



BIOMASA

Dr inż. Kinga Turoń

**MASZyny
I URZĄDZENIA DO
PRZYGOTOWANIA
BIOMASY**



MASZINY DO POZYSKIWANIA BIOMASY DRZEWNEJ

Maszyny do pozyskiwania drewna

<https://youtu.be/pe5nzNFtvfw>

<https://youtu.be/fjLzUCJ44oc>

Produkcja zrębków

Produkcja brykietów

Produkcja pelletów

HARWESTERY

Dzieli się na:
Jednochwytakowe
i dwuchwytakowe



PREZENTACJA

FORWARDERY

Cztero -, sześćo -, lub
ośmiokołowe

Wyposażone w żurawie
hydrauliczne o wsięgu 7-10m



MATERIAŁ NIEOBROBIONY PRZECHODZI PRZEZ TRZY RÓŻNE FAZY:

SELEKCJA:

materiał jest dzielony na sortymenty w zależności od jego przeznaczenia (do pieca lub suszarni).

Podział ten zwykle wykonywany jest ręcznie;

CIĘCIE:

skracanie drewna na odcinki od 25 do 100 cm, przez przecinanie fragmentów drewna prostopadle do jego włókien;

ROZŁUPYWANIE:

zmniejszanie średnicy fragmentów drewna poprzez stosowanie sił mechanicznych wzdłużnie do przebiegu włókien drewna.

W ZALEŻNOŚCI OD ZASTOSOWANYCH CZYNNOSCI, MASZYNY UŻYWANE DO PRODUKCJI KŁÓD DREWNA DZIELI SIĘ NA:

PIŁY:

jeśli oparte są one na pilarkach taśmowych, mogą one obrabiać średnice większe niż 40 cm i charakteryzują się niskimi stratami przy cięciu; jeśli są to piły tarczowe, mogą one obrabiać tylko mniejsze średnice, oraz mają większe straty wynikające z cięcia;

ROZŁUPIARKI (ŁUPARKI):

wyposażone są one w urządzenie rozłupujące drewno na zasadzie klina lub śruby. Urządzenia klinowe do użytku domowego mają zazwyczaj 2 lub 4 krawędzie rozłupujące, odcinki drewna są zwykle umieszczane w pozycji pionowej, a urządzenia te używają siły rozłupującej do 15 t, podczas gdy w urządzeniach typu przemysłowego, odcinki drewna są umieszczane poziomo wobec klinów lub krat, mają one do 16 krawędzi rozłupujących i nacisk do 40 - 60 ton.

KOMBAJNY (PIŁO-ROZŁUPIARKI):

istnieją modele przewoźne, ale większość takich urządzeń to urządzenia stacjonarne, które łączą w sobie dwa procesy, pozwalając na podwyższenie automatyzacji procesu produkcyjnego i jego wyższą wydajność, oraz obróbkę zarówno kłód jak i większych gałęzi. Wyposażone są w silnik elektryczny lub spalinowy o zapłonie iskrowym, (do 55 kW), mogą obrabiać pnie i kłody do długości 6 m i średnicy 60 cm, oraz mogą wytwarzać więcej niż 12 ton materiału na godzinę.⁷

**ŁUPARKA
KLINOWA
O PRACY
POZIOMOWEJ**



**ŁUPIARKA
STOŻKOWA**



20XX

Piła łańcuchowa

koszt zakupu: 500 - 900 €

wydajność w lesie gospodarczym:

1 - 1.2 m³/h (trzebież)

2 - 2.5 m³/h (główne obalanie)

wydajność w lesie odrostowym:

0.4 - 0.7 przestrz. m³/h (warunki średn.)

0.8 - 1.8 przestrz. m³/h (warunki dobre)

zużycie paliwa na godz.: 0.6 - 1 l

(mieszanka benzyny i oleju silnikowego)

koszt godziny pracy ≈ 18 - 20 €



Traktor wraz z ładowarką

koszt zakupu traktora: 45,000 - 60,000 €

koszt zakupu ładowarki: 3000 - 4200 €

wydajność w lesie gospodarczym: 2.5 - 6
m³/h

wydajność w lesie odrostowym: 3 - 7
przestrz.

m³/h

zużycie paliwa na godz.: 4 - 9 l

koszt godziny pracy ≈ 45 - 50 € (2
pracowników)



Traktor wraz z przyczepą

koszt zakupu traktora: 45,000 - 60,000 €

koszt zakupu przyczepy: 8,000 - 25,000 €

pojemność ładunkowa: 5 - 15 t

wydajność: 5 - 12 m³/h

(w zależności od odległości transportu)

zużycie paliwa na godz.: 5 - 10 l

koszt godziny pracy \approx 40 - 50 €



Harwester

koszt zakupu: 300,000 - 370,000 €

max średnica cięcia: 65 - 70 cm

max średnica usuwania gałęzi: 45 - 60 cm

max nachylenie pokonywanych

wzniesień: 35% (na kołach)

60% (gąsienice)

(przy optymalnych warunkach podłoża)

wydajność w lesie gospodarczym: 8 - 20 m³/h

zużycie paliwa na godz.: 11 - 16 l

koszt godziny pracy \approx 90 - 120 €



Forwarder

koszt zakupu: 180,000 - 270,000 €

pojemność ładunkowa: 10 - 14 t

max nachylenie pokonywanych

wzniesień: 30 - 35%

długość pni: do 6 m

wydajność: 12-20 m³/h

(w zależności od odległości
transportu)

zużycie paliwa na godz.: 7 - 11 l

koszt godziny pracy \cong 65 - 80 €



Harvester hybrydowy

koszt zakupu: 240,000 €

max średnica cięcia: 55 cm

max średnica usuwania gałęzi: 50 cm

max nachylenie pokonywanych

wzniesień: 45-50%

wydajność: 10-15 m³/h

zużycie paliwa na godz.: 10 - 12 l

koszt godziny pracy \cong 80 €



Skidder (ciągnik zrywkowy)

koszt zakupu: 120,000 - 150,000 €

wydajność transportu: do 3 t

max nachylenie pokonywanych

wzniesień: 20%

wydajność: 8 - 12 m³/h

(w zależności od odległości
transportu)

zużycie paliwa na godz.: 6 - 10 l

koszt godziny pracy \cong 55 - 65 €



Obrabiarka montowana na traktorze

koszt zakupu traktora: 30,000 €

koszt zakupu obrabiarki: 45,000 €

max średnica cięcia: 48 cm

max średnica usuwania gałęzi: 40 cm

wydajność: 10-15 m³/h

zużycie paliwa na godz.: 4 - 5 l

koszt godziny pracy \cong 35 €



Obrabiarka w oparciu o koparkę

koszt zakupu koparki: 170,000 €
koszt zakupu obrabiarki: 60,000 €
max średnica cięcia: 65 cm
max średnica usuwania gałęzi: 60 cm
wydajność: 15-40 m³/h
zużycie paliwa na godz.: 15 - 17 l
koszt godziny pracy ≈ 85 €



Żuraw linowy z przewoźnym dźwigiem placowym

lekki:

koszt zakupu: 40000 - 120,000 €
max moc pociągowa: 2,000 daN
wydajność: 3 - 6 m³/h
zużycie paliwa na godz.: 5 - 6 l
koszt godziny pracy ≈ 25 - 40 €

średni:

koszt zakupu: 100,000 - 220,000 €
max moc pociągowa: 5000 daN
wydajność: 3 - 12 m³/h
zużycie paliwa na godz.: 6 - 10 l
koszt godziny pracy ≈ 40 - 80 €



Zrębkwonica

małej mocy

koszt zakupu: 3,500 - 35,000 €

średnica robocza: max 20 cm

wydajność: 2 - 3 t/h

zużycie paliwa na godz.: 5 - 8 l

średniej mocy

koszt zakupu: 15,000 - 75,000 €

średnica robocza: max 30 cm

wydajność: 4 - 7 t/h

zużycie paliwa na godz.: 10 - 14 l

wysokiej mocy

koszt zakupu: 31,000 - 250,000 €

średnica robocza: > 30 cm

wydajność: 13 - 20 t/h

zużycie paliwa na godz.: 34 - 38 l

koszt godziny pracy \cong 150 - 190 €



Pila do drzewa

koszt zakupu: 600 - 2,000 €

średnica robocza: 14 - 25 cm

Rozłupiarka do drzewa

koszt zakupu: 1,500 - 14,000 €

robocza długość bali: 0.3 - 4 m

Kombajn (pilo-rozłupiarka)

koszt zakupu: 7,000 - 70,000 €

średnica robocza: 25 - 60 cm

robocza długość bali: 2 - 6 m

koszt godziny pracy \cong 70 - 150 €



**Ciągnik siodłowy z przyczepą
(transport bali i kłód)**

koszt zakupu ciągnika: 110,000 -
150,000 €

koszt zakupu przyczepy: 20,000 - 30,000
€

pojemność ładunkowa: 18 - 20 t

zużycie paliwa: 2.5 - 3.5 km/l

koszt godziny pracy \cong 60 - 75 €



**Ciągnik siodłowy z przyczepą
(transport zrębek)**

koszt zakupu ciągnika: 100,000 -
115,000 €

koszt zakupu przyczepy: 45,000 €

pojemność ładunkowa: 20 - 22 t
(85 - 90 bulk m³)

zużycie paliwa: 2.5 - 3.5 km/l

koszt godziny pracy \cong 65 - 70 €

z ładowarką dwuszczkową

koszt zakupu: 205,000 €

pojemność ładunkowa: 81 nasyp. m³

koszt godziny pracy \cong 70 - 75 €



PRODUKCJA ZRĘBKÓW

Pod względem budowy rębaki
można dzielić na:

- bębnowe
- tarczowe
- bijakowe

a ze względu na rodzaj napędu:

- elektryczne
- spalinowe





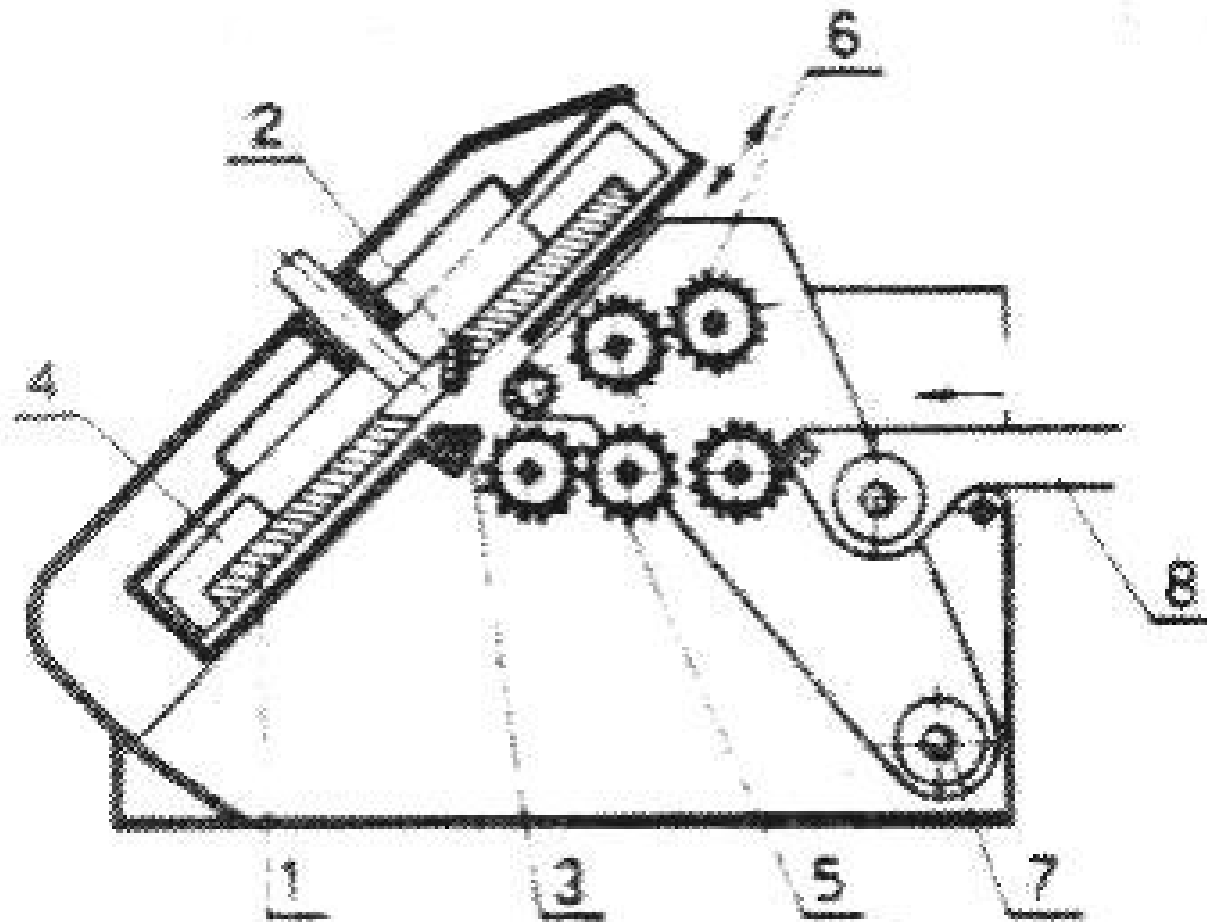
RĘBAK CIĄGNIKOWY



RĘBAK DO CAŁYCH PNI

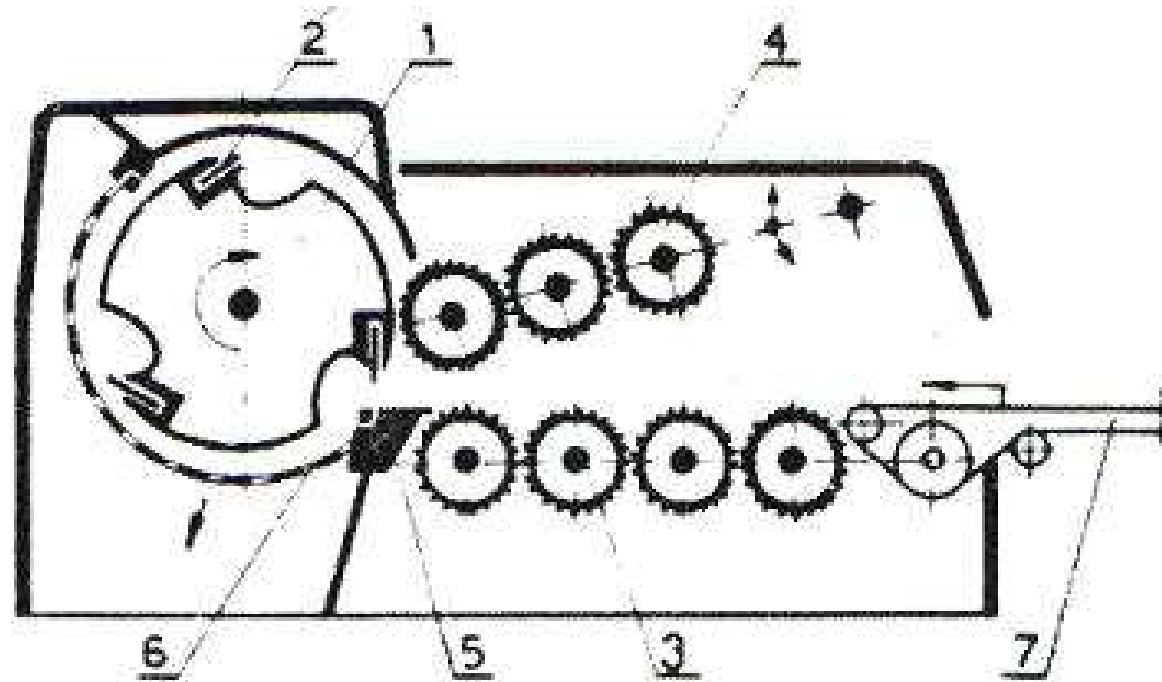
RĘBAK TARCZOWY

- 1 – tarcza nożowa,
- 2 – nóż,
- 3 – przeciwnóż,
- 4 – łopatką,
- 5 – dolny zespół walców posuwowych,
- 6 – górny, wychylny zespół walców posuwowych,
- 7 – punkt obrotu wysięgnika,
- 8 – przenośnik



RĘBAK BĘBNOWY

- 1 – wał/bęben nożowy,
- 2 – nóż,
- 3 – stały zespół walców posuwowych,
- 4 – wychylny zespół walców posuwowych,
- 5 – przeciwnóż,
- 6 – sito,
- 7 – przenośnik.



**RĘBAK
BIJAKOWY**



Gardziel rębaka bijakowego



**PRODUKCJA
BRYKIETÓW**



Brykiet z drewna



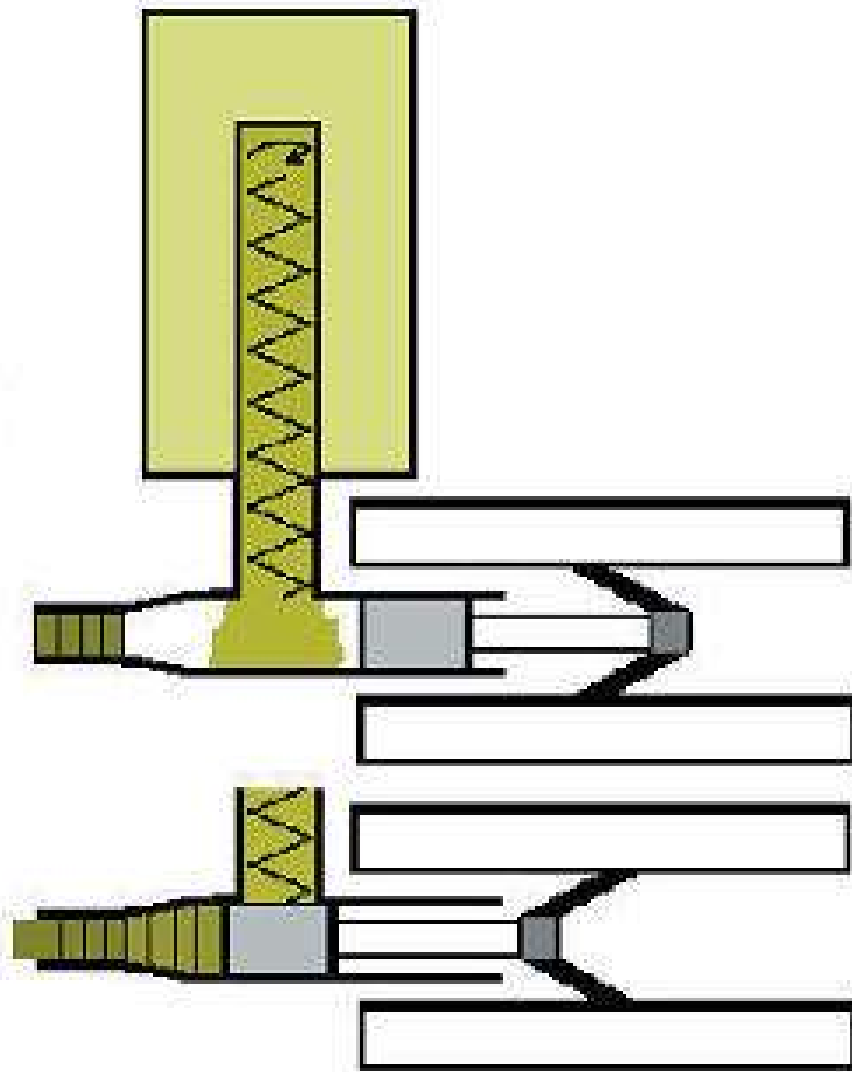
BRYKIET ZE SŁOMY PIERŚCENIOWY

BRYKIECIARKI



Maszyny do brykietowania można ogólnie podzielić na:

- tłokowe,
- ślimakowe,
- hydrauliczne.



BRYKIECIARKI TŁOKOWE

CYKLE PRACY

U góry zadawanie materiału
przez ślimak do komory
zgniotu

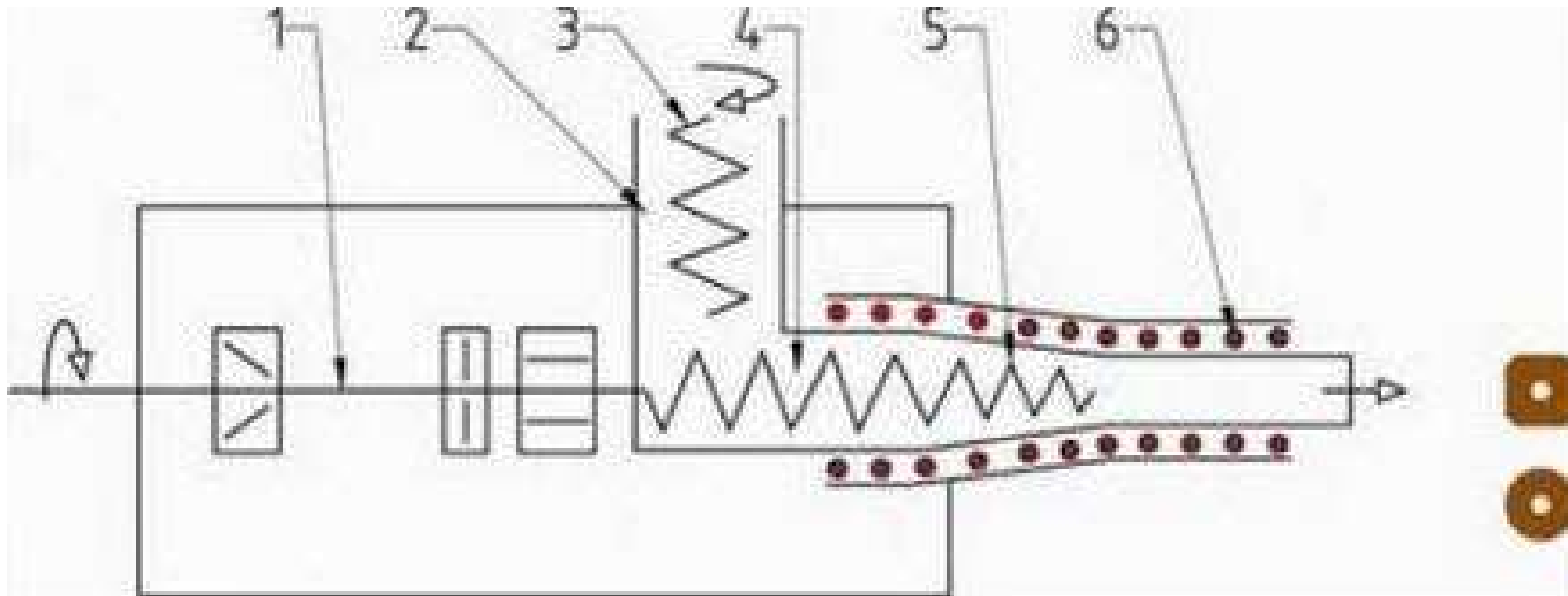
U dołu - prasowanie brykiету.



BRYKIECIARKA TŁOKOWA

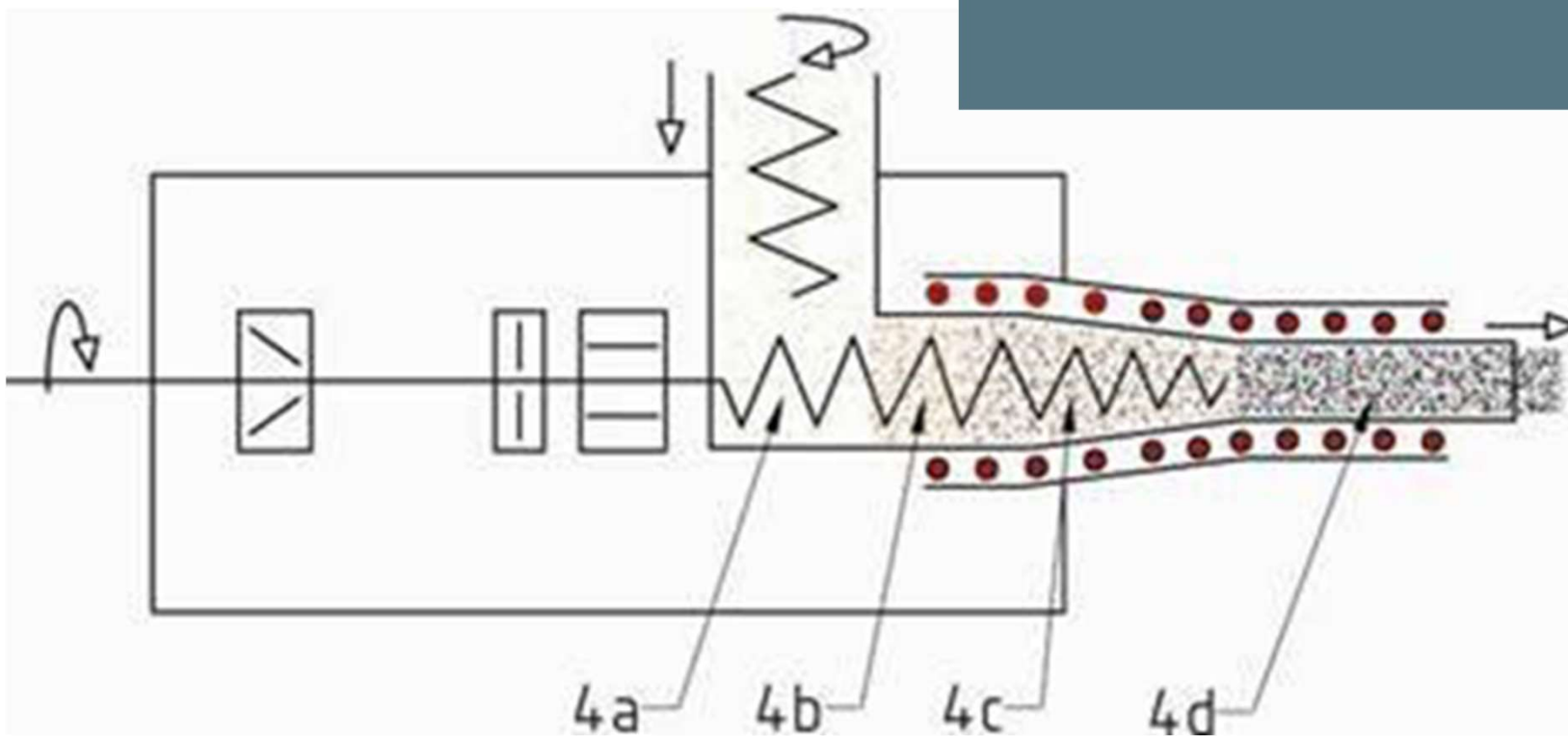
BRYKIECIARKI ŚLIMAKOWE

- 1 – układ łożyskowy
- 2 – komora podająca
- 3 – ślimak podający
- 4 – komora zagęszczająca
- 5 – ślimak prasujący.
- 6 – grzałka



SCHEMAT PRACY BRYKIECIARKI ŚLIMAKOWEJ

4a – strefa podawania i odpowietrzania
4b – strefa zagęszczania,
4c – strefa wstępnego prasowania,
4d – strefa brykietowania

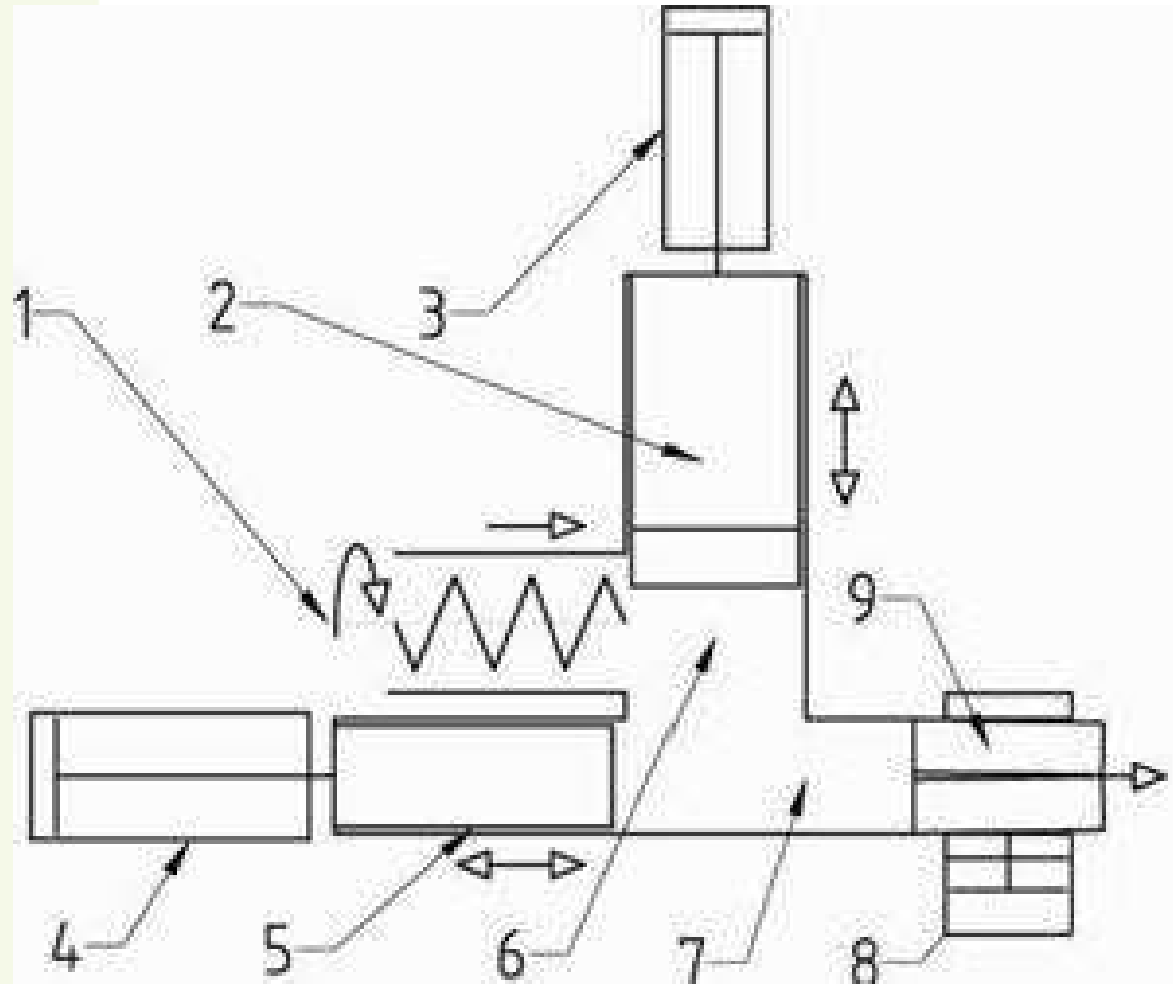




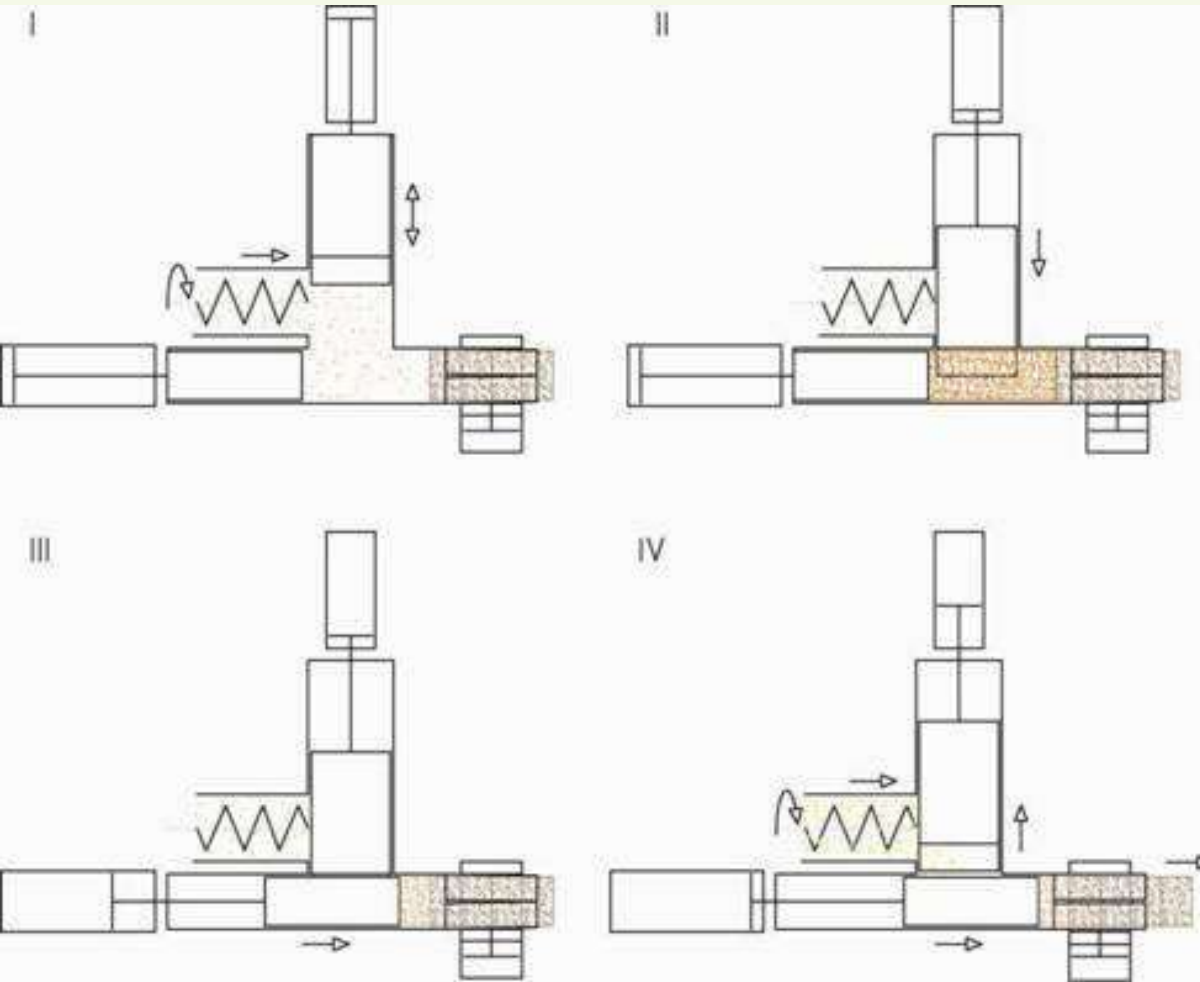
BRYKIECIARKA ŚLIMAKOWA

BRYKIECIARKI HYDRAULICZNE

- 1 – mechanizm podający
- 2 – stempel zagęszczający
- 3, 4, 8 – siłowniki hydrauliczne
- 5 – stempel prasujący
- 6 – komora zagęszczająca
- 7 – komora prasująca
- 9 – mechanizm regulacji oporu prasowania



CYKL PRACY BRYKIECIARKI HYDRAULICZNEJ



I - mechanizm podający (1) napełnia komorę zagęszczającą (6) i prasującą (7) materiałem,

II – siłownik hydrauliczny (3) przesuwają stempel (2) w dolne położenie, powodując zamknięcie komory prasującej (7) i wstępne zagęszczenie brykietowanego materiału,

III – siłownik hydrauliczny przesuwają stempel prasujący (5), który z kolei napiera i prasuje materiał znajdujący się w tulei w kierunku poprzednio sprasowanego materiału,

IV – po osiągnięciu zakładanego ciśnienia brykietowania (najczęściej do 100 MPa) siłownik hydrauliczny, mechanizmu regulacji oporu prasowania (9), pozwala na przepchnięcie brykietowanego materiału w kierunku wylotu w celu zwolnienia miejsca na następną operację prasowania.

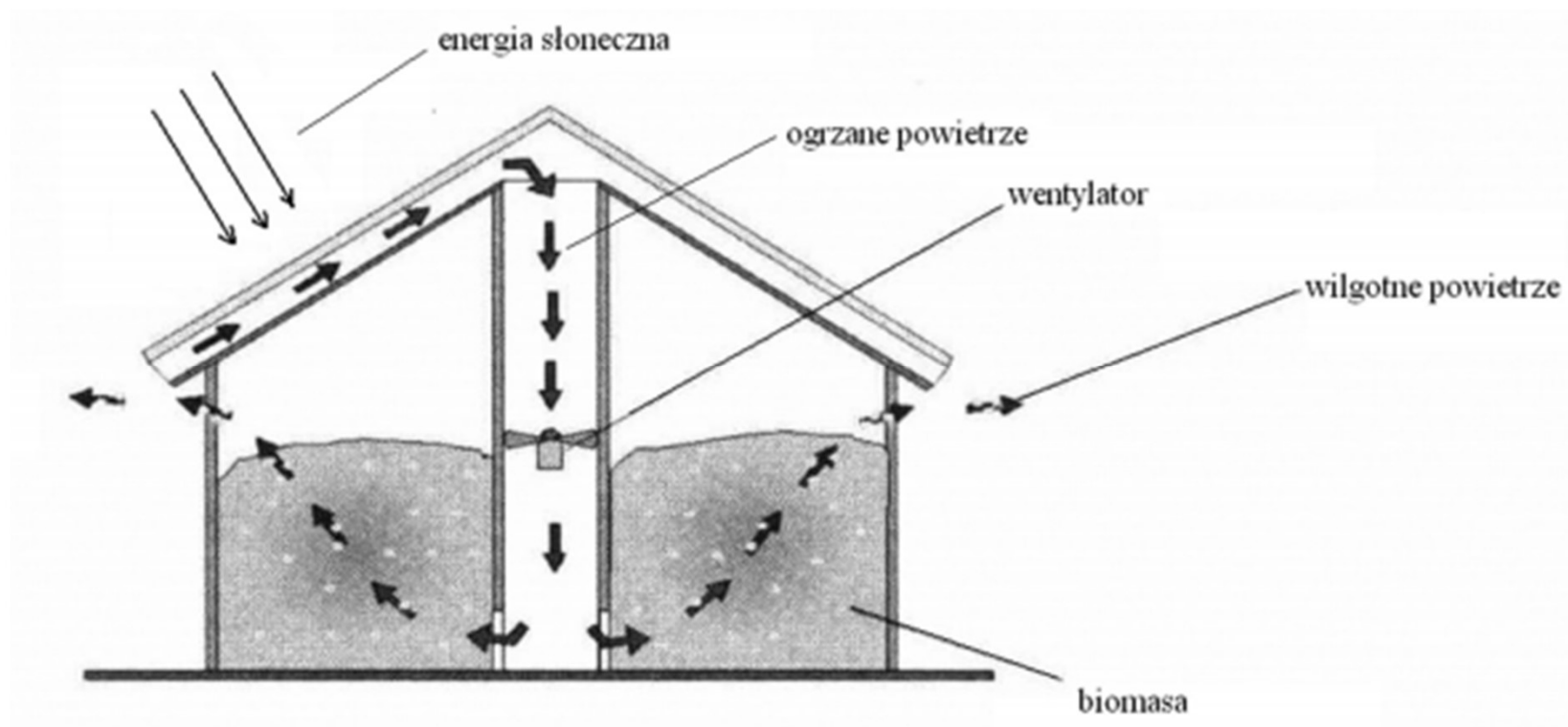


| Model brykociarki | typ | Wydajność [kg/h] | Wymiary brykietu | Moc silnika [kW] | Waga [kg] |
|-------------------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|-----------|
| BL-System (PHU Mikrom) | | | | | |
| Junior | hydrauliczna | 30-50 | ø50/60 mm | 5,5 | 680 |
| A6 | jw. | 35-70 | ø60/60-300 mm | 7,5 | 700 |
| A6 PLUS | jw. | 40-80 | ø60/60-300 mm | 10 | 760 |
| A 100N | jw. | 60-100 | ø65/60-300 mm | 10 | 1000 |
| ASKET | | | | | |
| Biomasser | ślimakowa | do 85 | ø70 ciągly | 4,2 | 240 |
| Alchemik | | | | | |
| APT 65 | hydrauliczna | 100 | ø65 | 7,5 | - |
| APT 80 | jw. | 220-250 | ø80 | 11 | - |
| APTW | jw. | 350 | 105x60x80 | 22 | - |
| APTWJ | jw. | 350 | ø80 | 22 | - |
| GROSS Apparatebau GmbH | | | | | |
| GP60 | hydrauliczna | 60-80 | ø50 | 7,5 | 820 |
| GP80 | hydrauliczna | 80-100 | ø50 | 7,5 | 870 |
| GP100 | jw. | 100-120 | ø60 | 7,5 | 1000 |
| GP150 | jw. | 120-160 | ø70 | 7,5 | 1050 |
| WAMAG S.A. | | | | | |
| BT 86MA | tłokowa | Max. 300 | ø50 | 18,5 | 3000 |
| Brodpol PPH | | | | | |
| BK 60 | tłokowa | 400-700 | ø60-62 | 18,5-22 | 1900 |
| WEIMA | | | | | |
| TH 200 | hydrauliczna | 30-50 | ø50 | 5,5 | - |
| TH 300 | hydrauliczna | 50-80 | ø70 | 7,5 | - |
| Wektor | | | | | |
| BT-60 | tłokowa | Do 700 | ø60/200 mm | 19 | - |

Przegląd modeli brykociarek

SUSZENIE BIOMASY

**SUSZENIE
Z WYKORZYSTANIEM
ENERGII SŁONECZNEJ**



Proces suszenie biomasy przy wykorzystaniu energii słonecznej



SUSZARNIA SŁONECZNA BIOMASY W ZŁOCZEWIE

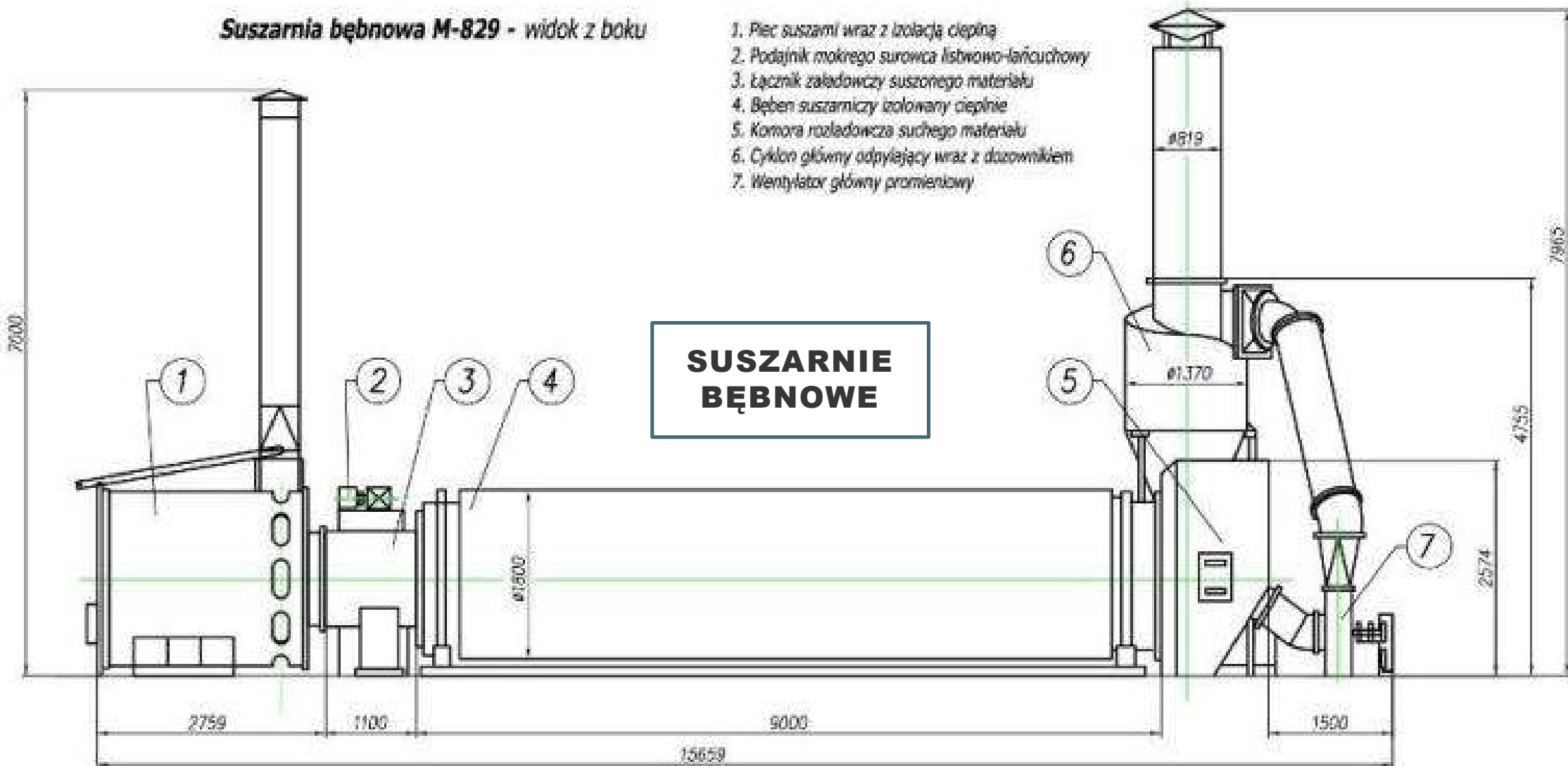


SUSZARNIA SOLARNA W ŻÓLCZEWIE

Suszarnia bębnowa M-829 - widok z boku

1. Piec suszarni wraz z izolacją cieplną
2. Podajnik mokrego surowca listwowo-łańcuchowy
3. Łącznik załadunkowy suszonego materiału
4. Bęben suszarniczy izolowany cieplnie
5. Komora rozładowcza suchego materiału
6. Cyklon główny odpylejający wraz z dozownikiem
7. Wentylator główny promieniowy

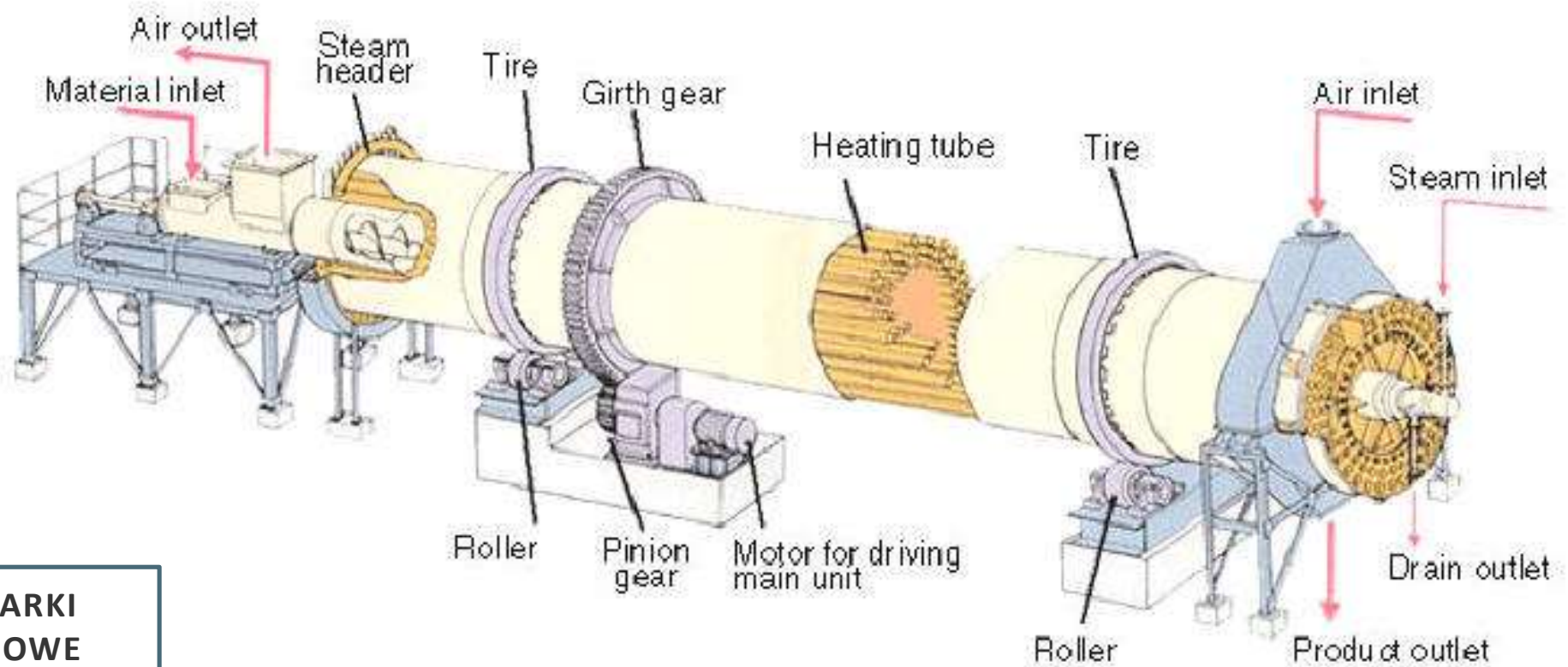
**SUSZARNIE
BĘBNOWE**





PREZENTACJA

| | |
|--|---------------------------|
| Wydajność nominalna suszarni przy suszeniu trociny czy innych biomas o wilgotności początkowej 45-50 % i końcowej 15 % | 1000 kg/h |
| Ilość odparowanej wody | 1100 kg/h |
| Moc cieplna pieca | max 1000 kW |
| Maksymalna temperatura powietrza suszącego na wejściu bębna | 600-650 °C |
| Średnie zużycie opału: | |
| węgiel kamienny lub paliwo o kaloryczności zbliżonej do węgla | 200 kg/h |
| wysoko kaloryczny brykiet z trocin | 250-300 kg/h |
| gaz ziemny GZ-50 | 110-120 m ³ /h |
| olej opałowy | 95 l/h |
| Łączna moc elektryczna zainstalowana | 17 kW |
| Łączna masa suszarni wraz z izolacją szamotową | 16500 kg |

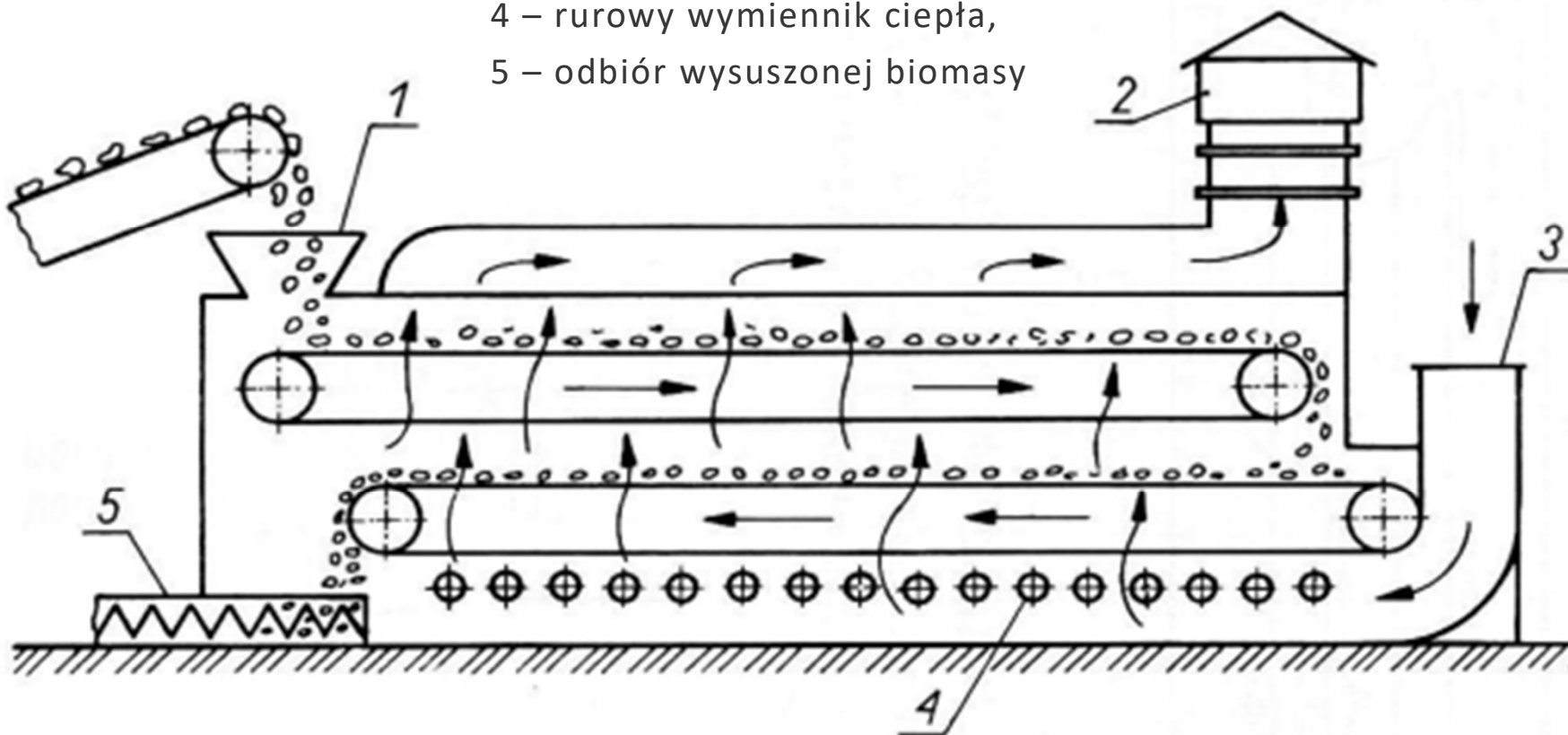


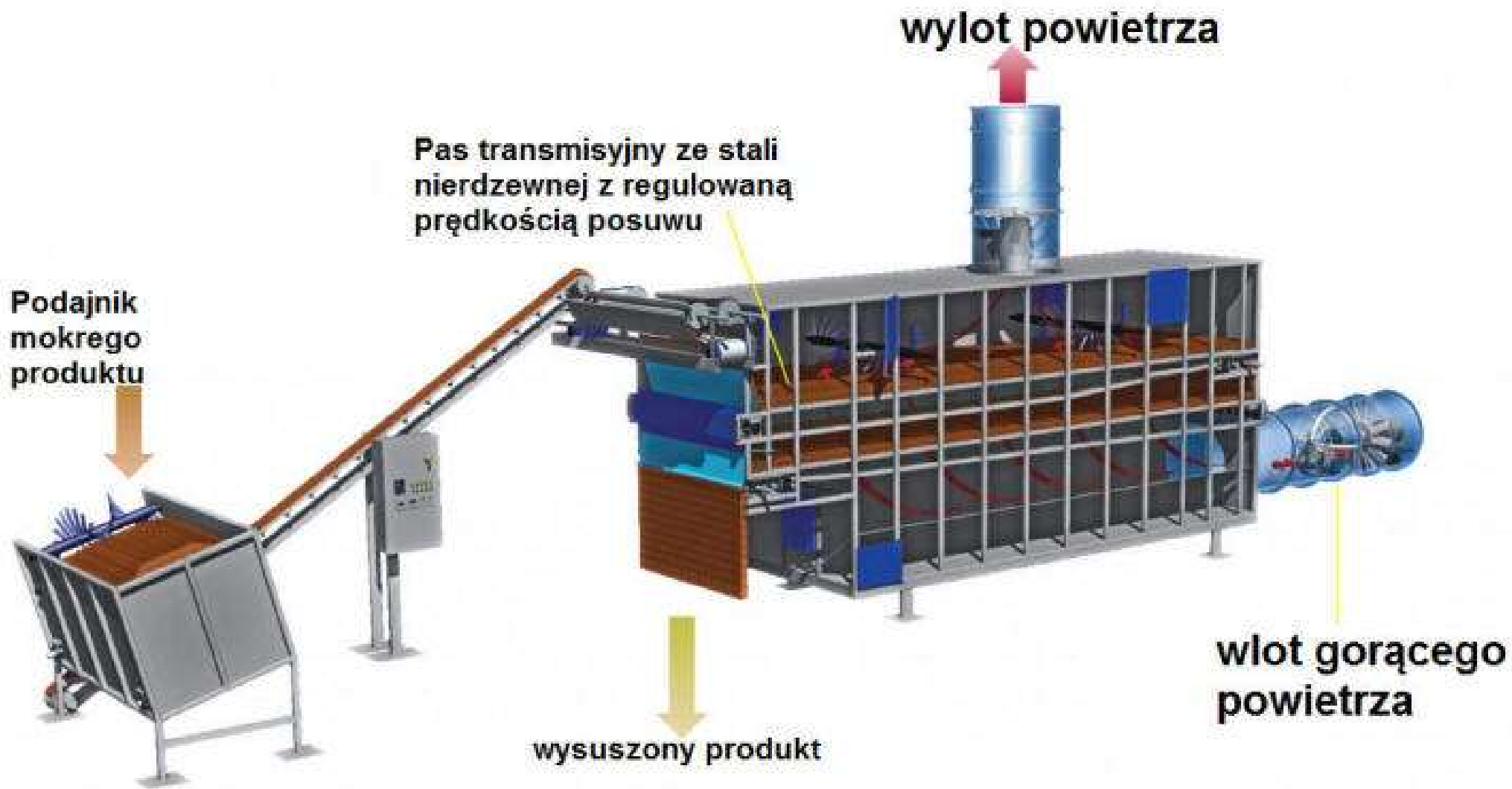
**SUSZARKI
BĘNOWE
POŚREDNIEGO
DZIAŁANIA**

Suszarka bębnowa pośredniego działania z wymiennikiem ciepła parowym.

SUSZARNIE TAŚMOWE TROCIN I ZRĘBKI

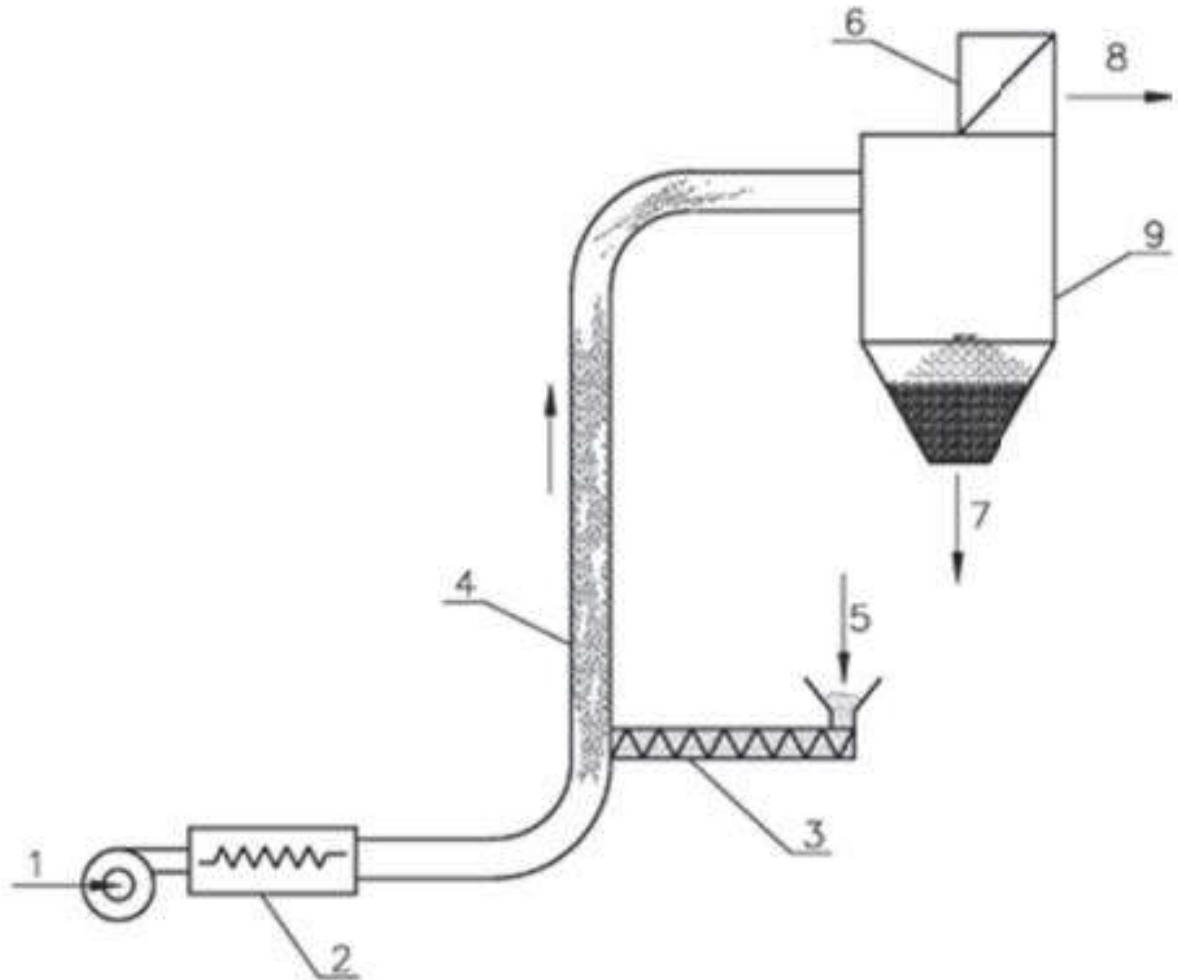
- 1 – zasyp surowca,
- 2 – komin,
- 3 – dopływ powietrza,
- 4 – rurowy wymiennik ciepła,
- 5 – odbiór wysuszonej biomasy





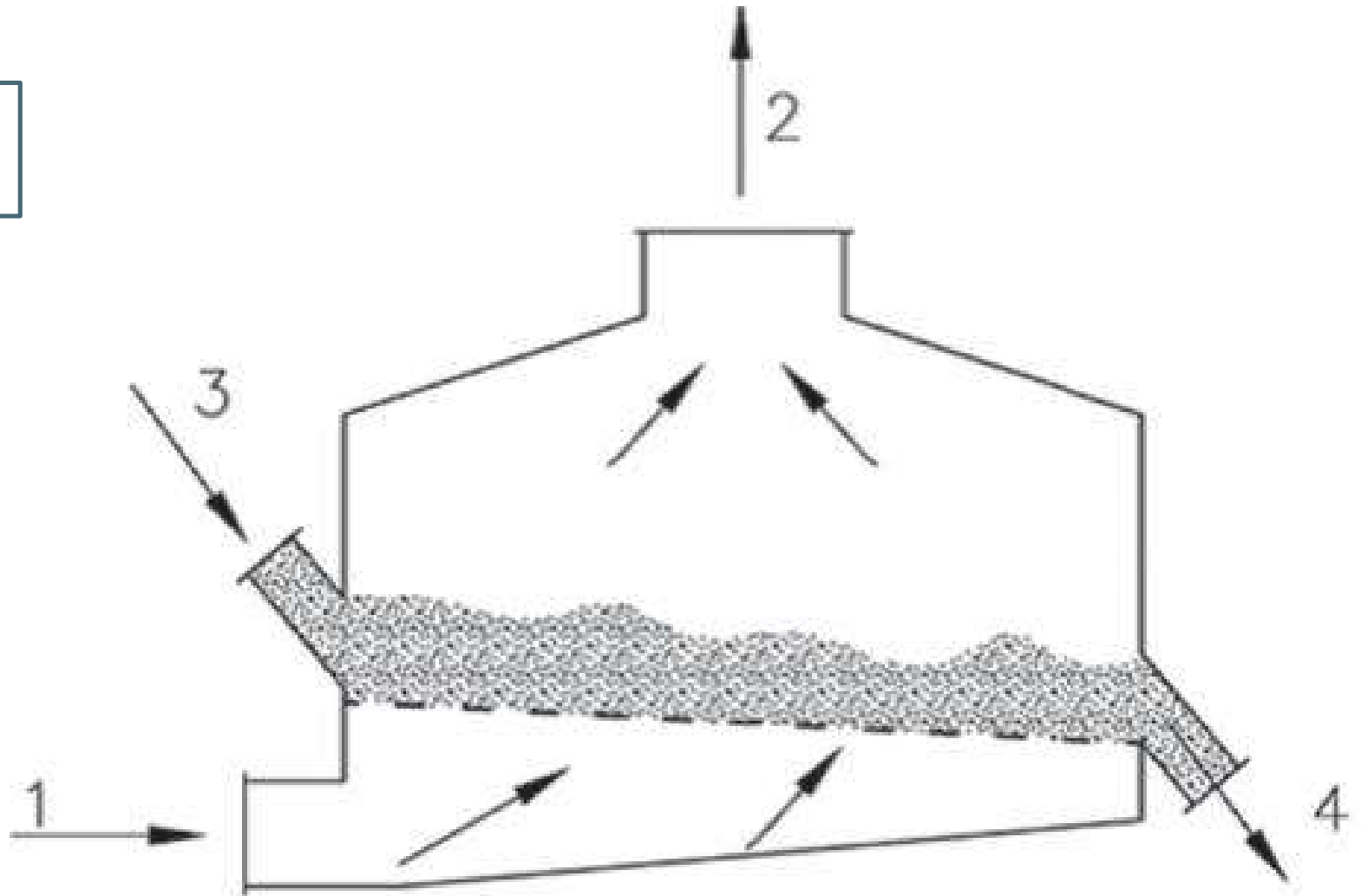
SUSZARNIE PNEUMATYCZNE (STRUMIENIOWE)

- 1 – dopływ powietrza,
- 2 – nagrzewnica,
- 3 – przenośnik ślimakowy,
- 4 – rurociąg suszący,
- 5 – dopływ czynnika wilgotnego,
- 6 – filtr,
- 7 – odbiór materiału,
- 8 – odprowadzenie powietrza,
- 9 – zbiornik materiału

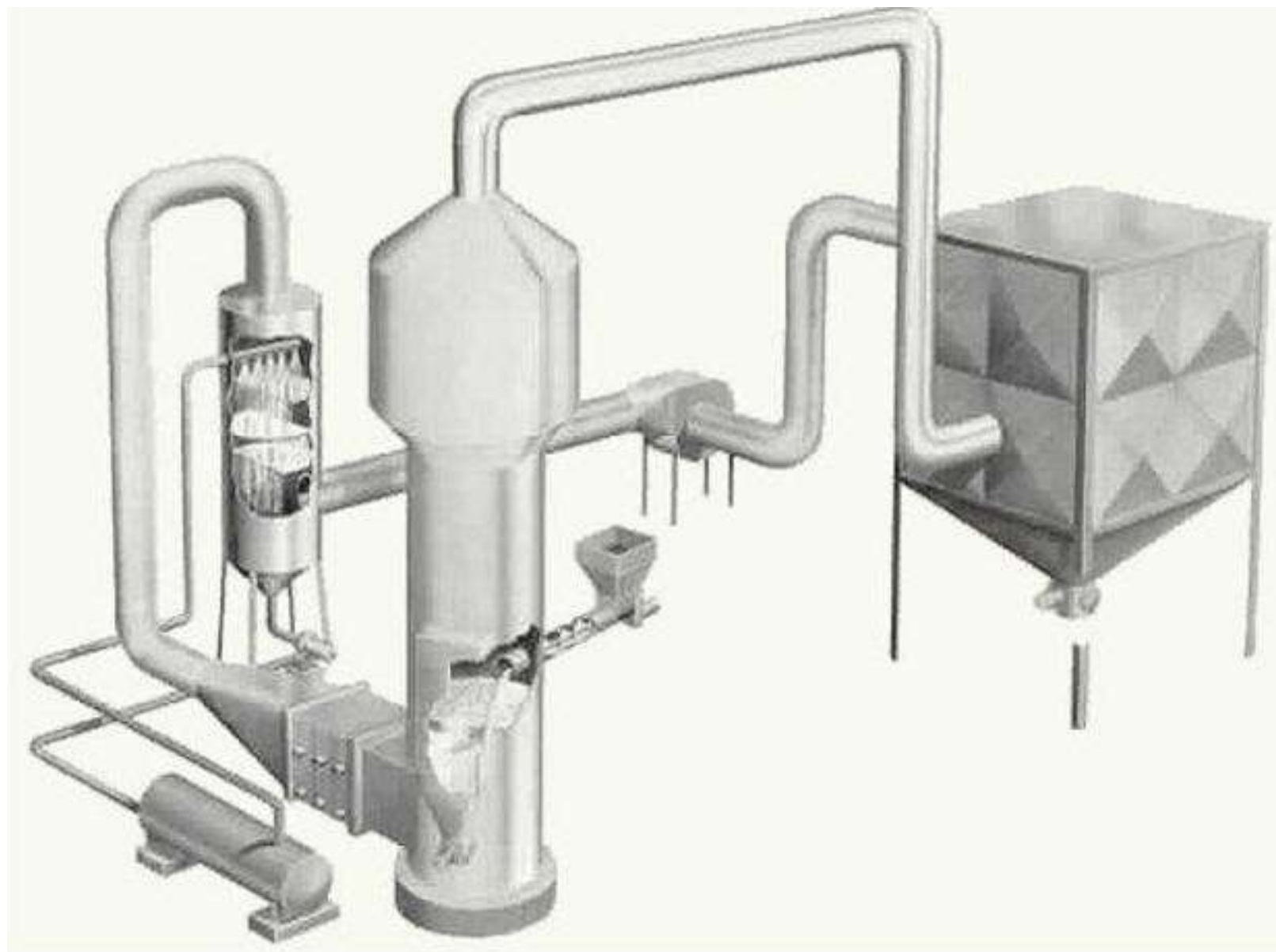


SUSZARNIE FLUIDALNE

- 1 – doprowadzenie czynnika suszącego,
- 2 – odprowadzenie czynnika suszącego,
- 3 – doprowadzenie materiału wilgotnego,
- 4 – odprowadzenie materiału wilgotnego



**SUSZARKA
FLUIDALNA**

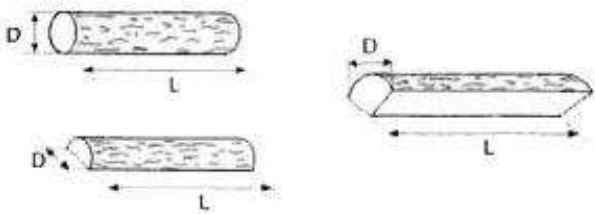


SUSZENIE DREWNA KAWAŁKOWEGO

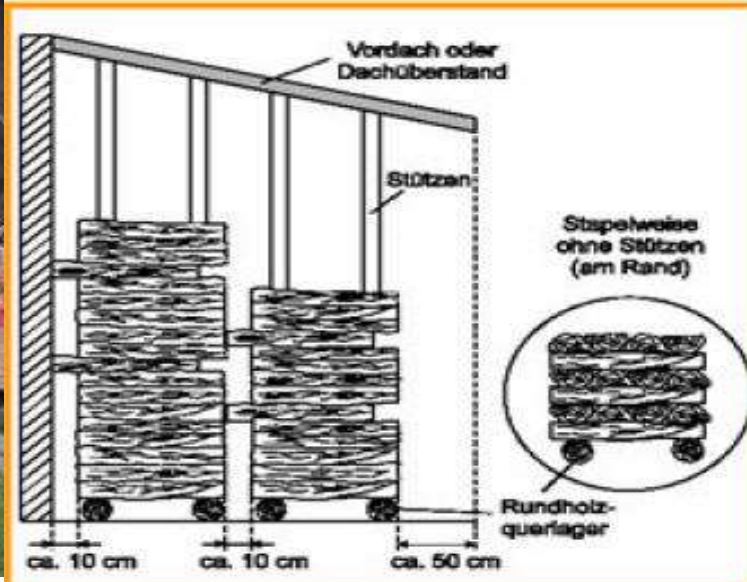
Drewno kawałkowe może być sezonowane bezpośrednio w lesie (zwykle całe kłody), na placu lub w magazynie biomasy pod zadaszeniem.



**SPECYFIKACJA
DREWNA
KAWAŁKOWEGO**

| | Forma handlowa | KŁODY DREWNA |
|-----------------|---|---|
| NORMATYW | <p>Wymiary</p> <p>Długość (L)</p> <p>Grubość (D) (maksymalna średnica pojedynczego fragmentu)</p> |  |
| | <p>P200- L ≤ 200 e D < 20 (drewno rozpałkowe)</p> <p>P200 L ≤ 200 ± 20 e 40 ≤ D ≤ 110 mm</p> <p>P250 L ≤ 250 ± 20 e 40 ≤ D ≤ 110 mm</p> <p>P330 L ≤ 330 ± 20 e 40 ≤ D ≤ 110 mm</p> <p>P500 L ≤ 500 ± 40 e 60 ≤ D ≤ 200 mm</p> <p>P1000 L ≤ 1000 ± 50 e 60 ≤ D ≤ 200 mm</p> <p>P1000 + > 1000 (rzeczywista wartość musi być przedstawiona, oraz należy określić wartość D)</p> | |
| | <p>Wilgotność (M)</p> <p>M20 ≤ 20% Oven-ready log</p> <p>M30 ≤ 30% Seasoned in the storage</p> <p>M40 ≤ 40% Seasoned in the forest</p> <p>M65 ≤ 65% Fresh, after cut in the forest</p> | |
| | <p>Drewno</p> <p>Należy podać czy jest to gatunek drewna szpilkowego czy liściastego, lub ich mieszanka.</p> | |

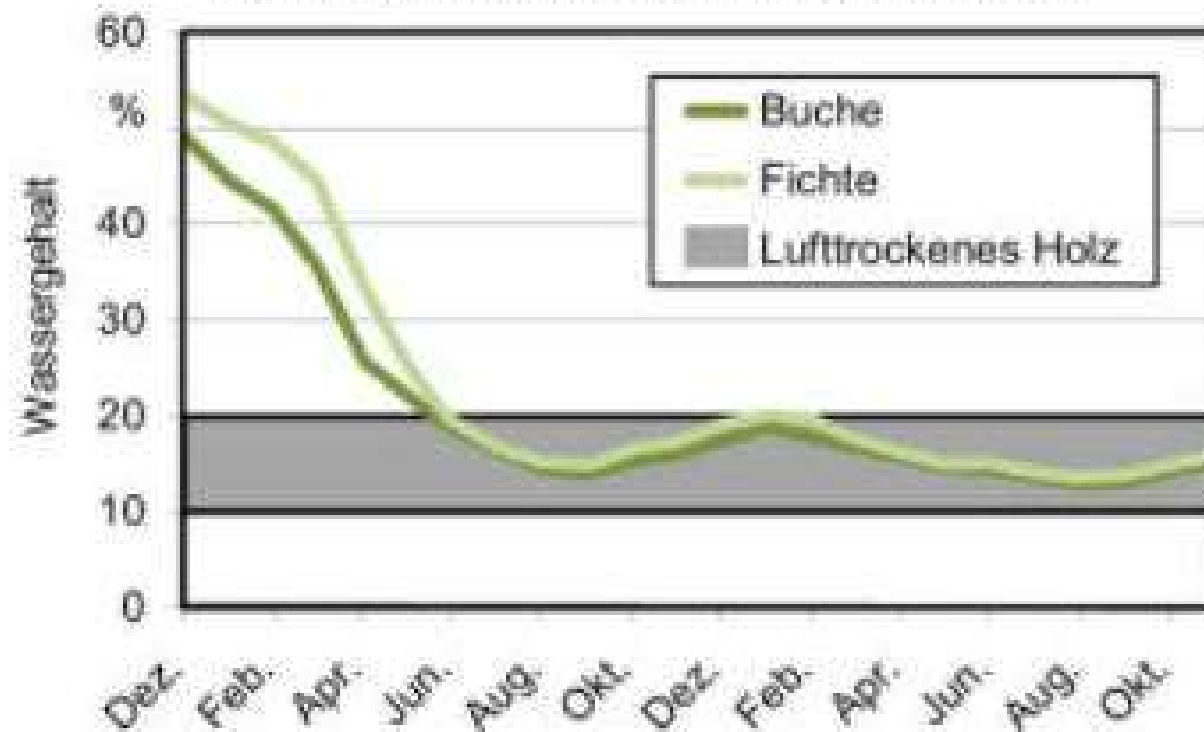






JAK PRZEBIEGA SEZONOWANIE DREWNA?

Exemplarischer Trocknungsverlauf für Meterscheite am Beispiel von Buchen- und Fichtenscheiten



Wykres utraty wilgotności przez drewno bukowe (buche) i świerkowe, jodłowe (fichte)

PRZECHOWYWANIE DREWNA

Podłoże utrzymane w
stanie suchym

Wolny dostęp do
powietrza i słońca

Minimalna odległość
między stosami 10 cm

Szczeliny wentylacyjne

Wstępne ogrzanie drewna
w kotłowni



MAGAZYNOWANIE BIOMASY

Normy i rozporządzenia

Polska nie wypracowała własnych norm odnośnie peletów, dlatego posługujemy się tutaj głównie normami europejskimi, niemieckimi i austriackimi. Na dzień dzisiejszy (10.2016) obowiązują w naszym kraju następujące normy dotyczące biopaliw:

PN-EN ISO 16559:2014-09 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Terminologia, definicje i określenia

PN-EN ISO 16993:2015-05 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Przeliczanie wyników oznaczeń na różne stany

PN-EN ISO 17225-1:2014-07 Wersja polska Biopaliwa stałe -- Specyfikacje paliw i klasy -- Część 1: Wymagania ogólne

PN-EN ISO 17225-2:2014-07 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Specyfikacje paliw i klasy -- Część 2: Klasy peletów drzewnych

PN-EN ISO 17225-3:2014-07 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Specyfikacje paliw i klasy -- Część 3: Klasy brykietów drzewnych

PN-EN ISO 17225-4:2014-07 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Specyfikacje paliw i klasy -- Część 4: Klasy zrębków drzewnych

Normy i rozporządzenia (c.d.)

PN-EN ISO 17225-5:2014-08 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Specyfikacje paliw i klasy -- Część 5: Klasy drewna kominkowego

PN-EN ISO 17225-6:2014-08 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Specyfikacje paliw i klasy -- Część 6: Klasy peletów nieдрzewnych

PN-EN ISO 17225-7:2014-08 Wersja angielska. Biopaliwa stałe -- Specyfikacje paliw i klasy -- Część 7: Klasy brykietów nieдрzewnych

PN-EN ISO 17828:2016-02 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Określanie gęstości nasypowej

PN-EN ISO 17831-1:2016-02 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Oznaczanie wytrzymałości mechanicznej peletów i brykietów -- Część 1: Pelety

PN-EN ISO 17831-2:2016-02 Wersja angielska Biopaliwa stałe -- Oznaczanie wytrzymałości mechanicznej peletów i brykietów -- Część 2: Brykiety

Brak jest norm dotyczących składowania paliw, w przypadku peletu można posługiwać się normami austriackimi w tym:

- ÖNORM M 7135 – Drewno prasowane w postaci naturalnej lub kora w postaci naturalnej – granulaty i brykiety – wymagania oraz dokumentacja testowa
- ÖNORM M 7136 - Drewno prasowane w postaci naturalnej – Zapewnienie jakości granulatu drzewnego w zakresie logistyki transportu oraz magazynowania
- ÖNORM M 7137 - Drewno prasowane w postaci naturalnej – Granulat drzewny – Wymagania dotyczące przechowywania granulatu u odbiorcy końcowego

**NORMA ÖNORM
M 7135**

| | |
|-------------------------|------------------------|
| Wartość kaloryczna | > 18MJ/kg |
| Siarka | <0,04% |
| Azot | <0,30% |
| Chlor | <0,02% |
| Średnica | 4mm<D<10mm (6 mm) |
| Ścieranie/Trwałość | <2,3% |
| Spoiwa (środki wiążące) | < 2% (tylko naturalne) |

NORMA ÖNORM M 7136

Ogólne wymagania

dokumentacja

zgodność produktu

Wymagania dotyczące magazynowania okresowego

dostawa

przechowywanie

załadunek pojazdów transportowych – oddzielenie drobnych cząstek

Wymagania dotyczące pojazdów transportowych dostarczających granulaty do odbiorców finalnych

zabezpieczenie przed wilgocią

naciski mechaniczne w instalacji załadowniczej

instalacja odprężająca

minimalna długość giętkiego przewodu zasilającego

NORMA ÖNORM M 7137

Miejsca przechowywania paliwa:

- piwnice
- silosy
- zbiorniki podziemne
- zbiorniki wolnostojące

Kryteria standaryzacji:

- zabezpieczenie przed zawilgoceniem
- instalacje
- przepisy przeciwpożarowe
- złącza zasilające i rozprężające

OBLICZANIE WYMAGANEJ OBJĘTOŚCI BIOMASY

PIERWSZĄ CZYNNOŚCIĄ PRZY PROJEKTOWANIU MAGAZYNU JEST OBLICZENIE MINIMALNEJ OBJĘTOŚCI PALIWA DLA ROCZNEGO ZAPOTRZEBOWANIA CIEPŁA W BUDYNKU. OBLICZENIA TAKIE SĄ ZAWSZE PRZYBLIŻONE Z UWAGI NA WIELE CZYNNIKÓW JAK:

- WILGOTNOŚĆ PALIW
- STOPIEŃ ICH ROZDROBNIENIA
- KSZTAŁT POSZCZEGÓLNYCH CZĄSTEK, ITP.

OBJĘTOŚĆ

METR SZEŚCIENNY (KUBICZNY)

jest używana
w odniesieniu
do objętości, która
jest całkowicie
wypełniona drewnem

METR PRZESTRZENNY

odnosi się do objętości
zajmowanej przez
drewno, jak również
powietrza
wypełniającego
przestrzeń pomiędzy
jego partiami

METR SZEŚCIENNY ZŁOŻONY

używana do mierzenia
objętości kłoców i bali
drewna dokładnie
złożonego w stosie

METR SZEŚCIENNY NASYPOWY

jest jednostką
objętości używaną
do pomiaru objętości
kłoców i bali drewna
oraz najczęściej
zrębków drewna

MASA

Jednostkami masy używanymi w relacji do paliw drzewnych są kilogram i tona metryczna. Poniżej podano listę jednostek miary objętości i masy, które są powszechnie używane w handlu paliwami drzewnymi.

| Jednostka miary | | | |
|---|----------|-------------------------------------|---------------------------------|
| tona | kilogram | metr sześcienny drewna złożonego | metr sześcienny drewna luzem |
| t | kg | m ³ drewno złożone | m ³ luzem |
| kłody drewna zrębki pelety i brykiety | | kłody drewna | kłody drewna zrębki |

STOSUNEK OBJĘTOŚCI DO MASY

Do wyrażenia stosunku objętości do masy paliw drzewnych używane są trzy różne jednostki miary.

GĘSTOŚĆ WZGLĘDNA

wartość niewymiarowa
pochodząca ze
stosunku pomiędzy
wagą i objętością wody
(przy temperaturze 4°C)
a substancji drzewnej

GĘSTOŚĆ MASY

stosunek pomiędzy wagą a objętością
masy drzewnej (masy porowatej)
składającej się z różnych substancji
oraz wypełniającej jej próżni (naczyn
włosowatych) wypełnionych
powietrzem i/lub wodą

GĘSTOŚĆ NASYPOWA

w odniesieniu do pryzm
paliw drzewnych (kłód,
kłoców oraz zrębek), które
tworzą próżnię pomiędzy
fragmentami drewna,
których wielkość zależy od
kształtu i wielkości tych
fragmentów.

ZAWARTOŚĆ WILGOCI

Drzewa iglaste średnia wartość zawartości wilgoci (M) 13%

| Gatunek | Zawartość wody [kg/m ³] | Gatunek | Zawartość wody [kg/m ³] |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Świerk norweski | 450 | cyprysowate | 600 |
| Jodła srebrna | 470 | sosna pinia | 620 |
| Sosna limba | 500 | modrzew | 660 |
| Jedlica | 510 | sosna nadmorska | 680 |
| Sosna zwyczajna | 550 | cis | 700 |
| Sosna czarna | 560 | sosna alepska | 810 |

Źródło: Giordano 1988.

ZAWARTOŚĆ WILGOCI

Drzewa liściaste średnia wartość zawartości wilgoci (M) 13%

| Gatunek | Zawartość wody [kg/m ³] | Gatunek | Zawartość wody [kg/m ³] |
|----------------|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------------|
| Wierzba | 450 | Hackberry – Celtis | 720 |
| Topola biała | 480 | jesion | 720 |
| Topola czarna | 500 | jesion mанны | 720 |
| Olsza szara | 520 | złotokap | 730 |
| Olsza włoska | 550 | klon polny | 740 |
| Olsza czarna | 560 | buk | 750 |
| Kasztan | 580 | dąb bezszypułkowy | 760 |
| Wiśnia | 600 | robinia akacyjowa | 760 |
| Wiąz | 620 | dąb szypułkowy | 770 |
| Bez | 620 | jarzab | 770 |
| Brzoza | 650 | grab pospolity | 800 |
| Lipa | 650 | chmielgrab | 820 |
| Orzech laskowy | 670 | dąb turecki | 900 |
| Klon jaworowy | 670 | drzewo oliwne | 920 |
| Klon | 670 | dąb ostrolistny | 940 |
| Orzech włoski | 700 | dereń | 980 |

Źródło: Giordano 1988.

Średnia gęstość drewna suszonego piecowo

| Drzewa | Gatunek | Gęstość drewna suchego [kg/m ³] |
|-----------|-------------------|---|
| Iglaste | sosna czarna | 560 |
| | modrzew | 550 |
| | sosna zwyczajna | 510 |
| | jedlica | 470 |
| | świerk norweski | 430 |
| | jodła srebrna | 410 |
| | sosna limba | 400 |
| Liściaste | grab pospolity | 750 |
| | dąb turecki | 740 |
| | robinia akacyjowa | 730 |
| | buk | 680 |
| | dąb | 670 |
| | jesion | 670 |
| | wiąz | 640 |
| | brzoza | 640 |
| | klon | 590 |
| | orzech laskowy | 560 |
| | lipa | 520 |
| | brzoza | 520 |
| | olcha | 490 |
| | topola osika | 450 |
| | topola | 410 |

Źródło: ÖNORM (Austriacki Instytut Norm – Österreichisches Normungsinstitut) B 3012.

GĘSTOŚĆ NASYPOWA

Gęstość nasypowa biomasy ułożonej i luzem

| Paliwa drzewne | Wilgotność (M) [%] | Gatunek | Gęstość nasypowa [kg/nasypowy m ³] |
|-------------------------------|--------------------|----------------|--|
| Kłody drewna (33 cm w stosie) | 15 | buk | 445* |
| | | świerk i jodła | 304* |
| Zrębki drewna | 30 | buk | 328 |
| | | świerk i jodła | 223 |
| Kora drzew iglastych | 15 | | 180 |
| Trociny | | | 160 |
| Wióry | | | 90 |
| Pelety | | 8 | |
| Biomasa rolnicza | | | |
| Bele słomy | 15 | miskant | 140 |
| Biomasa obornika | | miskant | 110 |
| Ziarno | | pszenżyto | 750 |

* kg/m³ przestrzenny
Źródło: Hartmann 2007.

Przelicznik objętościowy dla bali i zrębek

| Asortyment | Bale [m ³] | Kłody długości 1 metra [przestrz. m ³] | Kłody drewna porąbane | | Zrębki | |
|---|---------------------------|--|---|--|----------------------------|------------------|
| | | | ułożone [przestrz. m ³] | luzem [nasypowy m ³] | drobne (G30) | średnie (G50) |
| | | | | | [nasypowy m ³] | |
| 1 m ³ bali | 1 | 1,4 | 1,2 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| 1 przestrz. m ³ kłody dł. 1 m | 0,7 | 1 | 0,8 | 1,4 | (1,75) | (2,1) |
| 1 przestrz. m ³ kłody porąbanych | 0,85 | 1,2 | 1 | 1,7 | | |
| 1 nasyp. m ³ kłody porąbanych | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 1 | | |
| 1 nasyp. m ³ drobnych zrębków leśnych (G30) | 0,4 | (0,55) | | | 1 | 1,2 |
| 1 nasyp. m ³ średnich zrębków leśnych (G50) | 0,33 | (0,5) | | | 0,8 | 1 |

Uwaga: 1 tona zrębek G30 o wilgotności (*M*) 35% odpowiada ok. 4 nasyp. m³ zrębkom świerka oraz 3 nasyp. m³ zrębkom buku.

Źródło: ÖNORM M7132, M7133, Jones i in. 2005.

1 m³ bali



=

1,4
przestrzenne m³
odcinków (kłód)
1 metrowych
drewna



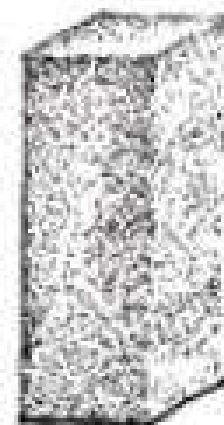
=

2 nasypowe m³
porąbanego drewna
opałowego



=

3 nasypowe m³
średnich zrębków
leśnych (G50)



| Gatunek | Drewno okrągłe [m ³] | Ogrągle dłuższe [przestrz. m ³] | Kłody dł. 1m [przestrz. m ³] | Porąbane kłody 33 cm [przestrz. m ³] | Porąbane kłody 33 cm [nasyp. m ³] |
|--|----------------------------------|---|--|--|---|
| W odniesieniu do 1 m ³ drewna okrągłego z korą | | | | | |
| Buk | 1,00 | 1,70 | 1,98 | 1,61 | 2,38 |
| Świerk | 1,00 | 1,55 | 1,80 | 1,55 | 2,52 |
| W odniesieniu do 1 m ³ drewna okrągłego | | | | | |
| Buk | 0,59 | 1,00 | 1,17 | 0,95 | 1,40 |
| Świerk | 0,65 | 1,00 | 1,16 | 1,00 | 1,63 |
| W odniesieniu do 1 przestrz. m ³ ułożonych kłód | | | | | |
| Buk | 0,50 | 0,86 | 1,00 | 0,81 | 1,20 |
| Świerk | 0,56 | 0,86 | 1,00 | 0,86 | 1,40 |
| W odniesieniu do 1 przestrz. m ³ porąbanych kłód 33 cm, ułożone | | | | | |
| Buk | 0,62 | 1,05 | 1,23 | 1,00 | 1,48 |
| Świerk | 0,64 | 1,00 | 1,16 | 1,00 | 1,62 |
| W odniesieniu do 1 m ³ nasypowego porąbanych kłód 33 cm, luzem | | | | | |
| Buk | 0,42 | 0,71 | 0,83 | 0,68 | 1,00 |
| Świerk | 0,40 | 0,62 | 0,72 | 0,62 | 1,00 |

Źródło: Hartmann 2007.

**JEDNOSTKI
MIAR
ENERGII**

Przeliczniki które warto znać

| | | |
|--------|------------|---------------------|
| 1 kWh | = 860 kcal | = 3,600 kJ (3,6 MJ) |
| 1 MJ | = 239 kcal | = 0,278 kWh |
| 1 kcal | = 4,19 kJ | = 0,00116 kWh |
| 1 toe | = 41,87 GJ | = 11,63 MWh |

| Paliwa | Wartość kaloryczna netto (wartości średnie) | |
|-----------------------------|---|----------------------------|
| | MJ | kWh |
| Olej opałowy bardzo lekki | 36,17 MJ/l (42,5 MJ/kg) | 10,00 kWh/l (11,80 kWh/kg) |
| Olej opałowy lekki | 38,60 MJ/l (41,5 MJ/kg) | 10,70 kWh/l (11,50 kWh/kg) |
| Gaz ziemny* | 36,00 MJ/m ³ | 10,00 kWh/m ³ |
| LPG** | 24,55 MJ/l (46,30 MJ/kg) | 6,82 kWh/l (12,87 kWh/kg) |
| Węgiel | 27,60 MJ/kg | 7,67 kWh/kg |
| Koks 40/60 | 29,50 MJ/kg | 8,20 kWh/kg |
| Lignit (brykiety) | 20,20 MJ/kg | 5,60 kWh/kg |
| 1 kWh (energia elektryczna) | 3,60 MJ | 1,00 kWh |
| 1 kg drewna (M = 20%) | 14,40 MJ/kg | 4,00 kWh/kg |

* 1 kg = 5,8 l (20°C, 216 bar)

** 1m³ LPG = 4 l = 2 kg

Źródło: Jonas i in. 2005.

Przy pominięciu sprawności kotła można stosować następujące przeliczniki

1000 litrów oleju opałowego \approx 5-6 nasyp. m³ kłód drewna liściastego
7-8 nasyp. m³ kłód drewna iglastego
10-15 nasyp. m³ zrębek drewna
2,1 t peletów

Możemy się też tutaj posłużyć wzorem:

$$V = \frac{Q_{co} + Q_{cwu}}{\rho_n \cdot W_u \cdot \eta}$$

Gdzie:

V - objętość paliwa w [m³]

Q_{co} - roczne zapotrzebowanie ciepła w budynku w [kWh/a]

Q_{cwu} - roczne zapotrzebowanie z tytułu przygotowania ciepłej wody [kWh/a]

ρ_n - gęstość nasypowa paliwa w [kg/m³]

W_u - wartość opałowa paliwa w [kWh/kg]

η - sprawność kotła

MAGAZYNY PELETU

Magazyny peletu można ogólnie podzielić na:

- wewnętrzne
- zewnętrzne (nadziemne i podziemne)

Usytuowanie magazynu

Magazyny peletu muszą uwzględniać wymagania pojazdów dostawczych. Należy pamiętać, że maksymalny zasięg węży do ładowania peletu nie przekracza 30m. Wąż nie powinien być też w czasie ładowania naprężony. Pojazdy muszą mieć zapewnioną drogę dojazdową o szerokości minimum 3m. Bramy wjazdowe powinny mieć nadproża nie niżej niż 4m.



CYSTERNA DO TRANSPORTU PELETU



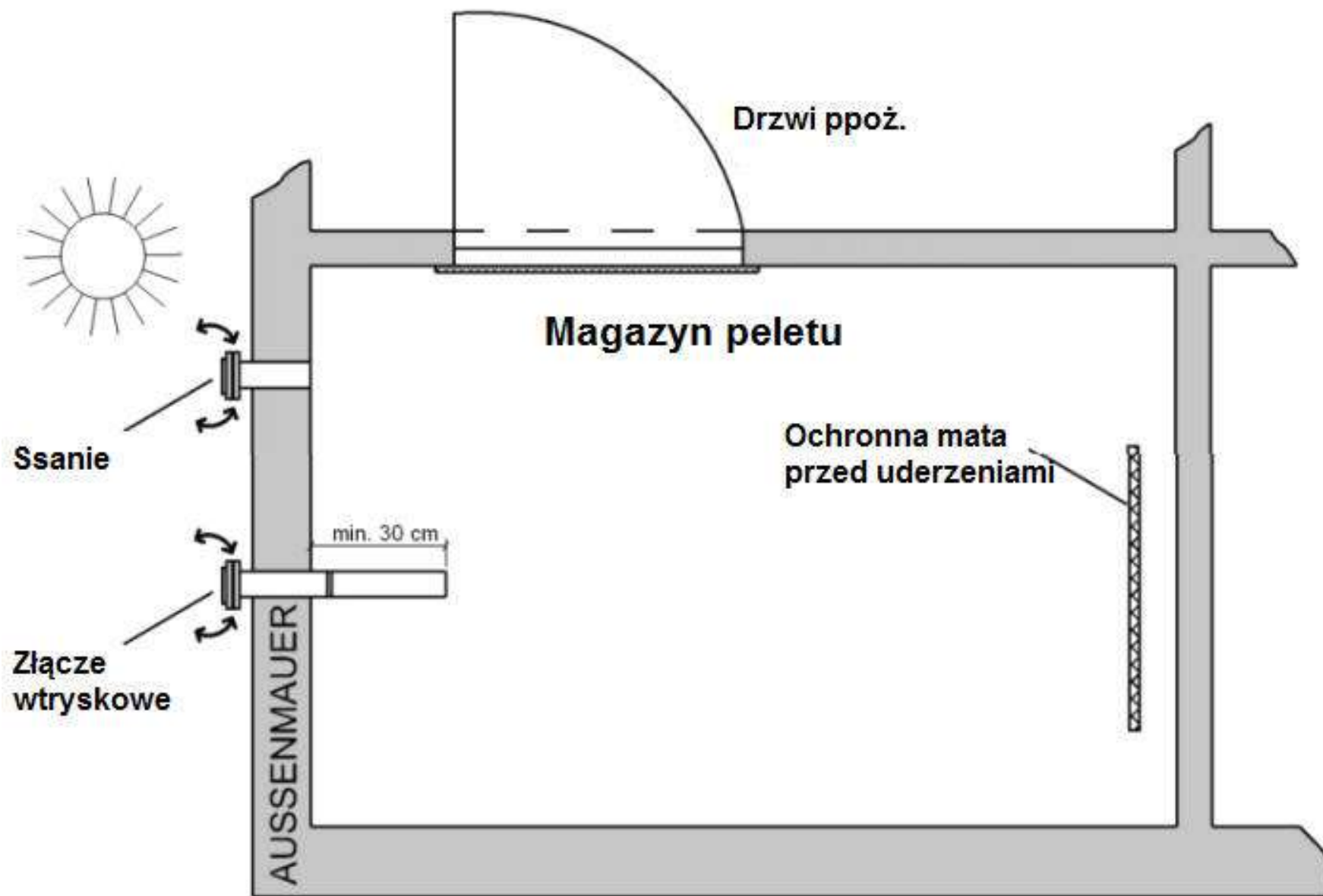
Ochrona przed wilgocią

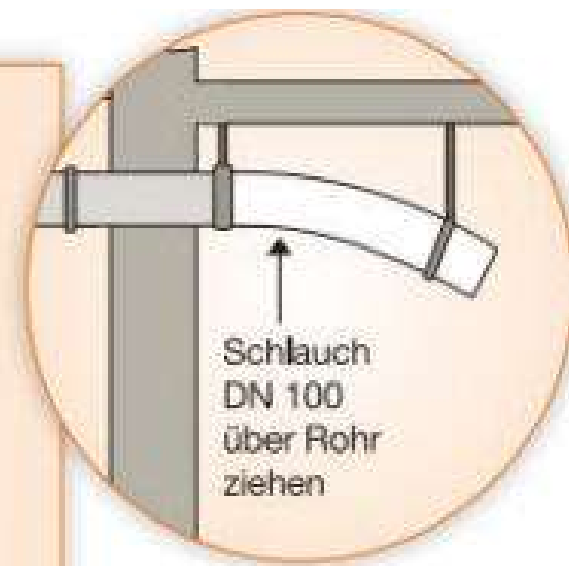
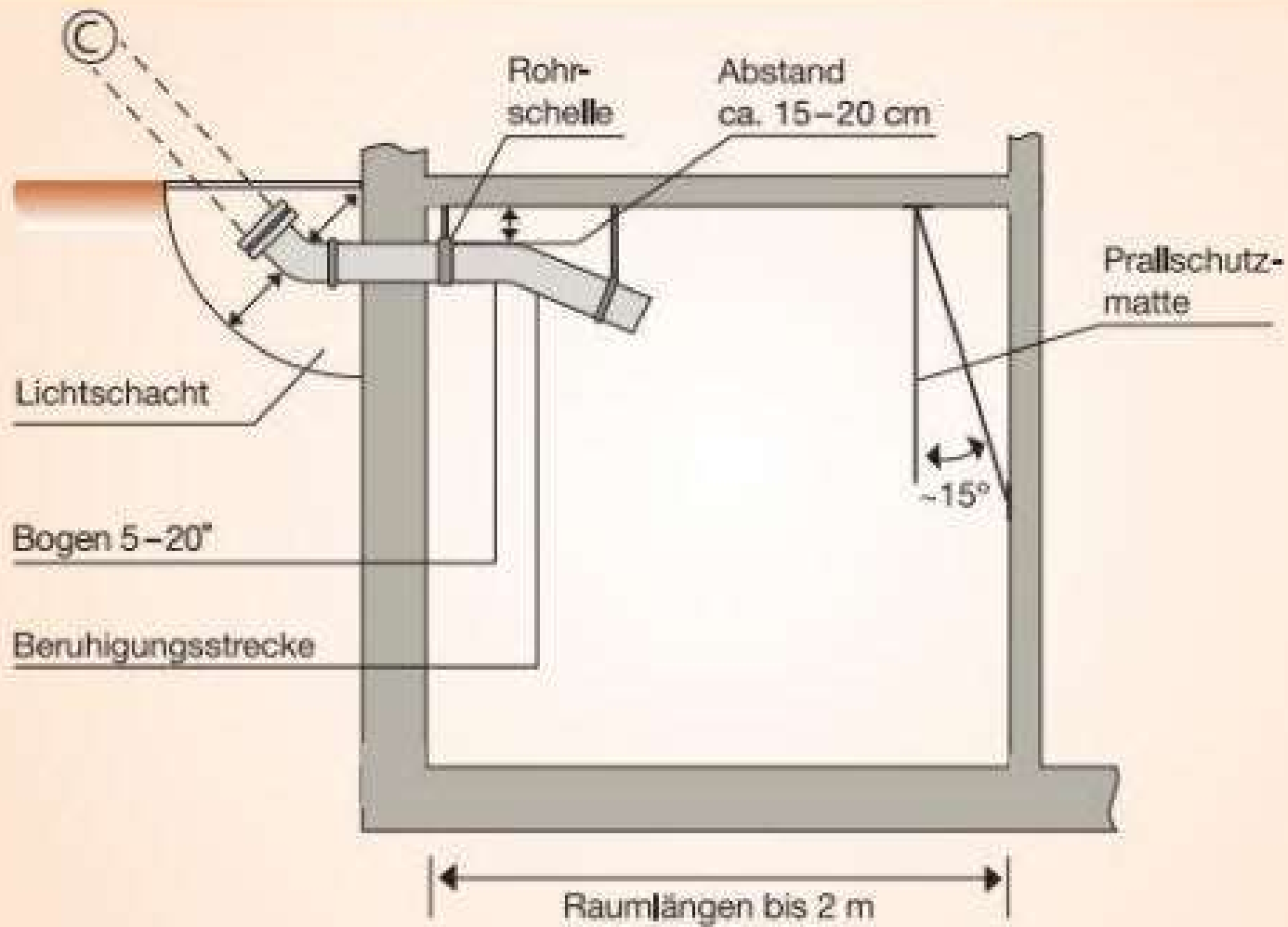
Podczas napełniania magazynu i przechowywania, magazyn nie może być narażony na przenikanie wilgoci. Otwory do napełniania muszą być zabezpieczone przez zamocowanie na końcówkach przewodów specjalnych, szczelnych zaworów. Końcówki zaworów muszą przy tym pasować do węży samochodów dostawczych. W Polsce stosuje się zwykle zawory STORZ o wielkości 100mm, ale spotyka się też średnice 75mm i 110 mm.

WYMAGANIA PRZY NAPEŁNIANIU SILOSA

zastosowanie na otworze wyrzutowym powietrza rury
o swobodnym wypływie

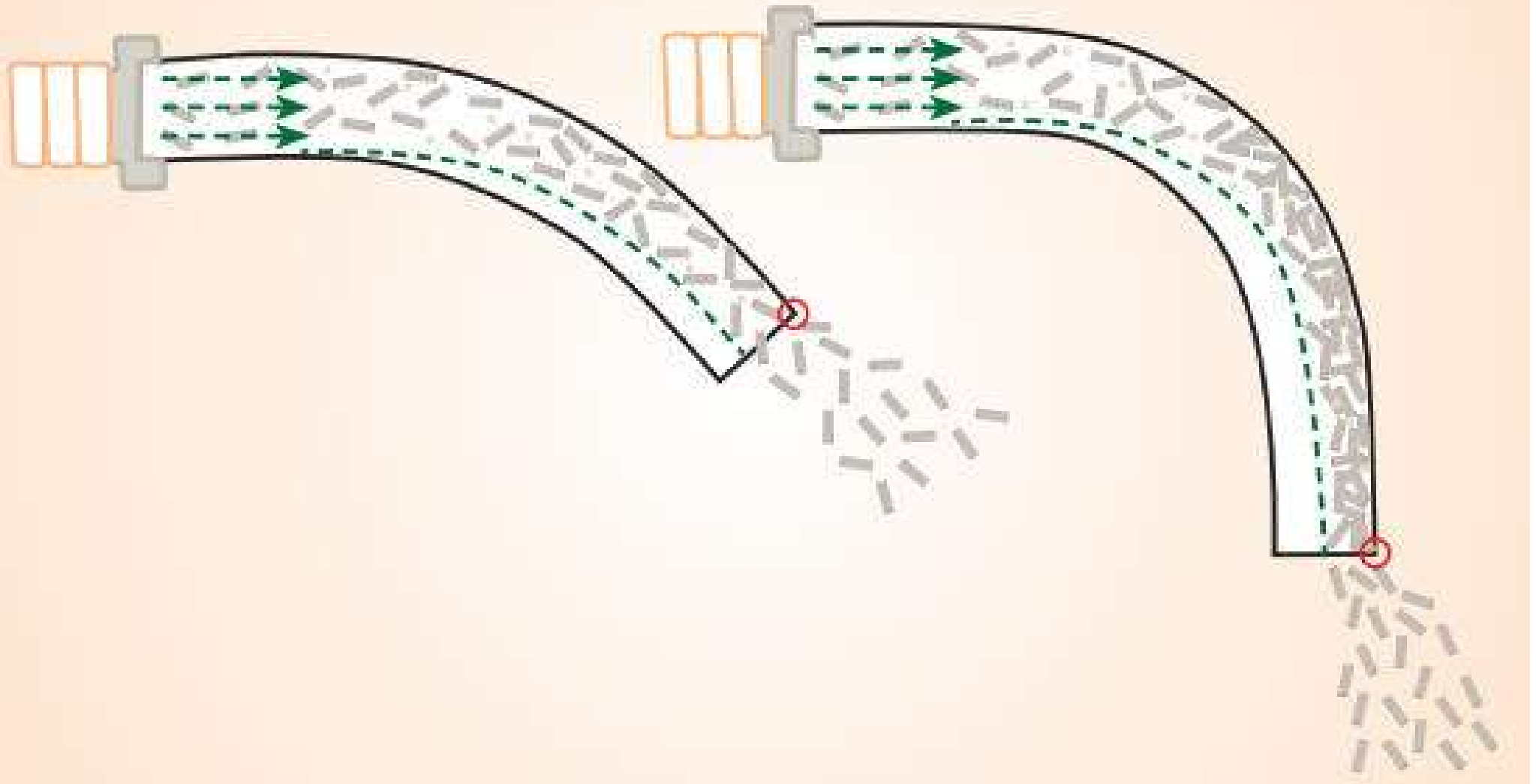


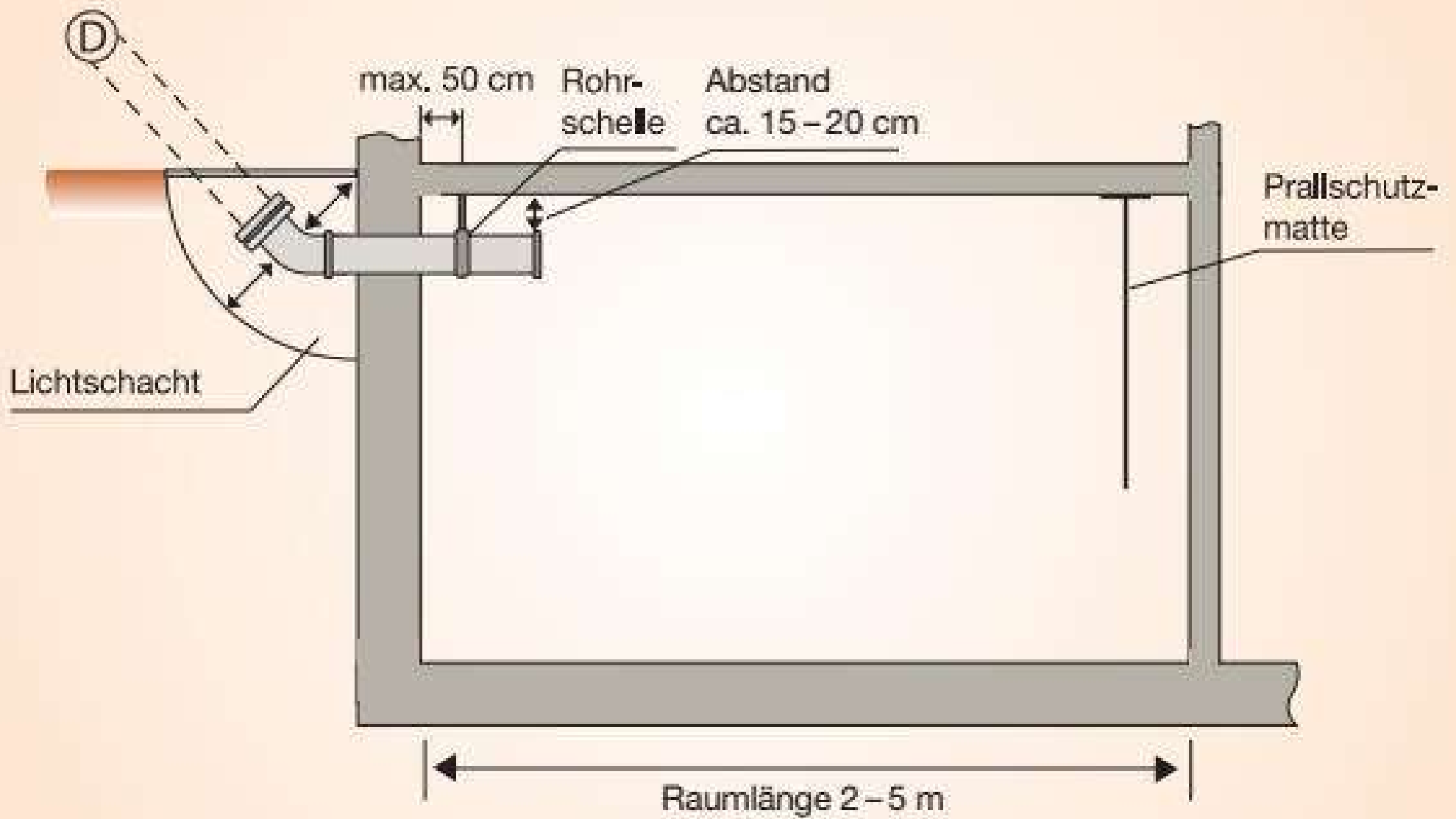


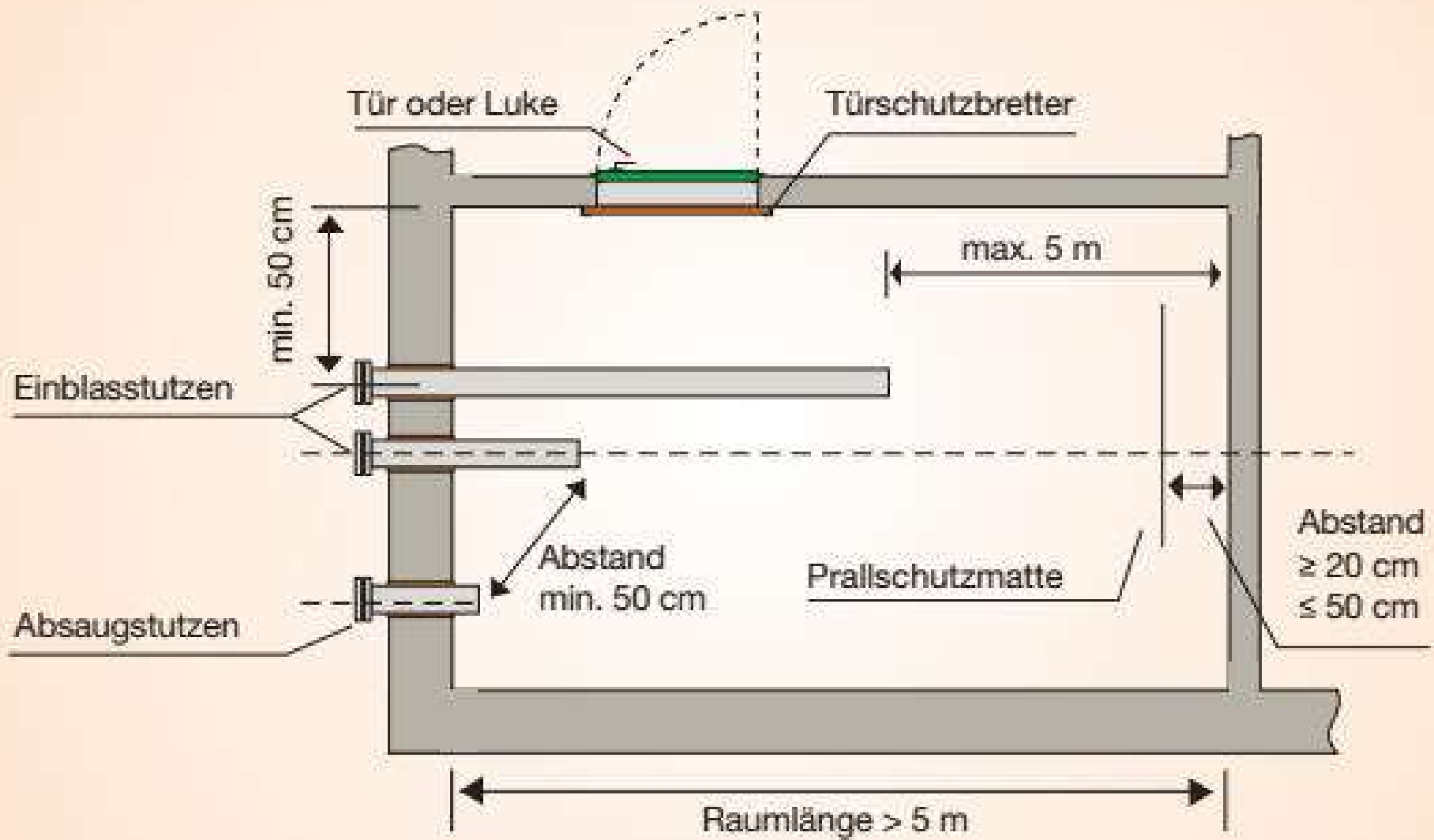


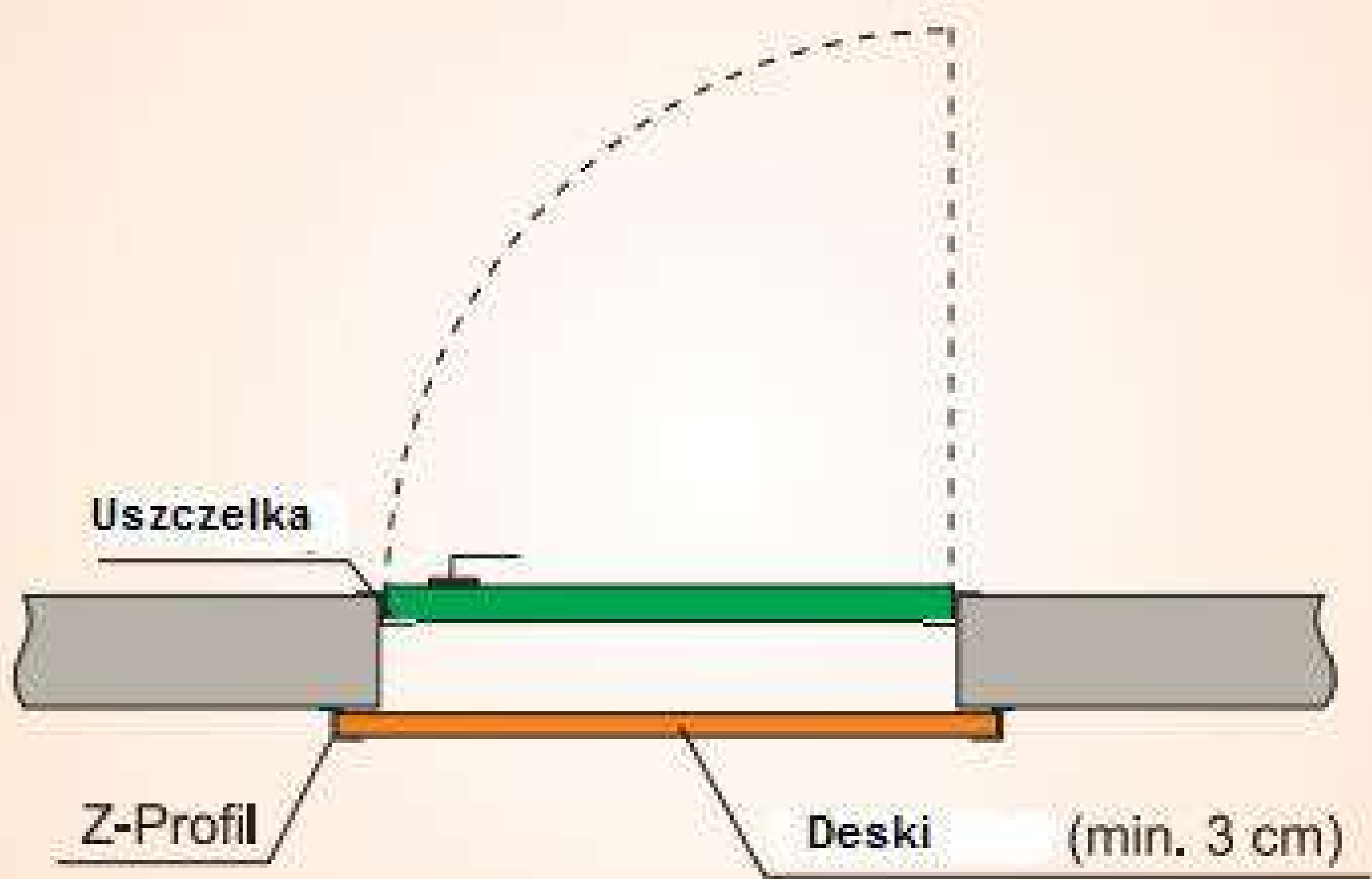
45°-Bogen

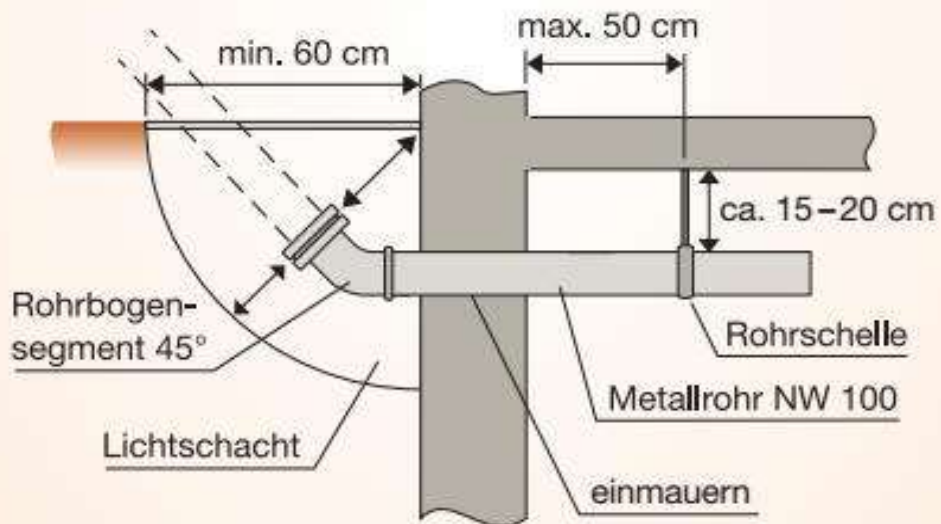
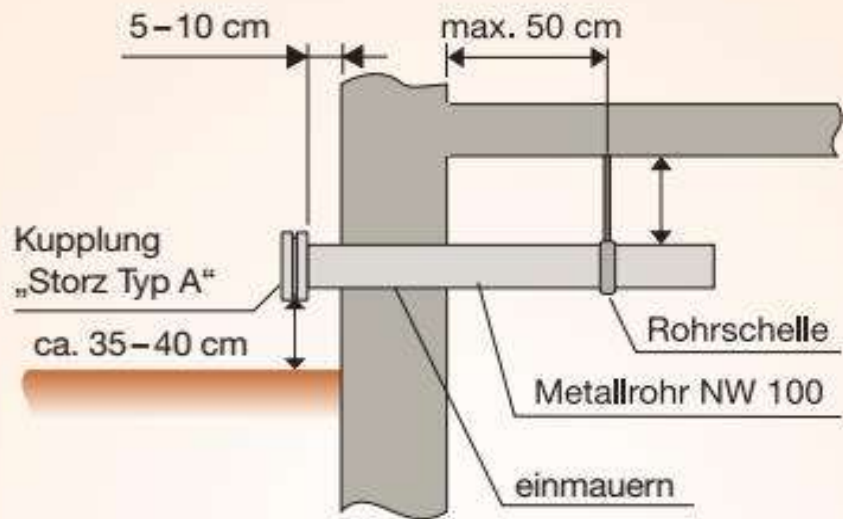
90°-Bogen



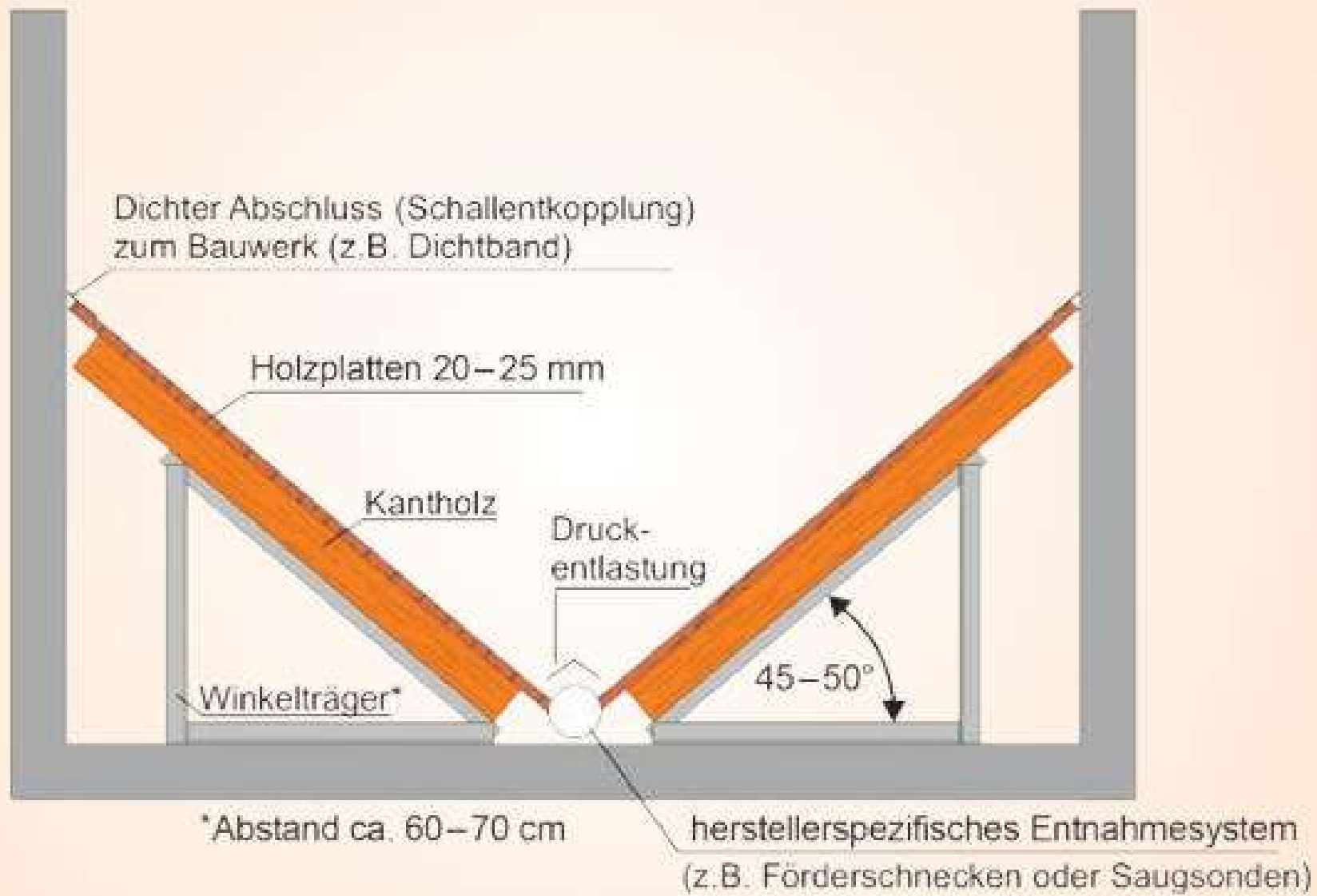




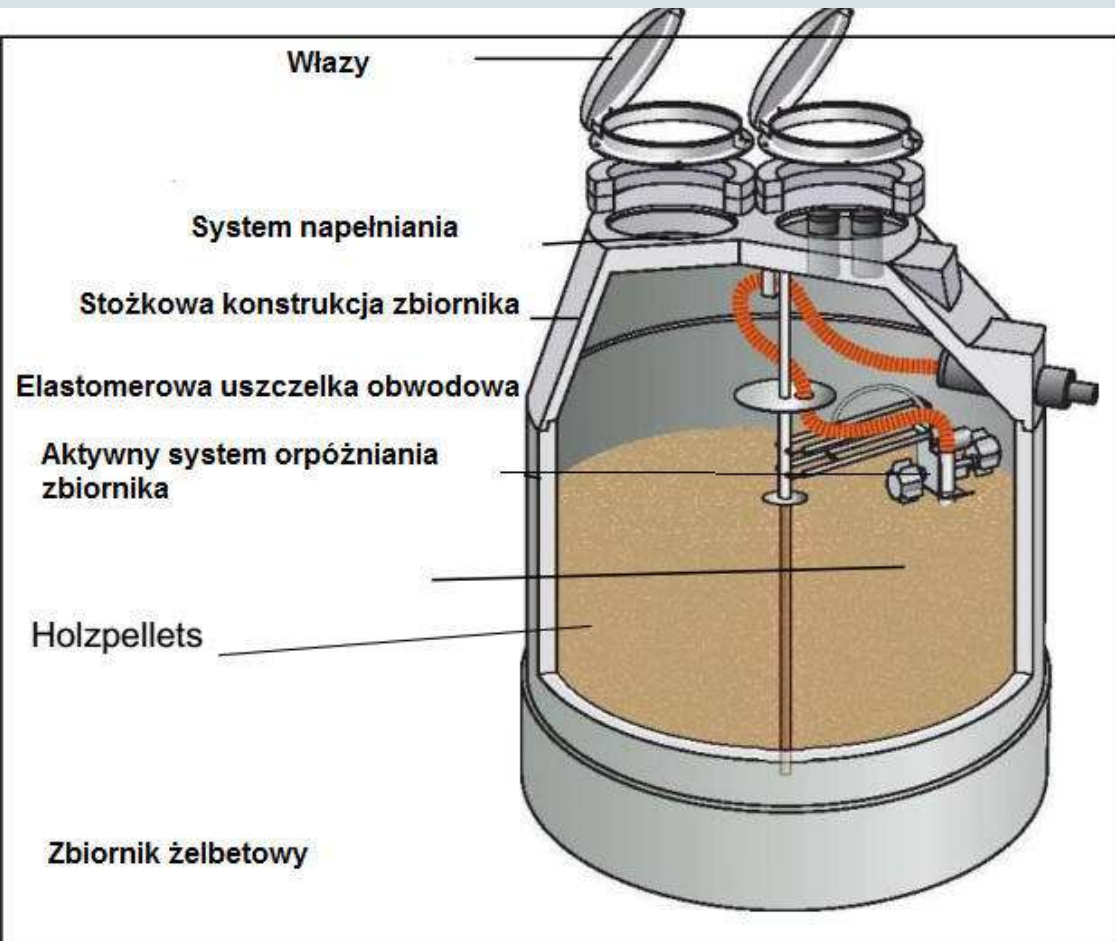




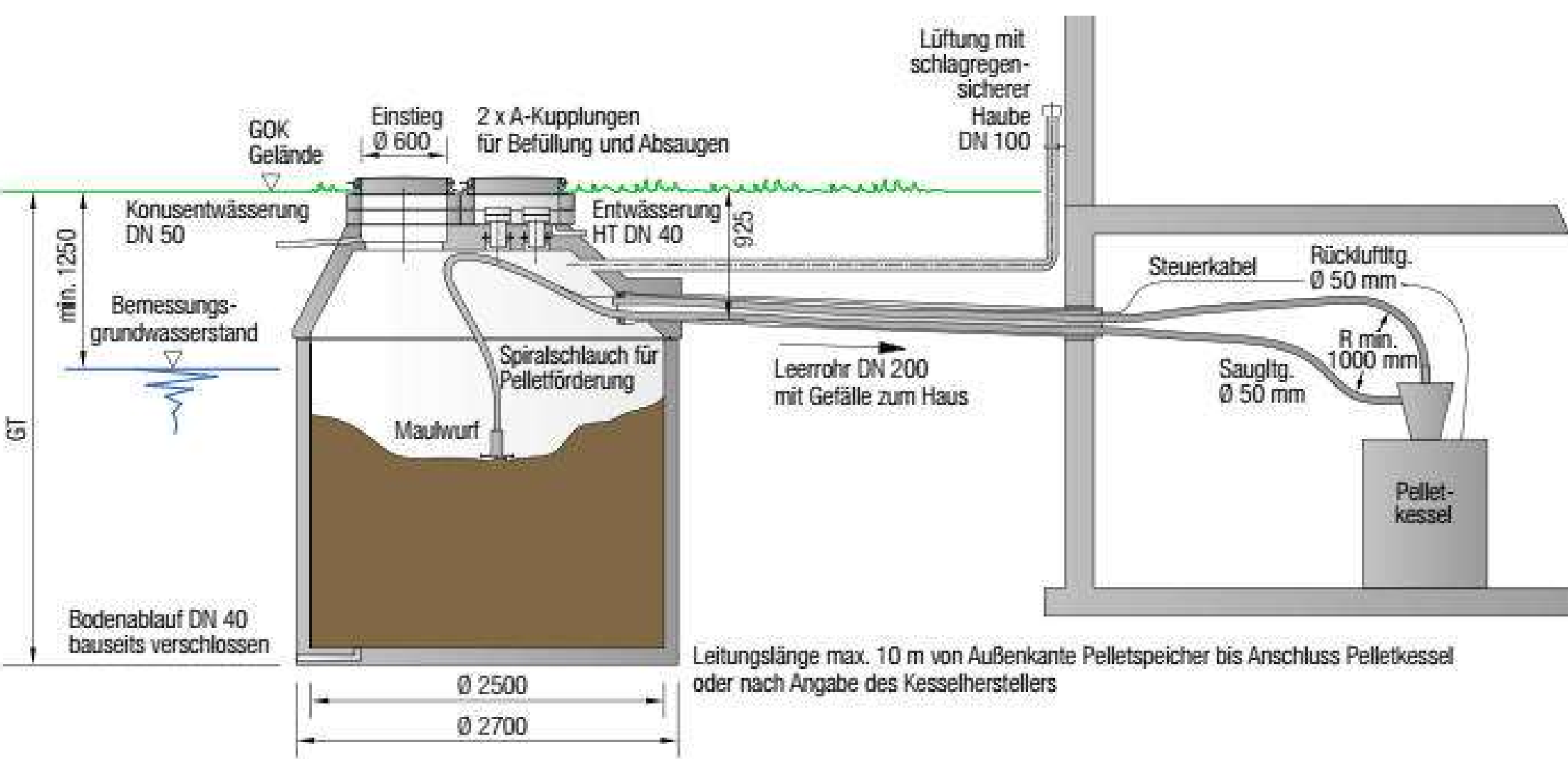
Jeśli istnieje potrzeba umieszczenia przewodów na dużej wysokości, to nie należy przekraczać 2m od poziomu terenu, a same głowice zwrócić w dół dla ułatwienia przyłączenia węży.

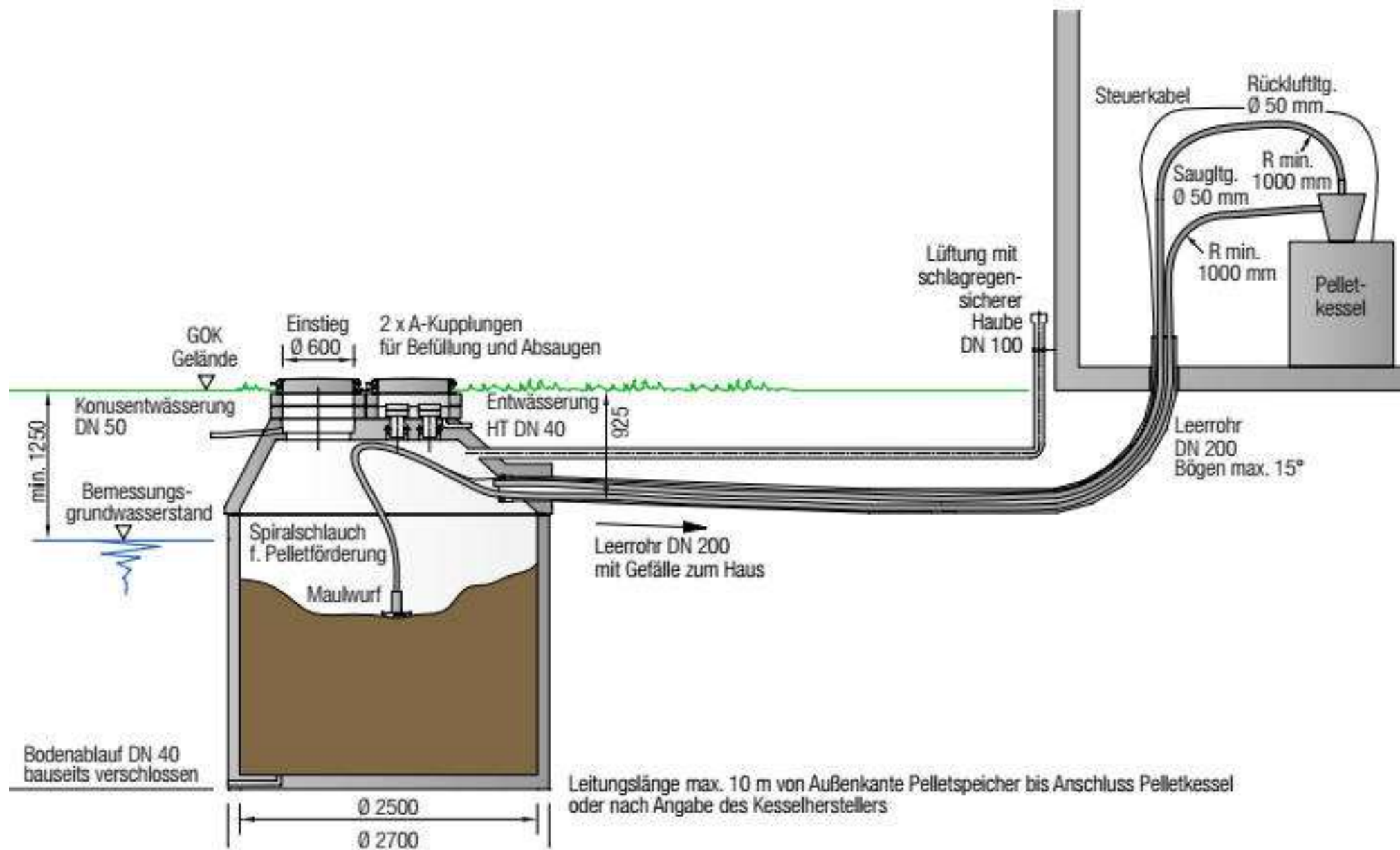


MAGAZYNY ZEWNĘTRZNE PODZIEMNE

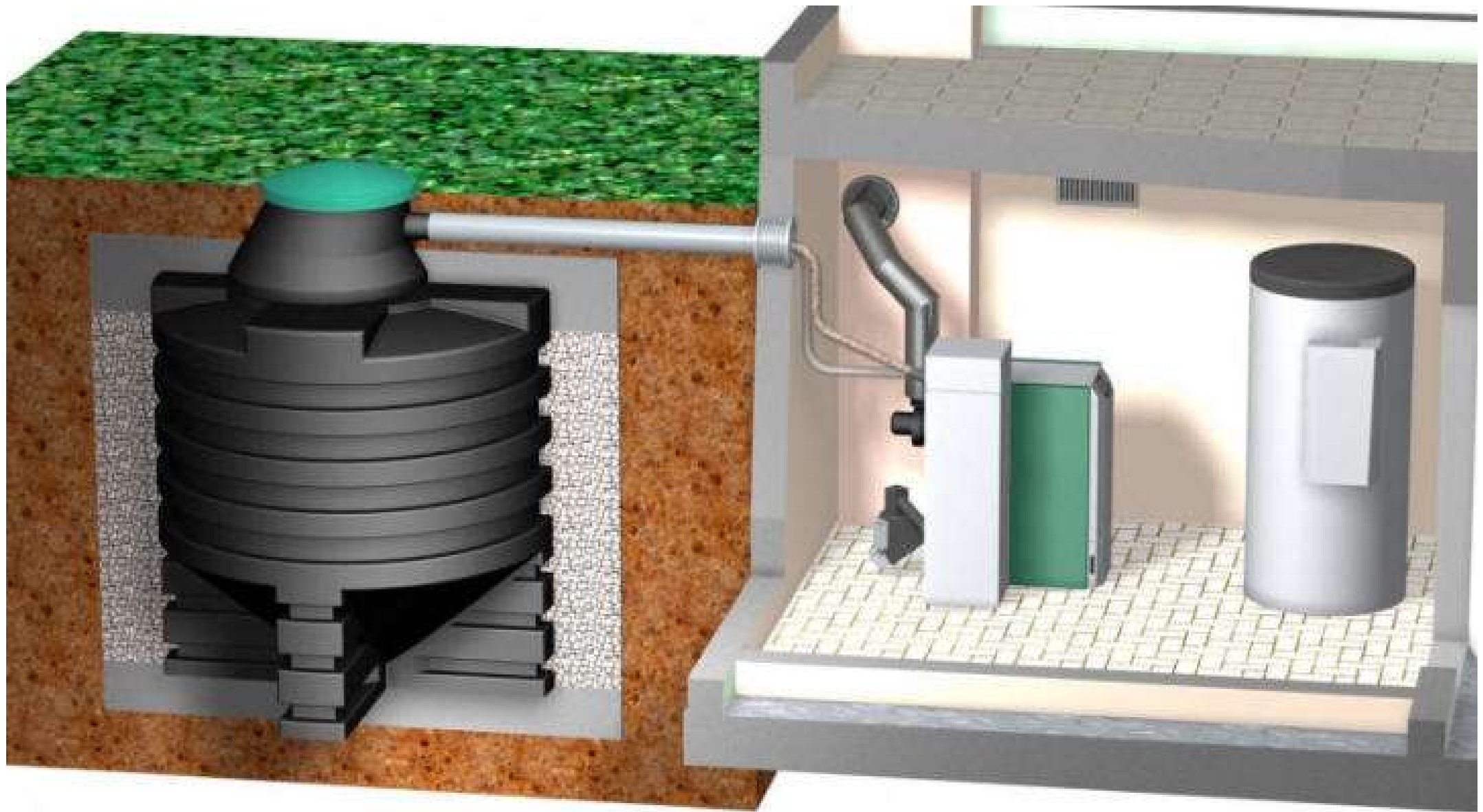


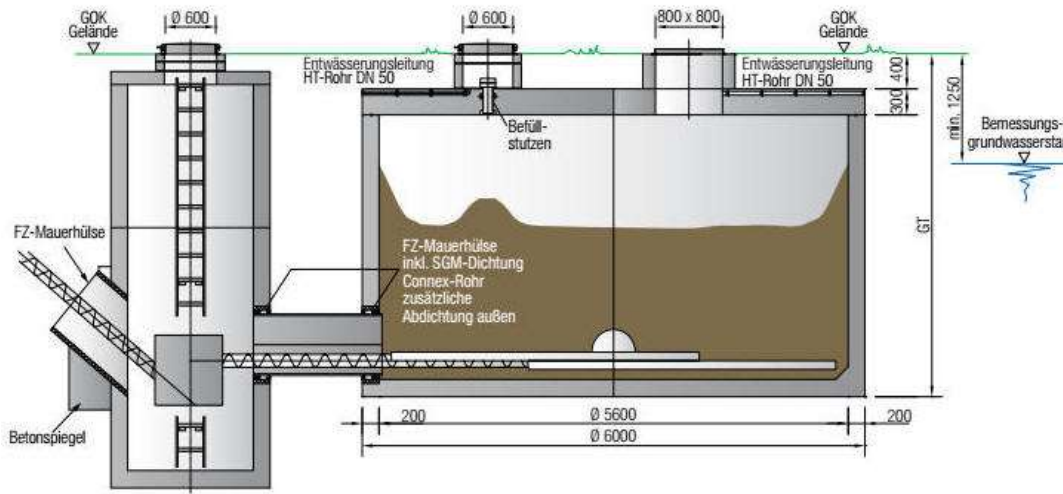
System Maulwurf-3000 ozn.: 1- przyłącze do węża ssącego, 2-kabel YSLY 7x1, 3-koła transportowe, 4-wlot peletu, 5-łuk do zaczepienia haka transportowego, 6-zgarniacz, 7-konstrukcja rurowa, 8-suwak, 9-przłącznik zmiany ruchu, 10-pokrywa węża, 11-obrotnica z krzywką





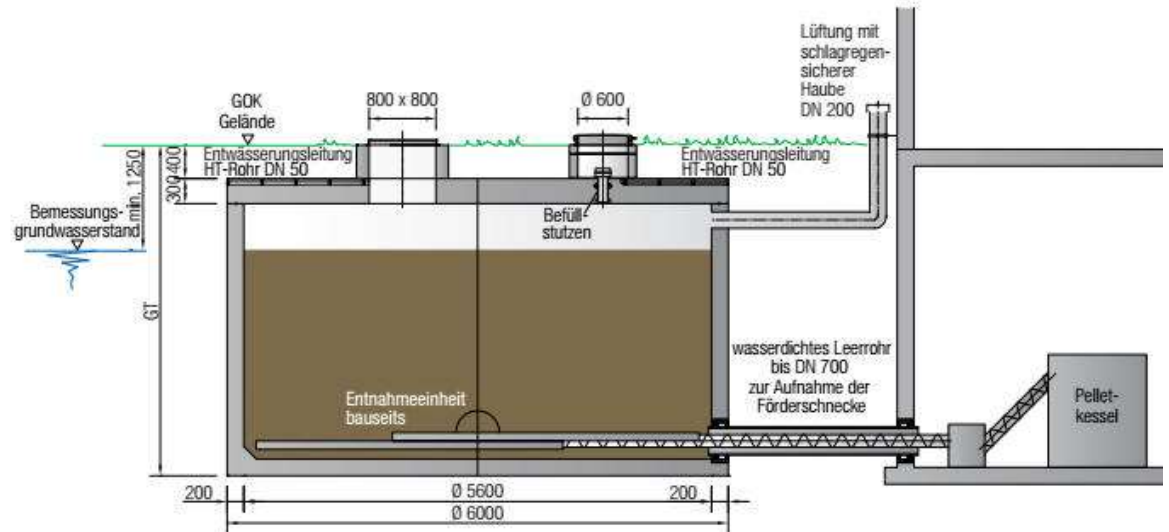
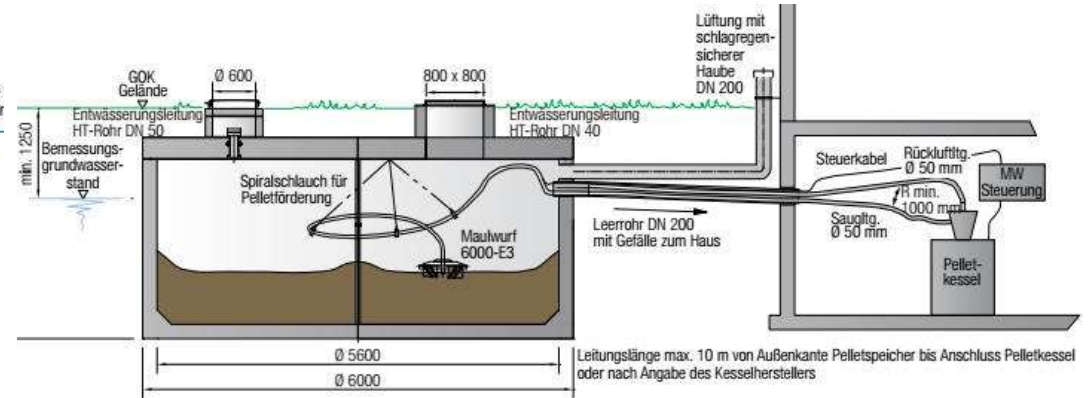
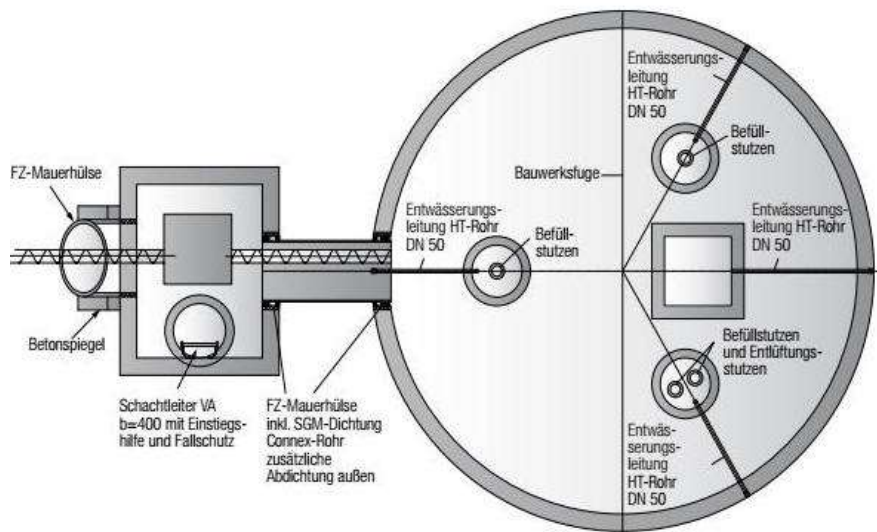






Mall-Rechteckschacht

Mall-Pelletspeicher ThermoPel



SYSTEMY TRANSPORTU PELETU

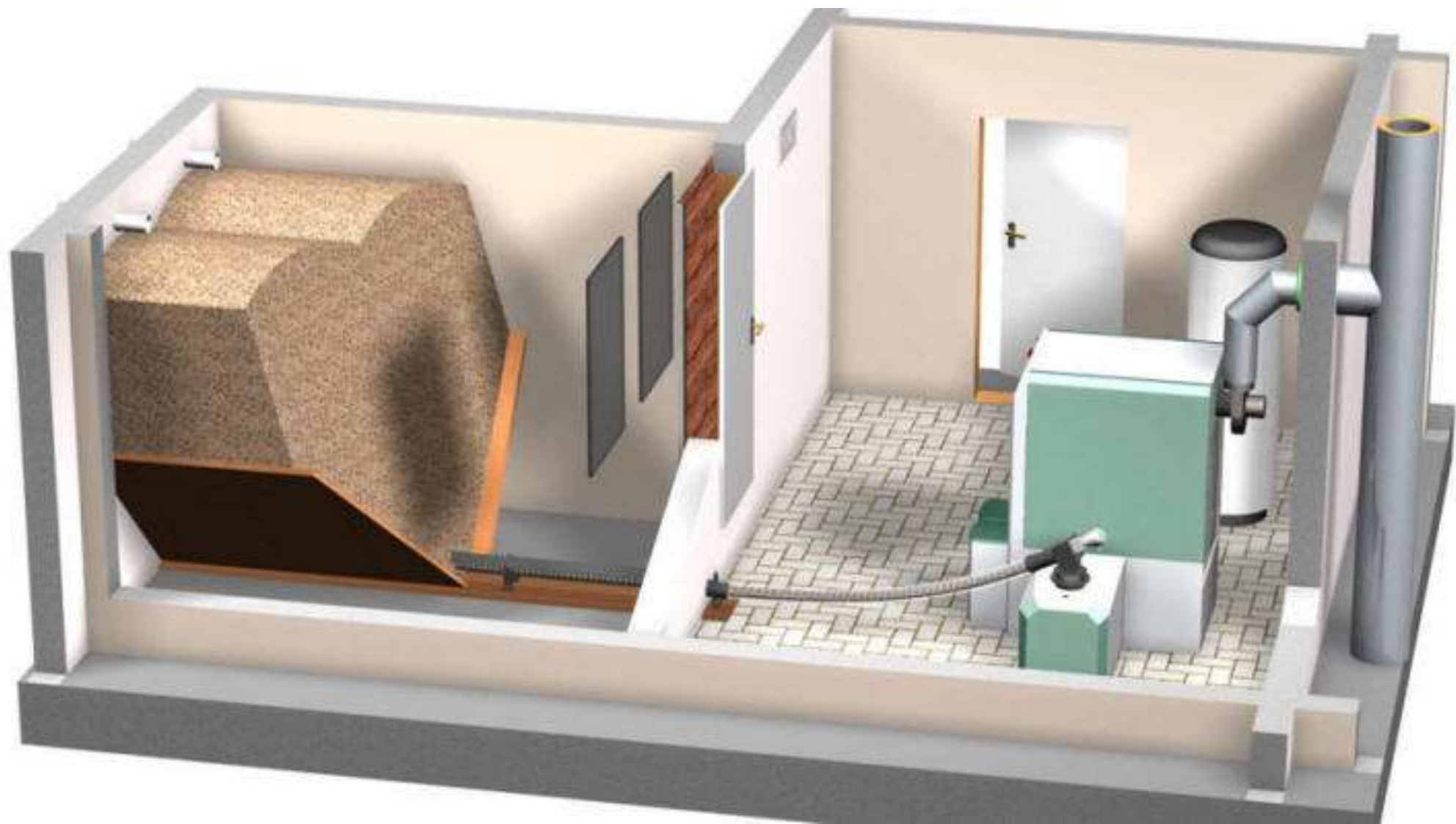
PNEUMATYCZNY

ŁĄCZONE

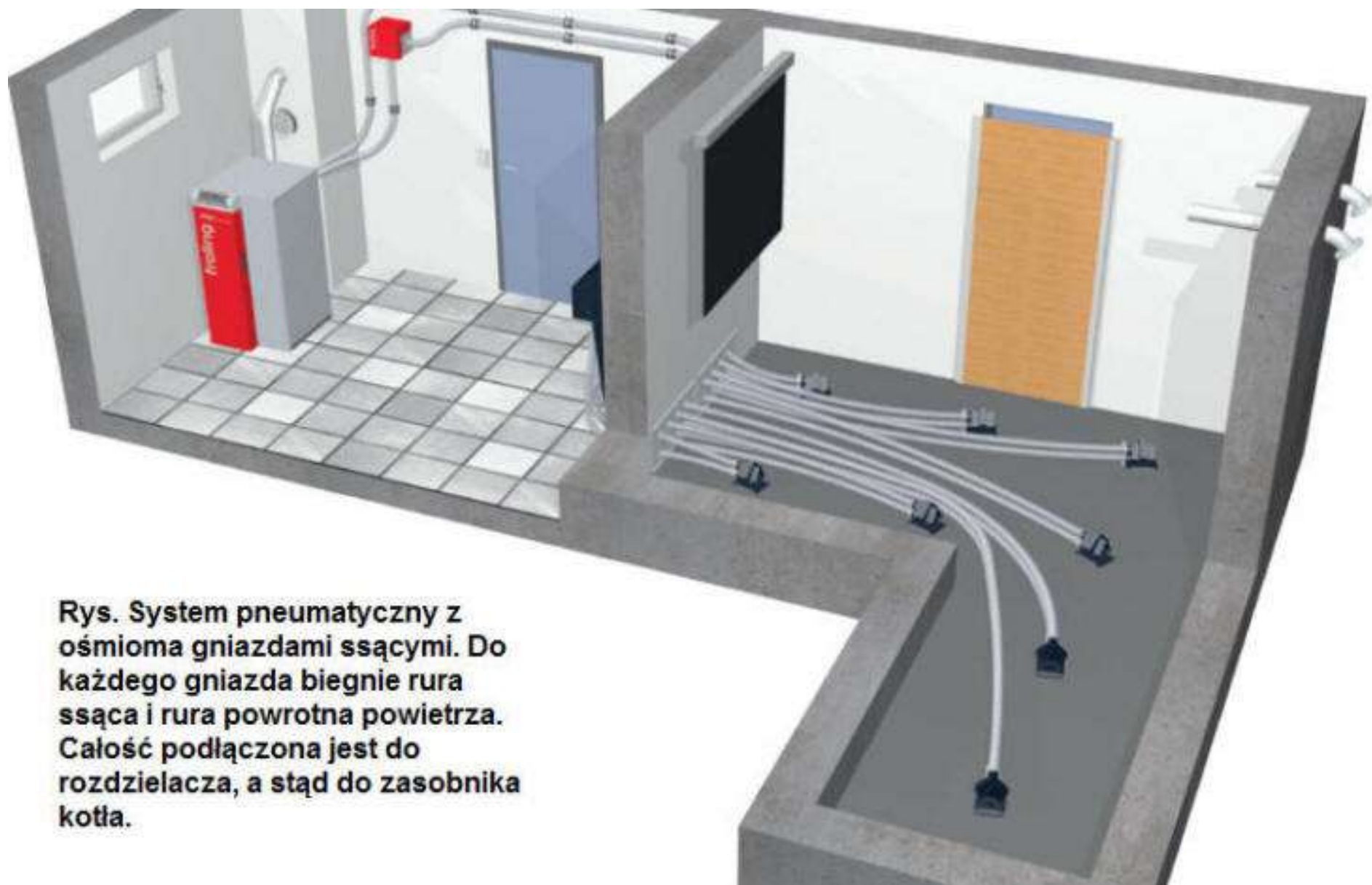
ŚLIMAKOWY

AKTYWNE

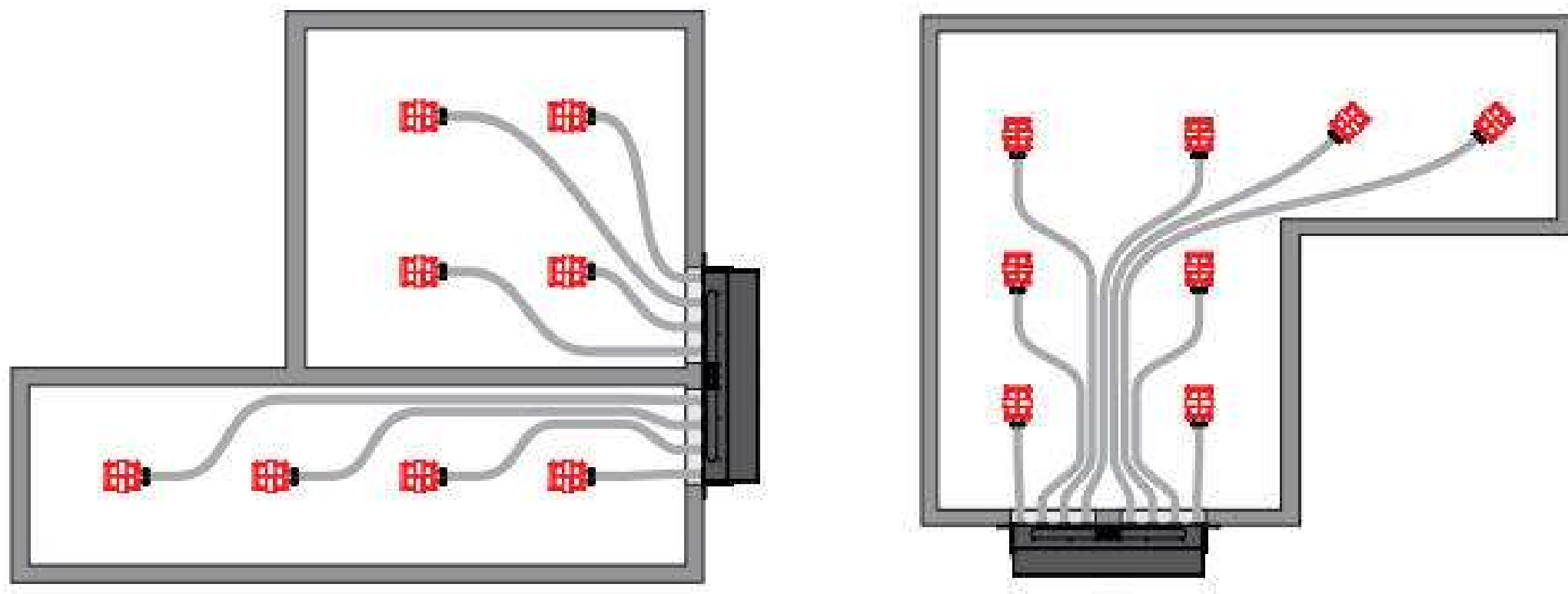








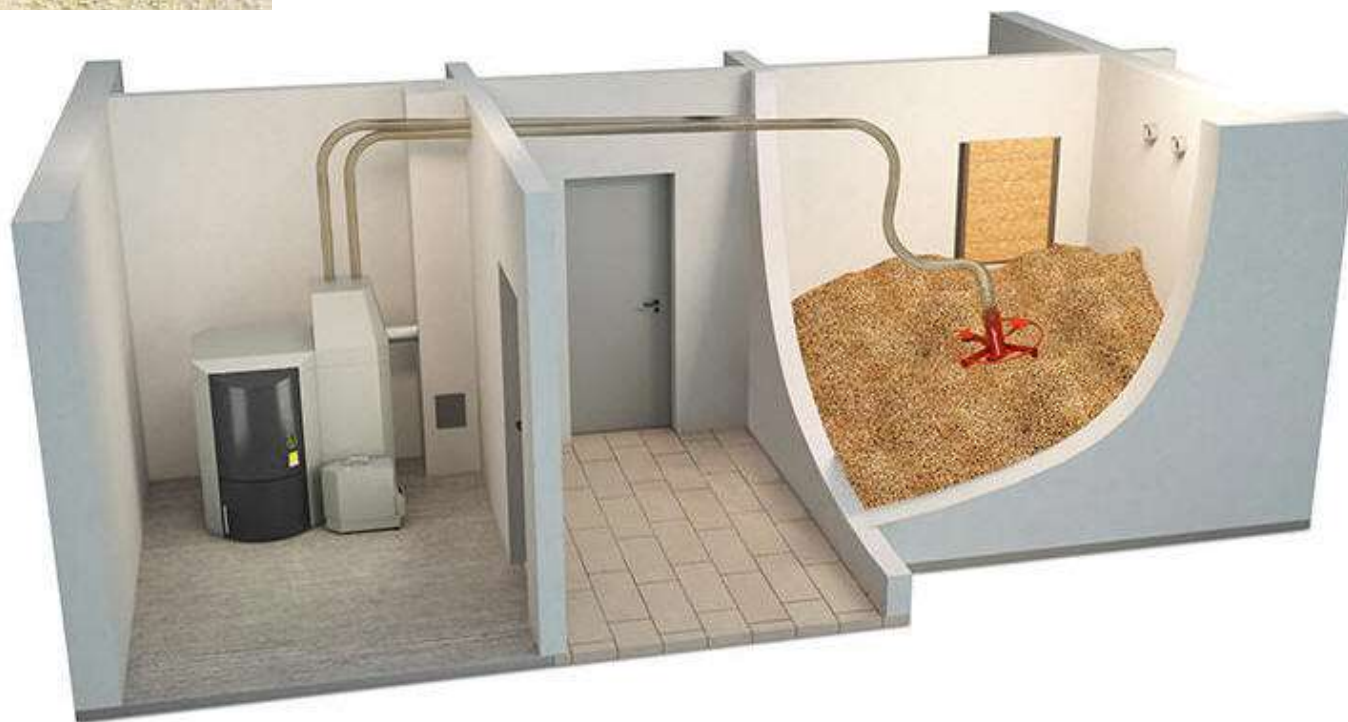
Rys. System pneumatyczny z ośmioma gniazdami ssącymi. Do każdego gniazda biegnie rura ssąca i rura powrotna powietrza. Całość podłączona jest do rozdzielacza, a stąd do zasobnika kotła.

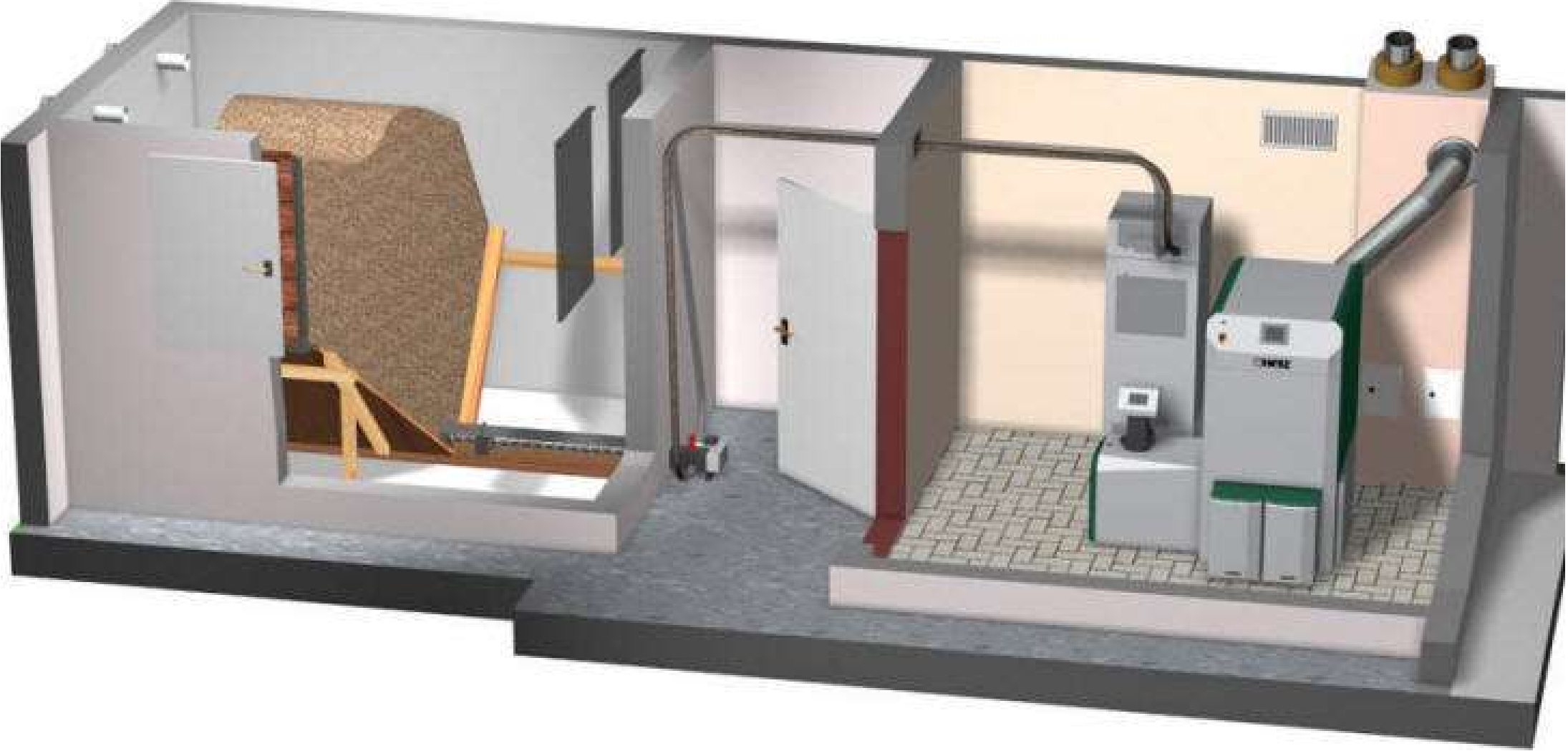


Przykładowe rozwiązania gniazd ssących w zależności od kształtu pomieszczenia. Zasięg jednego gniazda nie powinien być większy niż 1m^2 .



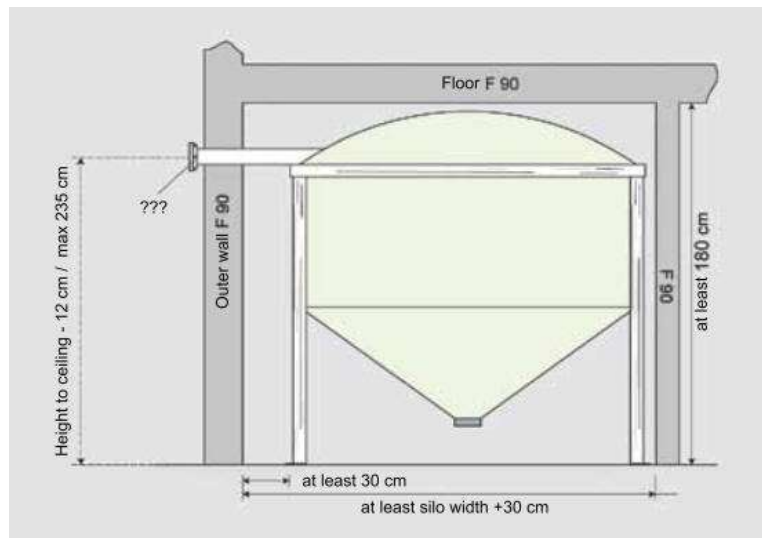
Systemy aktywne doskonale spisują się we wszystkich typach podłogi. Szczególnie polecane są do rozległych zbiorników o podłożach płaskich. Poruszając się we wszystkich kierunkach potrafią w praktyce opróżnić zbiornik do końca.





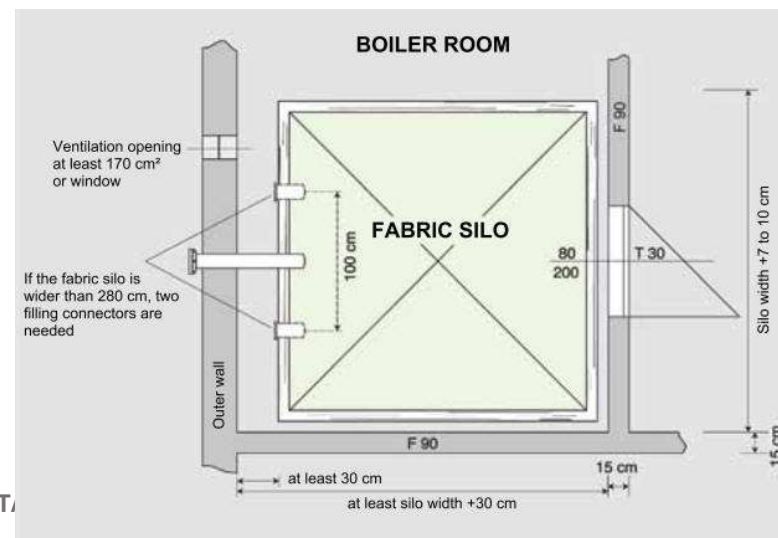
MAGAZYNY WEWNĘTRZNE SILOSOWE

STOŻKOWE



20XX

Z DNEM PŁASKIM



PREZENTA

102

MAGAZYNY STOŻKOWE



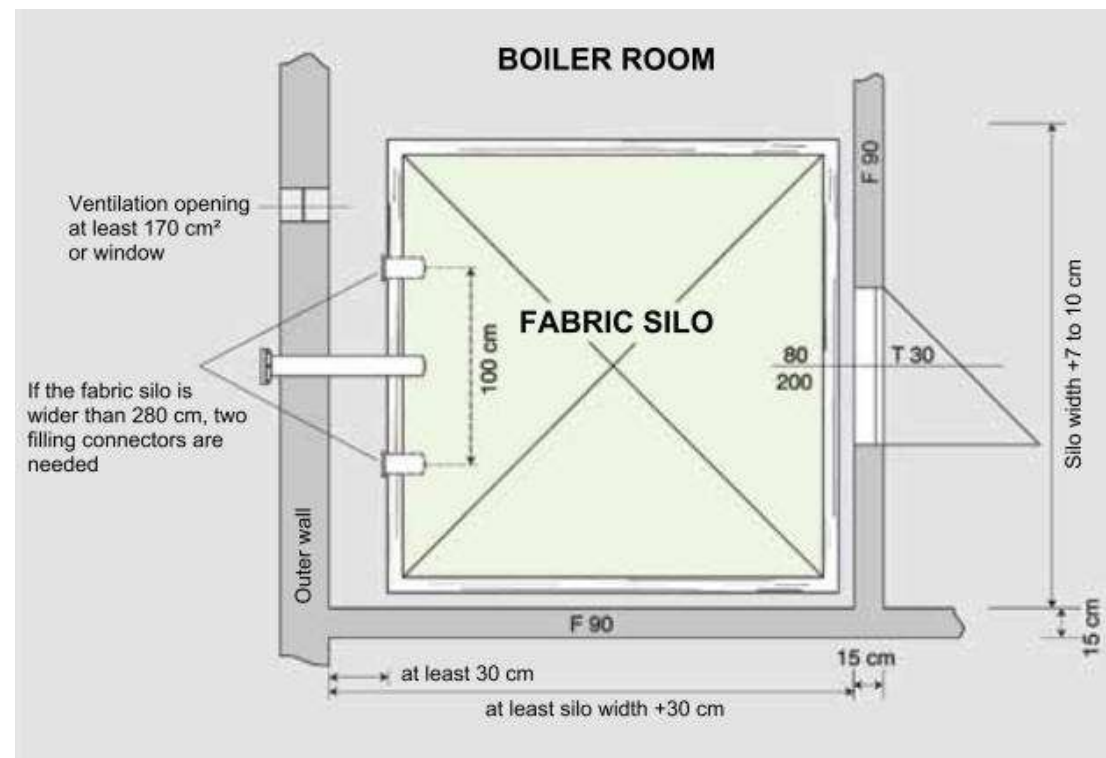
20XX



PREZENTACJA



SILOSY Z DNEM PŁASKIM



**SPALANIE I INNE
METODY
TERMICZNEGO
PRZETWARZANIA
BIOMASY**

SPALANIE BEZPOŚREDNIE BIOMASY

Zastanawiając się nad wyborem kotła musimy wziąć pod uwagę:

- Paliwo, którym będziemy palić w naszym kotle.
- Rodzaj kotła.
- Gabaryty kotła.
- Przekrój i wysokość komina.



DOBÓR

Dobór odpowiedniej mocy.

Musimy zwrócić uwagę na:

powierzchnię budynku

stopień docieplenia

straty wentylacyjne

rodzaj instalacji

$$Q = V \times q \text{ [W]}$$

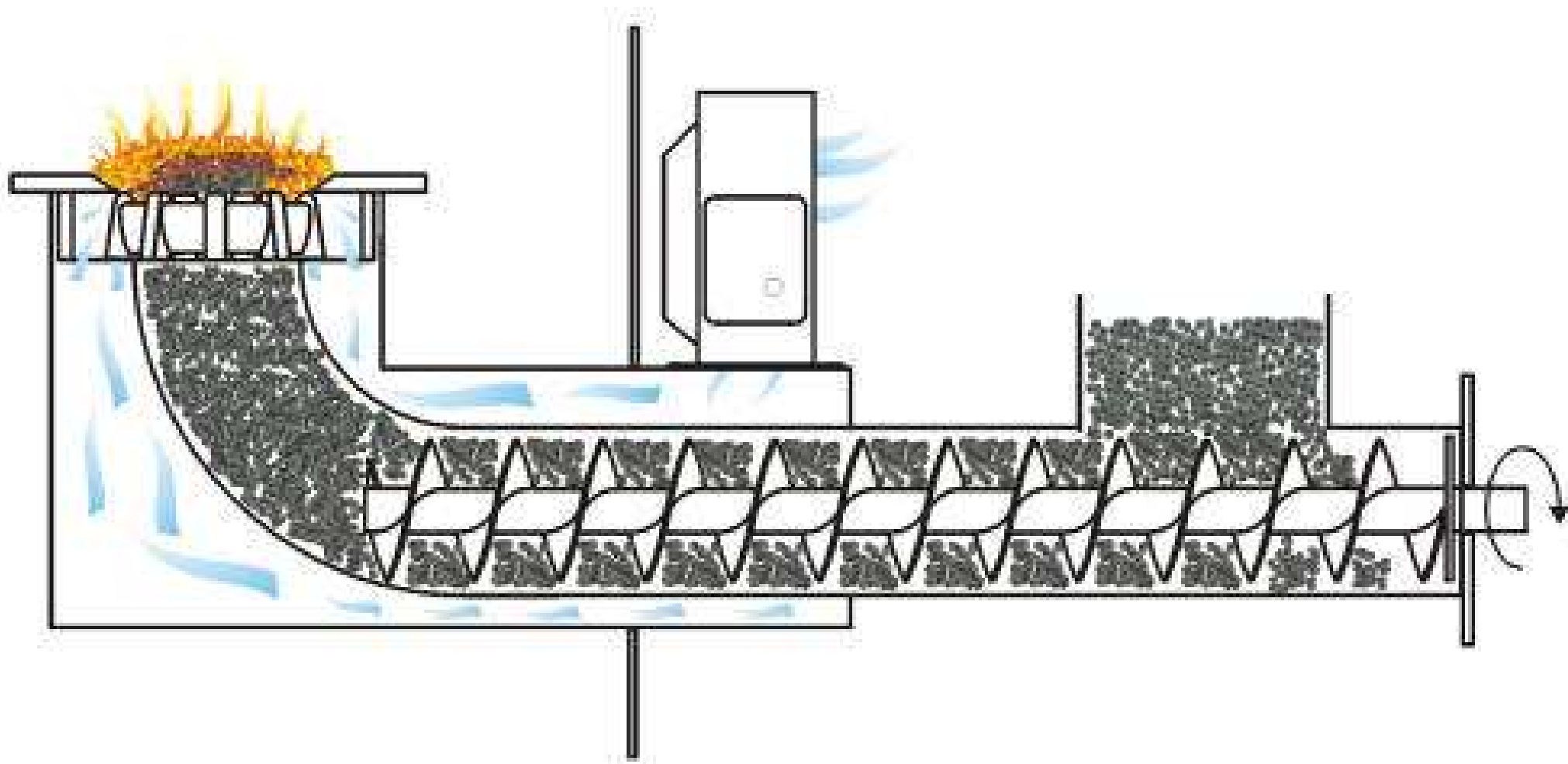
Q – orientacyjne zapotrzebowanie na moc cieplną w [W],

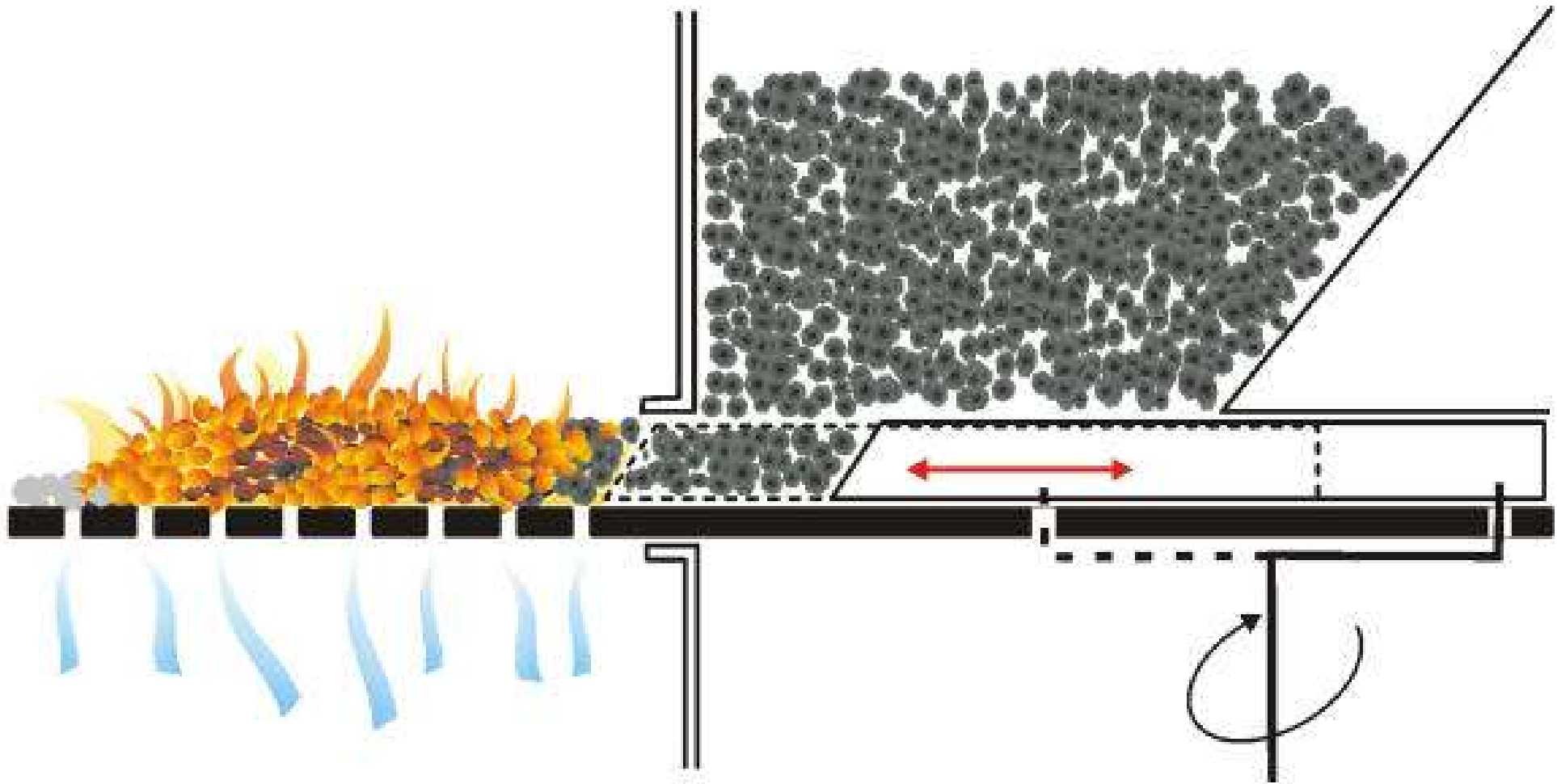
V – kubatura budynku [m^3]

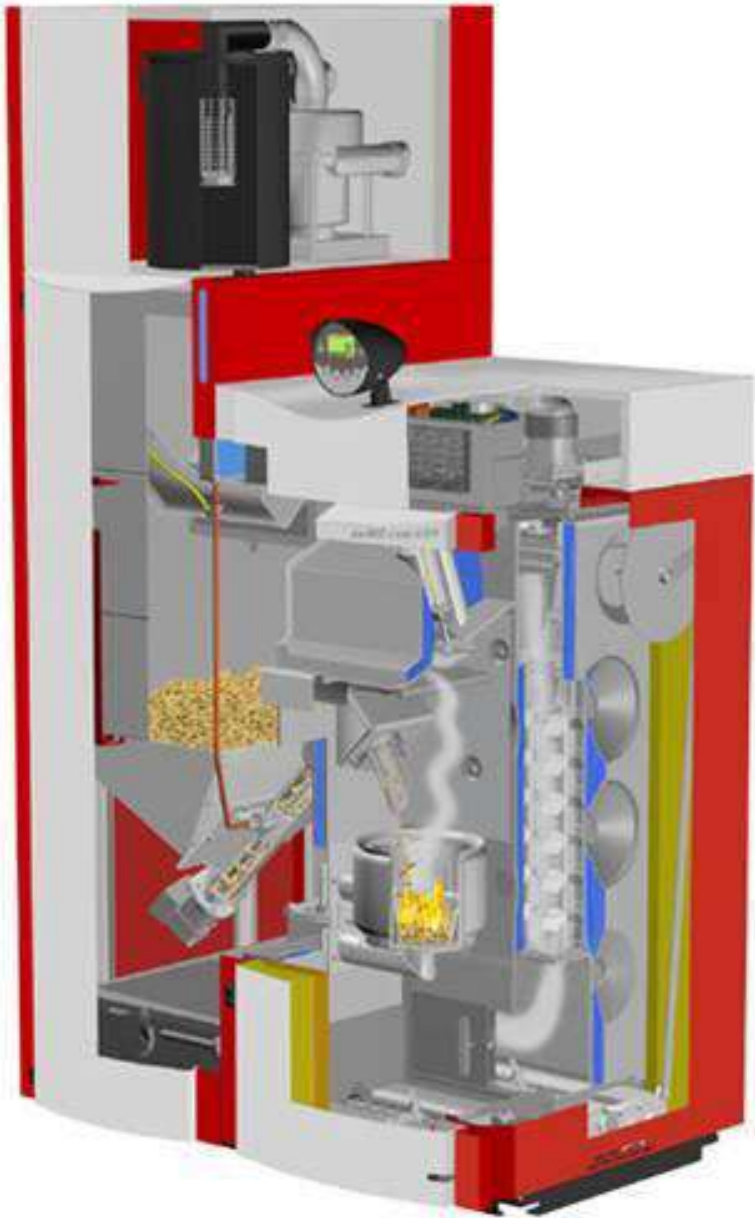
q – współczynnik zapotrzebowania na moc cieplną budynku w odniesieniu do 1 m^3 kubatury ogrzewanej.

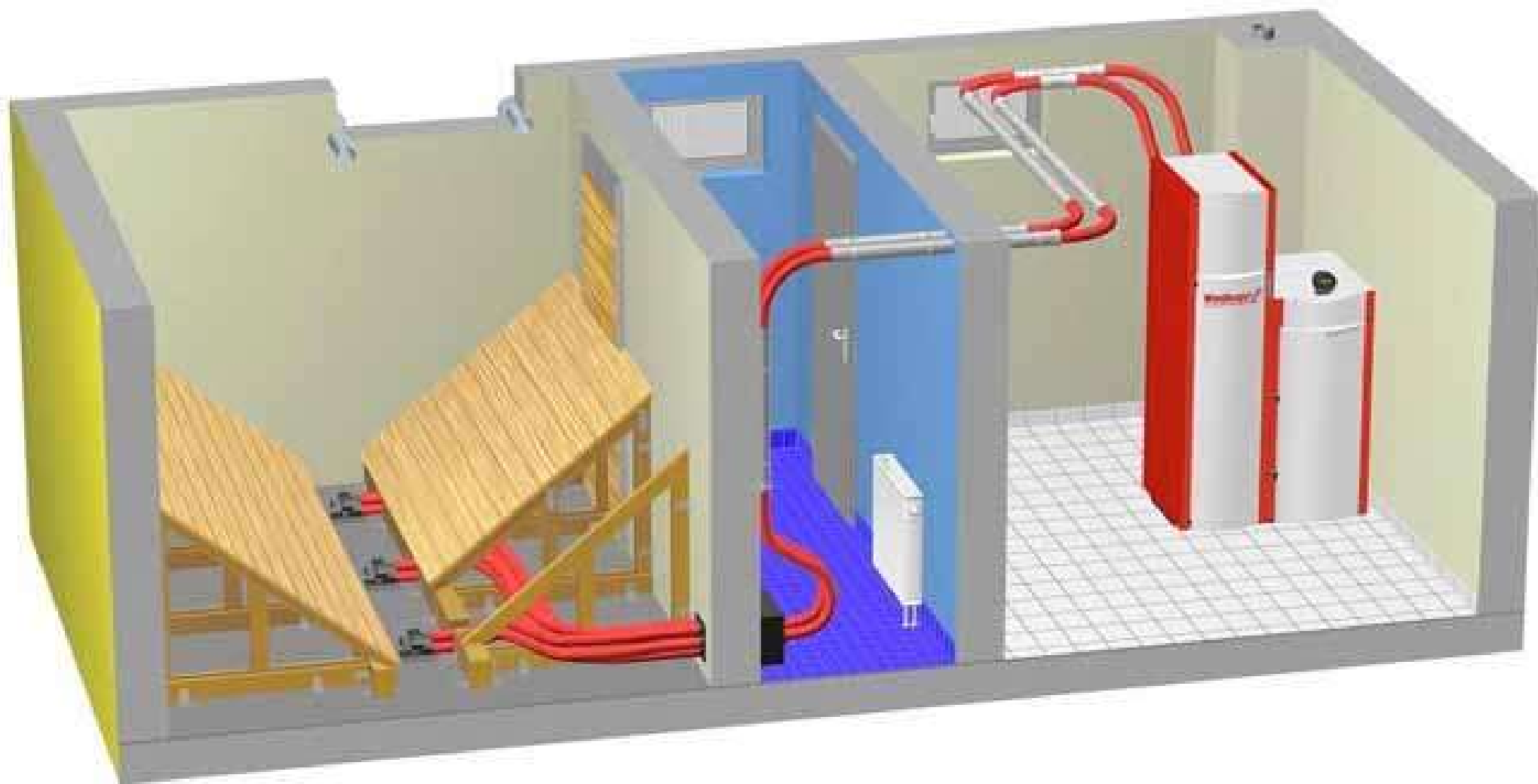
PODZIAŁ KOTŁÓW NA BIOMASĘ













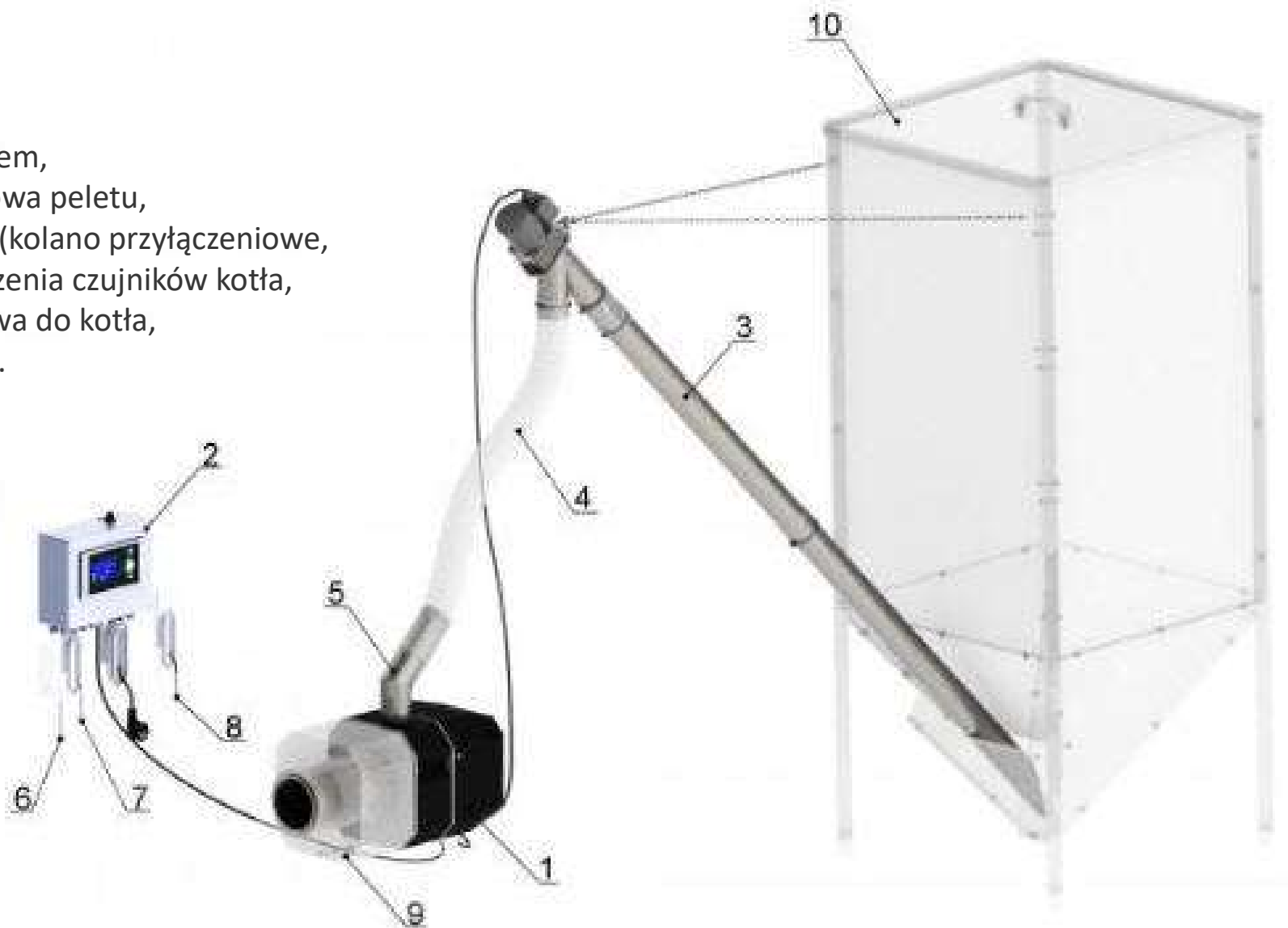
Kocioł z palnikiem
tubowym lub
rynnowym
z automatycznym
podajnikiem paliwa.



PALNIK OBROTOWY



- 1-palnik,
- 2- sterownik,
- 3-podajnik z wizjerem,
- 4-rura spiro wrzutowa peletu,
- 5-kątowa redukcja (kolano przyłączeniowe,
- 6, 7, 8 - wyprowadzenia czujników kotła,
- 9-flansa montażowa do kotła,
- 10-zasobnik peletu.



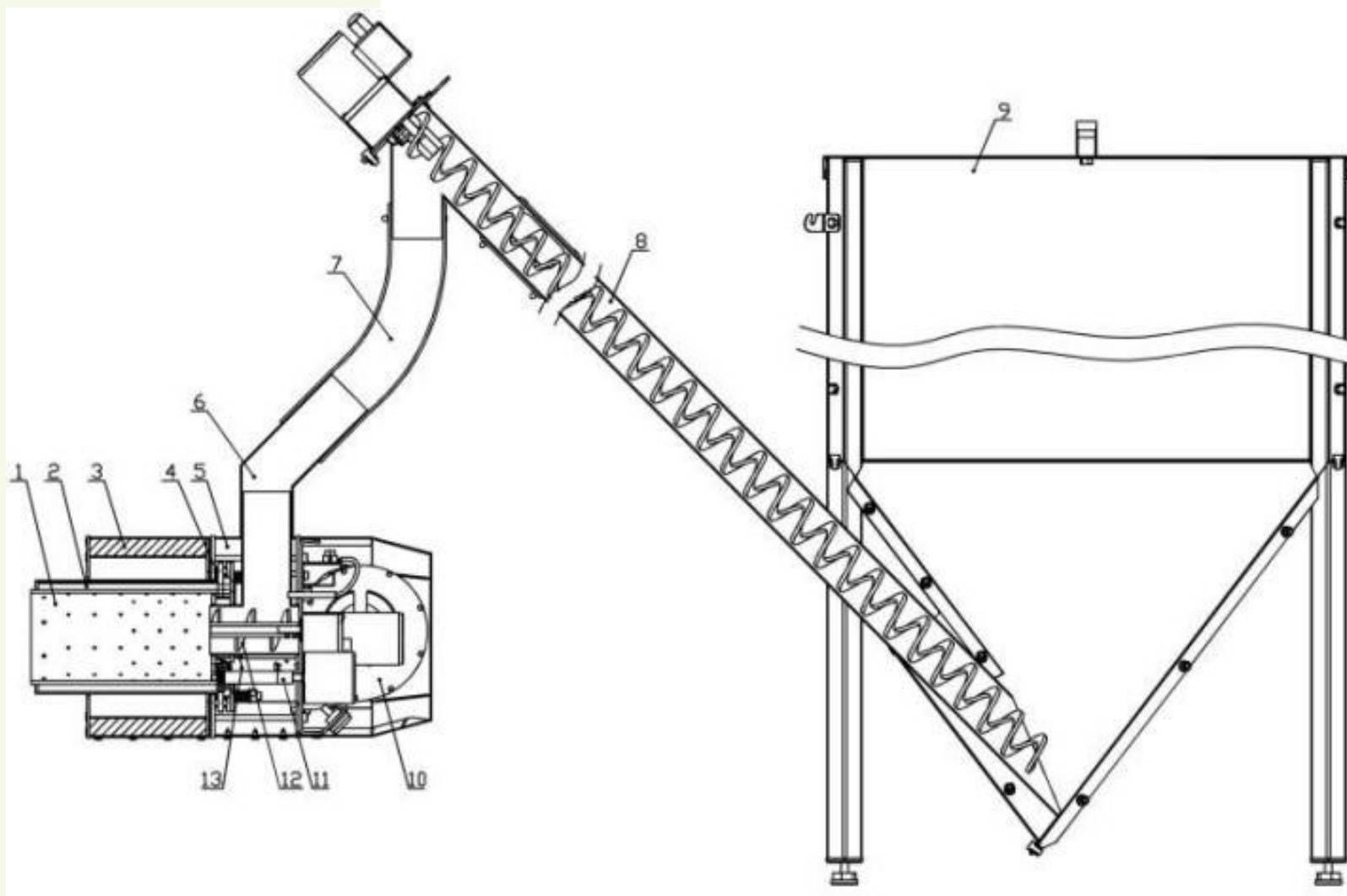
**PALNIK
OBROTOWY**

Palnik powinien być zasilany wyłącznie paliwem o następujących właściwościach:

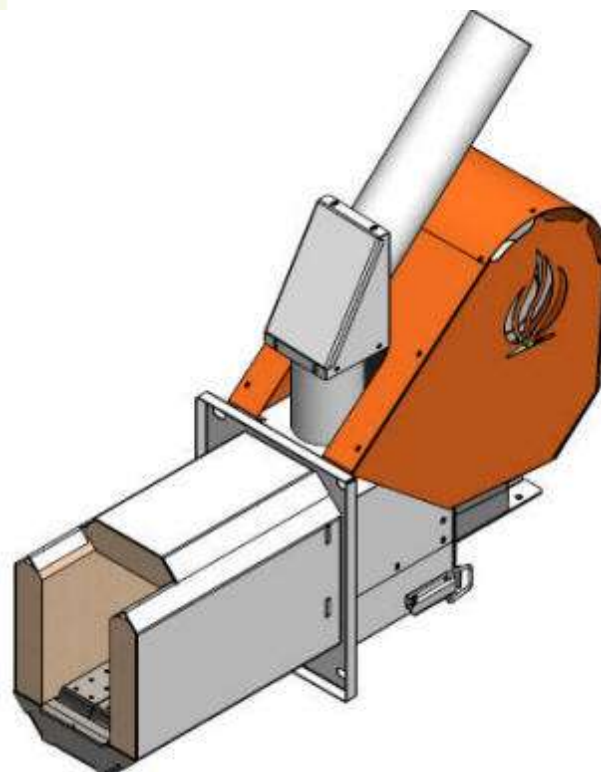
| Frakcje | granulat |
|------------------|---|
| Średnica | $6 \pm 1 \text{ mm}$, $8 \pm 1 \text{ mm}$ |
| Długość | 3,15mm - 40 mm |
| Ilość pyłu | $\leq 1\%$ |
| Gęstość nasypowa | $\geq 600 \text{ kg/m}^3$ |
| Wilgotność | $\leq 10\%$ |
| Wartość opałowa | 16,5÷19 MJ/kg |
| Popiół | $\leq 0,7\%$ |

PALNIK OBROTOWY

1. Obrotowa komora spalania
2. Komora napowietrzająca obrotowa
3. Izolacja termiczna (opcja)
4. Łożysko komory napowietrzającej i komory spalania
5. Komora nadmuchiwa
6. Kolano przyłączeniowe zasilania pelletem
7. Łącznik rurowy elastyczny - stypialny
8. Podajnik paliwa z zasobnika zewnętrznego
9. Zasobnik zewnętrzny paliwa (opcja)
10. Wentylator
11. Mechanizm obrotu komory spalania
12. Podajnik paliwa do komory spalania (stoker)
13. Zapalarka

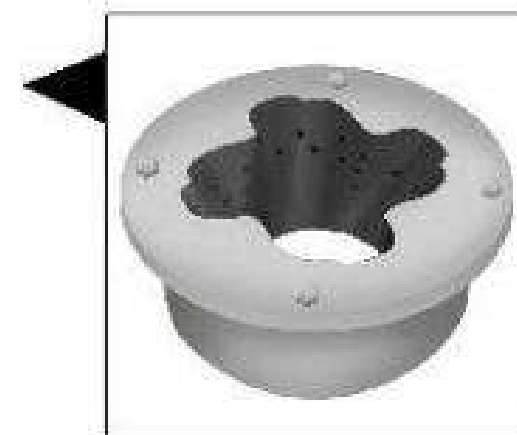


PALNIK SCHODKOWY



PALNIK RETOScroll

Palnik z retortą śrubową III generacji jest połączeniem cech tradycyjnego palnika retortowego oraz palnika obrotowego z napędem mechanicznym

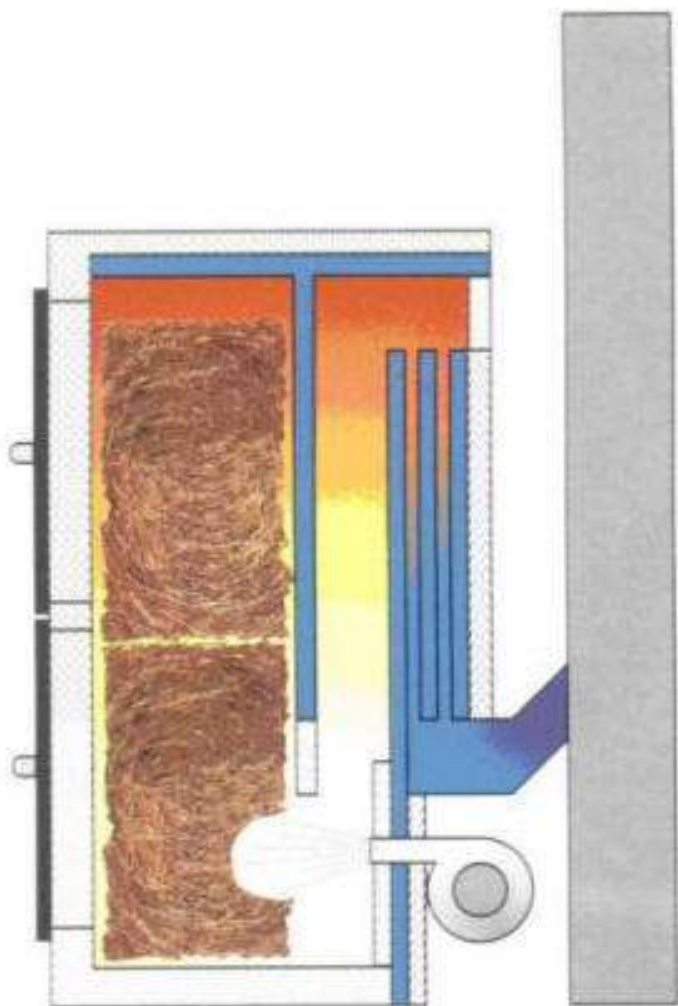


KOCIOŁ NA SŁOMĘ

Kotły na słomę montuje się przeważnie na terenach wiejskich, ponieważ jest tam bliski dostęp do paliwa.

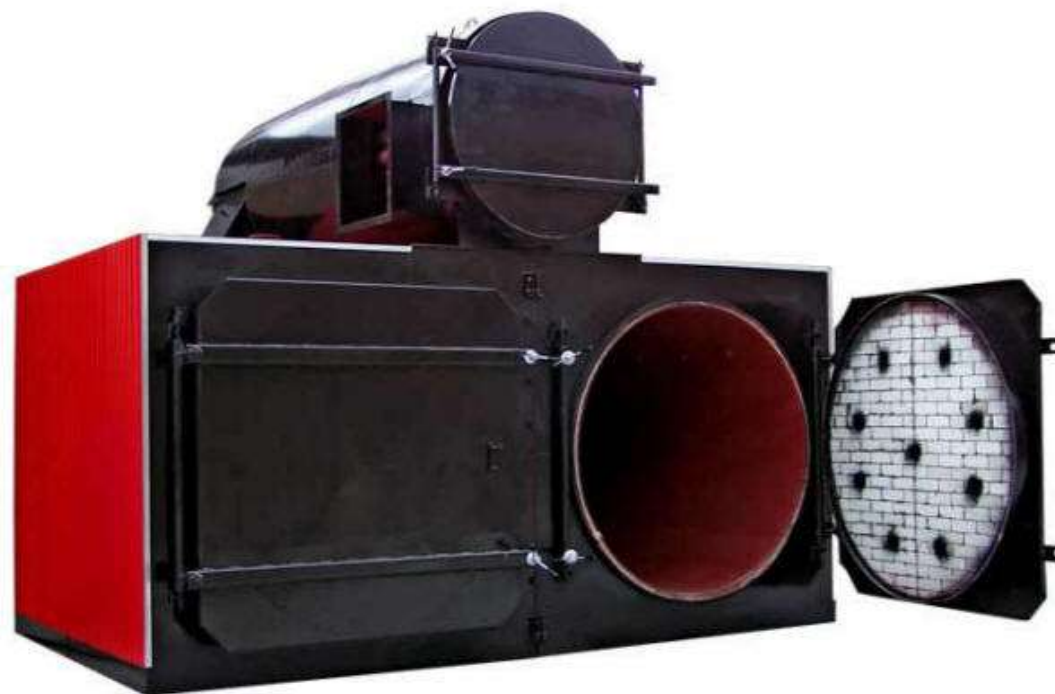
Mogą one ogrzewać zarówno domki jednorodzinne, jak i chlewnie, szklarnie, suszarnie, a nawet szkoły i urzędy gminy

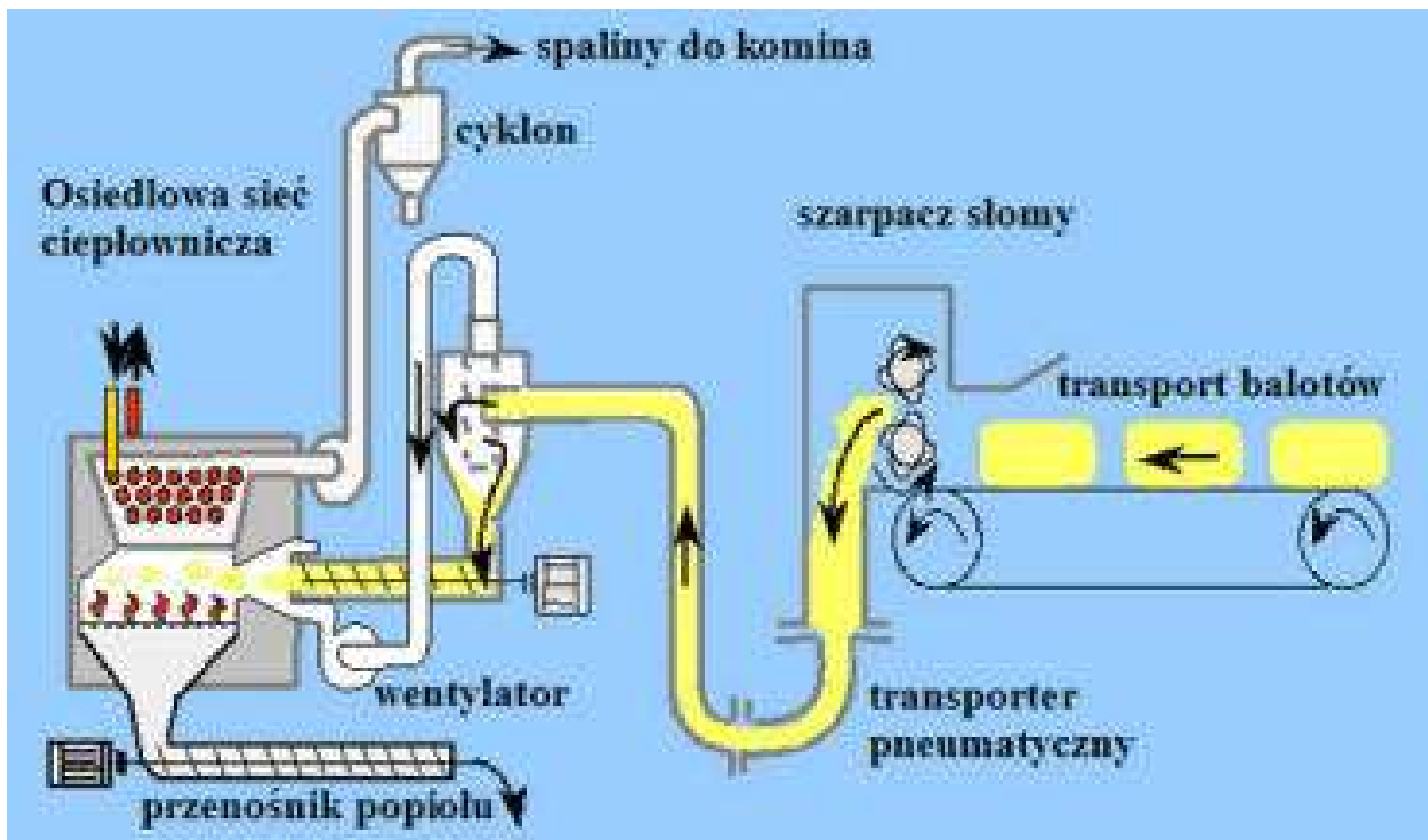




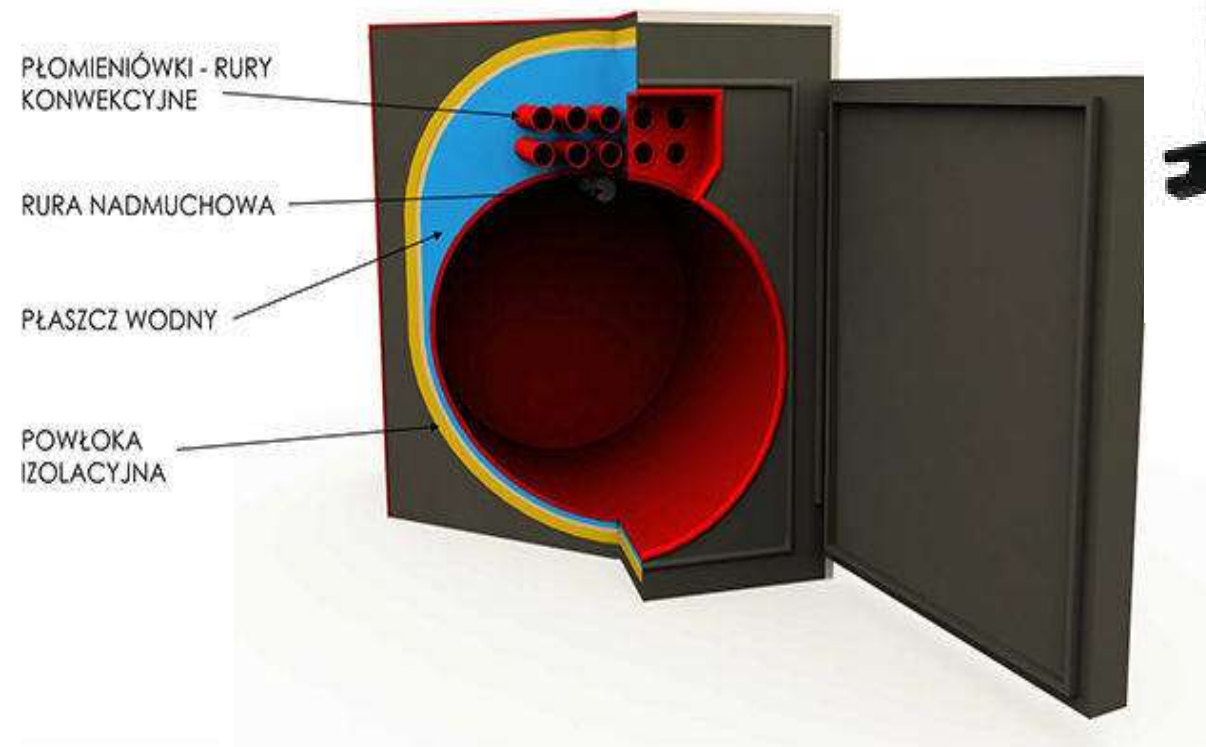
Kocioł spalający kostki ze słomy

Kocioł z systemem cygarowym
spalający baloty ze słomy









KOTŁY ZE ZGAZOWANIEM DREWNA

Kotły ze zgazowaniem drewna są nowoczesną i wydajną konstrukcją wśród kotłów na biomasę. Osiągają sprawność na poziomie 90% zbliżając się pod tym względem do starszych konstrukcji kotłów gazowych.



FAZY PROCESU SPALANIA:

SUSZENIE DREWNA

– zachodzi w górnej części kotła, drewno w tej fazie podgrzewane jest przez spaliny i oddaje wilgoć

ZGAZOWANIE DREWNA

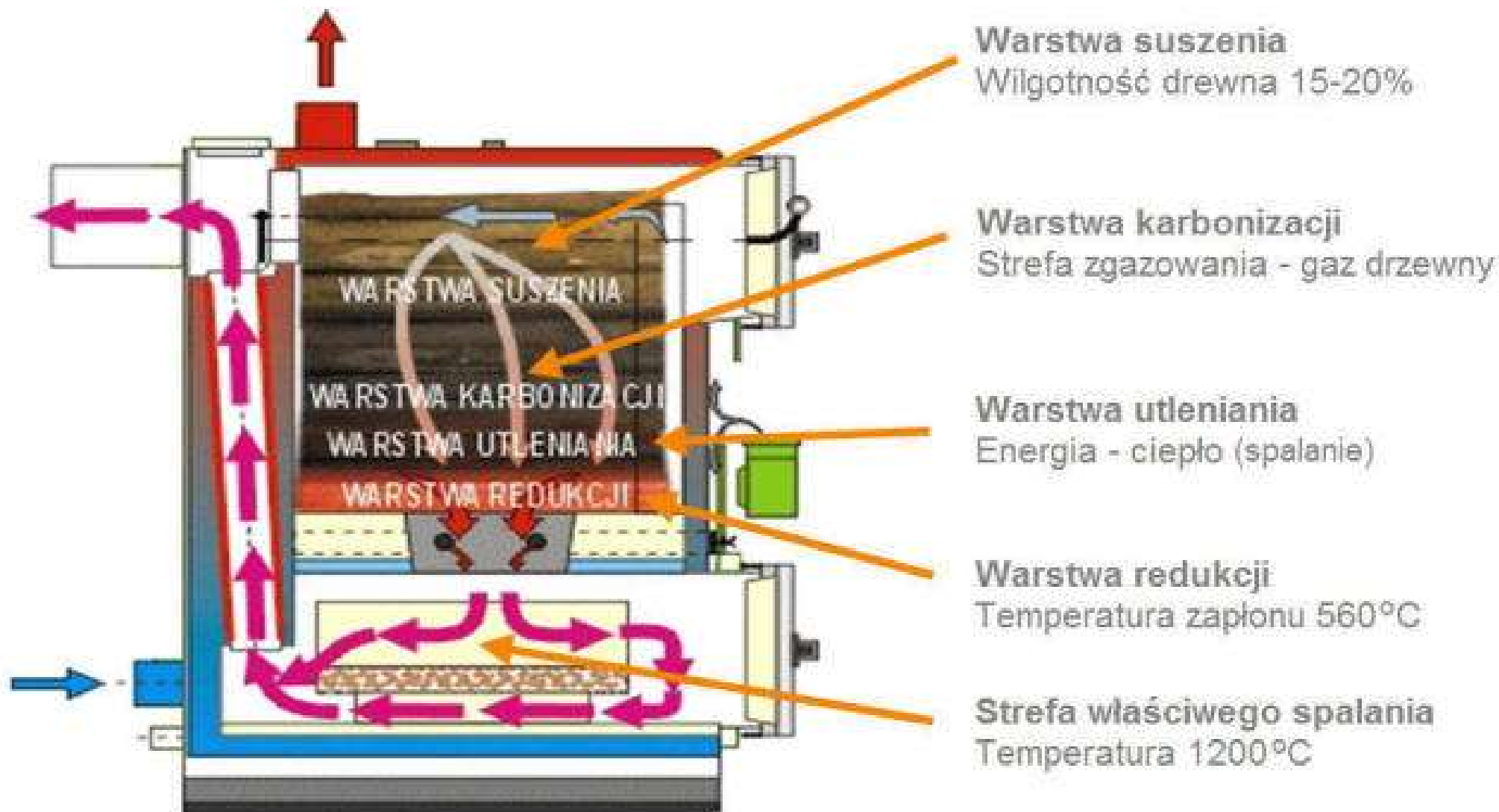
– środkowa strefa kotła, wysuszone drewno w wyniku dalszego podgrzewania ulega termicznemu rozkładowi z wydzielaniem gazu drzewnego, odbywa się to przy ograniczonym dopływie powietrza (proces pirolizy)

SPALANIE GAZU

wytworzony gaz drzewny spala się na specjalnym ruszcie ceramicznym w dyszy do której doprowadzane jest powietrze wtórne, palenie odbywa się z góry na dół, temperatura w tej strefie kotła przekracza 1000°C,

DOPALANIE DREWNA

– pozostałe po zgazowaniu części palne drewna (węgiel drzewny) dopalane są w komorze popielnika, spaliny opuszczające kocioł są niemal wolne od części stałych.



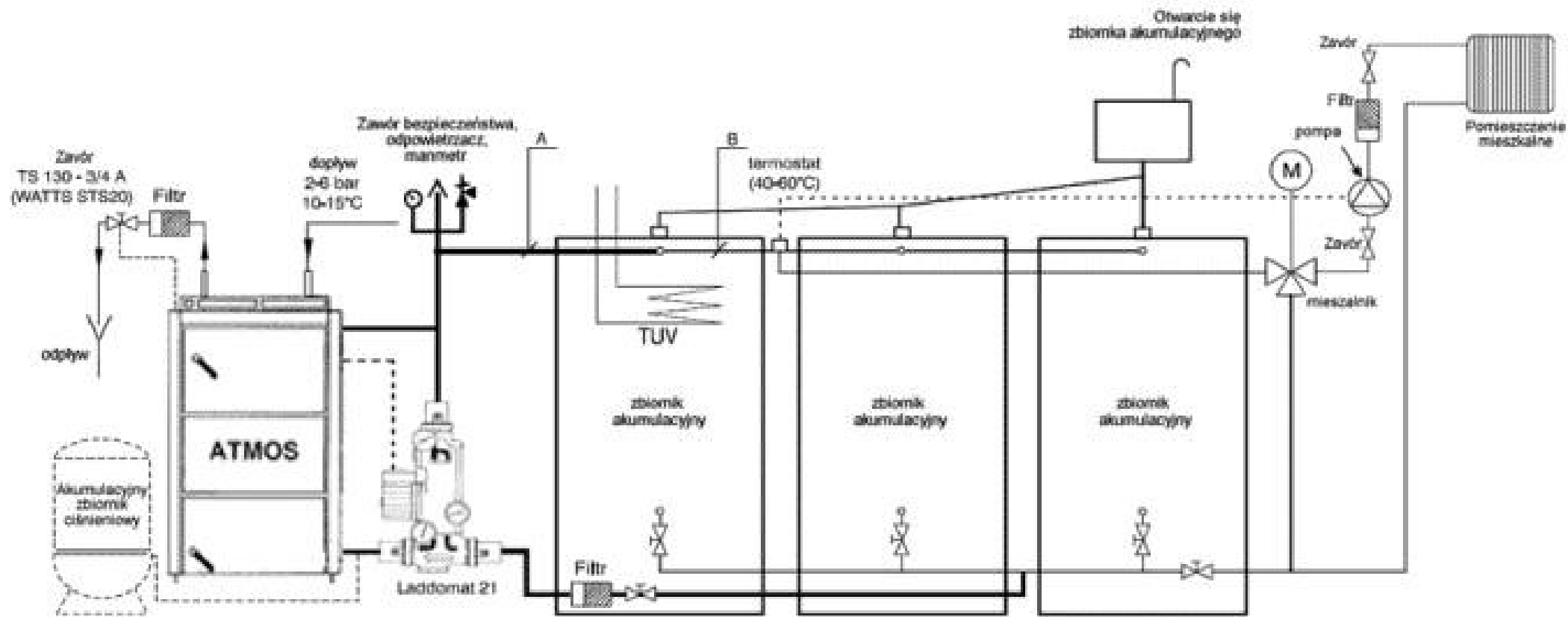
Warstwa suszenia
 Wilgotność drewna 15-20%

Warstwa karbonizacji
 Strefa zgazowania - gaz drzewny

Warstwa utleniania
 Energia - ciepło (spalanie)

Warstwa redukcji
 Temperatura zapłonu 560°C

Strefa właściwego spalania
 Temperatura 1200°C



ZABEZPIECZENIA KOTŁÓW NA BIOMASĘ

ZABEZPIECZENIA

Główne zagrożenia

Nadmierny wzrost ciśnienia

Cofanie się płomienia

Nadmierny wzrost temperatury w instalacji

Niezupełne spalanie

Zatkanie podajnika paliwa

„zimny” rozruch kotła

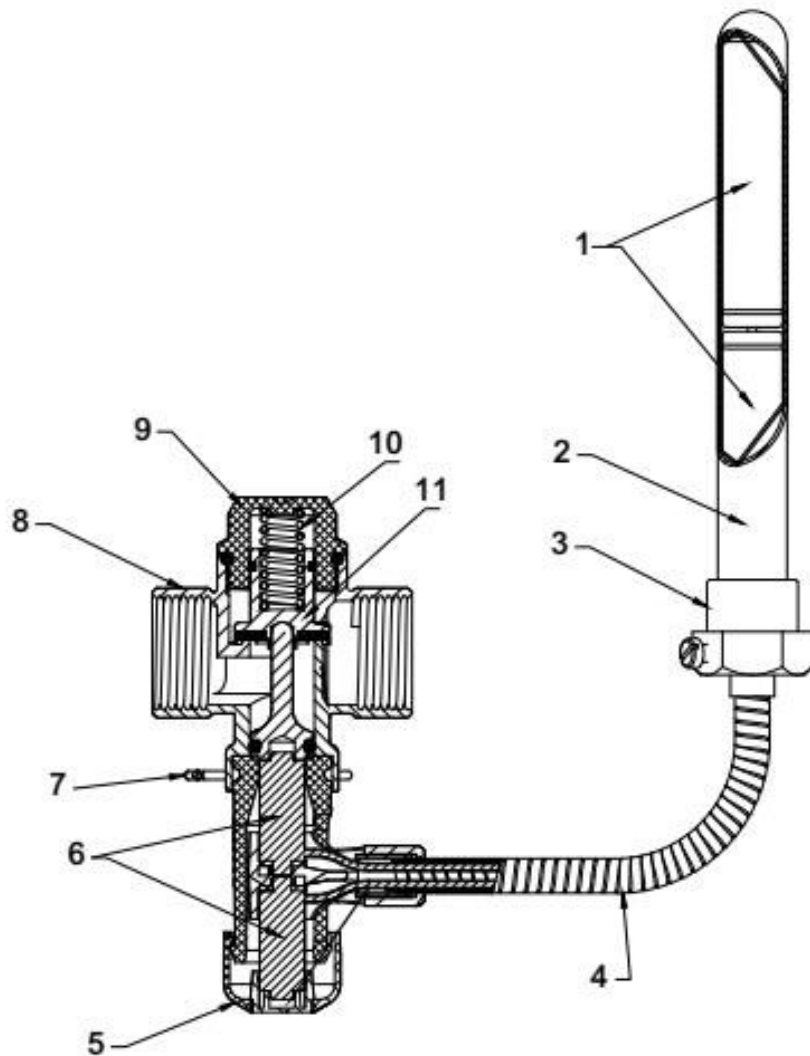
Brak wody w kotle

**ZABEZPIECZENIE PRZED
NADMIERNYM WZROSTEM
CIŚNIENIA**

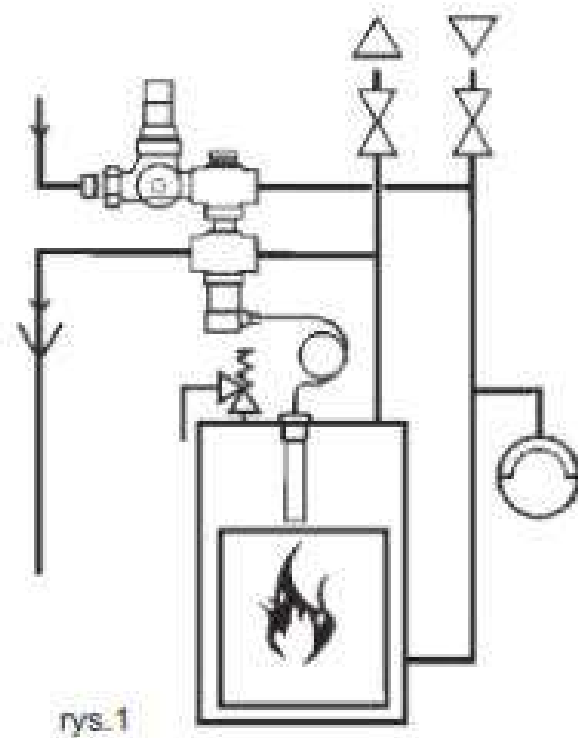
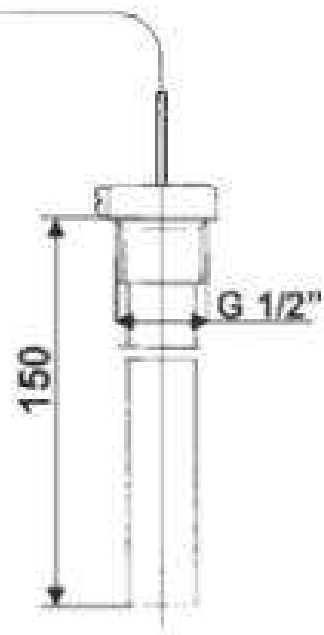
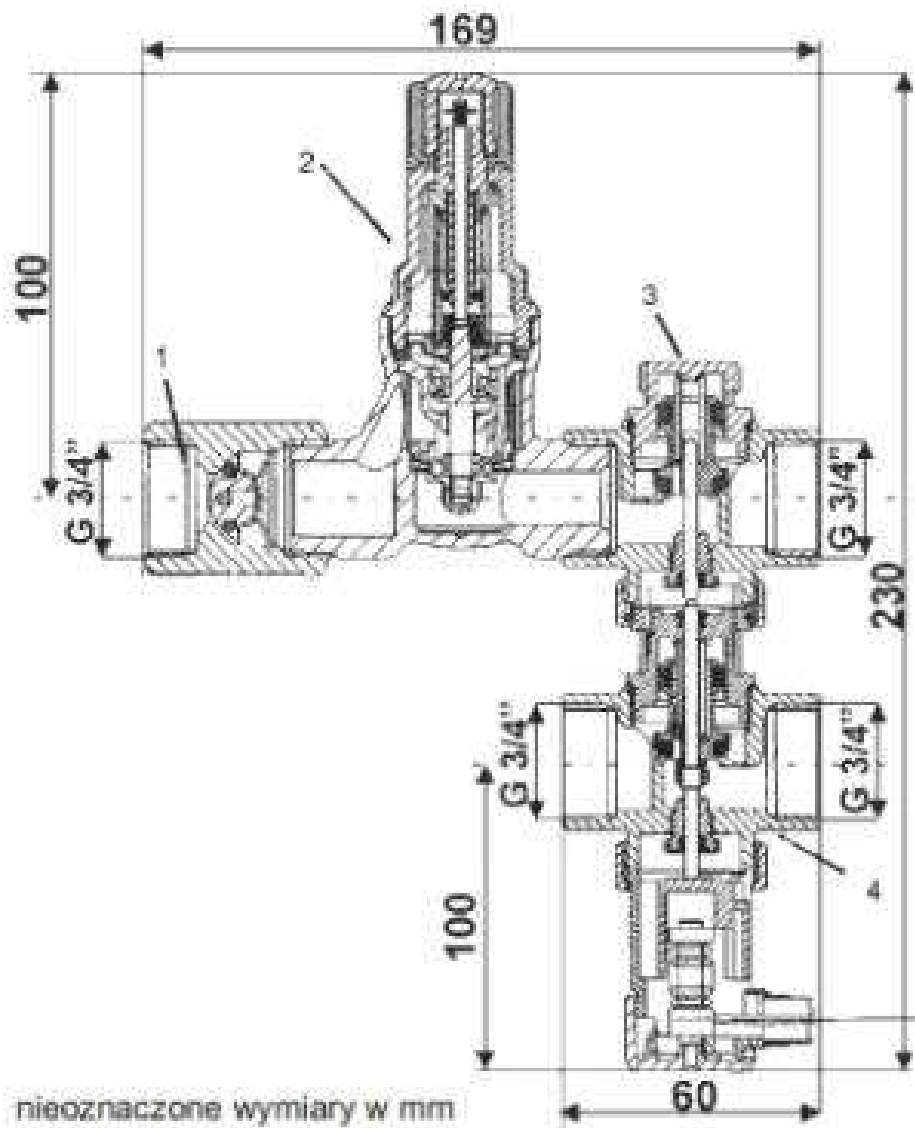
Zawory STS wyposażone są w sondę pomiarową, z czujnikiem termicznym połączoną z elementem wykonawczym za pomocą kapilary. Sonda posiada gwint zewnętrzny (zwykle 1/2") umożliwiający zamocowanie w części wodnej kotła.



ZAWÓR STS



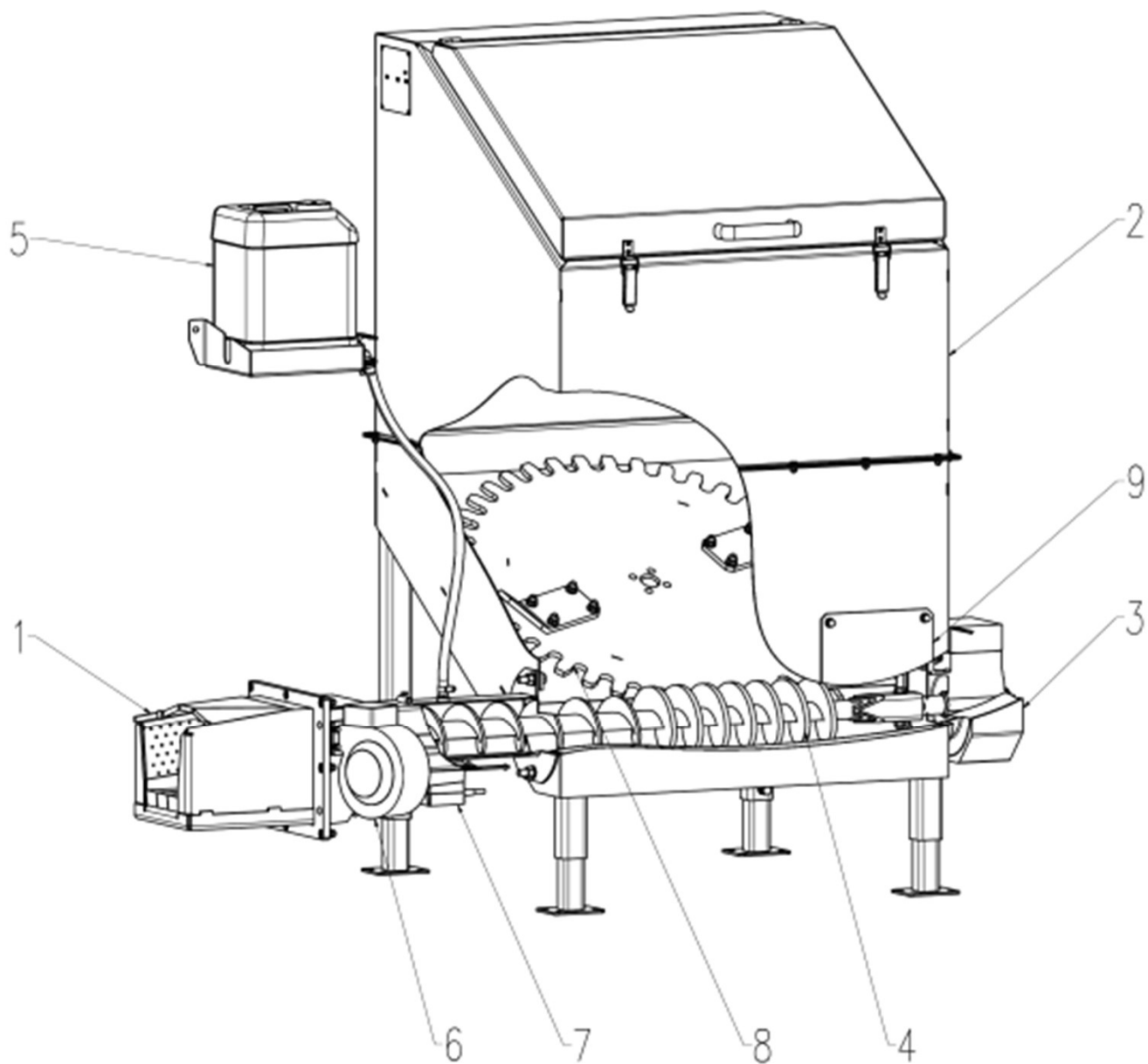
1. Sonda pomiarowa z podwójnym czujnikiem termostatycznym
2. Osłona sondy pomiarowej
3. Gwint przyłączeniowy sondy pomiarowej
4. Osłona kapilary
5. Przycisk ręcznego wyzwiania spustu
6. Mieszki rozszerzalne
7. Zawleczka blokująca część termostatyczną
8. Korpus zaworu
9. Korek spustowy
10. Sprężyna dociskowa grzyba zaworu
11. Grzyb zaworu
12. Fabryczne oznaczenie nastawy temperatury na przycisku



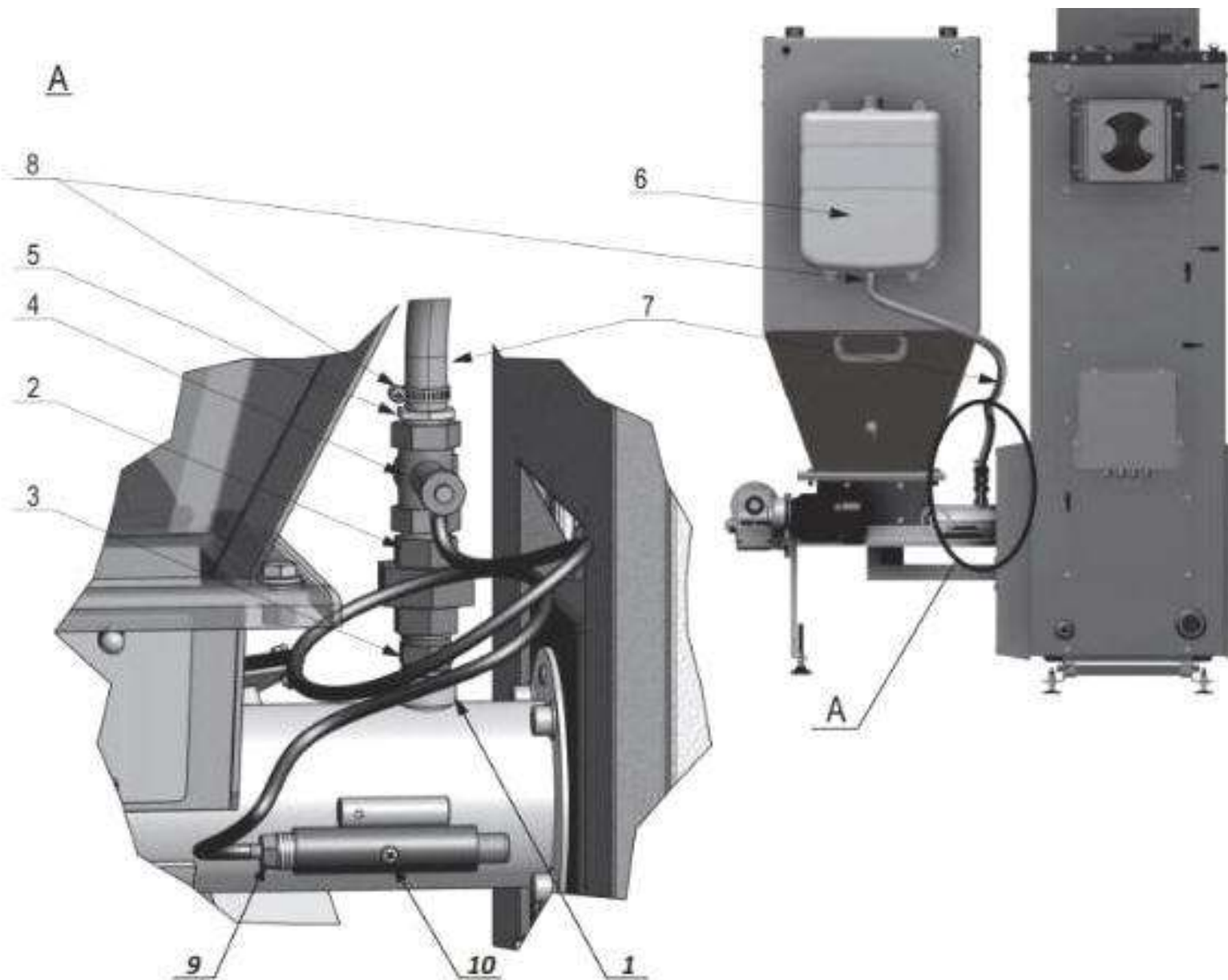
**ZABEZPIECZENIE PRZED
COFNIĘCIEM PŁOMIENIA**



Zbiornik z wodą
do schładzania
podajnika



- 1 – głowica żeliwna 20kW,
- 2 – zbiornik paliwa,
- 3 – motoreduktor - wałek,
- 4 – wał ślimakowy,
- 5 – system przeciwpożarowy,
- 6 – dmuchawa,
- 7 – siłownik napędowy rusztu,
- 8 – koło zruszające,
- 9 – otwór rewizyjny.



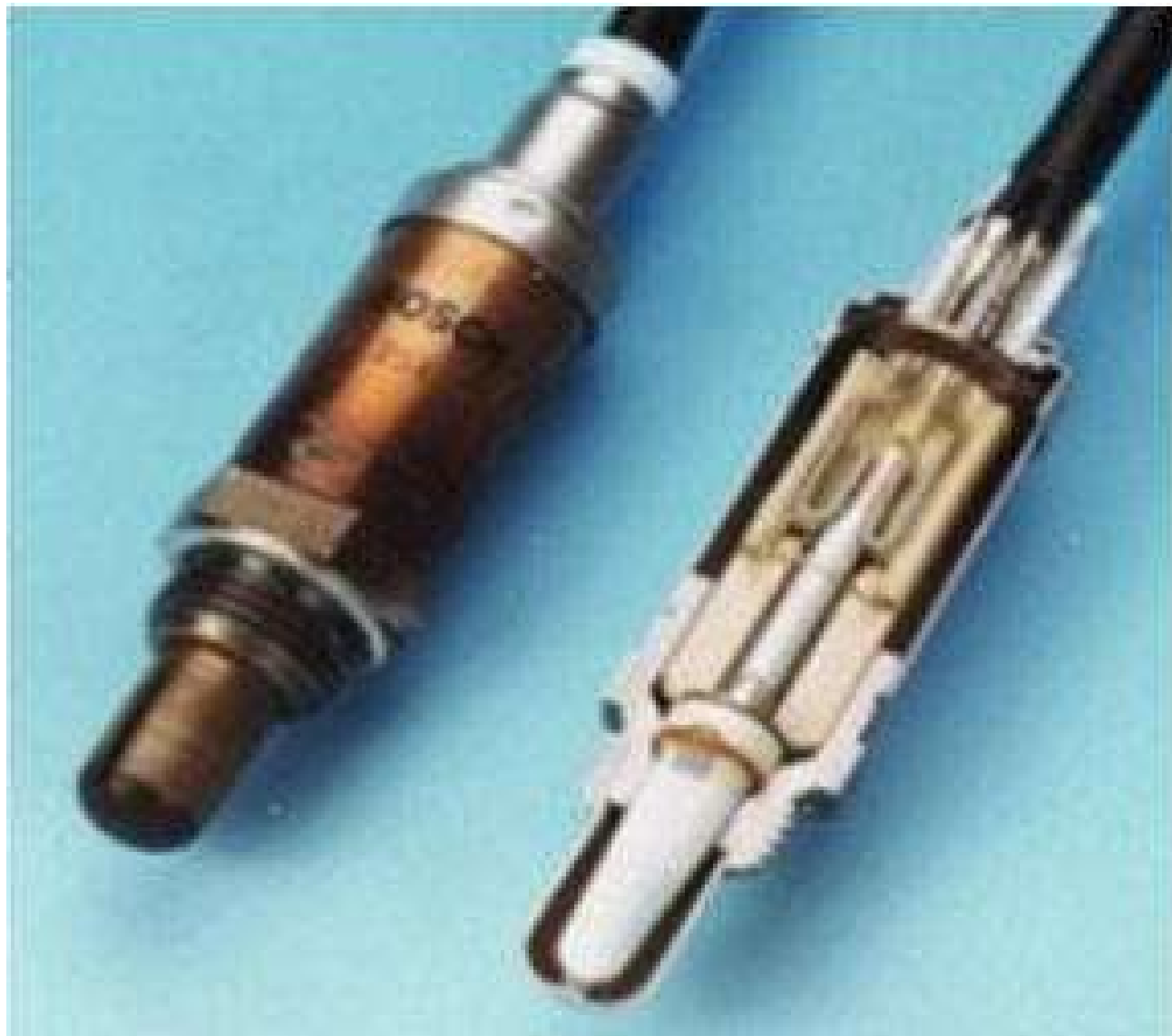
System strażak
z zaworem
termicznym
BVTS
i czujnikiem
temperatury

**ZABEZPIECZENIE
PRZED NADMIERNYM
WZROSTEM
TEMPERATURY**

W kotłach z podajnikiem jest to najczęściej tzw. zabezpieczenie **STB** które polega na automatycznym wyłączeniu pracy podajnika i wentylatora nadmuchowego do czasu wychłodzenia wody. System STB może być pojedynczy lub podwójny. W drugim rozwiązaniu wykonywany jest osobno dla sprzętu (STB sprzętowe – tzn. wyłączanie pracy wentylatora i podajnika) i osobno dla sterownika kotła (STB analogowe – po przekroczeniu temp. +95°C całkowicie wyłącza proces spalania, wymaga ręcznego resetowania).

**ZABEZPIECZENIE PRZED
NIEZUPEŁNYM SPALANIEM**

Stanowi je tzw. „sonda lambda”, sonda ta umieszczana jest w przewodzie kominowym i mierzy poziom tlenu w spalinach, jeśli jest go za mało, wysyła sygnał do wentylatora nadmuchowego zwiększając dopływ powietrza. Uzyskuje się dzięki temu optymalne spalanie i najwyższą sprawność kotła.



**ZABEZPIECZENIE PRZED
ZATKANIEM PODAJNIKA
PALIWA**

Czujnik zbliżeniowy
w kotle na pellet

Czujnik
pojemnościowy

Śluza

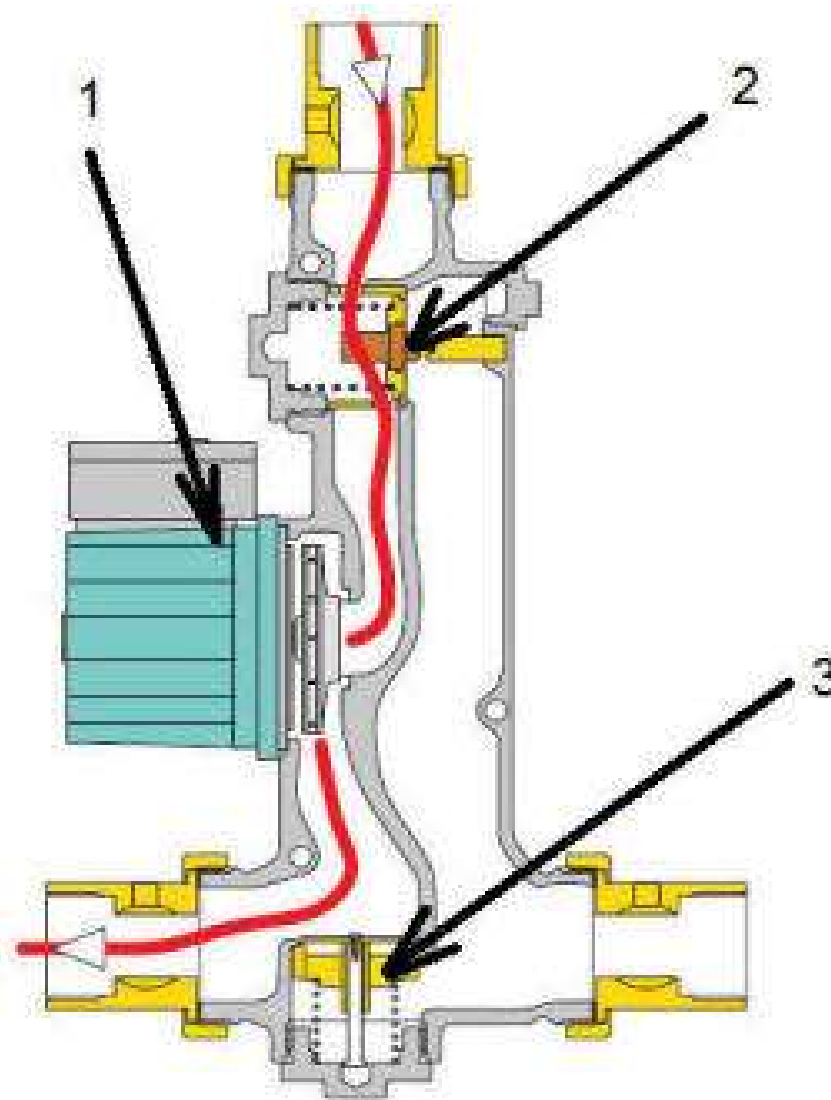


Dioda LED

Rura podajnika

**ZABEZPIECZENIE PRZEZ
ZIMNYM ROZRUCHEM**

Laddomat zamocowany pomiędzy kotłem a zasobnikiem ciepła.
1- pompa, 2 zawór termostatyczny, 3 zawór zwrotny



METODY WSPÓŁSPALANIA BIOMASY Z WĘGLEM

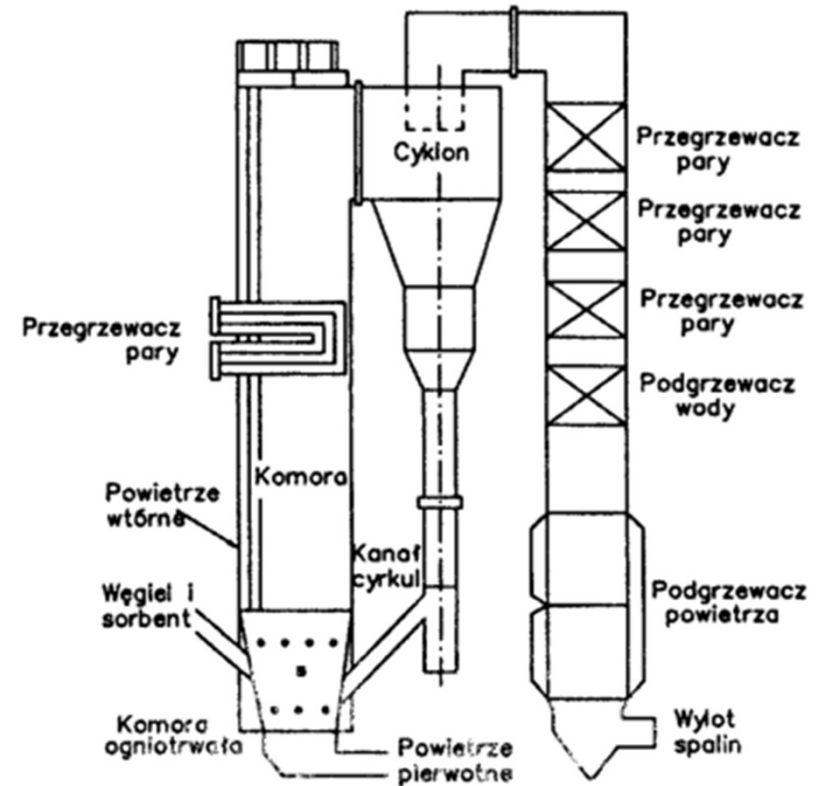
Bezpośrednie współspalanie biomasy

Pośrednie współspalanie

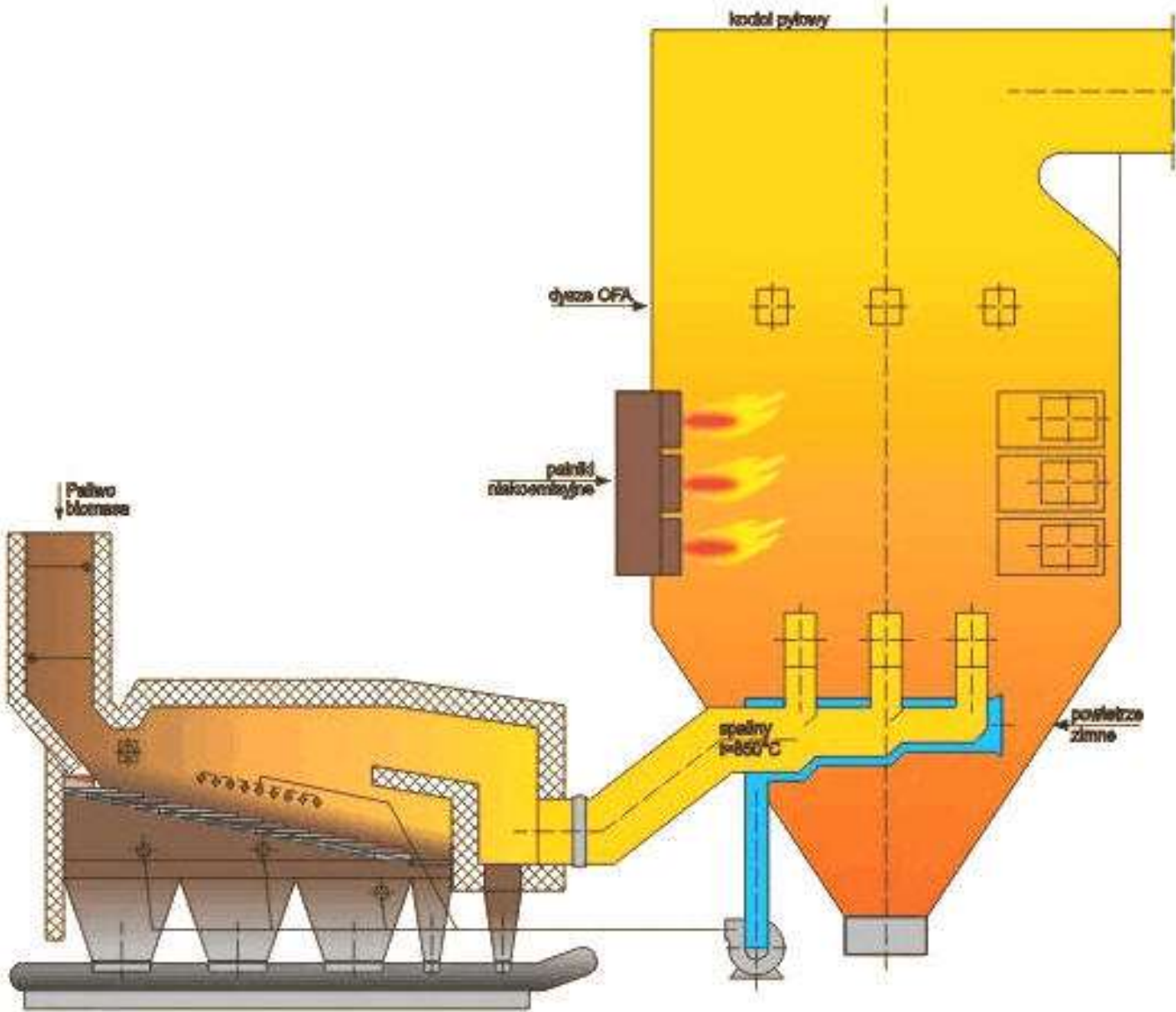
Współspalanie w układzie równoległym

RODZAJE KOTŁÓW ENERGETYCZNYCH WYKORZYSTYWANYCH DO SPALANIA I WSPÓŁSPALANIA BIOMASY

- kotły fluidalne
- kotły pyłowe
- kotły rusztowe

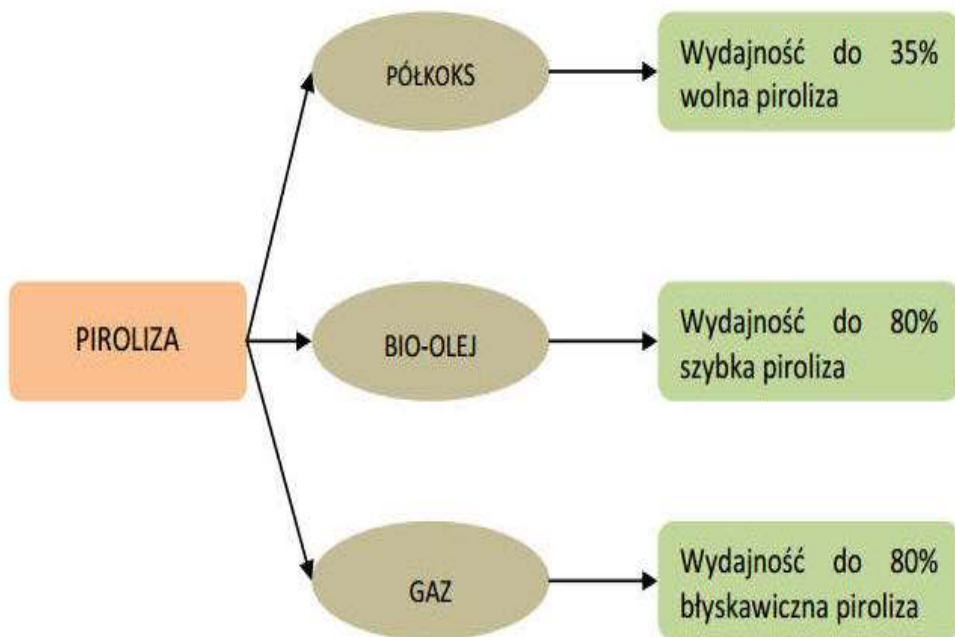


**KOCIOŁ
PYŁOWY**



PIROLIZA BIOMASY

W zależności od szybkości pirolizy produktem końcowym może być paliwo stałe, ciekłe lub gazowe.



| Warunki procesu | Konwencjonalna piroliza | Szybka piroliza | Błyskawiczna piroliza |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| Temperatura [°C] | 300 – 700 | 600 – 1000 | 800 – 1000 |
| Szybkość nagrzewania [°C/s] | 0,1 – 1 | 10 – 200 | ≥1000 |
| Czas przebywania w temperaturze końcowej [s] | 600 - 6000 | 0,5 – 5 | <0,5 |
| Rozmiar cząstek [mm] | 5-50 | <1 | pył |