

PROJEKT EMISIE – PRÍPRAVA METODÍK NA SKVALITNENIE EMISNÝCH INVENTÚR A PROJEKCIÍ EMISIÍ

Merateľný ukazovateľ P0960 č. 3: IPPU

Vypracovali: Odbor emisie a biopalivá v spolupráci so Slovenskou technickou univerzitou, Fakulta Chemickej a potravinárskej technológie

Bratislava, október 2023

OBSAH:

1. ÚVOD.....	3
2. KATEGÓRIE, V KTORÝCH NEDOCHÁDZA K METODICKÝM ZMENÁM.....	4
3. KATEGÓRIE, V KTORÝCH DOCHÁDZA K METODICKÝM ZMENÁM	5
3.1. Chemický priemysel (2.B)	5
3.2. Výroba kovov (2.C)	7
4. PRODUKTY POUŽÍVANÉ AKO NÁHRADA OZÓN DEŠTRUJÚCICH LÁTOK (2.F)	10
4.1. Chladenie a klimatizácie (2.F.1)	10
5. IDENTIFIKÁCIA KLÚČOVÝCH ZMIEN	12
6. EMISNÁ INVENTÚRA V KATEGÓRIÁCH, V KTORÝCH DOŠLO K METODICKÝM ZMENÁM	13
6.1. Výroba kyseliny dusičnej (2.B.2)	13
6.2. Výroba vodíka (2.B.10)	15
6.3. Výroba železa a ocele (2.C.1).....	15
6.4. Výroba hliníka (2.C.3)	19
6.5. Chladenie a klimatizácie (2.F.1).....	22
7. SUMARIZÁCIA ZMIEN V EMISNEJ INVENTÚRE.....	23
8. ZÁVER.....	26
9. REFERENCIE.....	28
10. PRÍLOHA č. 1.....	30

1. ÚVOD

Táto správa sa venuje prvotnej analýze zmien v metodickej príručke 2019 IPCC Refinement [1] oproti 2006 IPCC Guidelines [2] v sektore priemyslu a zároveň identifikácii potrebných úprav v doterajšom systéme inventarizácie a reportovania emisií skleníkových plynov pod UNFCCC v sektore priemyslu. Do úvahy sa brali aj zmeny v reportovaní v systéme CRT (Common Reporting Tables).

V sektore priemyslu sa bilancujú nielen emisie z technologických procesov, ale aj z používania rozpúšťadiel a výrobkov a fugitívne emisie z používania fluórovaných plynov. Vo všeobecnosti sektor priemyslu pri reportovaní emisií skleníkových plynov možno rozdeliť do ôsmich všeobecných kategórií:

- A. Výroba minerálnych produktov
- B. Chemický priemysel
- C. Výroba kovov
- D. Neenergetické produkty z palív a použitie rozpúšťadiel
- E. Elektronický priemysel
- F. Produkty používané ako náhrada ozón deštruuujúcich látok
- G. Iná výroba a použitie produktov
- H. Iné

Táto štruktúra bola zachovaná aj v 2019 IPCC Refinement, pričom mierne úpravy nastali vo vnútri jednotlivých kategórií.

Emisie skleníkových plynov z tohto sektoru predstavujú približne 23 % z celkových emisií skleníkových plynov na Slovensku. Napriek fluktuáciám v celkových emisiách z tohto sektora, sú v súčasnosti emisie približne rovnaké ako v roku 1990. V priebehu posledných tridsiatich rokov nastalo viacero technologických zmien vo výrobe, čím sa znížili technologické emisie skleníkových plynov. Na druhej strane sa však významne rozmohol priemysel využívajúci fluórované plyny, čo negovalo pokles technologických emisií. V súčasnosti nie je možné očakávať významnejší pokles technologických emisií bez zásadných zmien v technológiách (napr. použitie vodíka namiesto uhlíka ako redukčného činidla), pokles by mohol nastať len poklesom produkcie. Pokles emisií v tomto sektore však môžu zabezpečiť opatrenia na redukciiu používania fluórovaných uhľovodíkov, ktoré predstavujú cca 7 % z celkových emisií v tomto sektore. Z toho vyplýva, že bez významných technologických zmien sú možnosti zníženia emisií v tomto sektore významne limitované.

V úvode sú spomenuté a okomentované formálne zmeny, významnejšie zmeny budú analyzované v ďalšom texte správy. K formálnym zmenám patrí:

- 1) V kategórii „2.B Chemický priemysel“ sa doterajšia pod-kategória „2.B.10 Iné“ rozdelila na „2.B.10 Výroba vodíka“ a „2.B.11 Iné“, avšak v reportovacom formáte CRT zostalo zachované pôvodné delenie na „2.B.10.a Výroba vodíka“ a „2.B.10.b Iné“, teda z hľadiska reportovania nie je potrebné urobiť žiadne zmeny.
- 2) V kategórii „2.B Chemický priemysel“ v doterajšej pod-kategórii „2.B.9 Výroba fluórovaných chemikálií“ vzniklo viacero pod-kategórií, venovaných výrobe jednotlivých fluórovaných plynov. Nakoľko sa však na Slovensku takéto produkty nevyrábajú, nie je potrebné robiť žiadne zmeny v reportovaní. Navyše tieto zmeny neboli prenesené do reportovacieho systému CRT.

- 3) V kategórii „2.C Výroba kovov“ sa doterajšia pod-kategória „2.C.7 Iné“ rozdelila na „2.C.7 Výroba kovov vzácnych zemín“ a „2.C.8 Iné“, avšak v reportovacom formáte CRT zostalo zachované pôvodné delenie na „2.C.7.a Výroba kovov vzácnych zemín“ a „2.C.7.b Iné“, teda z hľadiska reportovania nie je potrebné urobiť žiadne zmeny (navyše, takáto výroba sa na Slovensku neprevádzkuje).
- 4) Zmeny nastali aj v delení kategórie „2.E Elektronický priemysel“, ktoré však neboli prenesené do reportovacieho systému CRT.
- 5) Podobne zmeny nastali aj v delení kategórie „2.G Iná výroba a použitie produktov“. Z hľadiska reportovania emisií skleníkových plynov zo Slovenskej republiky však nie je potrebné realizovať žiadne zmeny v doterajšom systéme.

V nasledujúcom texte bude diskutovaná analýza zmien podľa jednotlivých kategórií a zároveň budú vytvorené nové metodiky na zahrnutie daných zmien do bilancovania a reportovania skleníkových plynov.

2. KATEGÓRIE, V KTORÝCH NEDOCHÁDZA K METODICKÝM ZMENÁM

V nasledovných kategóriách nedošlo k zmenám metodiky, ktoré by bolo potrebné zahrnúť do reportovania skleníkových plynov z priemyselných procesov na Slovensku:

- 2.A Výroba minerálnych produktov
- 2.D Neenergetické produkty z palív a použitie rozpúšťadiel
- 2.E Elektronický priemysel
- 2.G Iná výroba a použitie produktov
- 2.H Iné

Do kategórie „2.A Výroba minerálnych produktov“ patrí výroba cementu, vápna, skla a iných produktov z uhličitanov (keramika, použitie sódy, nemetalurgická výroba MgO a iné). V žiadnej z daných pod-kategórií nedošlo k zmene.

Do kategórie „2.D Neenergetické produkty z palív a použitie rozpúšťadiel“ patrí použitie lubrikantov, parafínu, močoviny na DENOX aplikácie a použitie rozpúšťadiel. V žiadnej z daných pod-kategórií nedošlo k zmene. Možné zmeny sú pravdepodobné v budúcnosti, pretože pri použití rozpúšťadiel je potrebné sledovať zmeny emisných faktorov NMVOC v EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook [3]. Z emisií NMVOC sa potom počítajú emisie CO₂, ale ide o **reportovanie nepriamych emisií**.

V kategórii „2.E Elektronický priemysel“ došlo k viacerým zmenám, ale žiadna z nich sa netýka výroby realizovanej na Slovensku.

V kategórii „2.G Iná výroba a použitie produktov“ nedošlo k zmenám, ktoré by vyžadovali zmenu reportovania alebo metodiky výpočtu emisií skleníkových plynov.

V kategórii „2.H Iné“ neboli publikované žiadne nové metodiky.

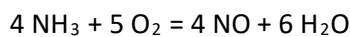
3. KATEGÓRIE, V KTORÝCH DOCHÁDZA K METODICKÝM ZMENÁM

3.1. Chemický priemysel (2.B)

Do tejto kategórie patrí výroba amoniaku, kyseliny dusičnej, adipovej, kaprolaktámu, glyoxálu a glyoxálovej kyseliny, karbidov, oxidu titaničitého, sódy, petrochemických výrob, výroby fluorochemikálií, vodíka a iných. Z hľadiska zmien v metodikách publikovaných v 2019 IPCC Refinement, ktoré sa týkajú reportovania skleníkových plynov v Slovenskej republike je dôležité zmeniť metodiku pri výrobe kyseliny dusičnej a vodíka.

3.1.1. Výroba kyseliny dusičnej (2.B.2)

Kyselina dusičná sa vyrába katalytickým spaľovaním amoniaku a následnou absorpciou oxidu dusičitého vo vode. Katalytické spaľovanie amoniaku prebieha pri teplotách okolo 900°C v prítomnosti platiny. Pri spaľovaní prebieha chemická reakcia:



Pri tomto spaľovaní sa však ako vedľajší produkt môže uvoľňovať oxid dusný N_2O , najmä v prípade, ak sa čas styku katalyzátora s plynom predĺži. Po ochladení plynu sa oxid dusnatý NO oxiduje na oxid dusičitý NO_2 . Oxid dusičitý sa následne absorbuje vo vode za vzniku kyseliny dusičnej HNO_3 a oxidu dusnatého NO . Z tejto absorpcie môžu unikať oxidy dusíka NO_x (NO a NO_2).

Výroba kyseliny dusičnej je významným zdrojom emisií N_2O v Slovenskej republike, predstavuje približne polovicu emisií tohto plynu. Výroba na Slovensku patrí k veľmi moderným, zavedenie sekundárneho katalyzátora postupne vo všetkých troch prevádzkach spôsobilo výrazný pokles emisií. Všetky potrebné dáta k reportovaniu sa dajú získať z EÚ ETS správ, pričom sa dá využiť tier 3 úroveň metodiky, ktorá je založená na meraných emisných údajoch z prevádzok.

Zmena uvedená v 2019 IPCC Refinement sa týka len historických dát do roku 1999, kedy sa kyselina dusičná vyrábala aj v atmosférickej technológii. Emisný faktor sa zmenil z hodnoty 4,5 kg/t na 5,0 kg/t. Táto zmena však aj historické emisie ovplyvní len v malej miere, pretože v rokoch 1990 – 1999 sa množstvo vyrobenej kyseliny dusičnej touto technológiou postupne zmenšovalo. Všetky údaje potrebné pre rekonštrukciu celého časového trendu sú k dispozícii.

3.1.2. Výroba vodíka (2.B.10)

Výroba vodíka do budúcnosti môže predstavovať významnú časť priemyslu. Podľa typu vyrábaného vodíka bude treba pristupovať aj k jeho bilancovaniu a reportovaniu. V súčasnosti, podľa toho, akým spôsobom sa vodík získava z prírodných zdrojov, rozlišujú sa 4 základné „farby“ vodíka [4]:

- čierny, resp. hnedý vodík.
- šedý vodík.
- modrý vodík.
- zelený vodík.

Čierny, resp. hnedý vodík sa vyrába splyňovaním uhlia (čierneho, resp. lignitu). Z hľadiska environmentálnej záťaže ide o najviac problematický typ vodíka. Počas splyňovania pri vysokých teplotách dochádza jednoznačne k najvyššej produkcii emisií CO a CO_2 , ktoré sa počas procesu spätne nezachytávajú.

Šedý vodík je najbežnejšou formou a vyrába sa zo zemného plynu alebo metánu prostredníctvom parného reformovania. Proces produkuje len o niečo menšie množstvo emisií ako čierny, resp. hnedý vodík.

V prípade, že sa uhlík vytvorený počas parného reformovania zachytáva a ukladá pod zem, takto vyrobený vodík sa nazýva modrým vodíkom. Niekedy je označovaný aj ako uhlíkovo neutrálny, vzhľadom na to, že emisie sa nedostávajú do atmosféry. Presnejšie pomenovanie by však malo byť „nízkouhlíkový vodík“, vzhľadom na to, že v realite min. (10 - 20) % vytvoreného uhlíka nemožno zachytiť.

Zelený vodík je tiež označovaný ako „čistý vodík“. Je to vodík, ktorý sa vyrába elektrolýzou vody za súčasného uvoľnenia kyslíka. Dôležité je, že pri tomto procese nevznikajú žiadne emisie CO₂, t.j. z uvedených farieb vodíka je jednoznačne najmenej zaťažujúci pre životné prostredie.

Pre reportovanie skleníkových plynov je veľmi dôležité každoročne sledovať produkciu jednotlivých typov vodíka na Slovensku. Vzhľadom na predpoklad rozvoja výroby vodíka to môže v budúcnosti predstavovať aj problémy so získavaním údajov. Našťastie, výroba všetkých farieb vodíka, ktoré pochádzajú z fosílnych palív, je zahrnutá v EÚ ETS. Problémom môže byť získať údaje o výrobe zeleného vodíka, ale keďže táto výroba neprodukuje emisie skleníkových plynov, tento problém je len okrajový.

V súčasnosti sa na Slovensku vyrába šedý vodík v Slovnafte a.s. a bol reportovaný v tejto kategórii. Podľa 2019 IPCC Refinement (Vol. 3 – Introduction, kapitola 1.3.3, strana 1.12) však „Refineries manufacture petroleum products for fuel and for non-energy uses, and in doing so produce hydrogen and other gases, intermediate products and basic chemicals. The CO₂ emissions from fuel consumed by the refinery for this activity are reported as Energy Sector emissions. This principle is maintained in the Guidelines even when some fuel use in the refinery is to support manufacture of chemicals for sale (for example, propylene or aromatics). In the 2019 Refinement, this principle is re-iterated within the new guidance presented for hydrogen production, which is a new IPPU source category; **the emissions from hydrogen production within a refinery as an intermediate product are primarily to support Energy sector activities, with emissions to be reported in the Energy sector.**“ (Preklad: Rafinérie vyrábajú ropné produkty na palivové a neenergetické účely, pričom vyrábajú vodík a iné plyny, medziprodukty a základné chemikálie. Emisie CO₂ z paliva spotrebovaného rafinériou na túto činnosť sa vykazujú ako emisie energetického sektora. Táto zásada je v metodike zachovaná aj vtedy, keď niektoré palivá používané v rafinérii slúžia na podporu výroby chemikálií na predaj (napríklad propylénu alebo aromatických látok). V 2019 Refinement sa tento princíp opakuje v rámci nového princípu predstaveného pre výrobu vodíka, čo je nová kategória zdrojov IPPU; **emisie z výroby vodíka v rafinérii ako medziproduktu sú primárne určené na podporu činností energetického sektora, pričom emisie sa majú vykazovať v sektore energetiky.**¹

Z uvedeného vyplýva, že emisie z tejto kategórie bude treba presunúť do energetického sektora, čo bude potrebné zobrať do úvahy aj pri tvorbe projekcií emisií skleníkových plynov. Pokles celkových emisií v sektore nebude významný, bude predstavovať približne 3 %. Emisie, ako aj podkladové dáta, sú dostupné pre celý časový rad, preto re-alokovanie nebude predstavovať významný problém.

¹ Dôležitá časť textu je vyznačená autorom tejto správy tučne.

Podľa dostupných informácií v roku 2023, v Slovnafte, a.s. plánujú uviesť do prevádzky výrobu zeleného vodíka (elektrolýzou pri využití obnoviteľných zdrojov energie), pričom jednu zo súčasných prevádzok šedého vodíka majú do pol roka zatvoriť. Úlohou do budúcnosti je každoročne sledovať vznik nových prevádzok na výrobu vodíka zároveň s identifikáciou jeho typu a detailov o jeho výrobe. Všetky tieto údaje by však mali byť dostupné v EÚ ETS správach.

3.2. Výroba kovov (2.C)

Do tejto kategórie patrí výroba železa a ocele, ferozliatin, hliníka, horčíka, olova, zinku, kovov vzácnych zemín a iných. Z hľadiska zmien v metodikách publikovaných v 2019 IPCC Refinement, ktoré sa týkajú reportovania skleníkových plynov v Slovenskej republike, je dôležité zmeniť metodiku pri výrobe železa a ocele a hliníka.

3.2.1. Výroba železa a ocele (2.C.1)

Železo sa vyrába redukciou železnej rudy koksom vo vysokých peciach. Pri tejto redukcii je hlavnou plynnou emisiou oxid uhličitý - CO₂. Železná ruda sa zmieša s mletým vápencom a koksom, pričom spekaním tejto zmesi vzniká aglomerát. Aglomerát sa spolu s ďalšou dávkou koksu vsádzkuje do vysokých pecí, kde sa vyrobí surové železo. Takto vzniknuté železo obsahuje asi 4 % uhlíka, ktorý spôsobuje krehkosť železa. Preto sa v oceliarniach robí skujňovanie roztaveného železa za prídavku ocelového šrotu a troskotvorných prísad pomocou technicky čistého kyslíka, čím sa obsah uhlíka zníži na požadovanú hodnotu. Emisiou z tohoto kroku je oxid uhoľnatý - CO, z ktorého väčšina sa následne spáli na oxid uhličitý - CO₂.

Z opisu základnej technológie vyplýva, že v nej existuje niekoľko emisných zdrojov:

- Výroba koksu – emisie CO₂ a CH₄.
- Výroba aglomerátu – emisie CH₄.
- Výroba železa a ocele – emisie CO₂.
- Pri výrobe vznikajú vysokopecný a konvertorový plyn, ktoré sú zdrojom aj emisií N₂O. **Emisie tohto plynu sú novo pridaným plynom podľa 2019 IPCC Refinement.**

Výroba železa a ocele je najvýznamnejším zdrojom emisií skleníkových plynov na Slovensku v sektor priemyslu. Predstavuje približne 45 % celkových emisií. Od roku 1990 sa výroba významne zmodernizovala, na druhej strane, produkcia ocele sa zvýšila, takže emisie z tejto kategórie sa v porovnaní s rokom 1990 mierne zvýšili. Zníženie emisií možno reálne očakávať pri zachovaní súčasných technológií, len pri znížení produkcie. Významnejšie technologické zmeny, ktoré by nahradili používanie uhlíka (napr. vodík), sa v dohľadnej dobe nedajú očakávať.

Reportovanie emisií CO₂ v tejto kategórii využíva sumárne dáta z EÚ ETS a zároveň množstvá palív z Národného emisného informačného systému (NEIS). Metodika výpočtu je založená na materiálovej bilancii uhlíka, podobná tier 3 z 2019 IPCC Refinement, ale prispôbena štruktúre slovenských údajov. Túto metodiku nie je potrebné upraviť. Doteraz neboli reportované emisie CH₄ a ani N₂O, je preto potrebné vypracovať metodiku na ich bilancovanie.

Emisie CH₄

Emisie metánu vznikajú pri výrobe koksu a aglomerátu. Pretože nejde o kľúčovú kategóriu z hľadiska tohto plynu **je možné použiť tier 1**. Pre vyšší tier nie sú dostupné dáta. Emisie sa vypočítajú ako súčet emisií z výroby koksu a aglomerátu:

$$E(CH_4) = EF(CH_4)_{koks} \cdot P_{koks} + EF(CH_4)_{aglomerát} \cdot P_{aglomerát}$$

kde E : emisie; EF : emisný faktor (pre koks: 0,089 kg/t; pre aglomerát 0,07 kg/t – zdroj: 2019 IPCC Refinement); P – príslušná produkcia.

Reportovanie tohto plynu zvýši emisie v tejto pod-kategórii len zanedbateľne. Množstvo emisií metánu je pod tzv. prahom významnosti (significance threshold), ktorý predstavuje 0,5 % celkových emisií krajiny.

Údaje pre reportovanie sú dostupné od roku 2014. Pre staršie roky bude potrebné údaje extrapolovať pomocou kombinovaného parametra pozostávajúceho z vyrobenej ocele a železa. Tento parameter bol v minulosti použitý aj na extrapoláciu emisií CO₂ a počas oponentúr inventarizačných správ pod UNFCCC nebol pripomienkovaný.

Výpočet emisií tohto plynu bude mať vysokú neurčitosť, ale vzhľadom na to, že ich množstvo je nízke, tak celkovú neurčitosť emisií z kategórie výroby ocele a železa neovplyvnia.

Emisie N₂O

Emisie tohto plynu **neboli doteraz reportované**, tento plyn je prvýkrát uvedený až v 2019 IPCC Refinement. Jeho zdrojom je spaľovanie vysokopecného plynu (BFG) a konvertorového plynu (LDG). Treba poznamenať, že ide o spaľovanie plynov na výrobu tepla, nie na redukčné účely.

Pretože nejde o kľúčovú kategóriu, z hľadiska tohto plynu **je možné použiť tier 1**. Pre vyšší tier nie sú dostupné dáta. Emisie sa vypočítajú ako súčet emisií zo spaľovania vysokopecného a konvertorového plynu:

$$E(N_2O) = EF(N_2O)_{BFG} \cdot R_{BFG} \cdot P_{BFG} + EF(N_2O)_{LDG} \cdot R_{LDG} \cdot P_{LDG}$$

kde E : emisie; EF : emisný faktor (pre BFG: $5,6 \times 10^{-7}$ t/GJ; pre LDG $4,0 \times 10^{-7}$ t/GJ – zdroj: 2019 IPCC Refinement); R – zlomok plynu spálený na výrobu tepla (pre BFG: 0,2; pre LDG: 1 – zdroj: 2019 IPCC Refinement); P – príslušná produkcia. Treba však poznamenať, že parameter R sa dá zistiť zo systému NEIS a tak možno použiť plant-specific hodnotu.

Reportovanie tohto plynu zvýši emisie v tejto pod-kategórii len zanedbateľne. Množstvo emisií oxidu dusného je pod tzv. prahom významnosti (significance threshold), ktorý predstavuje 0,5 % celkových emisií krajiny.

Údaje pre reportovanie sú dostupné od roku 2014. Pre staršie roky bude potrebné údaje extrapolovať pomocou kombinovaného parametra pozostávajúceho z vyrobenej ocele a železa. Tento parameter bol v minulosti použitý aj na extrapoláciu emisií CO₂ a počas oponentúr inventarizačných správ pod UNFCCC nebol pripomienkovaný.

Výpočet emisií tohto plynu bude mať vysokú neurčitosť, ale vzhľadom na to, že ich množstvo je nízke, tak celkovú neurčitosť emisií z kategórie výroby ocele a železa neovplyvnia.

3.2.2. Výroba hliníka (2.C.3)

Hliník sa v súčasnosti vyrába elektrolýzou oxidu hlinitého Al_2O_3 v roztavenom kryolite Na_3AlF_6 . Používa sa pritom hliníková katóda a uhlíková anóda. Hlavným vedľajším produktom pri elektrolýze je oxid uhličitý CO_2 . V priebehu výroby sa v istých intervaloch stáva, že v blízkosti anódy dôjde k poklesu obsahu oxidu hlinitého pod potrebnú hranicu. V tom prípade nastane rast napätia na elektrolýzéri a na anóde sa začnú vylučovať fluorované uhľovodíky CF_4 a C_2F_6 (sumárne PFC). Tento jav sa nazýva anódový efekt. Ak sa dávkovanie Al_2O_3 do elektrolýzéra riadi počítačom, tento efekt nastáva zriedkavo a trvá len krátko.

Výroba hliníka sa v priebehu rokov od roku 1990 významne zmodernizovala. V roku 1996 sa prestala používať stará technológia so Söderbergovými anódami a začali sa používať vopred vypálené anódy. Aj v posledných pätnástich rokoch sa prevádzka modernizovala, v súčasnosti sú v prevádzke 240 kA elektrolýzéry. Všetky tieto zmeny ovplyvnili časový rad emisií, najmä z hľadiska emisií PFC. V súčasnosti je ťažké odhadnúť ďalší osud výroby, v roku 2022 bola výroba odstavená a nie je isté, či sa znovu uvedie do prevádzky.

V 2019 IPCC Refinement nie je publikovaná zmena v metodike určenia emisií CO_2 , ale je detailnejšie opísaná metodika pre stanovenie emisií PFC. Podľa nového delenia elektrolýzérov v 2019 IPCC Refinement spadajú elektrolýzéry používané na Slovensku do kategórie Legacy Point-Fed Prebake (PFPB_L) – older cell designs with line currents of less than 350 kA. Na základe tejto kategórie je potrebné prepočítať emisie PFC späť až do roku 1996. Metóda sa meniť nebude, stále pôjde o tier 2 – slope“. Čo sa mení (okrem koeficientov v danej metóde), je zahrnutie emisií CF_4 pri tzv. low voltage anode effect (LVAE), kde ide o emisie iba CF_4 pri anódovom efekte, ktorý ešte neprekročil hranicu napätia, ktorou sa identifikuje anódový efekt. V prípade opätovného štartu výroby hliníka bude dôležité započítať do emisií aj PFC emisie pri štarte elektrolýzérov. Z tohto dôvodu celkové emisie PFC je potrebné počítať ako sumu z týchto troch zdrojov.

Emisie z bežného (vysokonapäťového) anódového efektu (HVAE) sú:

$$E(CF_4) = S_{CF_4} \cdot AEM \cdot P$$

$$E(C_2F_6) = E(CF_4) \cdot F_{CF_4/C_2F_6}$$

kde E : emisie; S : sklon (slope) (=0,122); AEM : minúty anódového efektu v jednom elektrolýzéri za jeden deň; P : výroba hliníka; F_{CF_4/C_2F_6} : pomer plynov (=0,097). Číselné údaje sú prevzaté z 2019 IPCC Refinement pre elektrolýzéry PFPB_L.

Parametre sa v porovnaní s 2006 IPCC Guidelines znížili (sklon sa zmenšil o 15 %, pomer plynov o 20 %), čoho výsledkom je zníženie emisií PFC z tohto zdroja.

PFC emisie pri štarte elektrolýzéra nie sú potrebné bilancovať oddelene. Ak sa používa tier 2 alebo tier 3 pre emisie pri vysokonapäťovom anódovom efekte, to znamená, že sú k dispozícii dáta o frekvencii a dĺžke trvania anódového efektu. V týchto dátach sú potom zhrnuté aj dáta o štarte elektrolýzéra a teda použité pri výpočte emisií PFC. Použitie dát o štarte elektrolýzéra osobitne by viedlo k dvojitému započítaniu emisií. Použitie tier 2 pomocou sklonu dokonca aj tak vedie k miernemu nadhodnoteniu emisií PFC [3].

Pri výpočte emisií z nízkonapäťového anódového efektu (LVAE) sú dostupné len dve úrovne metodiky (tier 1 a tier 3). Keďže ide o kľúčovú kategóriu je potrebné použiť vyšší tier ako tier 1. Problém je však v tom, že tier 3 je založený na meraniach v podniku a tieto merania sa však doteraz nerealizovali. Dočasne sa preto budú počítať emisie pomocou tier 1:

$$E(CF_4) = EF_{CF_4} \cdot P$$

kde E : emisie; EF : emisný faktor (=0,009 kg/t); P : výroba hliníka. Číselné údaje sú prevzaté z 2019 IPCC Refinement pre elektrolyzéry PFPB_L (tier 1).

Pre použitie vyššieho prístupu tier 3 je potrebné poznať plant-specific emisný faktor CF_4 alebo plant-specific pomer emisií PFC pri vysokonapäťovom a nízkonapäťovom anódovom efekte. Tento pomer predpokladá, že emisie pri vysokonapäťovom anódovom efekte odráža celkovú výkonnosť a úroveň riadenia procesu hlinikárne. Pre obe metódy je dobrou praxou definovať plant-specific emisný faktor alebo emisný pomer na základe priamych meraní PFC emisií v podniku [3].

V prípade, že sa výroba hliníka na Slovensku obnoví, bude možno vykonať merania na získanie plant-specific parametrov pre výpočet emisií z nízkonapäťového anódového efektu. Započítaním emisií z nízkonapäťového anódového efektu sa celkové emisie PFC z výroby hliníka významne zvýšia.

Výpočet emisií PFC bude mať, vzhľadom na dočasné použitie tier 1, vysokú neurčitosť, čo negatívne ovplyvní aj celkovú neurčitosť emisií z kategórie výroby hliníka.

PFC emisie pre roky 1990 – 1996 pri používaní horizontálnych Söderbergových anód (HSS) bude potrebné prepočítať pomocou tier 1, pretože detailnejšie historické dáta nie sú dohľadateľné. Emisný faktor CF_4 pre vysokonapäťový anódový efekt sa znížil z hodnoty 0,543 kg/t na 0,477 kg/t, emisný faktor C_2F_6 z hodnoty 0,054 kg/t na 0,033 kg/t. Avšak bude treba zarátať aj emisie CF_4 z nízkonapäťového efektu, pričom emisný faktor má hodnotu 0,026 kg/t.

4. PRODUKTY POUŽÍVANÉ AKO NÁHRADA OZÓN DEŠTRUJÚCICH LÁTOK (2.F)

Do tejto kategórie patrí chladenie a klimatizácie, napeňovacie činidlá, protipožiarne prostriedky, aerosóly, rozpúšťadlá (obsahujúce fluórované plyny) a iné. V 2019 IPCC Refinement boli publikované zmeny len pre pod-kategóriu chladenie a klimatizácie.

4.1. Chladenie a klimatizácie (2.F.1)

V tejto pod-kategórii sa bilancujú fluórované plyny pre rôzne účely: komerčné chladenie, domáce chladenie, priemyselné chladenie, dopravné chladenie, mobilné klimatizácie (v autách) a stacionárne klimatizácie. Keďže ide o kľúčovú kategóriu, je potrebné bilancovať emisie pomocou vyššieho prístupu – tier 2. V 2019 IPCC Refinement existujú dve možnosti pre tier 2: (a) prístup založený na emisných faktoroch, (b) prístup založený na celkovej materiálnej bilancii. Na Slovensku používame metodiku založenú na kombinácii týchto dvoch prístupov, pričom ju nie je potrebné zmeniť. Došlo len k niektorým upresneniam v delení zariadení na jednotlivé účely, bude potrebné niektoré zariadenia bilancované v priemyselnom chladení presunúť do komerčného chladenia. Tento presun však nebude mať žiadny vplyv na celkové emisie skleníkových plynov v tejto kategórii.

Emisie skleníkových plynov v tejto kategórii predstavujú v súčasnosti cca 7 % z celkových emisií v sektore priemyselných procesov a zároveň predstavujú jednu z mála nádejí na zníženie celkových

emisií v sektore (okrem významných technologických zmien vo výrobe). Vďaka Nariadeniu Európskeho parlamentu č. 517/2014 o fluórovaných skleníkových plynoch sa dá v blízkej budúcnosti očakávať významné zníženie emisií v tejto kategórii kvôli zákazu používania fluórovaných plynov s vysokým GWP a ich náhradou plynmi s nízkym GWP.

Získanie potrebných údajov na bilancovanie závisí na vytvorení databázy o používaní fluórovaných plynov, ktorá sa plánuje vytvoriť na Ministerstve životného prostredia. Dovtedy je potrebné získavať údaje z databázy Zväzu chladiarenskej a klimatizačnej techniky a zároveň z Ministerstva životného prostredia, kde sa získavajú údaje o produkcii výrobkov obsahujúcich tieto plyny.

5. IDENTIFIKÁCIA KLÚČOVÝCH ZMIEN

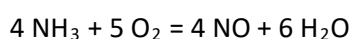
V tabuľke nižšie sú zosumarizované kľúčové zmeny po aplikácii zmien identifikovaných po analýze 2019 IPCC Refinement:

Kategória	Plyn	Reportovanie podľa 2006 IPCC Guidelines	Reportovanie podľa 2019 IPCC Refinement	Výsledok zmeny	Poznámka
2.B.2 Výroba kyseliny dusičnej	N ₂ O	tier 1	tier 1	Nárast emisií pre roky 1990 - 1999	Zmena emisného faktoru pre atmosférickú prevádzku
2.B.10 Výroba vodíka	CO ₂	tier 3	-	Zníženie emisií pre celý časový rad	Re-alokácia emisií do energetického sektoru
2.C.1 Výroba železa a ocele	CH ₄	NE	tier 1	Nárast pre celý časový rad	Použitie metodiky tier 1 pre emisie z aglomerácie a výroby koksu
2.C.1 Výroba železa a ocele	N ₂ O	-	tier 1	Nárast pre celý časový rad	Reportovanie nového plynu
2.C.3 Výroba hliníka	PFC	tier 2	tier 2 + tier1	Nárast pre celý časový rad	Zmena emisných faktorov pre tier 2 pre vysokonapäťový anódový efekt; nová metodika pre nízkonapäťový anódový efekt – použitie tier 1
2.F.1 Chladenie a klimatizácie	HFC + PFC	tier 2	tier 2	Žiadna zmena	Zmena v re-alokácii výrobkov vo vnorených pod-kategoriách

6. EMISNÁ INVENTÚRA V KATEGÓRIÁCH, V KTORÝCH DOŠLO K METODICKÝM ZMENÁM

6.1. Výroba kyseliny dusičnej (2.B.2)

Kyselina dusičná sa vyrába katalytickým spaľovaním amoniaku a následnou absorpciou oxidu dusičitého vo vode. Katalytické spaľovanie amoniaku prebieha pri teplotách okolo 900°C v prítomnosti platiny. Pri spaľovaní prebieha chemická reakcia:



Pri tomto spaľovaní sa však ako vedľajší produkt môže uvoľňovať oxid dusný N₂O, najmä v prípade, ak sa čas styku katalyzátora s plynom predĺži. Po ochladení plynu sa oxid dusnatý NO oxiduje na oxid dusičitý NO₂. Oxid dusičitý sa následne absorbuje vo vode za vzniku kyseliny dusičnej HNO₃ a oxidu dusnatého NO. Z tejto absorpcie môžu unikať oxidy dusíka NO_x (NO a NO₂).

Na Slovensku sa kyselina dusičná v časovom rade 1990 – 2021 vyrábala celkovo tromi spôsobmi:

1. Atmosférická výroba – ukončená v roku 1999.
2. Strednotlaková výroba – v celom časovom rade
3. Vysokotlaková výroba – začiatok v roku 1999.

Zmena uvedená v 2019 IPCC Refinement sa týka len historických dát do roku 1999, kedy sa kyselina dusičná vyrábala aj v atmosférickej technológii. Emisný faktor sa zmenil z hodnoty 4,5 kg/t na 5,0 kg/t. Táto zmena však aj historické emisie ovplyvní len v malej miere, pretože v rokoch 1990 – 1999 sa množstvo vyrobenej kyseliny dusičnej touto technológiou postupne zmenšovalo. Všetky údaje potrebné pre rekonštrukciu celého časového trendu sú k dispozícii. Celý časový rad je uvedený v **Tabuľkách 1 a 2** (rozdielne údaje sú vyznačené červeným písmom) a porovnanie emisií je uvedené na **Obrázku 1**.

Tabuľka 1: Emisie N₂O z výroby kyseliny dusičnej podľa 2006 IPCC Guidelines [2]

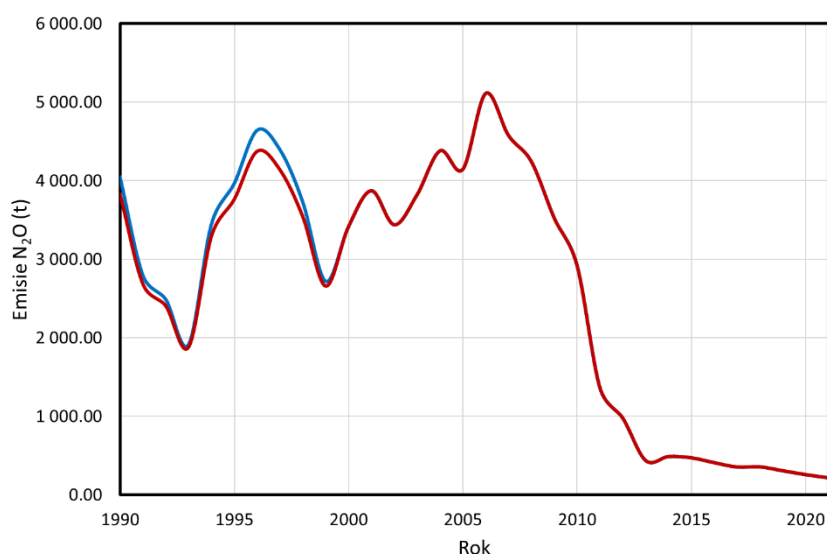
Rok	Výroba HNO ₃	EF N ₂ O	N ₂ O atmosférická výroba	N ₂ O strednotlaková výroba	N ₂ O vysokotlaková výroba	Celkové emisie N ₂ O
<i>Jednotky</i>	<i>kt</i>	<i>kg/t HNO₃</i>	<i>t</i>			
1990	400,54	9,564	1 953,77	1 876,88	NO	3 830,65
1991	301,83	8,887	989,37	1 692,92	NO	2 682,28
1992	278,44	8,636	747,36	1 657,12	NO	2 404,47
1993	233,62	8,041	298,74	1 579,76	NO	1 878,50
1994	360,82	9,120	1 381,64	1 909,01	NO	3 290,65
1995	398,80	9,429	1 818,70	1 941,77	NO	3 760,47
1996	446,78	9,785	2 412,67	1 958,94	NO	4 371,61
1997	421,33	9,814	2 304,38	1 830,50	NO	4 134,88
1998	377,35	9,371	1 668,94	1 867,30	NO	3 536,24
1999	306,51	8,662	554,58	1 371,88	728,40	2 654,86
2000	407,22	8,383	NO	1 256,58	2 157,06	3 413,64
2001	464,35	8,335	NO	1 545,02	2 325,11	3 870,14
2002	403,84	8,507	NO	995,28	2 440,26	3 435,54
2003	454,64	8,403	NO	1 357,93	2 462,20	3 820,13
2004	524,82	8,343	NO	1 725,29	2 653,06	4 378,34
2005	497,68	8,326	NO	1 584,29	2 559,28	4 143,57
2006	564,00	9,057	NO	2 470,33	2 637,90	5 108,23
2007	489,22	9,347	NO	1 934,70	2 638,07	4 572,77

Rok	Výroba HNO ₃	EF N ₂ O	N ₂ O atmosférická výroba	N ₂ O střednotlaková výroba	N ₂ O vysokotlaková výroba	Celkové emise N ₂ O
<i>Jednotky</i>	<i>kt</i>	<i>kg/t HNO₃</i>	<i>t</i>			
2008	509,26	8,325	NO	1 845,09	2 394,62	4 239,71
2009	418,62	8,410	NO	1 259,34	2 261,35	3 520,69
2010	510,97	5,706	NO	1 393,18	1 522,15	2 915,33
2011	593,75	2,288	NO	739,54	618,68	1 358,22
2012	550,51	1,770	NO	587,81	386,52	974,33
2013	611,65	0,710	NO	136,50	297,76	434,26
2014	580,09	0,837	NO	156,40	329,13	485,53
2015	634,31	0,740	NO	95,27	373,80	469,07
2016	568,55	0,716	NO	71,69	335,45	407,14
2017	646,23	0,545	NO	118,87	233,42	352,28
2018	575,32	0,616	NO	127,84	226,32	354,16
2019	571,27	0,532	NO	120,23	183,86	304,09
2020	580,24	0,439	NO	125,42	129,44	254,85
2021	636,32	0,336	NO	87,29	126,42	213,72

Tabuľka 2: Emisie N₂O z výroby kyseliny dusičnej podľa 2019 IPCC Refinement [1]

Rok	Výroba HNO ₃	EF N ₂ O	N ₂ O atmosférická výroba	N ₂ O střednotlaková výroba	N ₂ O vysokotlaková výroba	Celkové emise N ₂ O
<i>Jednotky</i>	<i>kt</i>	<i>kg/t HNO₃</i>	<i>t</i>			
1990	400,54	10,106	2 170,86	1 876,88	NO	4 047,73
1991	301,83	9,251	1 099,29	1 692,92	NO	2 792,21
1992	278,44	8,934	830,40	1 657,12	NO	2 487,51
1993	233,62	8,183	331,93	1 579,76	NO	1 911,70
1994	360,82	9,546	1 535,16	1 909,01	NO	3 444,17
1995	398,80	9,936	2 020,78	1 941,77	NO	3 962,54
1996	446,78	10,385	2 680,74	1 958,94	NO	4 639,68
1997	421,33	10,422	2 560,42	1 830,50	NO	4 390,92
1998	377,35	9,863	1 854,38	1 867,30	NO	3 721,68
1999	306,51	8,863	616,20	1 371,88	728,40	2 716,48
2000	407,22	8,383	NO	1 256,58	2 157,06	3 413,64
2001	464,35	8,335	NO	1 545,02	2 325,11	3 870,14
2002	403,84	8,507	NO	995,28	2 440,26	3 435,54
2003	454,64	8,403	NO	1 357,93	2 462,20	3 820,13
2004	524,82	8,343	NO	1 725,29	2 653,06	4 378,34
2005	497,68	8,326	NO	1 584,29	2 559,28	4 143,57
2006	564,00	9,057	NO	2 470,33	2 637,90	5 108,23
2007	489,22	9,347	NO	1 934,70	2 638,07	4 572,77
2008	509,26	8,325	NO	1 845,09	2 394,62	4 239,71
2009	418,62	8,410	NO	1 259,34	2 261,35	3 520,69
2010	510,97	5,706	NO	1 393,18	1 522,15	2 915,33
2011	593,75	2,288	NO	739,54	618,68	1 358,22
2012	550,51	1,770	NO	587,81	386,52	974,33
2013	611,65	0,710	NO	136,50	297,76	434,26
2014	580,09	0,837	NO	156,40	329,13	485,53
2015	634,31	0,740	NO	95,27	373,80	469,07
2016	568,55	0,716	NO	71,69	335,45	407,14
2017	646,23	0,545	NO	118,87	233,42	352,28
2018	575,32	0,616	NO	127,84	226,32	354,16
2019	571,27	0,532	NO	120,23	183,86	304,09
2020	580,24	0,439	NO	125,42	129,44	254,85
2021	636,32	0,336	NO	87,29	126,42	213,72

Obrázok 1: Porovnanie emisií N_2O z výroby kyseliny dusičnej podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



6.2. Výroba vodíka (2.B.10)

V súčasnosti sa na Slovensku vyrába tzv. šedý vodík (zo zemného plynu) v Slovnafte a.s. a bol reportovaný v tejto kategórii. Podľa 2019 IPCC Refinement (Vol. 3 – Introduction, kapitola 1.3.3, strana 1.12) však „Refineries manufacture petroleum products for fuel and for non-energy uses, and in doing so produce hydrogen and other gases, intermediate products and basic chemicals. The CO_2 emissions from fuel consumed by the refinery for this activity are reported as Energy Sector emissions. This principle is maintained in the Guidelines even when some fuel use in the refinery is to support manufacture of chemicals for sale (for example, propylene or aromatics). In the 2019 Refinement, this principle is re-iterated within the new guidance presented for hydrogen production, which is a new IPPU source category; **the emissions from hydrogen production within a refinery as an intermediate product are primarily to support Energy sector activities, with emissions to be reported in the Energy sector.**“ (Preklad: Rafinérie vyrábajú ropné produkty na palivové a neenergetické účely, pričom vyrábajú vodík a iné plyny, medziprodukty a základné chemikálie. Emisie CO_2 z paliva spotrebovaného rafinériou na túto činnosť sa vykazujú ako emisie energetického sektora. Táto zásada je v metodike zachovaná aj vtedy, keď niektoré palivá používané v rafinérii slúžia na podporu výroby chemikálií na predaj (napríklad propylénu alebo aromatických látok). V 2019 IPCC Refinement sa tento princíp opakuje v rámci nového princípu predstaveného pre výrobu vodíka, čo je nová kategória zdrojov IPPU; **emisie z výroby vodíka v rafinérii ako medziproduktu sú primárne určené na podporu činností energetického sektora, pričom emisie sa majú vykazovať v sektore energetiky.**²

Z uvedeného vyplýva, že emisie z tejto kategórie treba presunúť do energetického sektora a pri reportovaní podľa 2019 IPCC Refinement [1] budú emisie v tejto kategórii nulové.

6.3. Výroba železa a ocele (2.C.1)

Železo sa vyrába redukciami železnej rudy koksom vo vysokých peciach. Pri tejto redukcii je hlavnou plynnou emisiou oxid uhličitý - CO_2 . Železná ruda sa zmieša s mletým vápencom a koksom, pričom

² Dôležitá časť textu je vyznačená autorom tejto správy tučne.

spekaním tejto zmesi vzniká aglomerát. Aglomerát sa spolu s ďalšou dávkou koksu vsádzkuje do vysokých pecí, kde sa vyrobí surové železo. Takto vzniknuté železo obsahuje asi 4 % uhlíka, ktorý spôsobuje krehkosť železa. Preto sa v oceliarniach robí skúšňovanie roztaveného železa za prídavku oceľového šrotu a troskotvorných prísad pomocou technicky čistého kyslíka, čím sa obsah uhlíka zníži na požadovanú hodnotu. Emisiou z tohoto kroku je oxid uhoľnatý - CO, z ktorého väčšina sa následne spáli na oxid uhličitý - CO₂.

Z opisu základnej technológie vyplýva, že v nej existuje niekoľko emisných zdrojov:

- Výroba koksu – emisie CO₂ a CH₄.
- Výroba aglomerátu – emisie CH₄.
- Výroba železa a ocele – emisie CO₂.
- Pri výrobe vznikajú vysokopecný a konvertorový plyn, ktoré sú zdrojom aj emisií N₂O. **Emisie tohto plynu sú novo pridaným plynom podľa 2019 IPCC Refinement.**

Použitím 2019 IPCC Refinement sa nezmenia emisie oxidu uhličitého, ale zmenia sa emisie metánu a oxidu dusného.

6.3.1. Emisie CH₄

Emisie metánu vznikajú pri výrobe koksu a aglomerátu. Pretože nejde o kľúčovú kategóriu z hľadiska tohto plynu, **je možné použiť prístup tier 1**. Pre vyšší Tier nie sú dostupné dáta. Emisie sa vypočítajú ako súčet emisií z výroby koksu a aglomerátu:

$$E(CH_4) = EF(CH_4)_{koks} \cdot P_{koks} + EF(CH_4)_{aglomerát} \cdot P_{aglomerát}$$

kde *E*: emisie; *EF*: emisný faktor (pre koks: 0,089 kg/t; pre aglomerát 0,07 kg/t – zdroj: 2019 IPCC Refinement); *P* – príslušná produkcia.

Doteraz sa tento plyn nereportoval, pretože jeho množstvo bolo pod tzv. prahom významnosti (threshold of significance), ktorý predstavuje 0,5 % celkových emisií krajiny. Aj po tejto zmene bude jeho množstvo naďalej pod prahom významnosti, ale kvôli vylepšeniu systému inventúry sa už bude tento plyn uvádzať.

Údaje pre reportovanie sú dostupné od roku 2014. Pre staršie roky bolo potrebné údaje extrapolovať pomocou kombinovaného parametra pozostávajúceho z vyrobenej ocele a železa. Tento parameter bol v minulosti použitý aj na extrapoláciu emisií CO₂ a počas oponentúr inventarizačných správ pod UNFCCC nebol pripomienkovaný. Hodnota tohto parametra pre výpočet produkcie aglomerátu má hodnotu 1.546 t na jednu tonu vyrobenej ocele a surového železa (ktoré nebolo spracované na ocel). Relatívna odchýlka tohto parametra v rokoch 2014 – 2021 bola 2,40 %. Hodnota parametra pre výpočet produkcie koksu má hodnotu 0,3352 t na jednu tonu vyrobenej ocele a surového železa (ktoré nebolo spracované na ocel). Relatívna odchýlka tohto parametra v rokoch 2014 – 2021 bola 4,97 %.

Emisná inventúra tohto plynu podľa 2019 IPCC Refinement pre celý časový rad je uvedená v [Tabuľke 3](#) a na [Obrázku 2](#).

Tabuľka 3: Emisie CH₄ z výroby železa a ocele podľa 2019 IPCC Refinement [1]

Rok	Výroba aglomerátu	CH ₄ z aglomerátu	Výroba koksu	CH ₄ z koksu	Celkové emisie CH ₄
Jednotky	kt				
1990	5 532,13	0,3872	1 199,29	0,1067	0,4940
1991	4 913,90	0,3440	1 065,27	0,0948	0,4388
1992	4 586,19	0,3210	994,23	0,0885	0,4095
1993	4 978,99	0,3485	1 079,38	0,0961	0,4446
1994	5 173,30	0,3621	1 121,50	0,0998	0,4619
1995	4 981,95	0,3487	1 080,02	0,0961	0,4449
1996	4 535,41	0,3175	983,22	0,0875	0,4050
1997	4 771,96	0,3340	1 034,50	0,0921	0,4261
1998	4 815,26	0,3371	1 043,89	0,0929	0,4300
1999	5 312,49	0,3719	1 151,68	0,1025	0,4744
2000	5 468,23	0,3828	1 185,44	0,1055	0,4883
2001	5 828,42	0,4080	1 263,52	0,1125	0,5204
2002	6 374,24	0,4462	1 381,85	0,1230	0,5692
2003	6 808,94	0,4766	1 476,09	0,1314	0,6080
2004	6 868,35	0,4808	1 488,97	0,1325	0,6133
2005	6 552,13	0,4586	1 420,42	0,1264	0,5851
2006	7 477,21	0,5234	1 620,96	0,1443	0,6677
2007	7 397,32	0,5178	1 603,64	0,1427	0,6605
2008	6 538,65	0,4577	1 417,49	0,1262	0,5839
2009	5 630,97	0,3942	1 220,72	0,1086	0,5028
2010	6 805,16	0,4764	1 475,27	0,1313	0,6077
2011	6 153,96	0,4308	1 334,10	0,1187	0,5495
2012	6 581,34	0,4607	1 426,75	0,1270	0,5877
2013	6 737,70	0,4716	1 460,64	0,1300	0,6016
2014	7 182,50	0,5028	1 446,66	0,1288	0,6315
2015	6 562,73	0,4594	1 504,28	0,1339	0,5933
2016	7 070,81	0,4950	1 512,39	0,1346	0,6296
2017	7 179,50	0,5026	1 472,05	0,1310	0,6336
2018	7 006,23	0,4904	1 483,81	0,1321	0,6225
2019	5 466,96	0,3827	1 306,39	0,1163	0,4990
2020	4 970,97	0,3480	1 110,74	0,0989	0,4468
2021	7 205,65	0,5044	1 524,99	0,1357	0,6401

6.3.2. Emisie N₂O

Emisie tohto plynu **neboli doteraz reportované**, tento plyn je prvýkrát uvedený až v 2019 IPCC Refinement. Jeho zdrojom je spaľovanie vysokopecného plynu (BFG) a konvertorového plynu (LDG). Treba poznamenať, že ide o spaľovanie plynov na výrobu tepla, nie na redukčné účely.

Pretože nejde o kľúčovú kategóriu, z hľadiska tohto plynu **je možné použiť metódu tier 1**. Pre vyšší Tier nie sú dostupné dáta. Emisie sa vypočítajú ako súčet emisií zo spaľovania vysokopecného a konvertorového plynu:

$$E(N_2O) = EF(N_2O)_{BFG} \cdot R_{BFG} \cdot P_{BFG} + EF(N_2O)_{LDG} \cdot R_{LDG} \cdot P_{LDG}$$

kde E : emisie; EF : emisný faktor (pre BFG: $5,6 \times 10^{-7}$ t/GJ; pre LDG $4,0 \times 10^{-7}$ t/GJ – zdroj: 2019 IPCC Refinement); R – zlomok plynu spálený na výrobu tepla (pre BFG: 0,2; pre LDG: 1 – zdroj: 2019 IPCC Refinement); P – príslušná produkcia. Treba však poznamenať, že parameter R sa dá zistiť zo systému NEIS a tak možno použiť plant-specific hodnotu.

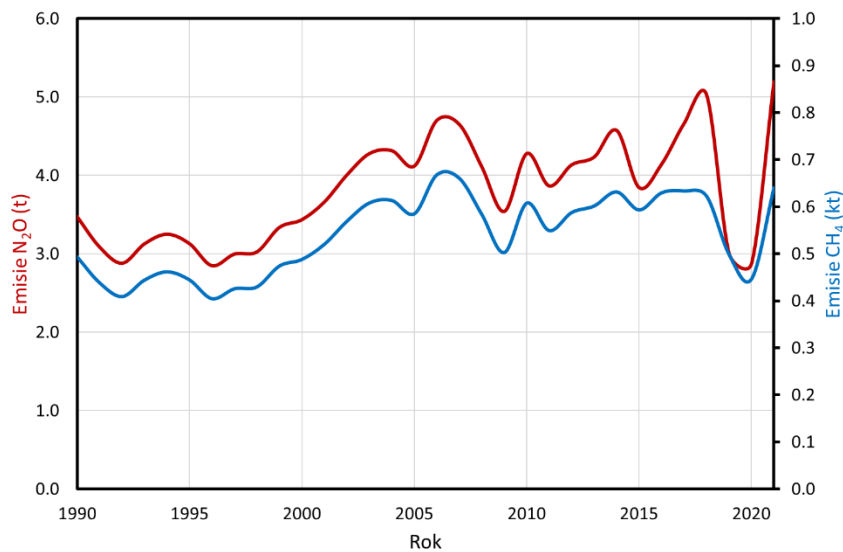
Údaje pre reportovanie sú dostupné od roku 2014. Pre staršie roky bolo potrebné údaje extrapolovať pomocou kombinovaného parametra pozostávajúceho z vyrobenej ocele a železa. Tento parameter bol v minulosti použitý aj na extrapoláciu emisií CO₂ a počas oponentúr inventarizačných správ pod

UNFCCC nebol pripomienkovaný. Hodnota tohto parametra pre výpočet spaľovania vysokopecného plynu (BFG) má hodnotu 4,30 TJ na jednu tonu vyrobenej ocele a surového železa (ktoré nebolo spracované na oceľ). Relatívna odchýlka tohto parametra v rokoch 2014 – 2021 bola 1,85 %. Hodnota parametra pre výpočet spaľovania konvertorového plynu má hodnotu 0,886 TJ na jednu tonu vyrobenej ocele. Relatívna odchýlka tohto parametra v rokoch 2014 – 2021 bola 6,16 % (v tomto prípade sa nepoužíva kombinovaný faktor výroby ocele a surového železa, ktoré nebolo spracované na oceľ, pretože relatívna odchýlka tohto parametra je výrazne vyššia – 8,31 %). Emisná inventúra tohto plynu podľa 2019 IPCC Refinement pre celý časový rad je uvedená v **Tabuľke 4** a na **Obrázku 2**.

Tabuľka 4: Emisie N₂O z výroby železa a ocele podľa 2019 IPCC Refinement [1]

Rok	Spaľovanie BFG	N ₂ O z BFG	Spaľovanie LDG	N ₂ O z LDG	Celkové emisie N ₂ O
Jednotky	TJ	t	TJ	t	t
1990	5 385,42	3,016	1 148,60	0,459	3,475
1991	4 783,58	2,679	1 020,21	0,408	3,087
1992	4 464,57	2,500	952,16	0,381	2,881
1993	4 846,94	2,714	1 033,75	0,414	3,128
1994	5 036,11	2,820	1 074,07	0,430	3,250
1995	4 849,83	2,716	1 034,40	0,414	3,130
1996	4 415,13	2,472	941,71	0,377	2,849
1997	4 645,41	2,601	990,83	0,396	2,998
1998	4 687,56	2,625	999,76	0,400	3,025
1999	5 171,60	2,896	1 102,96	0,441	3,337
2000	5 323,22	2,981	1 135,21	0,454	3,435
2001	5 673,85	3,177	1 209,99	0,484	3,661
2002	6 205,19	3,475	1 323,30	0,529	4,004
2003	6 628,37	3,712	1 413,51	0,565	4,277
2004	6 686,20	3,744	1 425,84	0,570	4,315
2005	6 378,37	3,572	1 366,81	0,547	4,119
2006	7 278,92	4,076	1 559,79	0,624	4,700
2007	7 201,14	4,033	1 543,12	0,617	4,650
2008	6 365,24	3,565	1 364,00	0,546	4,110
2009	5 481,64	3,070	1 174,65	0,470	3,540
2010	6 624,68	3,710	1 419,59	0,568	4,278
2011	5 990,75	3,355	1 277,44	0,511	3,866
2012	6 406,80	3,588	1 366,19	0,546	4,134
2013	6 559,02	3,673	1 401,04	0,560	4,233
2014	7 090,73	3,971	1 508,14	0,603	4,574
2015	5 865,68	3,285	1 398,03	0,559	3,844
2016	6 220,81	3,484	1 646,25	0,658	4,142
2017	7 241,34	4,055	1 514,47	0,606	4,661
2018	8 001,10	4,481	1 365,17	0,546	5,027
2019	4 739,26	2,654	880,65	0,352	3,006
2020	4 433,78	2,483	979,78	0,392	2,875
2021	8 022,07	4,492	1 753,80	0,702	5,194

Obrázok 2: Porovnanie emisií CH₄ a N₂O z výroby železa a ocele podľa metodiky 2019 IPCC Refinement [1]



6.4. Výroba hliníka (2.C.3)

Hliník sa v súčasnosti vyrába elektrolýzou oxidu hlinitého Al₂O₃ v roztavenom kryolite Na₃AlF₆. Používa sa pritom hliníková katóda a uhlíková anóda. Hlavným vedľajším produktom pri elektrolýze je oxid uhličitý CO₂. V priebehu výroby sa v istých intervaloch stáva, že v blízkosti anódy dôjde k poklesu obsahu oxidu hlinitého pod potrebnú hranicu. V tom prípade nastane rast napätia na elektrolýzéri a na anóde sa začnú vylučovať fluorované uhľovodíky CF₄ a C₂F₆ (sumárne PFC). Tento jav sa nazýva anódový efekt. Ak sa dávkovanie Al₂O₃ do elektrolýzéra riadi počítačom, tento efekt nastáva zriedkavo a trvá len krátko.

Výroba hliníka sa na Slovensku v priebehu rokov od roku 1990 významne zmodernizovala. V roku 1996 sa prestala používať stará technológia so Söderbergovými anódami a začali sa používať vopred vypálené anódy. Aj v posledných pätnástich rokoch sa prevádzka modernizovala, v súčasnosti sú v prevádzke 240 kA elektrolýzéry. Všetky tieto zmeny ovplyvnili časový rad emisií, najmä z hľadiska emisií PFC. V súčasnosti je ťažké odhadnúť ďalší osud výroby, v roku 2022 bola výroba odstavená a nie je isté, či sa znovu uvedie do prevádzky.

V 2019 IPCC Refinement nie je publikovaná zmena v metodike určenia emisií CO₂, ale je detailnejšie opísaná metodika pre stanovenie emisií PFC. Keďže ide o významnú zmenu vo výpočte emisií, kvôli úplnosti sa v tejto správe zopakuje podstatná časť textu uvedená už v predchádzajúcej správe pre aktivity 1 a 2.

Podľa nového delenia elektrolýzérov v 2019 IPCC Refinement spadajú elektrolýzéry používané na Slovensku do kategórie Legacy Point-Fed Prebake (PFPB_L) – older cell designs with line currents of less than 350 kA. Na základe tejto kategórie je potrebné prepočítať emisie PFC späť až do roku 1996. Metóda sa meniť nebude, stále pôjde o „Tier 2 – slope“. Čo sa mení (okrem koeficientov v danej metóde), je zahrnutie emisií CF₄ pri tzv. low voltage anode effect (LVAE), kde ide o emisie iba CF₄ pri anódovom efekte, ktorý ešte neprekročil hranicu napätia, ktorou sa identifikuje anódový efekt. V prípade opätovného štartu výroby hliníka bude dôležité započítať do emisií aj PFC emisie pri štarte

elektrolyzérov. Z tohto dôvodu celkové emisie PFC je potrebné počítať ako sumu z týchto troch zdrojov.

Emisie z bežného (vysokonapäťového) anódového efektu (HVAE) sú:

$$E(CF_4) = S_{CF_4} \cdot AEM \cdot P$$
$$E(C_2F_6) = E(CF_4) \cdot F_{CF_4/C_2F_6}$$

kde E : emisie; S : sklon (slope) (=0,122); AEM : minúty anódového efektu v jednom elektrolyzéri za jeden deň; P : výroba hliníka; F_{CF_4/C_2F_6} : pomer plynov (=0,097). Číselné údaje sú prevzaté z 2019 IPCC Refinement pre elektrolyzéry PFPB_L.

Parametre sa v porovnaní s 2006 IPCC Guidelines znížili (sklon sa zmenšil o 15 %, pomer plynov o 20 %), čoho výsledkom je zníženie emisií PFC z tohto zdroja.

PFC emisie pri štarte elektrolyzéra nie sú potrebné bilancovať oddelene. Ak sa používa Tier 2 alebo Tier 3 pre emisie pri vysokonapäťovom anódovom efekte, to znamená, že sú k dispozícii dáta o frekvencii a dĺžke trvania anódového efektu. V týchto dátach sú potom zhrnuté aj dáta o štarte elektrolyzéra a teda použité pri výpočte emisií PFC. Použitie dát o štarte elektrolyzéra osobitne by viedlo k dvojitému započítaniu emisií. Použitie Tier 2 metódy pomocou sklonu dokonca aj tak vedie k miernemu nadhodnoteniu emisií PFC [1].

Pri výpočte emisií z nízkonapäťového anódového efektu (LVAE) sú dostupné len dve metodiky Tier 1 a Tier 3. Keďže ide o kľúčovú kategóriu je potrebné použiť vyšší Tier ako Tier 1. Problém je však v tom, že Tier 3 je založený na meraniach v podniku a tieto merania sa však doteraz nerealizovali. Preto sa emisie počítali pomocou Tier 1:

$$E(CF_4) = EF_{CF_4} \cdot P$$

kde E : emisie; EF : emisný faktor (=0,009 kg/t); P : výroba hliníka. Číselné údaje sú prevzaté z 2019 IPCC Refinement pre elektrolyzéry PFPB_L (Tier 1).

Pre použitie vyššieho prístupu Tier 3 je potrebné poznať plant-specific emisný faktor CF_4 alebo plant-specific pomer emisií PFC pri vysokonapäťovom a nízkonapäťovom anódovom efekte. Tento pomer predpokladá, že emisie pri vysokonapäťovom anódovom efekte odráža celkovú výkonnosť a úroveň riadenia procesu hlinikárne. Pre obe metódy je dobrou praxou definovať plant-specific emisný faktor alebo emisný pomer na základe priamych meraní PFC emisií v podniku [1].

V prípade, že sa výroba hliníka na Slovensku obnoví, bude možno vykonať merania na získanie plant-specific parametrov pre výpočet emisií z nízkonapäťového anódového efektu. Započítaním emisií z nízkonapäťového anódového efektu sa celkové emisie PFC z výroby hliníka významne zvýšia.

PFC emisie pre roky 1990 – 1996 pri používaní horizontálnych Söderbergových anód (HSS) sa tiež použil Tier 2, pretože sú známe historické dáta. Podľa nich v rokoch 1990 – 1995 bol priemerný počet anódových efektov ma deň 1,2, pričom priemerná dĺžka trvania anódového efektu bola 1,2 min [3]. V roku 1996 boli spomínané parametre 1,106 a 5,67 [3]. Emisný faktor pre roku 1990 – 1995 potom má hodnotu 0,417, čo je porovnateľná hodnota s „default“ emisným faktorom (0,477 s neurčitosťou – 79 %; + 112 %) [1]. Avšak je potrebné zaradiť aj emisie CF_4 z nízkonapäťového efektu, pričom emisný faktor má hodnotu 0,026 kg/t.

Porovnanie emisií CF₄ a C₂F₆ vypočítaných podľa 2006 IPCC Guidelines [2] a 2019 IPCC Refinement [1] je v **Tabuľkách 5 a 6** a na **Obrázku 3**.

Tabuľka 5: Porovnanie emisií CF₄ z výroby hliníka podľa 2006 IPCC Guidelines [2] a 2019 IPCC Refinement [1]

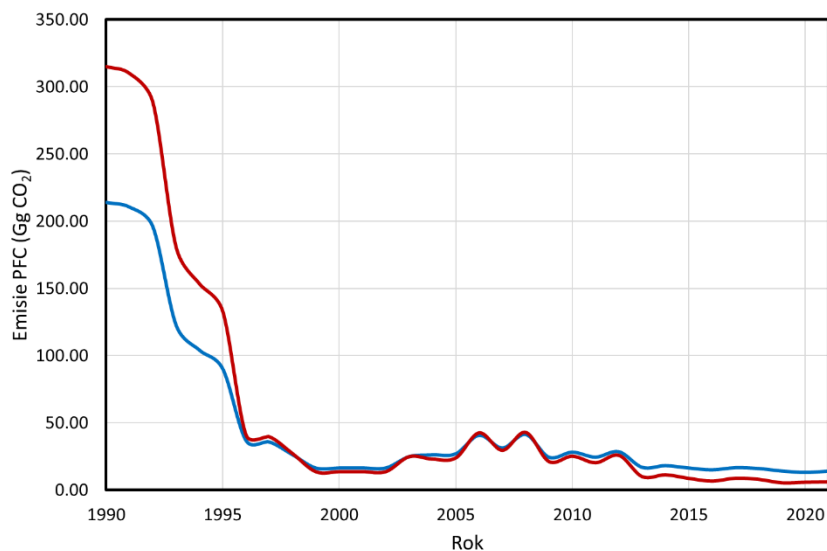
Rok	HVAE CF ₄ (2006 IPCC)	HVAE CF ₄ (2019 IPCC)	LVAE CF ₄ (2006 IPCC)	LVAE CF ₄ (2019 IPCC)	Emisie CF ₄ (2006 IPCC)	Emisie CF ₄ (2019 IPCC)
<i>Jednotky</i>	<i>t</i>					
1990	36,60	28,15	-	0,07	36,60	28,21
1991	36,00	27,69	-	0,07	36,00	27,75
1992	33,50	25,77	-	0,06	33,50	25,83
1993	20,96	16,12	-	0,04	20,96	16,16
1994	17,81	13,70	-	0,03	17,81	13,73
1995	15,42	11,86	-	0,03	15,42	11,89
1996	4,63	3,95	-	1,00	4,63	4,95
1997	4,47	3,81	-	0,99	4,47	4,81
1998	2,99	2,55	-	0,97	2,99	3,52
1999	1,51	1,29	-	0,98	1,51	2,27
2000	1,52	1,30	-	0,99	1,52	2,29
2001	1,52	1,30	-	0,99	1,52	2,29
2002	1,52	1,30	-	0,99	1,52	2,29
2003	2,78	2,37	-	1,00	2,78	3,38
2004	2,58	2,20	-	1,41	2,58	3,61
2005	2,67	2,28	-	1,43	2,67	3,71
2006	4,78	4,08	-	1,42	4,78	5,50
2007	3,32	2,83	-	1,44	3,32	4,28
2008	4,82	4,11	-	1,47	4,82	5,58
2009	2,37	2,02	-	1,35	2,37	3,37
2010	2,82	2,41	-	1,47	2,82	3,87
2011	2,27	1,93	-	1,47	2,27	3,40
2012	2,90	2,47	-	1,45	2,90	3,92
2013	1,11	0,94	-	1,47	1,11	2,41
2014	1,26	1,07	-	1,51	1,26	2,58
2015	0,96	0,82	-	1,54	0,96	2,36
2016	0,73	0,62	-	1,56	0,73	2,19
2017	0,97	0,83	-	1,56	0,97	2,39
2018	0,88	0,75	-	1,56	0,88	2,31
2019	0,59	0,50	-	1,57	0,59	2,07
2020	0,63	0,54	-	1,37	0,63	1,91
2021	0,67	0,57	-	1,48	0,67	2,05

Tabuľka 6: Porovnanie emisií C₂F₆ a celkových emisií PFC z výroby hliníka podľa 2006 IPCC Guidelines [2] a 2019 IPCC Refinement [1]

Rok	C ₂ F ₆ (2006 IPCC)	C ₂ F ₆ (2019 IPCC)	PFC (2006 IPCC)	PFC (2019 IPCC)
<i>Jednotky</i>	<i>t</i>		<i>Gg CO₂ – AR4</i>	<i>Gg CO₂ – AR5</i>
1990	3,64	2,42	314,86	213,92
1991	3,58	2,38	309,73	210,43
1992	3,33	2,22	288,24	195,83
1993	2,08	1,39	180,32	122,51
1994	1,77	1,18	153,23	104,11
1995	1,53	1,02	132,65	90,15
1996	0,53	0,36	40,72	36,89
1997	0,53	0,36	39,48	35,87
1998	0,39	0,27	26,85	26,32
1999	0,18	0,13	13,41	16,46
2000	0,18	0,13	13,49	16,56
2001	0,18	0,13	13,52	16,59

Rok	C ₂ F ₆ (2006 IPCC)	C ₂ F ₆ (2019 IPCC)	PFC (2006 IPCC)	PFC (2019 IPCC)
Jednotky	t		Gg CO ₂ – AR4	Gg CO ₂ – AR5
2002	0,18	0,13	13,49	16,56
2003	0,34	0,23	24,68	24,96
2004	0,31	0,21	22,85	26,31
2005	0,32	0,22	23,72	27,09
2006	0,58	0,40	42,36	40,86
2007	0,40	0,27	29,42	31,39
2008	0,58	0,40	42,76	41,43
2009	0,29	0,20	21,00	24,50
2010	0,34	0,23	25,01	28,27
2011	0,28	0,19	20,11	24,63
2012	0,35	0,24	25,66	28,62
2013	0,13	0,09	9,81	17,02
2014	0,15	0,10	11,15	18,27
2015	0,12	0,08	8,50	16,53
2016	0,09	0,06	6,49	15,17
2017	0,12	0,08	8,62	16,75
2018	0,11	0,07	7,78	16,14
2019	0,07	0,05	5,19	14,28
2020	0,08	0,05	5,61	13,22
2021	0,08	0,06	5,94	14,19

Obrázok 3: Porovnanie emisií PFC z výroby hliníka podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



6.5. Chladienie a klimatizácie (2.F.1)

V tejto subkategórii sa bilancujú fluórované plyny pre rôzne účely: komerčné chladienie, domáce chladienie, priemyselné chladienie, dopravné chladienie, mobilné klimatizácie (v autách) a stacionárne klimatizácie. Keďže ide o kľúčovú kategóriu, je potrebné bilancovať emisie pomocou vyššieho prístupu – Tier 2. V 2019 IPCC Refinement existujú dve možnosti pre Tier 2: (a) prístup založený na emisných faktoroch, (b) prístup založený na celkovej materiálnej bilancii. Na Slovensku používame metodiku založenú na kombinácii týchto dvoch prístupov, pričom ju nie je potrebné zmeniť.

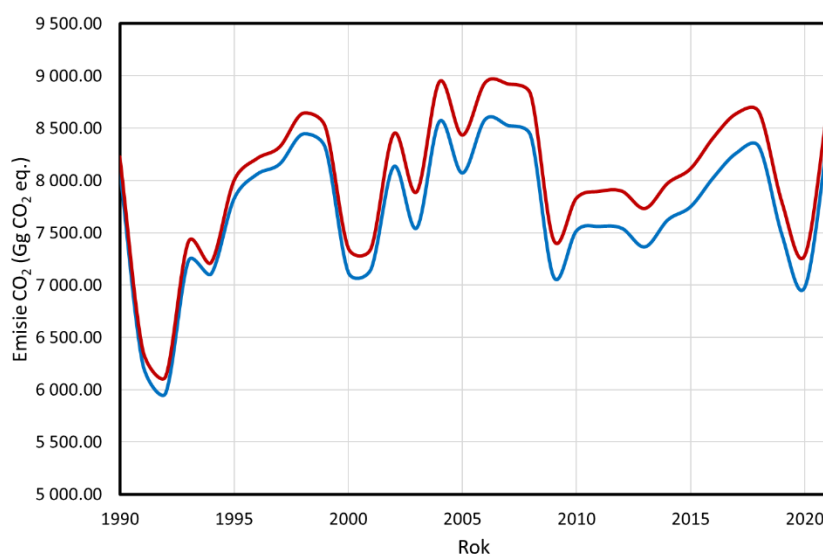
Po dôkladnej kontrole zariadení bolo treba presunúť niektoré výrobky označené ako chiller zaradené v priemyselnom chladiení (2.F.1.c) medzi klimatizácie (2.F.1.f); nie ako bolo pôvodne zmienené v prvej správe do komerčného chladienia (2.F.1.a). Dôsledná kontrola ukázala, že servis zmienených kategórií

už bol uvádzaný v subkategórii 2.F.1. klimatizácie. Išlo o niekoľko zariadení obsahujúcich plyn R152a. Tento presun však nemal žiadny vplyv na celkové emisie skleníkových plynov v tejto kategórii (pokles v subkategórii 2.F.1.c kompenzovaný nárastom v kategórii 2.F.1.f).

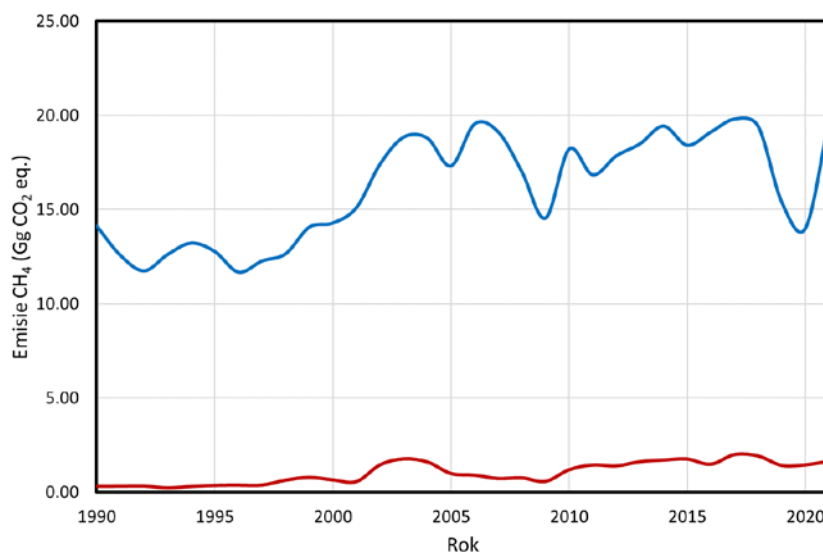
7. SUMARIZÁCIA ZMIEN V EMISNEJ INVENTÚRE

Najdôležitejšie zmeny v emisnej inventúre sú metodologické zmeny, ktoré sú opísané v predchádzajúcej kapitole. Ďalšou zmenou je použitie iných GWP pre skleníkové plyny (okrem CO₂). Sumarizácia vplyvov zmien metodiky a GWP na emisie jednotlivých plynov ako aj ovplyvnených hlavných kategórií je uvedená na **Obrázkoch 4 – 11**.

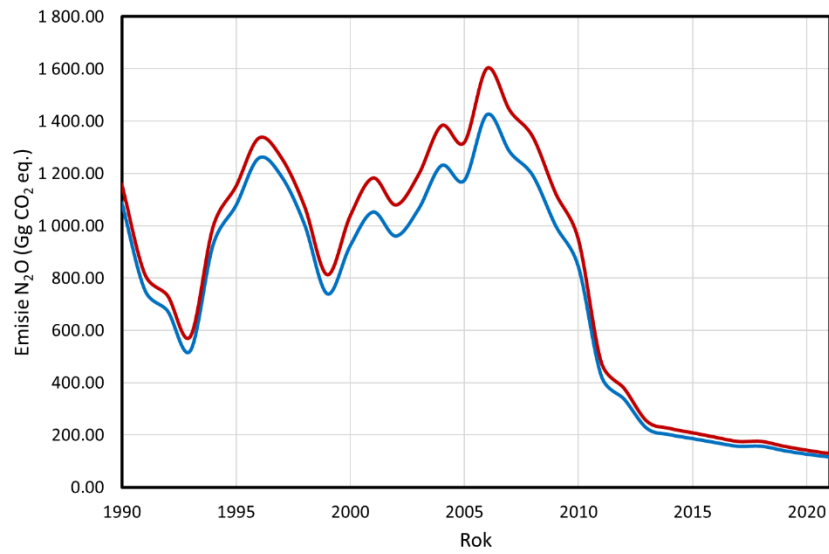
Obrázok 4: Porovnanie emisií CO₂ v sektore IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



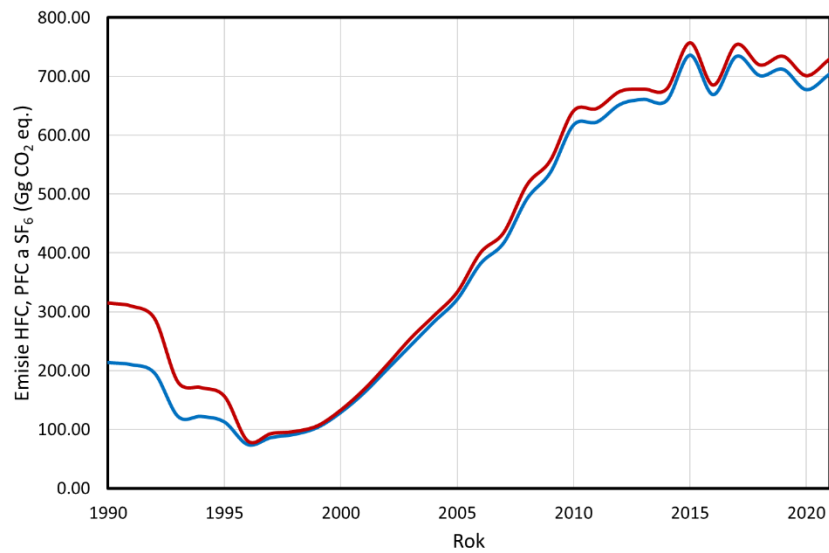
Obrázok 5: Porovnanie emisií CH₄ v sektore IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



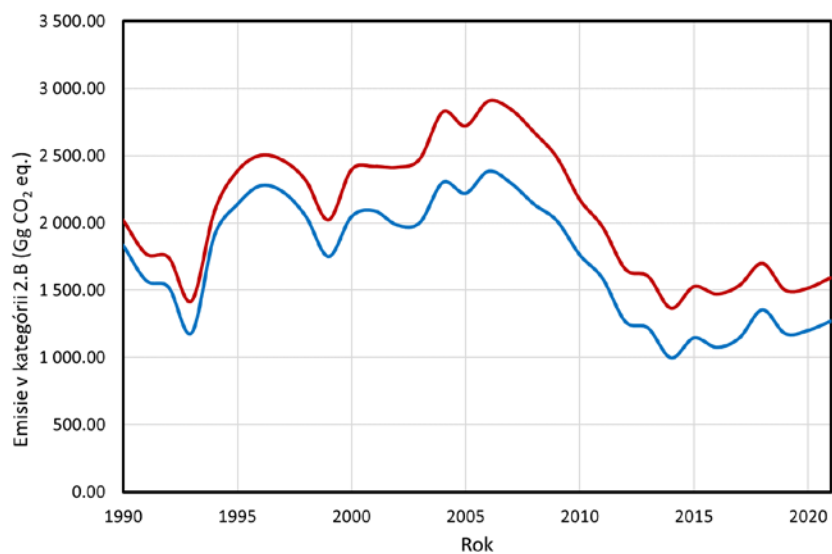
Obrázok 6: Porovnanie emisií N_2O v sektore IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



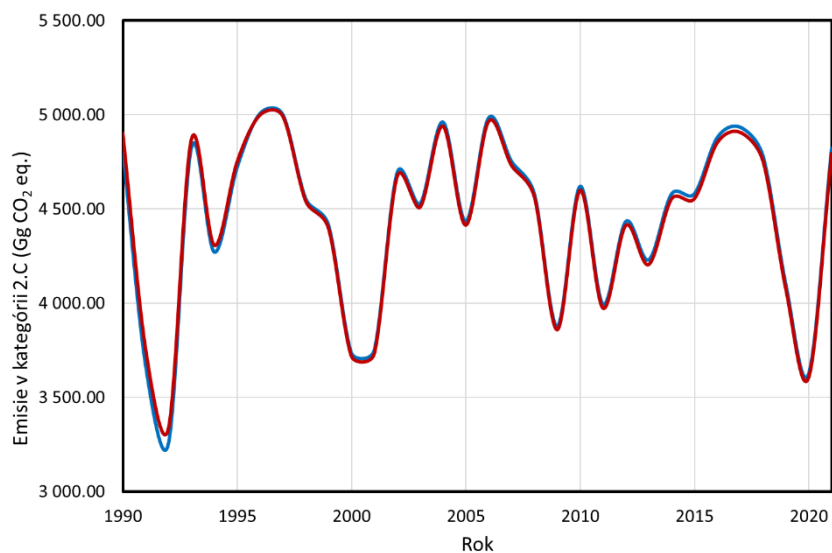
Obrázok 7: Porovnanie emisií F-plynov v sektore IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



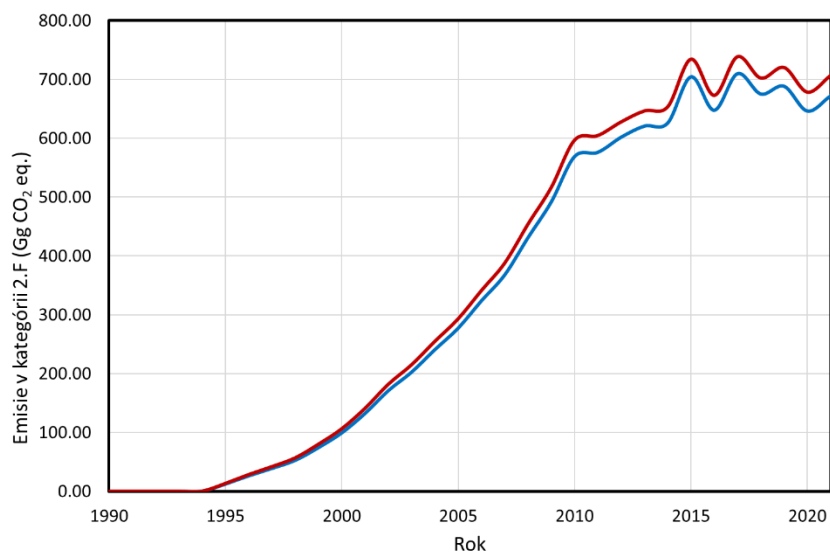
Obrázok 8: Porovnanie emisií v kategórii 2.B sektora IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



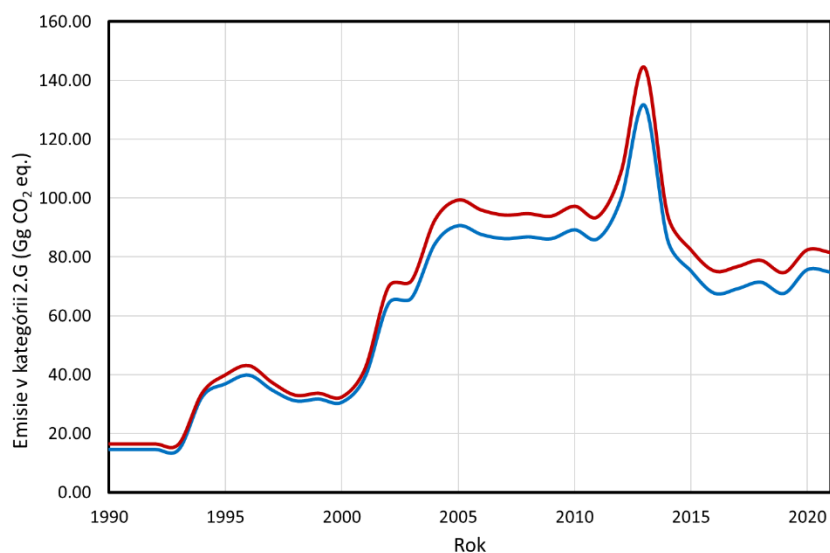
Obrázok 9: Porovnanie emisií v kategórii 2.C sektora IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



Obrázok 10: Porovnanie emisií v kategórii 2.F sektora IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



Obrázok 11: Porovnanie emisií v kategórii 2.G sektora IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



8. ZÁVER

Správa sa zaoberá analýzou zmien v reportovaní skleníkových plynov z priemyselných procesov, keď sa použijú metodiky a odporúčania z 2019 IPCC Refinement namiesto 2006 IPCC Guidelines. Materiál 2019 IPCC Refinement je síce rozsiahly, ale analýzou sa zistilo, že zmien v metodike, ktoré treba vypracovať, je pomerne málo. Štruktúra kategórií je mierne zmenená, ale tieto zmeny neboli premietnuté do reportovacích tabuliek CRT.

Z potrebných zmien treba spomenúť re-alokáciu výroby vodíka do energetického sektoru, pretože vodík vyrábaný v rafinérii sa používa len vo vnútri rafinérie. Je potrebné reportovať nové plyny v kategórii výroby železa a ocele, všetky údaje sú už teraz k dispozícii. Významná zmena v metodike, ktorú treba zapracovať, je zmena výpočtu emisií PFC z výroby hliníka. Toto môže predstavovať problém, pretože nie sú dostupné údaje potrebné pre tier 3 (a momentálne ani neexistujú).

Významnejšia rekalkulácia bude v kategórii chladenia a klimatizácie, avšak táto rekalkulácia sa týka vnútorného delenia v kategórii, nebude mať vplyv na výsledné emisie z kategórie.

Metodika výpočtu emisií z nízkonapäťového anódového efektu pri výrobe hliníka bude mať negatívny dopad na neurčitosť emisií v tejto kategórii. Ale v porovnaní s celkovými emisiami sektoru sú tieto emisie malé, takže neovplyvnia celkovú neurčitosť emisií v sektore priemyselných procesov.

Možno konštatovať, že zmeny, ktoré je potrebné vykonať pre aplikovanie prístupov opísaných v 2019 IPCC Refinement, sa dajú realizovať v časovom horizonte projektu bez získavania/dohľadávania dodatočných údajov. Treba mať však na pamäti, že realokácia výroby vodíka do energetického sektoru bude mať vplyv aj na projekcie emisií.

Sumarizácia celkových zmien je uvedená v Prílohe č. 1 – Checkbox k porovnaniu a analýze IPCC 2006 GL a IPCC 2019 Refinement.

Táto čiastková správa plní úlohy dané v projekte EMISIE v nasledovných častiach:

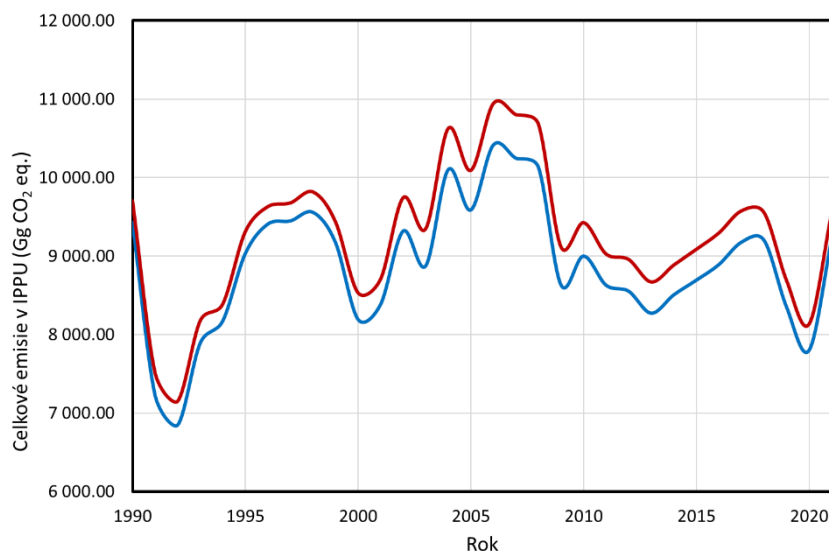
3. Príprava emisných inventúr skleníkových plynov na základe nových metodických postupov daných v 2019 IPCC Refinement metodických príručiek

4. Porovnanie emisných inventúr v rámci sledovaných emisií skleníkových plynov vypracovaných podľa 2006 IPCC Guidelines a podľa 2019 IPCC Refinement metodických príručiek

V správe je vypracovaná emisná inventúra skleníkových plynov v sektore priemyslu za roky 1990 – 2021 podľa metodické príručky 2019 IPCC Refinement [1] a následne je porovnaná s emisnou inventúrou vypracovanou podľa 2006 IPCC Guidelines [2]. Možno konštatovať, že zmeny potrebné pre aplikáciu metodík opísaných v 2019 IPCC Refinement [1] sa dali realizovať v časovom horizonte projektu bez získavania dodatočných údajov.

Emisie CO₂ sú ovplyvnené len vylúčením výroby vodíka zo sektora IPPU. Emisie ostatných plynov sú ovplyvnené metodickými zmenami v kategóriách výroby kyseliny dusičnej, výroby železa a ocele a výroby hliníka, ako aj zmenami GWP dotknutých plynov. Zmeny a porovnania sú zosumarizované graficky na **Obrázkoch 4 – 11**. Na **Obrázku 12** a v **Tabuľke 7** sú zosumarizované zmeny za celý sektor.

Obrázok 12: Porovnanie celkových emisií v sektore IPPU podľa metodiky 2006 IPCC Guidelines [2] (červená čiara) a 2019 IPCC Refinement [1] (modrá čiara)



Tabuľka 7: Porovnanie celkových emisií skleníkových plynov v sektore IPPU podľa 2006 IPCC Guidelines [2] a 2019 IPCC Refinement [1]

Rok	Celkové emisie (2006 IPCC)	Celkové emisie (2019 IPCC)	Zmena
Jednotky	Gg CO ₂		%
1990	9 701,66	9 427,67	-2,82%
1991	7 509,96	7 225,07	-3,79%
1992	7 147,33	6 844,38	-4,24%
1993	8 171,74	7 886,83	-3,49%
1994	8 386,20	8 171,05	-2,57%
1995	9 307,81	9 028,62	-3,00%
1996	9 627,11	9 405,44	-2,30%
1997	9 674,96	9 445,58	-2,37%
1998	9 815,02	9 555,64	-2,64%
1999	9 434,79	9 171,96	-2,79%
2000	8 529,84	8 191,62	-3,97%
2001	8 703,28	8 381,92	-3,69%
2002	9 740,42	9 315,95	-4,36%
2003	9 345,51	8 872,47	-5,06%
2004	10 623,90	10 099,17	-4,94%
2005	10 089,27	9 585,07	-5,00%
2006	10 941,23	10 412,72	-4,83%
2007	10 800,48	10 245,83	-5,14%
2008	10 678,67	10 129,73	-5,14%
2009	9 115,13	8 631,05	-5,31%
2010	9 423,49	8 998,01	-4,52%
2011	9 024,28	8 626,83	-4,40%
2012	8 954,84	8 550,70	-4,51%
2013	8 667,78	8 270,36	-4,59%
2014	8 882,80	8 503,43	-4,27%
2015	9 083,21	8 690,73	-4,32%
2016	9 291,36	8 888,99	-4,33%
2017	9 573,53	9 174,20	-4,17%
2018	9 553,52	9 201,27	-3,69%
2019	8 688,33	8 350,38	-3,89%
2020	8 129,84	7 796,55	-4,10%
2021	9 542,64	9 206,03	-3,53%

9. REFERENCIE

[1] 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html> [citované 2023-5-13]

[2] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

[citované 2023-5-13]

[3] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook,

<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook> [citované 2023-5-13]

[4] Natalie Marchant, Grey. blue. green – why are there so many colours of hydrogen? World economic forum, SDG 13: Climate Action, Jul 27, 2021.

https://www.weforum.org/agenda/2021/07/clean-energy-green-hydrogen/?DAG=3&gclid=CjwKCAjwiOCgBhAgEiwAjv5whA3Esd2pHreT1azlg0AKgbKfuGzZiXABgn6B43SX21c9MEDQ9fJuahoCBFcQAvD_BwE [citované 2023-5-13].

[5] P. Fellner, V. Danielik, A. Žúžiová, Štúdia emisíí skleníkových plynov CO₂, CH₄, N₂O, NO_x, CO, NMVOC, SO₂, CF₄, C₂F₆ a SF₆ z priemyselných procesov. Správa pre SHMÚ. November 1999, Bratislava.

10. PRÍLOHA č. 1

Checkbox k porovnaniu a analýze IPCC 2006 GL a IPCC 2019 refinements					
Sektor Priemyselné procesy					
Expert V. Danielik					
Kategórie					
Budú pridané nové kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Budú zredukované kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Budú zmenené kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Plyny					
Budú pridané nové plyny?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Budú zredukované plyny?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Budú zmenené plyny?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Metodika					
Bude sa meniť úroveň Tier?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Budú nové úrovne metodiky pridané?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Budú nové úrovne metodiky odobrané?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude potrebné meniť výpočet?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude možné novú metodiku implementovať v inventúre 2024?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Emisný faktor					
Bude sa meniť emisný faktor?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude sa meniť na country-specific?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude potrebné získanie nových/rozšírenie informácií?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Aktivitné údaje					
Budú sa meniť alebo rozširovať aktivitné údaje?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude potrebné získať nové aktivitné údaje?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude potrebné kontaktovať nové firmy/spoločnosti?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Neistoty					
Budú sa meniť kľúčové kategórie?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Reportovanie					
Budú úrovne reportovania agregované/disagregované?	<input type="checkbox"/> YES	<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude možné zrekonštruovať časové rady od roku 1990?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude možné zrekonštruovať časové rady od roku 2000?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		
Bude možné zrekonštruovať časové rady od roku 2010?	<input checked="" type="checkbox"/> YES	<input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> NR		