

## Jak prawidłowo ogrzewać drewnem

Do spalania drewna w kotłach do tego przystosowanych należy używać drewna o wilgotności do 20%. Dlatego bardzo ważne jest prawidłowe składowanie i suszenie drewna.

Drewno do wysuszenia potrzebuje minimum dwa lata. Wykres przedstawia zawartość wody w drewnie bukowym przy składowaniu na wolnym powietrzu. Można tu zaobserwować, że drewno po ośmiu miesiącach składowania znowu wchłania wilgoć.

Od 14 do 21-go miesiąca ma wilgotność poniżej 20%.

Drewno powinno być składowane w miejscach przewiewnych, możliwie nasłonecznionych, osłoniętych przed deszczem - najlepiej od południowej strony.

Rzędy ułożonego drewna powinny być na szerokość dłoni odsunięte od siebie, aby powietrze mogło swobodnie między nimi cyrkulować i odprowadzać wilgoć.

Niedopuszczalne jest składowanie świeżego drewna w kotłowni. Nie przesyca ono w takich warunkach, ale następuje jego rozkład spowodowany grzybem.

Tylko dobrze wysuszone drewno może być składowane w prawidłowo wentylowanej kotłowni.

Drewno w zależności od czasu i warunków suszenia zawiera

- drewno suszone w suszarniach do 10% wilgotności
- dobrze wysuszone drewno na powietrzu 15% wilgotności
- wysuszone drewno na wolnym powietrzu osłonięte od deszczu jesienią i zimą 20%
- Świeże drewno prosto z lasu więcej jak 50% wilgotności

### **Wilgotność a wartość energetyczna drewna**

Wartość energetyczna drewna w dużym stopniu zależy od jego wilgotności. Im większa wilgotność tym niższa jego wartość energetyczna. Zawarta w drewnie woda musi przy spalaniu zostać odparowana. Im więcej wody w drewnie, tym więcej tracimy zawartą w drewnie energię na jej odparowanie.

Tabela pokazuje zależność pomiędzy wilgotnością drewna w procentach, a wartością energetyczną w kWh/kg.

Wilgotność w %	10	15	20	30	40	50
Wartość energetyczna kWh/kg	4,6	4,3	4,0	3,4	2,9	2,3

Można zauważyć, że drewno świeże o wilgotności 50% posiada tylko połowę wartości energetycznej tego co drewno o wilgotności 10%. Wynika z tego, że spalanie drewna świeżego jest nie tylko nie gospodarne, ale wręcz szkodliwe dla środowiska. Wysoka zawartość wody w drewnie powoduje obniżanie temperatury spalania, a co za tym idzie - mocne dymienie, smołowanie, kondensacja wody kominie oraz jego uszkodzenia. Zwiększona emisja szkodliwych substancji w spalinach, które nie uległy spalaniu.

Suszone na powietrzu drewno osiąga wilgotność 20% w następującym czasie:

12 - 18 miesięcy	jodła, świerk, wierzba, topola, lipa
16 - 24 miesiące	sosna, olcha, jesion, drzewa owocowe, dąb, buk, brzoza

### **Proces spalania**

W proces spalania można podzielić na trzy fazy:

#### **1. Faza suszenia**

w tej fazie woda zawarta w drewnie zamienia się w parę wodną. Temperatura ok. 100C.

Poprzez szybkie suszenie drewno kurczy się i pęka, co przyspiesza proces jednak temperatura spalania w tej fazie jest niska - występuje dymienie, energia tracona jest na suszenie, czas fazy suszenia zależy od ilości wody zawartej w drewnie.

#### **2. Faza odgazowania drewna**

Po fazie suszenia temperatura wzrasta ze 100C do ok. 300C rozpoczyna się proces odgazowania. Z drzewnej masy wydobywa się bardzo bogaty w energię gaz drzewny o różnorodnym składzie chemicznym, którego głównymi składnikami jest węgiel, tlen i wodór.

Drewno mimo że należy do paliw stałych w 84% składa się z substancji, które zamieniają się w procesie spalania w gaz drzewny. Gaz drzewny spalając się w odpowiednich warunkach wytwarza długi niebiesko-żółty płomień o temperaturze 800C do 1000C.

### 3. Faza końcowa

Po wypaleniu wszystkich lotnych substancji zawartych w drewnie następuje spalanie węgla drzewnego. Rozżarzony węgiel drzewny spala się w temperaturze 500-800C. W tym czasie można zaobserwować krótki błękitny płomień i brak dymienia..

### Produkty spalania

Głównymi składnikami chemicznymi w drewnie jest węgiel i woda. Połączenia tych substancji w prawidłowym procesie spalania powoduje, że drewno jest przyjaznym dla środowiska naturalnego człowieka ekologicznym paliwem. Szkodliwe dla środowiska substancje takie jak siarka, chlor i metale ciężkie praktycznie w drewnie nie występują. Przy spalaniu w pierwszym rzędzie woda H<sub>2</sub>O zamienia się w parę wodną, a węgiel łączy się z tlenem w CO<sub>2</sub>. Doświadczenie uczy, że spalanie drewna w nieodpowiednich warunkach powoduje wydobywanie się gęstego dymu i nieprzyjemnego zapachu. Długo trwające, nie całkowite spalanie gazu drzewnego, może powodować:

- Zbyt niska temperatura spalania, spowodowana np. dużą wilgotnością drewna
- Nie całkowite spalanie może być spowodowane zbyt małym dopływem powietrza potrzebnego do spalania
- W kotłach na zgazowanie drewna gdzie spalanie odbywa się w dolnej części kotła zbyt niska temperatura powrotu wody grzewczej
- Zbyt mały przekrój komina lub jego załamania utrudniają odprowadzanie spalin, co uniemożliwia prawidłowy dopływ powietrza do pieca.

Przy nieprawidłowym spalaniu powstają takie szkodliwe substancje jak tlenek węgla, kwas octowy, fenol, metanol, formaldehyd, i dalsze węglowodorowe substancje, powstaje również kopczenie, smoła, dziegieć.

### Kotły gazujące drewno.

Kotły te konstrukcyjnie przygotowane do bardzo efektywnego spalania drewna, coraz częściej wykorzystywane są do ogrzewania naszych domów. Przechodzą bardzo pozytywne wyniki badań laboratoryjnych i testów praktycznych. Prawidłowe procesy spalania są w tym kotle wspomagane przez wentylator. W górnej części kotła znajduje się komora załadowcza do której wkładamy kawałki drewna o długości do 50 cm na rozżarzony węgiel drzewny.

Wentylator podaje powietrze do komory załadowczej, co powoduje wydzielanie się gazu drzewnego. Gaz drzewny pod wpływem wytworzonego w komorze załadowczej ciśnienia kierowany jest poprzez duszę palnika do dolnej komory spalania. Do dyszy doprowadzane jest powietrze wtórne które mieszając się z gazem drzewnym powoduje jego spalanie w bardzo wysokiej temperaturze rzędu 800-1000C. Przy wysokiej jakości spalaniu obserwujemy prawidłowy niebiesko-żółty płomień i minimalną ilość popiołu.

Wszystkie badania prowadzone na kotłach gazujących drewno wskazują, że osiąga on prawidłowe parametry spalania, jeżeli pracuje na mocy minimum 50% i temperaturze kotła od 65 do 90C. Jednak układ grzewczy naszego domu potrzebuje regulacji w przedziale od 15 do 100%. Jednym ze sposobów uzyskania takiego zakresu regulacji jest współpraca kotła na zgazowanie drewna ze zbiornikiem akumulacyjnym.

### Zbiornik akumulacyjny

Zbiornik akumulacyjny jest to urządzenie w którym zmagazynowana woda kotłowa, przejmuje nadmiar ciepła które produkuje kocioł, a którego nie jest w stanie przejąć ogrzewany budynek poprzez grzejniki, oraz ogrzewacz ciepłej wody użytkowej. Kiedy zbiornik akumulacyjny jest całkowicie naładowany do temperatury 90C powinno nastąpić wyłączenie kotła. I od tego czasu budynek zaczyna pobierać ciepło ze zbiornika akumulacyjnego poprzez układ sterowanego zaworu mieszającego w zależności od potrzeb. W zbiorniku akumulacyjnym gorąca woda w górnej części zbiornika wypływa do instalacji, natomiast chłodna woda powracająca z instalacji wpływa do jego dolnej części. W wyniku tego obiegu tworzy się w zbiorniku temperaturowe uwarstwienie - w górnej części zbiornika mamy wodę o temperaturze do jakiej zbiornik został ogrzany tj. 80-90C, natomiast w dolnej wodę o temperaturze 30-40C pomiędzy strefą górną, a dolną występuje warstwa graniczna o grubości 10-15cm. Aby uzyskać prawidłowe uwarstwienie zawsze należy ładować zbiornik do temperatury powyżej 80C.

Planując ogrzewanie z wykorzystaniem zbiorników akumulacyjnych należy pamiętać, że na jeden kW mocy kotła przyjmujemy 50-70 litrów wody w zbiornikach akumulacyjnych.

Ogrzewanie drewnem, pompy ciepła, kolektory słoneczne, energia elektryczna w drugiej taryfie są to układy które konieczne muszą wykorzystywać technikę akumulacji ciepła, dlatego łatwo możemy je łączyć np. ogrzewanie drewnem + kolektory słoneczne.

Zbiorniki akumulacyjne są używane wszędzie tam, gdzie generowanie i użycie ciepła nie odbywa się jednocześnie. W zbiornikach akumulacyjnych magazynowane ciepło jest „wywoływane” nawet kilkanaście godzin później kiedy jest potrzebne. Zbiorniki takie znajdują zastosowanie w układach grzewczych z kotłem na paliwo stałe lub kominkiem oraz w instalacjach solarnych.

## Opalanie drewnem z wykorzystaniem zbiornika akumulacyjnego umożliwia:

- zwiększenie sprawności układu grzewczego przynajmniej o 100%
- mniejsze dymienie i powstawanie smoły
- podwyższenie komfortu
- przedłużenie okresu eksploatacji kotła
- zmniejszenie nakładu pracy

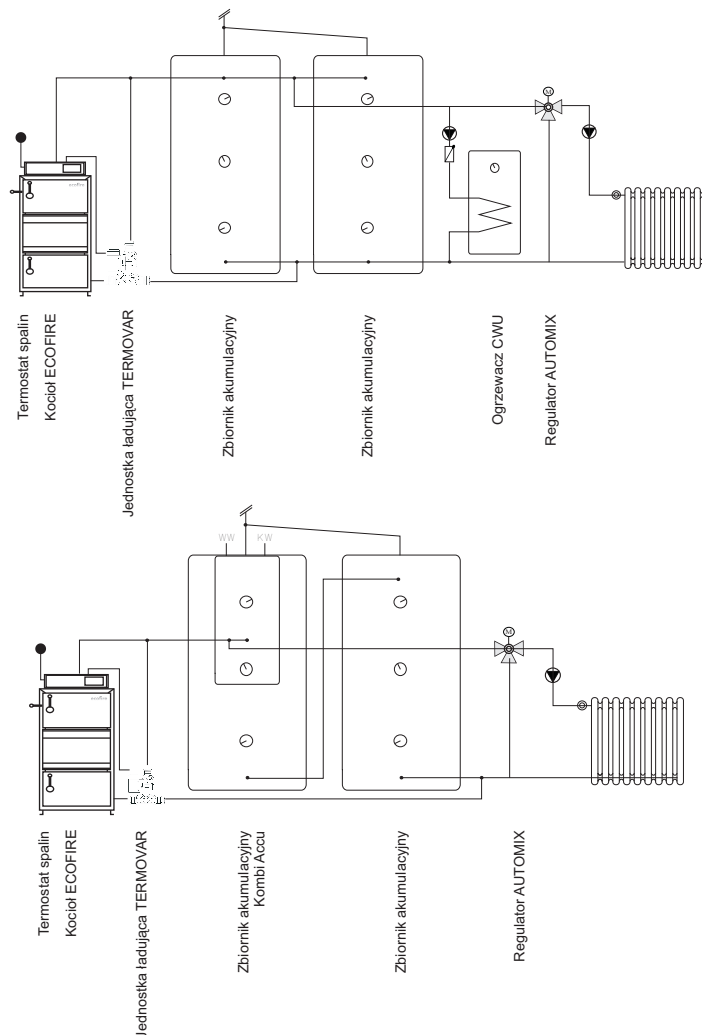
## Sposób na zwiększenie sprawności i zmniejszenie zużycia drewna

Wykorzystanie zbiornika akumulacyjnego w układzie centralnego ogrzewania sterowanego urządzeniem TERMOVAR współpracującym z kotłem na paliwo stałe znacznie podnosi sprawność układu. Pozwala na zwiększenie zdolności magazynowania energii cieplnej w układzie i kontrolowane jej wykorzystanie. Podwyższenie sprawności kotła oraz praca kotła w zakresie temperatur 70 - 90°C, wyeliminuje dymienie i powstawanie smoły. Znacznie poprawi komfort obsługi kotła wydłużając okresy między kolejnymi załadunkami. Prawidłowa praca kotła ze zbiornikiem akumulacyjnym wydłuży żywotność kotła, zapobiegając powstawaniu korozji niskotemperaturowej.

## Akumulacja ciepła daje wysoką sprawność

Zastosowanie układu grzewczego z właściwie połączonym zbiornikiem akumulacyjnym o pojemności wynoszącej **50-70 litrów na każdy 1 kW lub ok. 10 litrów wody na 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej**, umożliwia pracę kotła z mocą nominalną, osiąganie wysokiej sprawności oraz gromadzenie nadwyżki ciepła w zbiorniku. Praca kotła z mocą nominalną nie powoduje dymienia, smołowania i obniża zużycie drewna. Po 4-5 godzinach zbiornik akumulacyjny jest naładowany i po całkowitym wypaleniu się drewna w kotle, przejmuje rolę urządzenia ogrzewającego dom. Czas rozładowania zbiornika będzie zależny od jego wielkości, kubatury budynku i temperatury zewnętrznej, wynosi on przeciętnie 10-20 godzin.

Schematy montażu kotła na drewno w układzie ze zbiornikami akumulacyjnymi.



### Większa trwałość kotła

Kotły opalane drewnem wykorzystujące jego zgazowanie osiągają sprawność 80-90% jeżeli pracują z mocą optymalną. Domek jednorodzinny ok. 150m<sup>2</sup> w okresie zimowym potrzebuje przeciętnie do ogrzania 5-8 kW. Kocioł eksploatowany bez zbiornika akumulacyjnego w którym moc zostaje obniżona do 5 kW narażony jest na tworzenie się substancji smolistych, sprawność kotła spada do około 30%, wzrasta zużycie drewna opałowego. Smołowanie zmusza do częstego i pracochłonnego czyszczenia kotła i usuwania sadzy z kominu. Istnieje również możliwość zapalenia się sadzy w kominie.

### W domu dłużej jest ciepło

Zmagazynowane ciepło może nagrzewać dom przez 10-20 godzin, zanim konieczne okaże się ponowne rozpalenie.

### Podwyższony komfort

Urządzenie TERMOVAR w układzie kocioł-zbiornik akumulacyjny, jest niezbędne do utworzenia prawidłowego uwarstwienia w zbiorniku i pozwala na optymalne wykorzystanie energii cieplnej w nim zmagazynowanej. Wykorzystanie zdolności akumulacji energii cieplnej zależy od prawidłowego uwarstwienia wody grzewczej przy ładowaniu, jak i rozładowaniu. Uwarstwienie występuje, gdy gorąca woda jest doprowadzana małym strumieniem do górnej części prawidłowo zaizolowanego zbiornika. Woda gorąca jako lżejsza utrzymuje się w górnej części zbiornika tworząc strefę gorącą o wyraźnie zaznaczonej warstwie granicznej poniżej której znajduje się strefa z zimną wodą. Grubość warstwy granicznej wynosi od 5 do 10 centymetrów. W strefie wody gorącej utrzymuje się temperatura ok. 80°C, a poniżej warstwy granicznej ok. 30°C. Prawidłowa praca urządzenia TERMOVAR pozwala zmagazynować w zbiorniku akumulacyjnym o pojemności 1000 litrów około 60 kWh energii.

### Błędy popełniane przy ogrzewaniu drewnem.

Podstawowym błędem jaki popełniamy przy opalaniu drewnem jest spalanie drewna o zbyt dużej wilgotności powyżej 20%. Spalanie takiego drewna powoduje mocne dymienie na długo po rozpaleniu. Odparowanie wody z drewna pochłania dużo energii, trudno jest uzyskać optymalną temperaturę spalania, poniżej której gaz drzewny nie ulega spalaniu, poprzez komin przedostaje się do atmosfery. Niska temperatura spalin powoduje kondensację pary wodnej w kominie co w konsekwencji uszkadza jego konstrukcję. Minimum dwa lata drewno powinno być prawidłowo składowane i suszone na powietrzu. Po dostarczeniu z lasu powinno być pocięte na odpowiednią długość i porąbane.

Błędem jest nie utrzymywanie wymiennika kotła w należytej czystości. Regularnie przynajmniej raz w miesiącu powinno się przeczyścić wymiennik z nalotów sadzy i popiołu.

W kotłach wykorzystujących proces zgazowania drewna temperatura spalin powinna być powyżej 150°C, a temperatura kotła powyżej punktu rosy tj. 60°C. Eksploatacja kotła poniżej tych temperatur powoduje szybkie skorodowanie korpusu oraz uszkodzenie kominu.

W okresach przejściowych temperatur jesień-wiosna powinno się kocioł załadowywać drewnem tylko częściowo, tak aby mogło ono być całkowicie spalane.

### Jaką wartość energetyczną ma drewno ?

Gatunek	Wartość energetyczna m <sup>3</sup> w kW/h	Wartość energetyczna mp w kW/h	Wartość energetyczna 1 kg w kW/h
Jawor	2.600	1,900	4,1
Brzoza	2.700	1,900	4,3
Buk	2.800	2,100	4,0
Dąb	2.900	2,100	4,2
Olcha	2.100	1,500	4,1
Jesion	2.900	1,500	4,1
Topola	1,700	1,200	4,1
Akacja	3,000	2,100	4,1
Wiąz	2.800	1,900	4,1
Sosna	2.300	1,700	4,4
Świerk	2.100	1,500	4,5
Jodła	2.000	1,400	4,5

Przyjęta wilgotność 15%.