem rezervuāriem jābūt ar dzesēšanas sistēmu (visi kurināmā veidi) no drošības viedokļa amonjaka ūdens šķīduma lietošana ir mazāk riskanta nekā tīra šķidrā amonjaka glabāšana un izmantošana (visi kurināmā veidi)

1. tabula: Vairāki labākie pieejamie tehniskie paņēmieni (LPTP jeb labākās pieejamās metodes) kurināmā un to piedevu glabāšanai un pārkraušanai.

Kurināmā pirmapstrāde

Cietā kurināmā pirmapstrāde galvenokārt nozīmē tā jaukšanu un samaisīšanu, lai nodrošinātu stabilus degšanas apstākļus un samazinātu zālveida emisijas. Lai samazinātu ūdens daudzumu kūdrā un biomasā, arī kurināmā žāvēšana tiek uzskatīta par LPTP daļu. Šķīdram kurināmajam pirmapstrādes ierīču, tādu kā dīzeļdegvielas attīrīšanas iekārtu, izmantošana gāzes turbīnās un dzinējos ir uzstatāma par LPTP. Smagās degvielleļļas – mazuta – apstrādei izmanto tādas ierīces kā elektriskos vai tvaika spirālveida sildītājus, deemulgatoru dozēšanas sistēmas u.c.

Siltumenerģijas izmantošanas efektivitāte

IPNK direktīvas divas galvenās prasības ir pārdomāta dabas resursu pārvaldība un efektīva enerģijas izmantošana. Šajā aspektā svarīgs enerģijas ieguves efektivitātes rādītājs ir klimatu ietekmējošās CO₂ emisijas. Viens no veidiem, kā samazināt CO₂ emisiju uz vienu saražotās enerģijas vienību, ir enerģijas iegūšanas un tās izmantošanas procesa optimizēšana. Siltumenerģijas izmantošanas efektivitātes palielināšanos ietekmē slodzes nosacījumi, dzesēšanas sistēma, emisijas, izmantotais kurināmā veids, u.c.

Koģenerāciju (*CHP*) uzskata par efektīvāko veidu, kā samazināt absolūto emitēto CO₂ daudzumu, un tas attiecas uz jebkuru no jauna uzbūvētu spēkstaciju, ja vietējais pieprasījums pēc siltuma ir pietiekami liels, lai attaisnotu dārgāku koģenerācijas iekārtu uzstādīšanu vienkāršākas siltuma vai elektriskās iekārtas vietā. LPTP secinājumi par efektivitātes palielināšanu un attiecīgie LPTP līmeņi ir apkopoti 3.–5. tabulā. Uzskata, ka ar mazutu darbināmām iekārtām ir līdzvērtīga efektivitāte kā iekārtām, ko kurina ar akmeņoglēm.

Kurināmais	Kompleksā tehnika	Termiskās neto efektivitātes vienība (%)	
		Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas
Akmeņogles un brūnogles	Koģenerācija (<i>CHP</i>)	75 – 90	75 – 90
Akmeņogles	<i>PC</i> (<i>DBB</i> un <i>WBB</i>)	43 – 47	Sasniedzamā siltumenerģijas izmantošanas efektivitātes uzlabošanās ir atkarīga no konkrētās iekārtas, bet 36* – 40 % līmenis vai
	<i>FBC</i>	>41	
	<i>PFBC</i>	>42	
Brūnogles	<i>PC</i> (<i>DBB</i>)	42 – 45	uzlabošanās par vairāk nekā 3 % procentu punktiem, ko var novērot, var tikt uzskatīts par saistītu ar LPTP izmantošanu esošajās iekārtās
	<i>FBC</i>	>40	
	<i>PFBC</i>	>42	

PC: pulverveida sadedzināšana
DBB: katls ar izdedžu izvadīšanu pēc sausā paņēmiena
WBB: katls ar izdedžu izvadīšanu pēc slapjā paņēmiena
FBC: dedzināšana verdošā slānī
PFBC: dedzināšana verdošā slānī zem spiediena
* Par šīm vērtībām ir viedokļu atšķirības, informācija par to ir galvenā dokumenta 4.5.5. nodaļā

2. tabula: Termiskās efektivitātes līmeņa saistība ar LPTP izmantošanu sadedzināšanas iekārtām, kurās kā kurināmo izmanto akmeņogles un brūnogles.

Kurināmais	Kompleksā tehnika	Termiskās efektivitātes vienība (neto) (%)	
		Elektriskā efektivitāte	Kurināmā patēriņš (<i>CHP</i>)
Biomasa	Uz ārdiem	Ap 20	75 – 90
	Padevējs-uzkrājējs	>23	Atkarībā no konkrētās iekārtas un pieprasījuma pēc siltuma un elektrības
	<i>FBC</i> (<i>CFBC</i>)	>28 – 30	
Kūdra	<i>FBC</i> (<i>BFBC</i> un <i>CFBC</i>)	>28 – 30	

FBC: sadedzināšana verdošā slānī
CFBC: sadedzināšana cirkulējošā verdošā slānī
BFBC: sadedzināšana burbuļojošā verdošā slānī
CHP: koģenerācija

3. tabula: Termiskās efektivitātes līmeņa saistība ar LPTP izmantošanu sadedzināšanas iekārtām, kurās kā kurināmo izmanto kūdru un biomasu.

Šķidrā kurināmā izmantošanai tvaika katlos un dzinējos nav noteiktas specifiskās termiskās efektivitātes vērtības. Tomēr vairākas aplūkotās metodes ir pieejamas attiecīgajās LPTP atsaucēs dokumentu nodaļās.

Iekārtas tips	Elektriskā efektivitāte (%)		Kurināmā patēriņš (%)
	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	Jaunas un esošās iekārtas
Gāzes turbīna			
Gāzes turbīna	36 – 40	32 – 35	-
Gāzes dzinējs			
Gāzes dzinējs	38 – 45		-
Gāzes dzinējs ar <i>HRS</i> G <i>CHP</i> režīmā	>38	>35	75 – 85
Ar gāzi darbināmie katli			
Ar gāzi darbināmie katli	40 – 42	38 – 40	
<i>CCGT</i>			
Kombinēts cikls ar vai bez papildu kurināšanas (<i>HRS</i> G) tikai elektrības ražošanai	54 – 58	50 – 54	-
Kombinēts cikls bez papildu kurināšanas (<i>HRS</i> G) <i>CHP</i> režīmā	<38	<35	75 – 85
Kombinēts cikls ar papildu kurināšanas (<i>HRS</i> G) <i>CHP</i> režīmā	<40	<35	75 – 85
<i>HRS</i>G: siltuma otrreizējas izmantošanas tvaika ģenerators <i>CHP</i>: koģenerācija			

4. tabula: Ar gāzi apkurinātu sadedzināšanas iekārtu efektivitāte saistībā ar LPTP izmantošanu.

Cieto daļiņu (putekļu) emisijas

Sadedzinot cieto vai šķidro kurināmo, gandrīz vienmēr rodas cieto daļiņu (putekļu) emisijas no kurināmā minerālās frakcijas. Sadedzinot šķidro kurināmo, slikti sadegšanas apstākļi var izraisīt kvēpu veidošanos. Dabaszāzes sadedzināšana ir nebūtisks putekļu avots. Putekļu emisijas līmenis šajā gadījumā parasti ir zemāks par 5 mg/Nm^3 , ja netiek izmantoti kādi papildu tehniskie līdzekļi.

Izplūdes gāzu attīrīšanai no putekļiem jaunās un jau esošās sadedzināšanas iekārtās par LPTP tiek uzskatīta elektrofiltru (*ESP*) vai auduma filtru (*FF*) izmantošana, jo auduma filtrs parasti nodrošina emisijas līmeni, kas zemāks par 5 mg/Nm^3 . Cikloni un mehāniskie kolektori vieni paši nav LPTP, bet tos var izmantot dūmgāzes ceļa attīrīšanas sākuma stadijā.

Secinājumi par LPTP un ar tiem saistītajiem emisiju līmeņiem ir apkopoti 5. tabulā. Sadedzināšanas iekārtās virs $100 \text{ MW}_{\text{th}}$, bet it īpaši virs $300 \text{ MW}_{\text{th}}$, putekļu emisijas līmenis ir zemāks, jo *FGD* metode, kas ir LPTP daļa dūmgāzu attīrīšanā no sēra (desulfurizācija), samazina cieto daļiņu (putekļu) saturu.

Jauda (MW_{th})	Putekļu emisijas līmenis (mg/Nm^3)						LPTP, lai sasniegtu šo līmeni
	Akmeņogles un brūnogles		Biomasa un kūdra		Katlu šķidrais kurināmais		
	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	
50 – 100	5 – 20*	5 – 30*	5 – 20	5 – 30	5 – 20*	5 – 30*	<i>ESP</i> vai <i>FF</i>
100 – 300	5 – 20*	5 – 25*	5 – 20	5 – 20	5 – 20*	5 – 25*	<i>ESP</i> vai <i>FF</i> kombinācija ar <i>FGD</i> (mitrs, <i>sd</i> vai <i>dsi</i>), lai realizētu <i>PC</i> <i>ESP</i> vai <i>FF FBC</i> darbību
>300	5 – 10*	5 – 20*	5 – 20	5 – 20	5 – 10*	5 – 20*	

Piezīmes:
ESP: Elektrofiltrs
FF: Auduma filtrs
FGD (slapjais): Mitru dūmgāzus attīrīšana no sēra
FBC: Sadedzināšana verdošā slānī
sd: vidēji sauss
dsi: sausa sorbenta ievadīšana
 * Par šīm vērtībām ir viedokļu atšķirības, informācija par to ir galvenā dokumenta 4.5.6. un 6.5.3.2. iedaļā.

5. tabula: LPTP cieto daļiņu emisiju samazināšanai dažādu veidu dedzināšanas iekārtās.

Smagie metāli

Smago metālu emisija rodas dēļ šo komponentu esības fosilajā kurināmajā. Lielākā daļa uzskaitīto smago metālu (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn) parasti kopā ar cietajām daļiņām (putekļiem) izdalās ķīmisku savienojumu (piemēram, oksīdu, hlorīdu) veidā. Tāpēc LPTP smago metālu emisijas samazināšanai lieto augstas efektivitātes atputekļošanas iekārtas, kā *ESP* (elektrofiltrus) vai *FF* (auduma filtri).

Tikai Hg un Se vismaz daļēji atrodas tvaika fāzē. Dzīvsudrabam ir augsts tvaika spiediens parastajā kontrolierīču darbības temperatūrā, un tā attīrīšanas efektivitāte, izmantojot atputekļošanas iekārtas, ir ļoti mainīga. *ESP* vai *FF*, kas darbojas kopā ar *FGD* tehnoloģijām, tādām kā slapjajiem kaļķakmens skruberiem, izsmidzināšanas žāvēšanas (sausajiem) gāzu skruberiem vai sausā sorbenta inžektoriem, vidējā Hg attīrīšanas pakāpe ir 75 % (50 % *ESP* un 50 % *FGD*) un 90 %, ja izmanto katalītisko reducēšanu.

SO₂ emisijas

Sēra oksīdu emisijas rada kurināmā sastāvā esošais sērs. Uzskata, ka dabasgāze nesatur sēru. Dažos rūpniecisko gāzu gadījumos ir nepieciešama gāzveida kurināmā attīrīšana no sēra — desulfurizācija.

Kopumā cietā un šķidrā kurināmā sadedzināšanas iekārtām par LPTP uzskata kurināmā ar zemu sēra saturu izmantošanu un/vai kurināmā attīrīšanu no sēra. Tomēr tāda kurināmā izmantošana, kuram ir zems sēra saturs, iekārtās virs 100 MW_{th} lielākajā daļā gadījumu var tikt uzskatīta par papildu līdzekli SO₂ emisijas samazināšanā kopā ar citiem līdzekļiem.

Turklāt bez tāda kurināmā izmantošanas, kuram ir zems sēra saturs, par LPTP attīrīšanas paņēmieniem tiek uzskatīti slapjo skruberu izmantošana (attīrīšanas pakāpe 92 – 98 %) un izsmidzināmo sauso skruberu izmantošana (attīrīšanas pakāpe 85 – 92 %), kas aizņem vairāk nekā 90 % tirgus daļas. Sausās FGD tehnoloģijas, tādas kā sausa sorbenta inžekcija (ievadīšana), izmanto galvenokārt iekārtās ar siltumenerģijas jaudu, kas nepārsniedz 300 MW. Slapjie skruberi samazina HCl, HF, putekļu un smago metālu emisijas. Augsto izmaksu dēļ slapjo skruberu process netiek uzskatīts par LPTP iekārtām ar jaudu, kas mazāka par 100 MW_{th}.

Jauda (MW _{th})	SO ₂ emisijas līmenis (mg/Nm ³)						LPTP, lai sasniegtu šo līmeni
	Akmeņogles un brūnogle		Kūdra		Katlu šķidrās kurināmās		
	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	
50 – 100	200 – 400* 150 – 400* (FBC)	200 – 400* 150 – 400* (FBC)	200 – 300	200 – 300	100 – 350*	100 – 350*	Kurināmās ar zemu sēra saturu un/vai FGD (<i>dsi, sds vai mitrs</i>), (atkarībā no iekārtas lieluma). Skruberi ar jūras ūdeni Kombinētās tehnoloģijas NO _x un SO ₂ samazināšanai. Kaļķakmens inžekcija (FBC)
100 – 300	100 – 200	100 – 250*	200 – 300 150 – 250 (FBC)	200 – 300 150 – 300 (FBC)	100 – 200*	100 – 250*	
>300	20 – 150* 100 – 200 (CFBC / PFBC)	20 – 200* 100 – 200* (CFBC / PFBC)	50 – 150 50 – 200 (FBC)	50 – 200	50 – 150*	50 – 200*	

Piezīmes:
FBC: sadedzināšana verdošā slānī
CFBC: sadedzināšana cirkulējošā verdošā slānī
PFBC: sadedzināšana verdošā slānī paaugstinātā spiedienā
FGD(mitrs): dūmgāzu attīrīšana no sēra ar slapjo paņēmieni
FGD(sds): dūmgāzu attīrīšana no sēra, izmantojot izsmidzināšanas žāvēšanas skruberus
FGD(dsi): dūmgāzu attīrīšana no sēra ar sausa sorbenta inžekciju (ievadīšanu)
 * Par šīm vērtībām ir viedokļu atšķirības, informācija par to ir galvenā dokumenta 4.5.8. un 6.5.3.3. iedaļā

6. tabula: LPTP SO₂ emisijas samazināšanai dažu veidu sadedzināšanas iekārtās.

NO_x emisijas

Slāpekļa oksīdi, kas galvenokārt izdalās kurināmā sadedzināšanas procesā, ir slāpekļa oksīds (NO) un slāpekļa dioksīds (NO₂), kuriem izmanto kopīgu apzīmējumu NO_x.

Pulverveida ogļu putekļu sadedzināšanas iekārtās LPTP ir NO_x emisiju samazināšana ar primāriem un sekundāriem līdzekļiem, kā SCR, bet ar SCR sistēmām sasniedzamā attīrīšanas pakāpe ir starp 80 un 95%. SCR vai SNCR izmantošanā par trūkumu uzskatāma neizreaģējuša amonjaka pārākuma noplūdes iespēja („amonjaka izslīdēšana”). Mazām ar cietu kurināmo darbināmām iekārtām ar nelielām slodzes svārstībām un ar nemainīgu kurināmā kvalitāti arī SNCR tehnoloģijas tiek uzskatītas par LPTP, lai samazinātu NO_x izplūdi.

Brūnoglū pulvera un kūdras sadedzināšanas iekārtās par LPTP uzskata dažādu primāro līdzekļu vienlaicīgu izmantošanu, piemēram, moderna zema NO_x degļa izmantošanu kopā ar citiem primāriem līdzekļiem, tādiem kā dūmgāzu recirkulācija, fracionēta sadedzināšana (gaisa sadale slāņos), atkārtota sadedzināšana, u.c. Primāro līdzekļu izmantošana var izraisīt nepilnīgu sadegšanu, kas savukārt izraisa nesadeģuša oglekļa daudzuma palielināšanos pelnos un oglekļa monoksīda emisiju.

BFBC katlos, sadedzinot cietu kurināmo, LPTP ir NO_x emisijas samazināšana, ko panāk ar gaisa padevi vai dūmgāzu recirkulāciju. Nav lielas atšķirības starp NO_x emisiju no BFBC un CFBC sadedzināšanu.

LPTP secinājumi NO_x emisiju samazināšanai un ar tiem saistītie dažādo kurināmā veidu emisijas līmeņi ir apkopoti 8., 9. un 10. tabulā.

Jauda (MW _{th})	Dedzināšanas tehnika	NO _x emisijas līmenis saistībā ar LPTP (mg/Nm ³)			LPTP varianti, lai sasniegtu šo līmeni
		Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	Kurināmais	
50 – 100	Dedzināšana uz ārdiem	200 – 300*	200 – 300*	Akmeņogles un brūnogles	<i>Pm</i> un/vai SNCR
	PC	90 – 300*	90 – 300*	Akmeņogles	<i>Pm</i> un SNCR vai SCR kombinācija
	CFBC un PFBC	200 – 300	200 – 300	Akmeņogles un brūnogles	<i>Pm</i> kombinācija
	PC	200 – 450	200 – 450*	Brūnogles	
100 – 300	PC	90* – 200	90 – 200*	Akmeņogles	<i>Pm</i> kombinācija kopā ar SCR vai kombinētas tehnoloģijas
	PC	100 – 200	100 – 200*	Brūnogles	<i>Pm</i> kombinācija
	BFBC, CFBC un PFBC	100 – 200	100 – 200*	Akmeņogles un brūnogles	<i>Pm</i> kombinācija kopā ar SNCR
>300	PC	90 – 150	90 – 200	Akmeņogles	<i>Pm</i> kombinācija kopā ar SCR vai kombinētas tehnoloģijas
	PC	50 – 200*	50 – 200*	Brūnogles	<i>Pm</i> kombinācija
	BFBC, CFBC un PFBC	50 – 150	50 – 200	Akmeņogles un brūnogles	<i>Pm</i> kombinācija

Piezīmes: <i>PC</i> : pulverveida sadedzināšana <i>BFBC</i> : sadedzināšana stacionārā verdošā slānī <i>CFBC</i> : sadedzināšana cirkulējošā verdošā slānī <i>PFBC</i> : sadedzināšana verdošā slānī paaugstinātā spiedienā <i>Pm</i> : primārie līdzekļi NO _x samazināšanai <i>SCR</i> : selektīva katalītiska NO _x reducēšana <i>SNCR</i> : selektīva nekatalītiska NO _x reducēšana. Antracīta izmantošana var izraisīt augstāku NO _x emisiju līmeni augstās degšanas temperatūras dēļ. * Par šīm vērtībām ir viedokļu atšķirības, informācija par to ir galvenā dokumenta 4.5.9. iedaļā
--

7. tabula: LPTP NO_x emisiju samazināšanai dedzināšanas iekārtām, kurās kā kurināmo izmanto akmeņogles un brūnogles.

Jauda (MW _{th})	NO _x -emisiju līmenis (mg/Nm ³)				LPTP varianti, lai sasniegtu šo līmeni
	Biomasa un kūdra		Šķidrāis kurināmais		
	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	Jaunas iekārtas	Esošās iekārtas	
50 – 100	150 – 250	150 – 300	150 – 300*	150 – 450	<i>Pm</i> kombinācija <i>SNCR/ SCR</i> vai kombinētas tehnoloģijas
100 – 300	150 – 200	150 – 250	50 – 150*	50 – 200*	
>300	50 – 150	50 – 200	50 – 100*	50 – 150*	
Piezīmes: <i>Pm</i> : primārie līdzekļi NO _x samazināšanai <i>SCR</i> : selektīva katalītiska NO _x reducēšana * Par šīm vērtībām ir viedokļu atšķirības, informācija par to ir galvenā dokumenta 6.5.3.4. iedaļā					

8. tabula: LPTP NO_x emisiju samazināšanai sadedzināšanas iekārtām, kurās kā kurināmo izmanto kūdru, biomasu un šķidro kurināmo.

Jaunām gāzes turbīnām LPTP ir viendabīgi sajaukta degmaisījuma un zemas NO_x koncentrācijas degļi (*DLN*). Esošām gāzes turbīnām LPTP ir ūdens un tvaika inžekcija vai pāriešana uz *DLN* tehnoloģiju. Ar gāzi darbināmām stacionārām dzinēja tipa sadedzināšanas iekārtām LPTP ir liesa kurināmā maisījuma sadedzināšana, kas ir analoga zemas NO_x koncentrācijas paņēmieni izmantošanai gāzes turbīnās.

Lielākajai daļai gāzes turbīnu un gāzes dzinēju arī *SCR* tiek uzskatīta par LPTP. *SCR* sistēmu pārveidošana par *CCGT* ir tehniski iespējama, bet nav ekonomiski izdevīga esošajās ierīcēs. Iemesls ir tāds, ka *HRS*G nepieciešamā platība projektā nav paredzēta un tāpēc nav pieejama.

Iekārtas tips	Emisijas līmenis saistībā ar LPTP (mg/Nm ³)		O ₂ līmenis (%)	LPTP varianti, lai sasniegtu šo līmeni
	NO _x	CO		
Gāzes turbīnas				
Jaunas gāzes turbīnas	20 – 50	5 – 100	15	Viendabīgi sajaukta degmaisījuma un zemas NO _x koncentrācijas degļi vai <i>SCR</i>
<i>DLN</i> esošām gāzes turbīnām	20 – 75	5 – 100	15	Viendabīgi sajaukta degmaisījuma un zemas NO _x koncentrācijas degļi kā komplekti vēlākai pārbūvei, ja ir pieejami
Esošās gāzes turbīnas	50 – 90*	30 – 100	15	Ūdens un tvaika inžekcija vai <i>SCR</i>
Gāzes dzinēji				
Jauni gāzes dzinēji	20 – 75*	30 – 100*	15	Liesa degvielas maisījuma principa izmantošana vai <i>SCR</i> un katalizators CO oksidēšanai
Jauns gāzes dzinējs ar <i>HRS</i> G <i>CHP</i> režīmā	20 – 75*	30 – 100*	15	Liesa degvielas maisījuma principa izmantošana vai <i>SCR</i> un katalizators CO oksidēšanai
Esošie gāzes dzinēji	20 – 100*	30 – 100	15	Zemas NO _x koncentrācijas degļi

Ar gāzi kurināmi katli				
Jauni ar gāzi kurināmi katli	50 – 100*	30 – 100	3	Zemas NO _x koncentrācijas degļi, SCR vai SNCR
Esošie ar gāzi kurināmie katli	50 – 100*	30 – 100	3	
CCGT				
Jauni CCGT bez papildu kurināšanas (HRSG)	20 – 50	5 – 100	15	Viendabīgi sajaukta degmaisījuma un zemas NO _x koncentrācijas degļi vai SCR
Esošie CCGT bez papildu kurināšanas (HRSG)	20 – 90*	5 – 100	15	Viendabīgi sajaukta degmaisījuma un zemas NO _x koncentrācijas degļi vai ūdens un tvaika inžekcijas vai SCR
Jauni CCGT ar papildu kurināšanu (HRSG)	20 – 50	30 – 100	Ierīce spec.	Zemas NO _x koncentrācijas degļi, kas pazemina NO _x emisiju tvaika katliem, kuri ir SCR vai SNCR daļa
Esošie CCGT ar papildu kurināšanu (HRSG)	20 – 90*	30 – 100	Ierīce spec.	Zemas NO _x koncentrācijas degļi, kas pazemina NO _x emisijas katliem, kuri ir SCR vai SNCR daļa
SCR: selektīva katalītiska NO _x reducēšana SNCR: selektīva nekatalītiska NO _x reducēšana DLN: sausi zema NO _x HRSG: siltuma otrreizējas izmantošanas tvaika ģenerators CHP: koģenerācija CCGT: kombinētā cikla gāzes turbīnas * Par šīm vērtībām ir viedokļu atšķirības, informācija par to ir galvenā dokumenta 7.5.4. iedaļā				

9. tabula: LPTP NO_x un CO emisiju samazināšanai sadedzināšanas iekārtām, kurās kā kurināmo izmanto gāzi.

CO emisija

Oglekļa monoksīds (CO) veidojas kā sadegšanas procesa starpprodukts, LPTP CO emisijas samazināšanai ir pilnīga sadegšana, ko nodrošina krāšņu pareiza konstrukcija, efektīvas procesa vadības un kontroles sistēmu izmantošana, kā arī sadedzināšanas sistēmu tehniskā apkope un remonts. Daži ar LPTP izmantošanu saistītie emisijas līmeņi dažādu veidu kurināmajam ir atrodami LPTP atsauces dokumenta nodaļās, tomēr šajā kopsavilkumā ir iekļauti tikai tie, kas attiecas uz gāzes sadedzināšanas iekārtām.

Ūdens piesārņojums

Lielās sadedzināšanas iekārtas ne tikai rada gaisa piesārņojumu, bet arī ievērojamus daudzumos novada ūdeni (dzesēšanas ūdeni un notekūdeņus) upēs, ezeros un jūras vidē.

Jebkuri notekūdeņi (lietus ūdens) no kurināmā glabāšanas vietām, kas aizskalo kurināmā daļiņas, pirms to novadīšanas ir jāsavāc un jāattīra (jānostādina). Nav iespējams novērst neliela ar naftas produktiem piesārņota ūdens daudzuma veidošanos spēkstacijās. Tādēļ, lai novērstu vides postījumus, LPTP ir naftas produktu nostādīšanas akas.

LPTP secinājums: slapjo skruberu izmantošana dūmgāzu attīrīšanai no sēra (desulfurēšana) ir saistīta ar notekūdeņu attīrīšanas iekārtu izmantošanu. Notekūdeņu attīrīšanas iekārtās ķīmiski attīra no smagajiem metāliem un samazina cieto suspendēto vielu daudzumu. Attīrīšanas iekārtās koriģē notekūdeņu pH, smago metālu izgulsnēšanu un atdala cietās suspendētās daļiņas. Pilnajā dokumentā ir raksturoti vairāki emisijas līmeņi.

Atkritumi un pārpalikumi

Daudz uzmanības jau ir veltīts sadegšanas pārpalikumu un blakusproduktu izmantošanai tā vietā, lai tos nogādātu poligonos. Tādēļ lietošana un otrreizēja izmantošana ir prioritārais LPTP. Blakusproduktiem, piemēram, pelniem, ir dažādas izmantošanas iespējas. Katrai izmantošanas iespējai ir atšķirīgi kritēriji, un šajā LPTP atsauces dokumentā aptvert visus šos kritērijus nav iespējams. Kvalitātes kritēriji parasti ir saistīti ar pārpalikumu strukturālajām īpašībām un kaitīgo vielu saturu, piemēram, nesadegušā kurināmā daudzumu, smago metālu šķīdību u.c.

Dūmgāzu attīrīšanas galaprodukts pēc slapjā paņēmiena ar skruberiem ir ģipsis, kas ir iekārtu komercprodukts lielākajā daļā ES valstu. To var pārdot un izmantot dabīgā ģipša vietā. Praktiski lielākā daļa enerģijas iekārtās saražotā ģipša tiek izmantota ģipša plāksņu ražošanā. Ģipša tīrību ierobežo pievienotais kaļķakmens daudzums.

Atkritumu un reģenerētā kurināmā kopīga dedzināšana

Lielās sadedzināšanas iekārtas, kas veidotas un darbojas atbilstoši LPTP, izmanto efektīvas metodes un līdzekļus putekļu (daļēji ieskaitot smagos metālus), SO₂, NO_x, HCl, HF un citu piesārņotāju daudzuma samazināšanai, kā arī metodes, lai novērstu ūdens un grunts piesārņošanu. Kopumā šīs metodes var uzskatīt par pietiekamām un atbilstošām LPTP kopīgai sekundārā kurināmā sadedzināšanai. To pamatā ir LPTP secinājumi un ar to izmantošanu saistītie emisijas līmeņi, kas definēti nodaļās, kurās raksturoti dažādi kurināmā veidi. Piesārņojošo vielu lielāka ievade kurināšanas sistēmas noteiktajās robežās var tikt līdzsvarota, pielāgojot dūmgāzes attīrīšanas sistēmu vai samazinot sekundārā kurināmā procentuālo saturu kopīgajā sadedzināšanā.

Attiecībā uz līdzsadedzināšanas ietekmi uz pārpalikumu kvalitāti, LPTP galvenie jautājumi ir par ģipša, pelnu, izdedžu un citu pārpalikumu un blakusproduktu kvalitāti tajā līmenī, kur tie parādās bez sekundārā kurināmā līdzsadedzināšanas pārstrādes mērķiem. Ja līdzsadedzināšana izraisa ievērojamu blakusproduktu vai pārpalikumu daudzumu vai papildu piesārņojumu ar metāliem (piemēram, Cd, Cr, Pb) vai dioksīnu veidošanos, nepieciešami papildu līdzekļi, lai to novērstu.

Vienprātības līmenis

Šim dokumentam kopumā ir liels tehniskās darba grupas locekļu atbalsts. Tomēr nozares pārstāvji un divas dalībvalstis nav paudušas pilnīgu atbalstu šim gala projektam un ir formulējušas tā dēvētos „atšķirīgos viedokļus” par vairākiem dokumentā minētajiem secinājumiem, īpaši ar LPTP saistīto efektivitāti un emisiju līmeņiem, ja kā kurināmo izmanto akmeņogles un brūnogles, šķidro un gāzveida kurināmo, kā arī par SCR izmantošanas ekonomiskajiem apsvērumiem. Tie uzskatīja, ka diapazoni, kuros norādīti emisiju līmeņi saistībā ar LPTP izmantošanu, kopumā ir pārāk zemi gan jaunām, gan esošajām enerģijas iekārtām. Tomēr jāatzīmē, ka ar LPTP saistītie augstākie emisijas līmeņi, it īpaši esošajām iekārtām, ir līdzvērtīgi pastāvošajām emisiju robežvērtībām (ELV), kas noteiktas vairākās Eiropas Savienības dalībvalstīs. Daļa nozares pārstāvju ir izteikuši detalizētu viedokli par apjomu, kādā šis dokuments atspoguļo visu lietoto sadedzināšanas iekārtu pieredzi un apstākļus. Šajā dokumentā atbalstīts tehniskās darba grupas locekļu viedoklis, ka LPTP līmeņi ir saprātīgi, un ar piemēriem parādīts, ka aplūkotie LPTP līmeņi jau ir sasniegti daudzās iekārtās Eiropā.

EK ar PTA programmām uzsāk un atbalsta virkni projektu, kas saistīti ar tīrajām tehnoloģijām, notekūdeņu attīrīšanas un pārstrādes tehnoloģiju ieviešanu, kā arī pārvaldes stratēģiju ieviešanu. Šiem projektiem potenciāli jāsniedz derīgs ieguldījums LPTP atsaucēs dokumentu turpmākajos pārskatos. Tādēļ lasītāji tiek aicināti informēt Eiropas Piesārņojuma integrētās novēršanas un kontroles biroju par visiem pētniecības rezultātiem, kas ir nozīmīgi attiecībā uz šajā dokumentā aptverto darbības jomu (sk. arī šā dokumenta priekšvārdu).