EMISJA SPALIN Z PALIW DRZEWNYCH

Dyskusja, oceniająca ekologiczne konsekwencje palenia drewnem i paliwami drzewnymi, od czasu do czasu na nowo rozpala emocje w mediach. Szczególnie wtedy, kiedy pojawiają się sygnały o rządowych planach dofinansowania zakupów urządzeń na paliwa drzewne, czy szerzej na biomasę. Sprawa nie jest wcale jednoznaczna i prosta. Najsilniejszą grupą przeciwników są zwolennicy miału i węgla. Zorientowani bardzo praktycznie, ignorują istniejące różnice w zatruwaniu powietrza między spalaniem różnych typów paliw stałych, a każdą wzmiankę o łagodniejszej emisji przy spalaniu drewna traktują jako zamach na ich gospodarność, oszczędność i zdroworozsądkową logikę. Dla nich rozmowa o ekologii to ściema dla bogatych, kaprys powodowany pseudoekologicznymi pobudkami, które jeśli ktoś chce stosować to proszę bardzo, ale bez narzucania większości drogiego, „odnawialnego”, przymusu. Wyjdźmy jednak poza te ogólniki i postarajmy się zajrzeć wprost do naszego komina i odpowiedzieć na pytanie, co tak naprawdę wydostaje się z niego?

Komin pod lupą

Kominek to salon, elegancja i szyk, ale i sympatyczne urządzenie wypełniające dom żywym ciepłem. Lecz powstające tam spaliny wyrzucane są na bieżąco w powietrze przez komin. Zimą codziennie oglądamy smugi unoszącego się dymu z kominów. Stosunkowo łatwo odróżnić ciemniejszy dym z pieców opalanych węglem od dymu z pieców i kominków opalanych drewnem. Ten ostatni, czasami ledwo widoczny pod postacią przeźroczystej smużki, przyjmować może całą gamę odcieni szarości. Najciemniejszy jest on w początkowej fazie palenia i jest jego tyle, że komin ledwo nadąża z odbiorem. Najczęściej zaobserwować można takie tumany czarnego dymu rano i po południu, kiedy wszyscy rozpalają swoje piece i kominki. Stopniowo, w miarę ich rozgrzania dym staje się coraz bielszy, a smugi coraz mniejsze. Zapewne większość dostrzegła, że ciemny dym powstaje przy spalaniu mokrego paliwa.

Są dni, w których unosi się on lub kręci prosto do góry, są też i takie, kiedy leniwie chmurzy się wokół komina i kładzie po okolicy. Zazwyczaj w takie dni mamy trudności z rozpaleniem ognia. Nieraz obserwujemy jak wiatr szarpie wstęgą dymu, wykręca w różne strony lub jednostajnie załamuje, błyskawicznie ją rozwiewając. Silny, potrafi nawet położyć ją poziomo i pufnąć dymem do środka budynku. W dni bezwietrzne może bardzo wysoko piąć się do góry.

Inaczej rozpływa się dym z wysokich kominów, jest łatwo rozwiewany w wyższych warstwach powietrza. Dym z niższych kominów częściej się kładzie, osiąga niższą prędkość wyrzutu, trudniej przedostaje się do górnych warstw. Decyduje o tym także tzw. róża wiatrów charakterystyczna dla danego terenu. Oprócz wiatru, pracę komina zakłóca także silny deszcz lub ciężka, nisko osadzona mgła. Dym wówczas unosi się wolno lub rozkłada po całej okolicy, a nasz kominek o wiele gorzej spala drewno.

Musimy zdawać sobie sprawę z tego, że nawet jeśli spełnimy wszystkie warunki instalacyjne, pogoda sprawia, że sąsiedzi narażeni są czasami na powiewy dymu z naszego komina. Istotne jest wzajemne położenie budynków i kierunek wiatru. Kominy niżej położone częściej będą podtruwać wyżej mieszkających sąsiadów, choć zdarzają się i sytuacje odwrotne. To banalne, lecz bardzo ważne obserwacje. Pokazują całą różnorodność warunków, które oprócz urządzeń i paliwa, wpływają na to, co nazywamy emisją spalin. Uderzmy się w piersi, ile razy widząc, że ciężki dym z naszego komina bije w okna sąsiada, zastanawialiśmy się nad tym czy możemy coś z tym zrobić i

czy go przypadkiem nie podtruwamy?
Każdy, kto choć trochę został podwędzony wie, że to nic przyjemnego. Pieką oczy i skóra, ubranie błyskawicznie przenika zapachem. Dłuższy kontakt wywołuje podrażnienia śluzówki i wrażenie suchego destylatu. Po jakimś czasie reagować będziemy podrażnieniem nawet na najmniejsze ślady dymu. Konsekwencje stałego podwędzania mogą być bardzo groźne nie tylko dla samopoczucia sąsiadów, ale i dla ich zdrowia.

SKŁAD DREWNA
O tym, co wyrzucają nasze kominy decyduje w największym stopniu to, jakie paliwo wkładamy do kominków i pieców oraz jak je spalamy.
W najprostszej formule spalanie drewna określane jest wzorem:
$C_6H_{10}O_5 + 6O_2 = 6CO_2 + 5H_2O$ + uwalniana energia
Oczywiście to wzór uproszczony zakładający, że drewno zbudowane jest tylko z atomów węgla, tlenu i wodoru, oraz że do komory spalania podawany jest czysty tlen. Z góry przyjmuje się również w nim, że zachodzi każdorazowo spalanie całkowite i zupełne, czyli że wszystkie cząsteczki drewna zostały rozłożone i to do najprostszych form.
W takiej, idealnej, postaci efektem spalania jest tylko dwutlenek węgla i woda w postaci pary. Dwutlenek węgla jest bezbarwny a więc przy takim spalaniu dym byłby prawie niewidoczny.
Prawdą jest, że to właśnie specyficzne układy wiązań atomów tych trzech pierwiastków: węgla C, wodoru H i tlenu O, uporządkowane w kilka typów łańcuchów tworzą podstawowy budulec drewna: celulozę, hemicelulozę i ligninę. Razem stanowią one jedynie około 94-96% jego suchej masy.
Analizując skład pierwiastkowy zauważymy, że w porównaniu do węgla kamiennego, drewno zawiera znacznie więcej tlenu, bo od około 36 do 44,5% (w węglu kamiennym 2-16%), mniej samego węgla, jest jego około 46,5 do 50,5% (w węglu kamiennym 75-92%) najczęściej nieco więcej wodoru bo 5,7 do 5,75%(w węglu kamiennym 3,5-6%).
Ten kilkuprocentowy rozrzut składu pierwiastkowego wynika z różnic w budowie poszczególnych gatunków drewna (nawet poszczególne odmiany danego gatunku np. sosny wykazują różnice), jego części (nieco inny skład ma kora, gałęzie, korzenie, rdzeń) i warunków środowiskowych ich wzrostu (zależne od składu gleby, powietrza, temperatury, wilgotności, nasłonecznienia). Oczywiście, proporcje pierwiastków zmniejszają się w drewnie wraz ze wzrostem poziomu jego wilgotności. W drewnie z 50% zawartością wody, pomijając tlen i wodór w niej zawarty, będzie przykładowo już tylko: C-25%, H - 3%, O -21,65%. W pozostałych około 4% składu drewna, znajdziemy połowę tablicy Mendelejewa. Są to często śladowe ilości poszczególnych pierwiastków, tworzących w drewnie różne substancje np. żywice, woski, sole. Najwięcej azotu N 0,16 - 0,5% (w węglu kamiennym 1-2%), siarki S do 0,01-0,05% (w węglu kamiennym 0,3-1,5%), chloru Cl 0,01-0,03% (w węglu kamiennym 0,2%), potasu K 0,02-0,04% (w węglu: 0,06 -.0,3%), wapnia Ca 0,07 - 0,15%, magnezu Mg 0,02%, niewielkie ilości żelaza, manganu, krzemu, cynku, miedzi, kadmu, chromu, arsenu, bromu i wiele innych.

PROCES SPALANIA PALIW DRZEWNYCH
W przedstawionej wyżej, najprostszej formule spalania zakładamy, że dostarczamy do paleniska dostateczną, optymalną, ze względu na zawartość węgla i wodoru, ilość tlenu oraz, że wszystkie dekomponujące się pod jego wpływem cząsteczki węglowodorów zostaną całkowicie utlenione. Pamiętajmy jednak, że spalanie drewna to proces dynamiczny, a zachodzące w nim utlenianie jest

jedynie konsekwencją skuteczności tej dynamiki.
Rozpalając drewno dostarczamy początkowej energii, uruchamiającej spalanie. Uwalniamy w tym momencie prawdziwego Dżina chemii organicznej. Unoszące się ciepło obejmuje następne fragmenty stosu powodując najpierw proces jego suszenia, a po nim odgazowania. Im bardziej wilgotne drewno, tym dłużej będzie trwała faza suszenia, niższa będzie temperatura i tym samym gorsze warunki spalania w palenisku.
Rozpalając drewno dostarczmy początkowej energii, uruchamiającej spalanie. Uwalniamu w tym momencie prawdziwego Dżina chemii organicznej. Unoszące się ciepło obejmuje następne fragmenty stosu powodując najpierw proces jego suszenia, a po nim gazowania. Im bardziej drewno będzie wilgotne, tym dłużej będzie trwała faza suszenia, niższa będzie temperatura stosu i tym więcej ona pochłonie energii drewna. Wilgotne drewno zdecydowanie pogorsza warunki spalania w palenisku. Warunki te także zależą od ilości i sposobu podawania powietrza. W skład powietrza wchodzi głównie azot N2 aż 78,3 %, tlenu O2 jest nieco ponad jedną piątą, dokładnie 20,99%. Z pozostałych pierwiastków Argonu Ar jest 0,93% i z reszty Ne 0,018%, H2 0,01%, Kr 0,001%, He 0,0005%, XE 0,0001%. Oprócz nich są niewielkie ilości CO2 - 0,03%. Tlen zawarty w powietrzu jest wraz z nim zaciągany, dzięki podciśnieniu wytwarzanemu w kominie, przez unoszące się prądy podgrzanego powietrza i spalin, lub wdmuchiwany wentylatorkiem. Dostarczany z dołu i z boku paleniska, łączy się z niektórymi atomami węgla i wodoru osłabiając strukturę drewna wywołuje jego błyskawiczny rozkład. Aż 80% podgrzanej masy drewna zmienia swą postać ze stałej w lotną, (w węglu kamiennym tylko 30%). Złożone struktury drewna zostają rozbite na wielokroć mniejsze, bardzo różnorodne cząsteczki i związki. Lecz nie jest to od razu rozkład całkowity. To nieprawdopodobne jak wiele różnych związków zaczyna się w tym momencie tworzyć. Samych tylko węglowodorów (różnorodnych kompozycji węgla i wodoru) doliczono kilkaset. Pod wpływem temperatury i ciśnienia zaczyna się w palenisku prawdziwy tygiel mieszania się różnych cząsteczek i pierwiastków. W nieutlenionych należycie cząsteczkach węglowodorów zachodzą reakcje prowadzące do powstania wielu szkodliwych substancji. To, co z nich się wyłoni zależy w największym stopniu od ilości i sposobu dostarczania do tej mieszaniny cząstek, tak zwanego wtórnego powietrza, a dokładniej tlenu. Tylko tlen może zaprowadzić w tej kotłowaninie porządek, rozbijając wszystkie układy i powiązania. Ta szansa trwa tak długo dopóki mieszanina gazów i nierozbitych pyłów nie ulegnie schłodzeniu w przewodzie kominowych. Potem wszystko wydostaje się na zewnątrz w strumieniach powietrza, tworząc to, co nazywany spalinami. Pozostałe 20% masy drewna zamienione w węgiel drzewny, stopniowo będzie się utleniać (dopalać) w bardzo wysokiej temperaturze. W trakcie całego spalania zachodzić może proces wtórnej syntezy, w który włączone będą również pozostałe pierwiastki, tworząc różne, często bardzo toksyczne, związki. Każde dołożenie do paleniska na nowo uruchamia ten proces. Swoją drogą w czasie samego gwałtownego schłodzenia również dochodzi do pewnych reakcji tworzących niektóre toksyczne związki.

SKŁAD SPALIN PALIW DRZEWNYCH
Jak powiedzieliśmy skład spalin może być bardzo różny w zależności od paliwa i warunków spalania. Do tej pory w spalinach drewna zidentyfikowano kilkaset związków chemicznych. Niektóre z nich, w dużym stężeniu, działają na organizm drażniąco, inne wywołują różne alergie. Jest grupa związków zakłócająca procesy genetyczne komórek, są też i takie, którym udowodniono rakotwórcze działanie, lub są o nie podejrzewane. Niektóre są silnymi truciznami.

Gazy nieorganiczne:
Najbardziej znanym trującym gazem jest, powstający podczas każdego spalania, Tlenek Węgla CO (popularnie czad). Nie utlenia się do CO_2 z powodu podawania zbyt małej ilości powietrza (niewłaściwa regulacja kominka, zbyt słaby ciąg kominowy itp.) Jest przyczyną częstych zatruć i zgonów w bezpośredniej odległości od nieszczelnego kominka lub komina. Lecz może działać też w dalszej odległości. Podobnie jak tlenki azotu, identyfikowano go w odległościach 100 km od miejsca emisji. Dwutlenek Azotu NO_2 powstaje z powodu podawania nadmiernej ilości powietrza w górnym przedziale temperatury spalania drewna. Wywołuje podrażnienia oddechowe i zakłócenia krążenia. Bardzo silnie trujący jest Tlenek Azotu NO, powstający w temperaturze powyżej 1100 stopni. Drażniącym gazem w nadmiernym stężeniu jest także Ozon O_3. Nawet Dwutlenek Węgla CO_2 traktowany jako nietoksyczny, emitowany w dużych dawkach wywoływać może zakłócenia oddechowe i krążeniowe. Oczywiście te gazy nie są typowe tylko dla spalin drewna. Powstają przy każdym spalaniu.
Węglowodory
Najbardziej rozbudowaną grupą mniej lub bardziej szkodliwych związków są węglowodory. Ich emisja związana jest z niedostateczną ilością tlenu. Wymienia się tutaj kilkaset związków. Między innymi n-Heksan (C_6H_{14}) drażniący i neurotoksyczny, wśród objawów, podrażnienia oczu, drżenia mięśni, bóle głowy. Butadien-1,3 ($CH_2=CH-CH=CH_2$) drażniący, rakotwórczy i mutagenny. Najgroźniejsza jest grupa węglowodorów aromatycznych. Od najprostszych takich jak Benzen (C_6H_6), Styren ($C_6H_5-CH=H_2$), po policykliczne węglowodory aromatyczne takie jak Benzopiren ($C_{20}H_{12}$) działające rakotwórczo i mutagennie. Płaska pierścieniowa budowa, ułatwia wdychanym substancjom przenikanie w głąb komórek.
Tlenowe związki organiczne
Wśród nich grupa aldehydów, trujących związków o specyficznym dla danego typu zapachu. Im mniej przyjemny, tym bardziej trujący odczyn. Najczęściej, w spalinach drzewnych, spotykana jest silnie żrąca, rakotwórcza i mutagenna Akroleina ($CH_2=CH-GHO$) i Formaldehyd (HCHO). Z grupy Alkoholi organicznych: występuje drażniący i trujący Metanol (CH_3OH) i Bezwodnik Octowy ($(CH_3CO)_2O$). Grupę Fenoli wszyscy znamy z zapachu lizolu wytwarzanego z udziałem Krezolu (C_7H_8O), tworzącego się również w spalinach. Udowodniono ich działanie podrażniające, trujące, mutagenne i kancerogenne. Ostatnią wymienianą tu grupą są Chinony, a wśród nich zidentyfikowano alergiczne i drażniące działanie 9 Fluorenonu czy Antrachinonu ($C_{14}H_8O_2$). Niektóre z tych związków wykazują silne działanie przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne i stosowane są w farmacji.
Chlorowe związki organiczne
Przyczyną powstawania tej grupy związków jest obecność chloru w drewnie. Jest go zdecydowanie więcej w biomasie rolniczej. Przykładem związków z tej grupy jest Chlorek Metylu (CH_3Cl). Wchłaniany przez skórę i płuca działa silnie drażniąco powodując bóle głowy, brzucha, zaburzenia widzenia. Może prowadnic do ciężkich zatruć, uszkodzenia wątroby, nerek, serca. Pochodne Oksantrenu, czyli tzw. Dioksyny, to jedne z najbardziej toksycznych związków. Wykryto je również w dymie z pożarów lasów, ognisk i pieców na drewno. Działają silnie kancerogennie. Dioksyny obniżają odporność immunologiczną, prowadzić mogą do powstawania nowotworów narządów wewnętrznych. Poświęca się im sporo uwagi w literaturze. Jednym z wczesnych objawów jest pojawiający się na skórze silny odczyn alergiczny tzw. trądzik dioksynowy. Spalanie drewna wymieniane jest jako jedno ze źródeł emisji dioksyn. Chociaż powstają one najczęściej w związku

ze spalaniem śmieci.

Wolne rodniki

W trakcie spalania powstają cząsteczki, jony czy atomy, które na swojej zewnętrznej orbicie posiadają niespreparowany elektron. Dążą one do przyłączenia lub oddania elektronu i z tego powodu są bardzo reaktywne. W wyniku, czego uszkadzać mogą błony komórek i ich kod genetyczny. Działanie, skądinąd dość powszechnych wolnych rodników, może uruchamiać procesy nowotworowe.

Pyły

Spaliny jak już wspominałem to nie tylko gaz, ale i różnej wielkości pyły. Są to z jednej strony stałe niedopalone cząsteczki drewna, z drugiej poderwane popioły, cząsteczki sadzy, różne kondensaty spalin w postaci kropli. Pyły ze spalin drzewnych są dosyć charakterystyczne i różnią się od zanieczyszczeń spalin innych paliw. Zidentyfikowano w nich kilkuset różnych substancji, o których częściowo już wspominaliśmy. Ze względu na ich wielkość osadzać się mogą w płucach. Oznacza się je przez określenie górnego progu wielkości. PM10 to pyły równe lub mniejsze od 10 mikronów. Druga wyróżniana klasa to PM 2,5- pyły równe lub mniejsze od 2,5 mikrona. Stwarzają zagrożenie pylicy, działają alergicznie. Stężenie pyłów naturalnie może być różne i zależy od wielu czynników. Nawet w nowoczesnych piecach na drewno stężenie pyłów określa się na poziomie około 4 gram z kilograma spalonego drewna.

RÓŻNICE W EMISJI MIĘDZY SPALANIEM PALIW DRZEWNYCH A WĘGLOWYCH

Specjalnie posługuję sie pojęciem paliw węglowych, ponieważ oprócz tradycyjnego węgla na rynku powszechne jest stosowanie miału węglowego, różnej postaci tzw ekogroszku, brykietów z węgla, a ostatnio nawet mixów miału zagęszczanego z biomasą. Każde z odmian danego paliwa potrzebuje innych warunków do efektywnego spalania. Najczęściej porównuje się spalanie w nowoczesnych kotłach czy piecach na drewno ze starej daty kotłami na węgiel. Oczywiście, wtedy różnice w emisji będą duże. Jednak żeby zachować symetrię, trzeba by porównywać urządzenia tradycyjne na drewno z tradycyjnymi na węgiel, nowoczesne na drewno z nowoczesnymi na węgiel. Nowoczesne kotły na pelety z nowoczesnymi kotłami na ekogroszek. Kotły na groszek z kotłami na zrębki, czy kotły na miał z kotłami na trociny i pył.

ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z EMISJĄ SPALIN PALIW DRZEWNYCH

Sam fakt, że z naszego komina wylatują szkodliwe substancje wydaje się bezsporny, mniej pewny jest poziom ich rzeczywistego stężenia.

Pozostaje otwarte pytanie na ile jest to szkodliwe dla naszego najbliższego otoczenia? Wyemitowane z komina spaliny zostają dość szybko rozrzedzone w powietrzu. Stężenie szkodliwych substancji błyskawicznie spada. Jeśli dym przedostaje się do górnych warstw powietrza to nie ma żadnych bezpośrednich zagrożeń dla najbliższego otoczenia. Jeśli z racji usytuowania domu w terenie, pogody, niewłaściwych urządzeń, wad instalacji, zaniedbań w czyszczeniu, wreszcie niewłaściwego paliwa podwędzamy dymem sąsiadów, to jakiś poziom zagrożenia powstaje. Z drugiej strony normy czystości powietrza nie są zdefiniowane na zasadzie zerojedynkowej, lecz na podstawie określenia dopuszczalnej granicy stężeń. Występujące zanieczyszczenia określane są jako zagrożenie dopiero po przekroczeniu pewnego poziomu. Trudno jednak udowodnić te zagrożenia. Badania takie musiałyby być prowadzone w dłuższym okresie, tak by uchwycić moment, kiedy dym kładzie się, czy wieje przez dłuższy czas w stronę tego samego obiektu. Duża zmienność wiatru i innych warunków pogodowych szalenie je utrudnia.

Część z emitowanych substancji jest charakterystyczna również dla spalania innych paliw, takich jak węgiel, ropa gaz, część jest specyficzna dla drewna. Wiele związków nie posiada jeszcze ustalonego progu szkodliwości, więcej, wiele jest jeszcze nie rozpoznanych. Sam fakt występowania szkodliwych związków nie przesądza ich wpływu na zdrowie sąsiadów. Jednak już sama świadomość zagrożeń wymagałaby stworzenia i popularyzacji Kodeksu Dobrej Praktyki Spalania, który obejmować powinien podstawowe zasady ograniczające zagrożenia dla naszych sąsiadów. Obserwujmy czasami nasz komin i wyciągajmy wnioski.

Jasny, równomiernie unoszący się dym, musi stać się priorytetem dla każdego posiadacza kominka czy pieca. To, czym będą oddychali sąsiedzi, zależy także od sprawności naszych urządzeń grzewczych, poprawności i czystości instalacji kominowej, sposobu podawania powietrza, jakości stosowanego paliwa. Kupujmy nowoczesne urządzenia o jak najwyższym poziomie efektywności spalania, im ona będzie wyższa tym czystsze będą spaliny. W ofercie rynkowej znajdziemy zaawansowane technicznie urządzenia z wielopunktowym podawaniem powietrza, z automatycznym dozowaniem paliwa, ceramicznym paleniskim, a nawet z zastosowaniem dodatkowych dopalaczy - katalizatorów.

Pokaż mi swoje paliwo a powiem Tobie, kim jesteś! Nie żałujmy paru groszy na lepsze paliwo, 100 złotych wydanych więcej za tonę, nie zrujnuje nam budżetu, a poprawi komfort całej okolicy. To może być ceną zdrowia Waszego i Waszych sąsiadów. Wybierajmy paliwo suche, o jak najniższej wilgotności. Największe ilości pyłów obserwuje się w fazie rozpalania. Wtedy właśnie powstaje największa ilość niedopalonych cząstek. Możemy znacznie obniżyć emisję używając w pierwszym etapie palenia suchych brykietów! Kominek powinien bardzo szybko zostać rozgrzany małą ilością suchego paliwa. Dopiero potem dokładać można dalsze porcje. Powinno ono być bezwzględnie czyste, bez żadnych podejrzanych dodatków. W żadnym wypadku nie można spalać śmieci a nawet gazet, papierów. Zawarty w nich chlor może prowadzić do powstawania dioksyn.

Nawet, jeśli palimy wyłącznie drewnem kominkowym warto mieć tonę brykietów na czarną „kominowo” godzinę. Jeśli zauważymy, że dym się kładzie, palmy tylko takimi czystymi, suchymi brykietami. Podobnie przy rozpalaniu kominka. Jeśli mamy możliwość regulacji dopływu powietrza – posługujmy się nią. Ilość dostarczanego powietrza nie może być ani za mała, ani za duża. Otwarte kominki powinniśmy przysłaniać parawanem. Nawiew powietrza dopasowujmy do poszczególnych faz spalania, z początku podawajmy go dużo, potem stopniowo zmniejszajmy jego ilość.

Jest wiele spraw, o których trzeba pamiętać, najnowsza technika nie pomoże, jeśli nie będziemy czyścić komina, kanałów wymiennika ciepła, jeśli nie będziemy z racji np. szczelnych okien dostarczali dostatecznej ilości powietrza. Szczegółowe, tego typu, zalecenia, sformułować trzeba w Kodeksie Dobrej Praktyki Spalania. Namawiam wszystkich do podzielenia się własnymi doświadczeniami i przemyśleniami na ten temat.

Sądzę, że rządowy projekt dofinansowania zakupów urządzeń na energię z biomasy powinien uwzględnić i uregulować pewne praktyki spalania.

Lech Kowalewski

20.02.2008