

Jön a Stage V füstgáznormatíva

A 2019-től életbelépő szigorítások a traktorok és a mezőgazdasági erőgépek füstgázkibocsátásánál

A klímaváltozás előidézésében résztvevő gazdasági ágazatok között előkelő helyen szerepeltetik a környezetvédő szakemberek a belső égésű motorokkal felszerelt járműveket és a közlekedési ágazatokat. Ezért is kezdték szabályozni már az 1990-es évek közepétől a járműmotorok által a kipufogógázzal a levegőbe jutó szilárd (korom) és gáznemű (CO, HC, NO_x) káros anyagok mennyiségét. Az első kibocsátási normatívák a személy- és a tehergépkocsikra vonatkozóan jelentek meg, amelyek sokszor a lakosság közvetlen közelében (falvakban, városokban, autópályák és autópályák szomszédságában stb.) koncentráltan szennyeznek az égéstermékkel a levegőt, veszélyeztetve a lakosok egészségét, növelve az ŰHG (üveg-házhatású gázok) mennyiségét a légkörben. Rövid időn belül a főleg közúton közlekedő (On-road) tehergépjárműveknél alkalmazásra kerülő szabályozások megjelentek a lassúbb, közutat ritkábban használó, alapvetően a terepen mozgó mezőgazdasági (Non-road) járművekre, traktorokra, saját motoros mezőgazdasági gépekre (magajáró permetezőkre, betakarítógépekre, speciális járművekre stb.) is annak ellenére, hogy ezek száma töredéke a személy- és teherszállító gépkocsiknak és ritkán okoznak koncentrált károsanyag-kibocsátásokat.

Csak Magyarországon a traktorok és magajáró mezőgazdasági gépek száma 137.000 db körüli, a személy- és a tehergépkocsiké együtt pedig 3,5 millió db körül mozog. Az előbbi csak 3,9 %-a az utóbbinak. Ahogy szigorodtak a tehergépkocsimotorokra vonatkozó károsanyag-kibocsátások határértékei, úgy változtak a traktorok motorjaira vonatkozó előírások is. Kezdetben voltak eltérések az On-road (közúti) és Non-road (nem közúti) előírások között, amelyek a jövő évi szabályozásokkal (EURO VI, illetve Stage/Stufe V) összeérni látszanak. Ez a traktorokra nézve szigorításokkal jár, amely nemcsak az előzőekben vázolt összefüggések miatt okoz gondot, hanem azok árában is megmutatkozik majd. A gyártók a szigorításokra hivatkozva minden bizonnyal emelni fogják a következő évtől a traktorok árát is. A traktorok és a magajáró mezőgazdasági

gépek motorjainak károsanyag-kibocsátási határértékeit először a 97/68 EG direktíva határozta meg. Ezt követően 2000/25 EG, majd az EU 2015/96, illetve EU 2016/1628 normatívák tartalmazták azokat a szigorításokat, amelyek az egyes motorteljesítmény-kategóriáknál eltérően a Stufe/Stage IIIA követelményektől a jövőre érvénybe lépő Stufe/Stage V normáig terjednek.

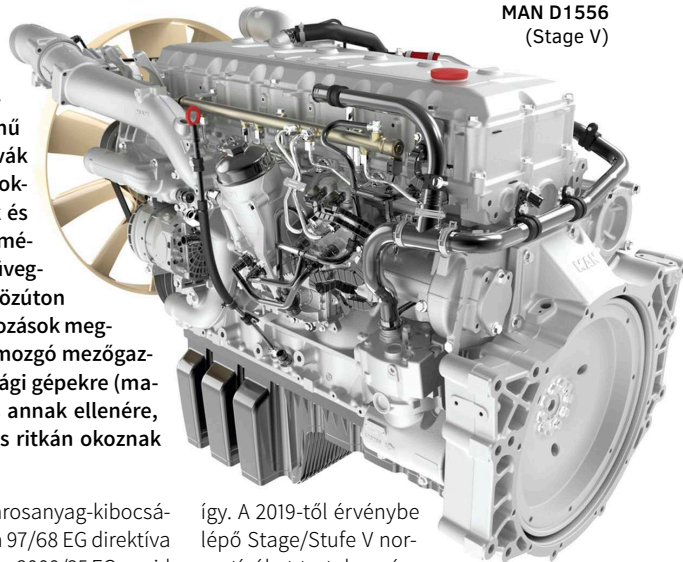
A traktorok füstgáznormatíva-fokozatai és károsanyag-kibocsátási határértékek

Jelenleg a különböző teljesítményű traktorok kategóriákra vonatkozóan eltérő füstgáznormatíva-fokozatok vannak érvényben. A kis teljesítménykategóriában (0-19 kW; 0-26 LE) nincsenek előírások és károsanyag-kibocsátásra vonatkozóan nincsenek megkövetelt határértékek. Ez azonban csak 2018 végéig marad

érvényben. A 2019-től érvénybe lépő Stage/Stufe V normatívákat tartalmazó rendelet külön szabályozza a **0-8 kW (0-11 LE) és a 8-19 (11-26 LE)** közötti teljesítménykategóriájú traktormotorok CO, HC+NO_x, PM és PN kibocsátási határértékeit. A két legalacsonyabb teljesítménykategóriánál is a szén-monoxid (CO) kibocsátásában 25 %-os szigorítás lesz a nagyobbik javára. A HC+NO_x illetve a PM (szilárd részecske) kibocsátási határértékek azonosak lesznek.

A **19-37 kW (26-50 LE)** teljesítményű traktormotoroknál jelenleg a Stufe/Stage IIIA normák vannak még érvényben az év végéig. A jövő évtől kezdődően alkalmazásra kerülő Stufe/Stufe V fokozat előírásai jelentős szigorításokkal járnak. A CO-kibocsátást 5,5 g/kWh-ról 5,0 g/kWh-ra, az el nem égett szénhidrogének

MAN D1556 (Stage V)



A traktormotor füstgáznormatívák határértékeinek és fokozatainak időbeni változása (Stage/Stufe IIIA – V)

Évek	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Teljesítménykategóriák	Füstgáznormatíva-fokozatok* és a CO, HC, NO _x , valamint PM határértékek g/kWh-ban, illetve PN értékek részecskeszám/kWh-ban											
0 kW < P < 8 kW 0 LE 11 LE	Nincs szabályozva								Stufe V CO 8,0 / HC + NO _x 7,5 / PM 0,4 / PN -			
8 kW < P < 19 kW 11 LE 26 LE	Nincs szabályozva								Stufe V CO 6,6 / HC + NO _x 7,5 / PM 0,4 / PN -			
19 kW < P < 37 kW 26 LE 50 LE	Stufe IIIA CO 5,5 / HC + NO _x 7,5 / PM 0,6								Stufe V CO 5,0 / HC + NO _x 4,7 / PM 0,015 / PN 1x10 ¹²			
37 kW < P < 56 kW 50 LE 76 LE	Stufe IIIA		Stufe IIIIB CO 5,0 / HC + NO _x 4,7 / PM 0,025						Stufe V CO 5,0 / HC + NO _x 4,7 / PM 0,015 / PN 1x10 ¹²			
56 kW < P < 75 kW 76 LE 102 LE			Stufe IIIIB CO 5,0 / HC 0,19 NO _x 3,3 / PM 0,025			Stufe IV (2014.10.01-től) CO 5,0 / HC 0,19 NO _x 0,4 / PM 0,025			Stufe V CO 5,0 / HC 0,19 / NO _x 0,4 PM 0,015 / PN 1x10 ¹²			
75 kW < P < 130 kW 102 LE 177 LE												
130 kW < P < 560 kW 177 LE 761 LE	Stufe IIIIB** NO _x 2,0 / PM 0,025			Stufe IV CO 3,5 / HC 0,19 / NO _x 0,4 / PM 0,025				Stufe V CO 3,5 / HC 0,19 / NO _x 0,4 / PM 0,015 / PN 1 x 10 ¹²				
P > 560 kW 761 LE	Nincs szabályozva											
									Stufe V CO 3,5 / HC 0,19 / NO _x 3,5 / PM 0,045 / PN -			

*A bevezetés időpontokban érvényes követelmények; ** Határérték CO és HC: 3,5 / 0,19

CO: Szén-monoxid / HC: Szén-hidrogének / NO_x: Nitrogén-oxidok / PM: Szilárd részecskék tömege / PN: Részecske (korom) szám

Forrás: Stirnimann

(HC) és a nitrogén-oxidok (NO_x) mennyiségét 7,5 g/kWh-ról 4,7 g/kWh-ra, a PM (szilárd részecskék) mennyiségét 0,6 g/kWh-ról drasztikusan 0,015 g/kWh-ra kell majd csökkenteni, és életbe lép a füstgázban mérhető szilárd részecskék számára vonatkozó előírás is (PN=1x10¹² db/kWh).

A 37-56 kW (50-76 LE) teljesítményű traktormotorokra 2012. év végéig voltak érvényben a Stage/Stufe IIIA normatívák, majd ezt követően az idei év végéig a szigorúbb Stage/Stufe IIIB követelményeknek kellett megfelelniük. Ezekre vonatkozóan is jövő évtől a Stage/Stufe V követelmények lépnek életbe, amelyek első sorban a füstgázban található szilárd részecskék (alapvetően korom) mennyiségének csökkentését 0,025 g/kWh-ról 0,015 g/kWh-ra, és új követelményként a PN=1x10¹² db/kWh részecskeszám teljesítését írja elő.

A mezőgazdaságban legelterjedtebb 56-130 kW (76-177 LE) teljesítménykategóriába tartozó traktorok motorjainál 2014. év végéig voltak érvényben a Stage/Stufe IIIB füstgázok károsanyag-kibocsátására vonatkozó követelmények, amelyet 2015-től a Stage/Stufe IV normák követtek. A két kibocsátási határérték között lényeges különbségek nem fedezhetők fel. Ennél a traktormotor teljesítménykategóriánál a Stage/Stufe IV előírások 2019. év végéig maradnak érvényben, majd ezt követően lép életbe 2020. január 1-től a Stage/Stufe V követelményrendszer, amely szilárd részecskék (korom) füstgázon belüli mennyiségénél (PM) 0,025 g/kWh értékről 0,015 g/kWh értékre csökkentést ír elő, és teljesíteni kell a részecskék számára vonatkozó külön előírásokat is (PN=1x10¹² db/kWh).

A viszonylag nagy teljesítménykategóriát – 130-560 kW (177-761 LE) – átfogó következő traktormotor-lépcsőnél 2013. év végéig volt érvényben a Stage/Stufe IIIB fokozat, és legkorábban 2014-től kellett áttérnie a motorgyártóknak a szigorúbb Stage/Stufe IV követelményekre, amelyek ez év végéig maradnak érvényben. A jövő évtől kezdődően ebben a kategóriában is a Stage/Stufe V norma előírásai lesznek érvényesek, amelyek a szilárd részecskék (korom) kibocsátására tartalmaznak szigorításokat az előző kategóriákhoz hasonlóan.

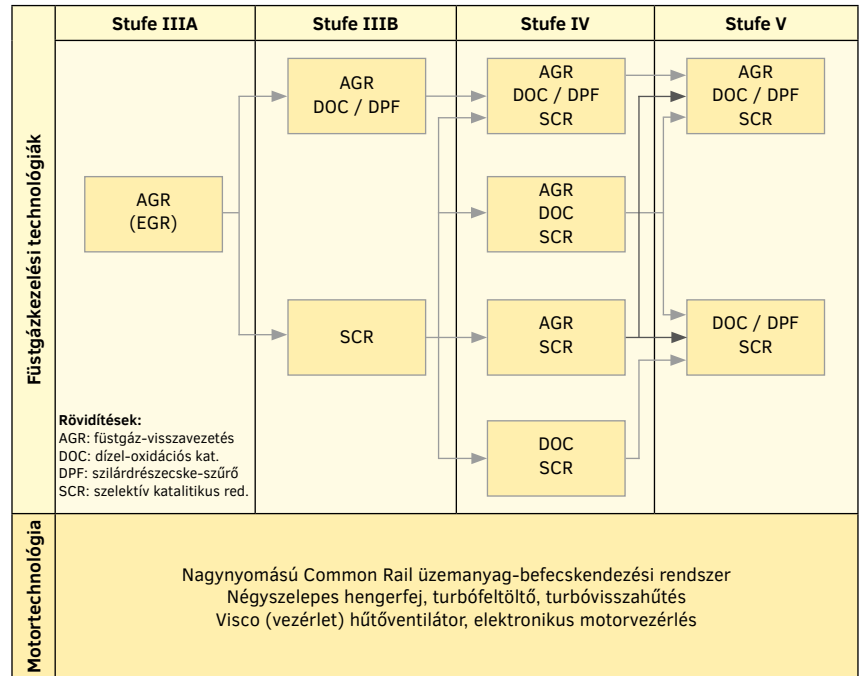
Az 560 kW-nál (781 LE-nél) nagyobb teljesítményű traktor és mezőgazdasági magajáró gépekben található motoroknál eddig nem voltak előírások a füstgáz károsanyag-tartalmára vonatkozóan. Ez jövőre megváltozik, és itt is a Stage/Stufe V-ös normák teljesítése lesz kötelező. Ebben a kategóriában az új norma az előző kategóriákhoz képest szigorít a nitrogén-oxidok (NO_x=3,5 g/kWh) kibocsátásában és engedélyt tesz a szilárd részecske (korom) mennyiségét (PM=0,045 g/kWh) illetően. Az új Stage/Stufe V követelményeknél megfigyelhető a különböző traktormotor-kategóriák esetében egyfajta egységesítési törekvés, természetesen a kategóriák sajátosságát fi-

A traktormotor-gyártók által alkalmazott füstgázkezelési technológiák áttekintése

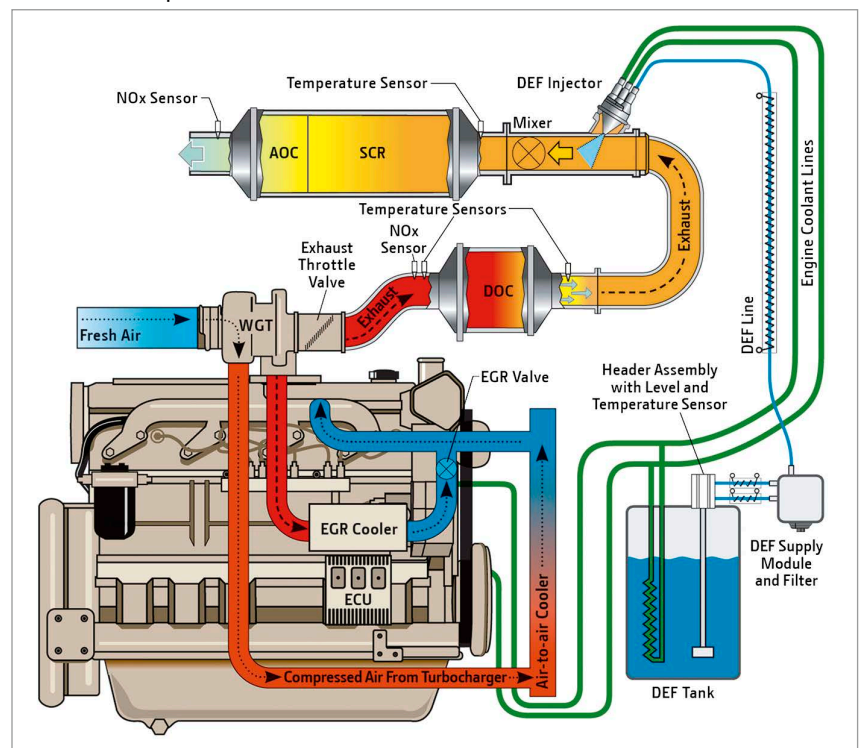
Motorgyártó	Teljesítménykategória	AGR	DOC	DPF	SCR
AgcoPower	57 - 426 kW	X	X	X	X
Deutz	55 - 291 kW	X	X	X	X
FTP Industrial	66 - 407 kW		X	X ¹⁾	X
John Deere	63 - 448 kW	X	X	X	X
MAN	205 - 324 kW		X	X	X
Perkins	85 - 225 kW	X	X	X	X

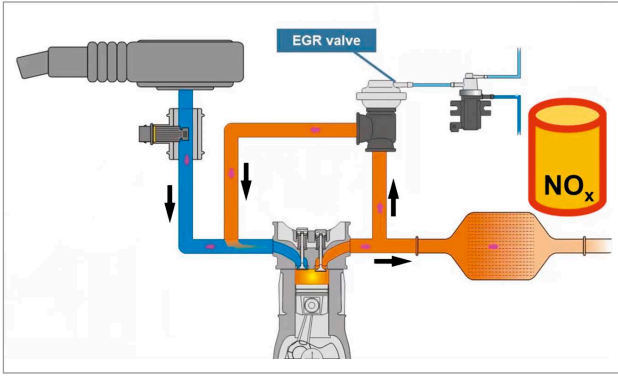
1) SCR on Filter
 Forrás: Stirnimann

A traktormotorok füstgázkezelési technológiájának változása az 56-560 kW (76-761 LE) teljesítménykategóriában



Stage/Stufe V normákat is teljesíteni képes kombinált (EGR+DOC+AOC) füstgáztisztító rendszer elvi felépítése





Az EGR/AGR füstgáz-visszavezetési füstgáztisztító rendszer sémája

azaz nem képes jelentősen redukálni a NO_x (nitrogén-oxidok) és a PM (szilárd részecske) kibocsátásokat. Ennek ellenére kombinált alkalmazásban a SCR (Selective Catalytic Reduction) AdBlue/DEF 3-5 %

(EGR/AGR+DOC+DPF és SCR) technológiai elemet beveti, míg mások a DPF szűrőket mellőzve és EGR/AGR+DOC+SCR rendszert alkalmazva tudják teljesíteni a követelményeket. Van olyan gyártó (FPT), amely az EGR/AGR-t nem használja és csak DOC+SCR katalizátorokkal ér el kedvező eredményeket. A DOC+SCR mellett EGR/AGR technológiát alkalmazók azzal érvelnek, hogy az segíti a motor alacsonyabb hőmérsékleten történő üzemeltetését, ezáltal kevesebb korom képződik, illetve az alacsonyabb hőmérséklet csökkenti a traktormotor üzemanyag- és AdBlue/DEF fogyasztását. Jellemző, hogy a Stage/Stufe IV-es motorok egy jelentős részénél kikerült a technológiákból a PM részecskeszűrő is, amely a Stage/Stufe V normák teljesítéséhez – a szilárd részecske (korom) kibocsátások drasztikus csökkentése miatt – újra visszakerül a füstgázkezelő rendszerekbe. Az eddig megismert Stage/Stufe V-ös technológiájú motoroknál alkalmazott füstgázkezelési technológiák EGR/AGR+DOC+DPF+SCR vagy DOC+DPF+SCR (SCR RoF/SCR Only) felépítésűek. Újdonság, hogy katalizátor- és szűrőbetétek regenerálható kivitelben készülnek, így tovább lesznek használhatók, és csökkenti a veszélyes hulladékok mennyiségét.

gyeembe véve. A követelmények természetesen az újonnan forgalomba helyezett traktorok motorjaira vonatkoznak, és alapvetően a motor- és a traktorgyártókat érintik. Várható, hogy certifikátok kiadásánál lesznek szigorítások, tekintettel a közelmúltban a személygépkocsinál kialakult dízelbotrányokra. Újdonság lesz az is, hogy eddig csak a traktormotorok névleges teljesítményénél mérték a károsanyag-kibocsátásokat, ezután a Boost teljesítménynövelővel megemelt teljesítményeknél is mérik majd azokat, és mindkét esetben meg kell felelni az előírásoknak.

karbamid oldatos folyadékos semlegesítő technológiákkal Stage/Stufe IV és V normák teljesítését segíti elő.

A Stage/Stufe IIIB normatívák teljesítéséhez kerültek a füstgázkezelési technológiákba az EGR/AGR mellett a DOC (dízel-oxidációs) katalizátorok és a DPF (szilárd részecske-szűrő) berendezések, amelyek különböző kombinációkban az SCR katalizátorokkal a szigorúbb Stage/Stufe IV és V kibocsátási normák teljesítéséhez is beépítésre kerülnek. A Stage/Stufe IIIB-s követelményeket önmagukban a korszerűbb SCR katalizátorok is képesek teljesíteni. A DOC katalizátor feladata a CO (szén-monoxid) és az el nem égett szénhidrogének (CH) semlegesítése, de egyes gyártók katalizátorai (AGCO Power) a szilárd részecskék (PM) szűrése is alkalmasak. A DPF a szilárd részecskéket, döntően a kormot szűri ki. A SCR a nitrogén-oxidokat (NO_x) semlegesíti (NO_x+NH₃=H₂O+N₂).

A jelentősebb traktormotor-gyártók által alkalmazott füstgázkezelési technológiák, ezen belül a katalizátorok és szűrők kombinációját a közölt táblázatokban és az ábrákon kísérhetik figyelemmel. A legtöbb technológiai variációt a Stage/Stufe IV normák teljesítéséhez alkalmazzák a gyártók. Van, aki mindhárom

Füstgáznormatívák és füstgázkezelés a tehergépkocsik motorjainál

Amint azt a bevezetőben írtuk, a szabályozás velük indult és a szigorítások is ezeknél kezdődtek el. Jelenleg a nehéz Non-road tehergépkocsinál 2014-től érvényes Stage/Stufe IV normákat alkalmazzák, amelyet 2019-től vált fel a Stage/Stufe V-ös követelményrendszer. Ez a kibocsátott füstgáz szilárd részecske (korom) tartalmát (PM) 0,025 g/kWh-ról 0,015 g/kWh-ra szigorítja, és bevezeti a részecskeszámra (PN=1x10¹²) vonatkozó követelményeket is. Ez traktormotorokhoz hasonlóan történik. Az On-road (döntően közúti) nehéz tehergépkocsinál motorteljesítményre tekintet nélkül 2014-től van érvényben az EURO VI-os kibocsátási norma, amely koromkibocsátás tekintetében szigorúbb előírásokat tartalmaz, mint a Non-road kategóriák. A tehergépkocsimotorokat gyártók is négyféle, EGR (AGR)/DOC/DPF és SCR füstgázkezelő egységekből, illetve azok kombinációjából felépülő technológiákat alkalmaznak. A nagy gyártónak tekinthető Iveco (FPT) – hasonlóan, mint a traktoroknál – nem alkalmaz füstgáz-visszavezetési és -kiégetési (EGR/AGR) technológiákat, helyére speciális SCRRoF katalizátorokat épít be a rendszerbe. Egyes Scania motoroknál is hasonló technológiával lehet találkozni, azaz nem található a rendszerben az EGR/AGR füstgáz-visszavezetés, helyette a SCRRonly katalizátort alkalmazzák. A többi tehergépkocsimotorokat gyártó (DAF, MAN, Mercedes, Renault, Volvo) mind a négy füstgázkezelési technológiai elemet (EGR/DOC/DPF/SCR) használja, legtöbbször különböző kombinációkban.

Tehergépkocsik motorjaira vonatkozó füstgáznormatívák, határértékek járműkategóriánként

Megnevezés	Non-road Mobile Machinery (NRMM)		On-road
Füstgáznormatíva	Stufe IV	Stufe V	EURO VI
Teljesítménykategória	130-560kW	130-560 kW	Nehéz tégk. (Kamion)
Tesztciklus	NRSC/NRTC	NRSC/NRTC	WHSC/WHTC
Bevezetési idő	2014	2019	2014
NO _x (g/kWh)	0,40	0,40	0,40
PM (g/kWh)	0,025	0,015	0,010
PN (db/kWh)	-	1x10 ¹²	6x10 ¹¹ /8x10 ¹¹ *

* Részecskeszám stationer tesztciklus esetén
Forrás: Stirnimann

A tehergépkocsimotor-gyártók füstgázkezelési technológiai Euro IV normákat teljesítő motoroknál

Motorgyártók	Füstgázkezelési technológiák			
	AGR	DOC	DPF	SCR
DAF	X	X	X	X
Iveco		X	X	X
MAN	X	X	X	X
Mercedes-Benz	X	X	X	X
Renault	X	X	X	X
Scania*	(X)	X	X	X
Volvo	X	X	X	X

* Egyes Scania modelleknél SCRRonly, AGR nélkül
Forrás: Stirnimann

Dr. Hajdú József