

EKOLOGIA I EKONOMIA: METAN DLA MOTORYZACJI

GasHighWay

Warszawa 7 marca 2012

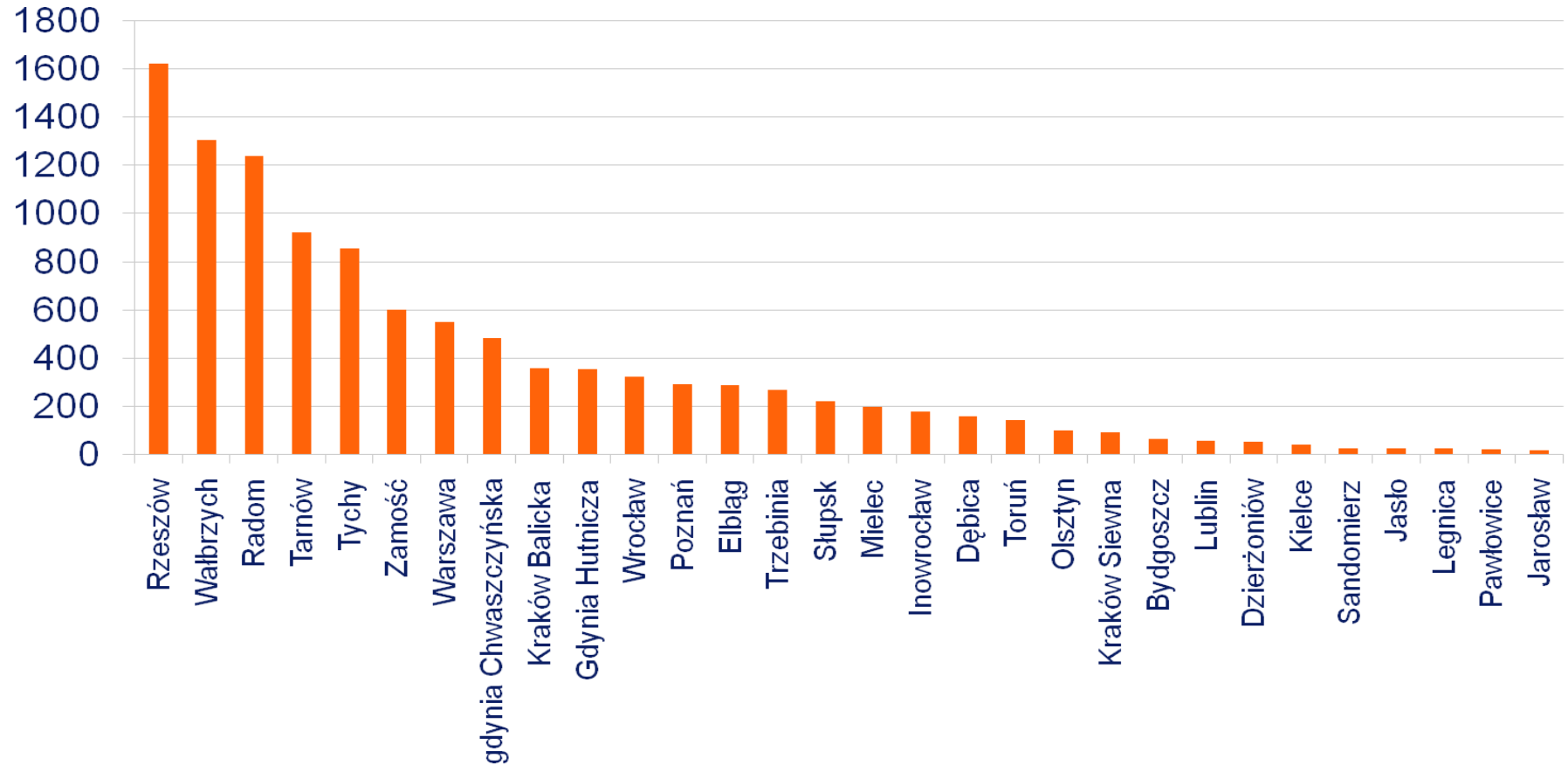
STACJE TANKOWANIA CNG W POLSCE - STAN OBECNY I PERSPEKTYWY ROZWOJU

Marek Rudkowski

*Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne
„NGV POLSKA”*

Wolumen sprzedanego paliwa wyszczególnienie stacji

Wolumen sprzedaży CNG [tys. m³]



Źródło: PGNiG SA

Stacja CNG Kraków ul. Siewna



- Stacja czynna od 2005 roku – sprężarka SULZER
- Od 2009 roku – sprężarka AG 70 NGV AUTOGAS
- Nakłady – 300 000 PLN
- Koszt sprężania - 0,56 PLN/m³ SULZER
- 0,42 PLN/m³ AG 70

Stacja we Wrześni



1.1 Dobór parametrów podstawowych

Na dobór sprężarki mają wpływ parametry sieci gazowej (ciśnienie zasilania p_z , wydajność Q_{\max}), z której będziemy pobierać gaz.

Im wyższe będzie ciśnienie zasilania tym, przy zachowaniu tej samej wydajności, tańsza będzie inwestycja (sprężarka o mniejszej ilości stopni) i niższe koszty eksploatacji.

Inne istotne parametry to:

- planowana ilość i wielkość zbiorników CNG tankowanych pojazdów (szybkość narastania zapotrzebowania na CNG w czasie eksploatacji stacji)
- planowane obciążenie stacji godzinowe/dobowe

Z przeprowadzonych analiz wynika, że aby eksploatacja stacji CNG była opłacalna musi ona pracować co najmniej 10-12 godzin dziennie.

1.2 Dobór parametrów mających wpływ na koszty eksploatacji:

- wielkość nakładów na inwestycje, które rzutują na wysokość kosztów amortyzacji (decyzja czy będzie stopniowa rozbudowa czy od razu stacja docelowa)
 - a) zależne od czasu i wielkości obciążenia stacji; autobusy (godziny tankowania między 23⁰⁰ – 4⁰⁰) dostawcze/osobowe przez 24 godz.
 - b) opłaty stałe za zamówioną energię elektryczną i gaz, które zależą od rzeczywistego poboru gazu

c) wybór typu sprężarki – napęd elektryczny, silnikiem gazowym

– tańsza, zwykle bardziej awaryjna

– droższa, wyższej jakości (niższe koszty przestoju, napraw, remontów)

d) zużycie oleju zależy od:

- sposobu chłodzenia (powietrzne – ciecz)

- czy jest właściwie dobrany do warunków klimatycznych miejsca eksploatacji (przedział temperatury pracy, w

którym utrzymuje wymaganą lepkość, czy się nie pieni, itp.)

- właściwej konstrukcji i wykonania pierścieni oraz złożenia pierścienie/cylindry

- skuteczności działania odolejaczy

- stanu technicznego sprężarki

Skutki zaolejenia gazu

1. Degradacja reaktora katalitycznego w pojeździe
2. Degradacja czujników tlenu (sonda lambda) w silniku pojazdu
3. Uszkodzenie świec zapłonowych silnika (nagar na izolatorach powodujący utratę izolacyjności)
4. Degradacja butli kompozytowych
5. Degradacja uszczelek gumowych
6. Degradacja osuszaczy gazu usytuowanych na wyjściu gazu ze sprężarki. Należy oszacować co będzie droższe – jednorazowo wyższe nakłady na osuszacz zainstalowany na dolocie czy częstsza wymiana sorbentu w osuszaczu usytuowanym na wylocie ze sprężarki.

2. Jednostkowe zużycie energii potrzebnej do sprężenia jednostki objętości gazu

Podstawowe kryterium przy wyborze sprężarki . Dostawca zwykle nie może podać dokładnej wartości zapotrzebowania na energię (kWh/m³) ze względu na bardzo różne warunki eksploatacji sprężarki np.:

a) atmosferyczne gdy przy niskich temperaturach otoczenia będzie konieczność dłuższego grzania oleju

b) sposobu eksploatacji – przy niewłaściwie dobranej pojemności zbiorników CNG do wydajności sprężarki i czasu poboru gazu przez tankowane pojazdy może nastąpić gwałtowny wzrost poboru energii gdy np. będzie częstszy rozruch sprężarek i praca w krótkich okresach (niekorzystne również ze względu na trwałość sprężarki).

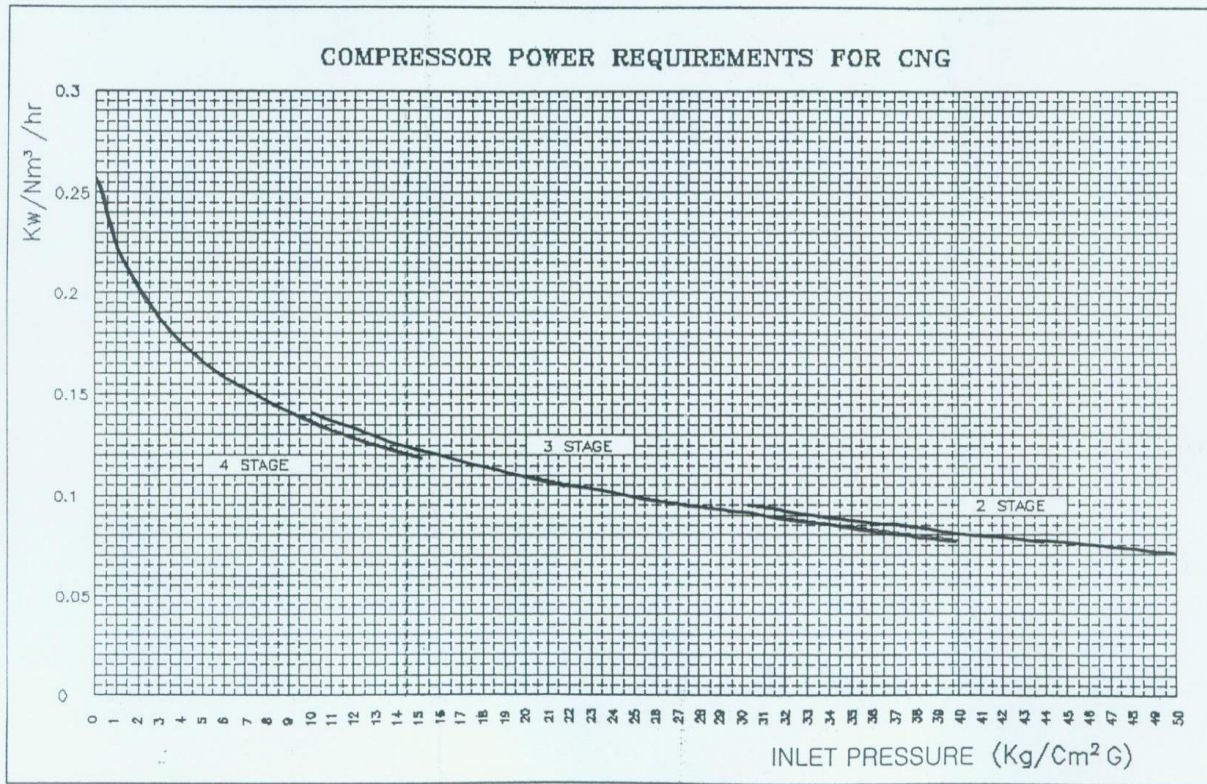
c) sposobu liczenia odbiorników energii elektrycznej; czy jednostkowe zużycie energii wyliczono jedynie na podstawie wydajności sprężarki i poboru energii elektrycznej przez jej silnik napędowy czy też:

- uwzględniono w podanej wartości zużycia energii elektrycznej (kWh/m³) ilość energii potrzebnej do utrzymania właściwej temperatury pracy (grzanie oleju), napęd wentylatorów, pompy cieczy chłodzącej, pompy oleju, oświetlenia
- jaki zastosowano rozruch silnika sprężarki (sztywny czy miękki)
- uwzględniono grzanie sorbentu w osuszaczu (jeśli jest zastosowane rozwiązanie np. dwukolumnowe) czy ogrzewanie zbiornika osuszacza (zewnątrznie)
- uwzględniono pobór energii na elektryczne grzanie przewodów gazowych i w newralgicznych punktach (zweżenie przepływu w zaworach)

Wykres poboru energii

KwangShin

POWER & TYPE SELECTION



3. Układ osuszania

Znaczny wpływ na koszt budowy stacji CNG ma jakość dostarczanego gazu (skład chemiczny i poziom zawilgocenia).

W naszej strefie klimatycznej wymaga się aby punkt rosy był poniżej minus 30°C co jest trudne do spełnienia prostymi i tanimi metodami.

Z naszych doświadczeń wynika, że korzystniejsze jest osuszanie gazu na dolocie do sprężarki.

Niektóre typy sprężarek nawet znanych producentów już po niedługim czasie eksploatacji wykazują znaczny poziom zaolejenia gazu na wylocie ze sprężarki co skutkuje gwałtownym spadkiem skuteczności działania sorbentu osuszacza w wyniku jego zaolejenia.

4. Obsługa serwisowa stacji CNG

Jakość i szybkość działania obsługi serwisowej stacji CNG ma wpływ na wizerunek firmy, która dostarczyła urządzenia.

Obsługa serwisowa stacji powinna odbywać się na trzech poziomach:

1. Obsługa bieżąca, prowadzona przez przeszkolony personel, skupiona na bieżącym monitorowaniu istotnych parametrów ruchowych sprężarki (kontrola ciśnień, temperatur, poziomu oleju itp.)
2. Obsługa okresowa (serwisy po określonych resursach) związana z wymianą filtrów, oleju, sprawdzeniem skuteczności działania zabezpieczeń (układ sterowania, zawory bezpieczeństwa), szczelności połączeń, stanu zaworów roboczych itp.
3. Remonty bieżące i główne, które powinny wynikać z założonego harmonogramu.

Budowa Stacji Tankowania CNG

Systemy tankowania NGV's

1. Stacje tankowania z systemem:
 - Szybkiego tankowania
 - Wolnego tankowania pojazdów (rampa)
2. Sprężarki typu garażowego VRA
3. Punkty tankowania (pojedyncza sprężarka)
4. Punkty tankowania ze stałymi zbiornikami sprężonego gazu i początkowo mobilne, a później stałe agregaty sprężarkowe

Projekt stacji CNG

- Właściwe rozmieszczenie elementów składowych stacji – ograniczenie zajmowanego miejsca
- Dobór wielkości i ilości sprężarek – wybór sprawdzonych producentów z referencjami (np. SAFE !)
- Dobór układów osuszania gazu
- Dobór dystrybutorów CNG (właściwie dobrane przepływy)
- Gospodarka częściami zamiennymi i materiałami eksploatacyjnymi (na stacji sprężarki jednego typu)
- Organizacja serwisu – poziom wykształcenia j.w.

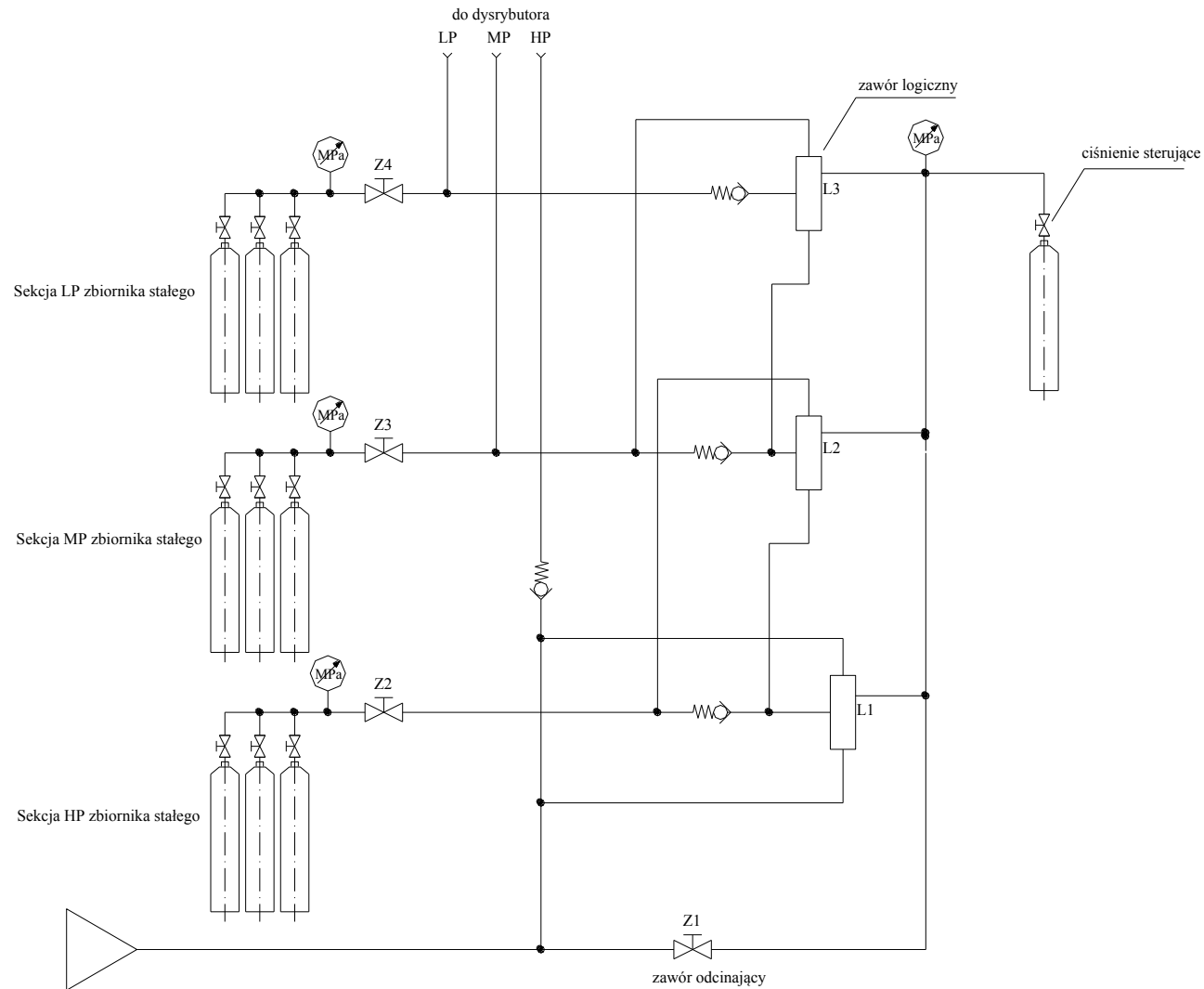
System priorytetów napełniania zbiornika stałego CNG

Panel “priorytetów” służy do kierowania strumienia sprężonego gazu ziemnego płynącego ze sprężarki do odbiorników tj. dystrybutora gazu bądź też do odpowiednich sekcji zbiornika stałego.

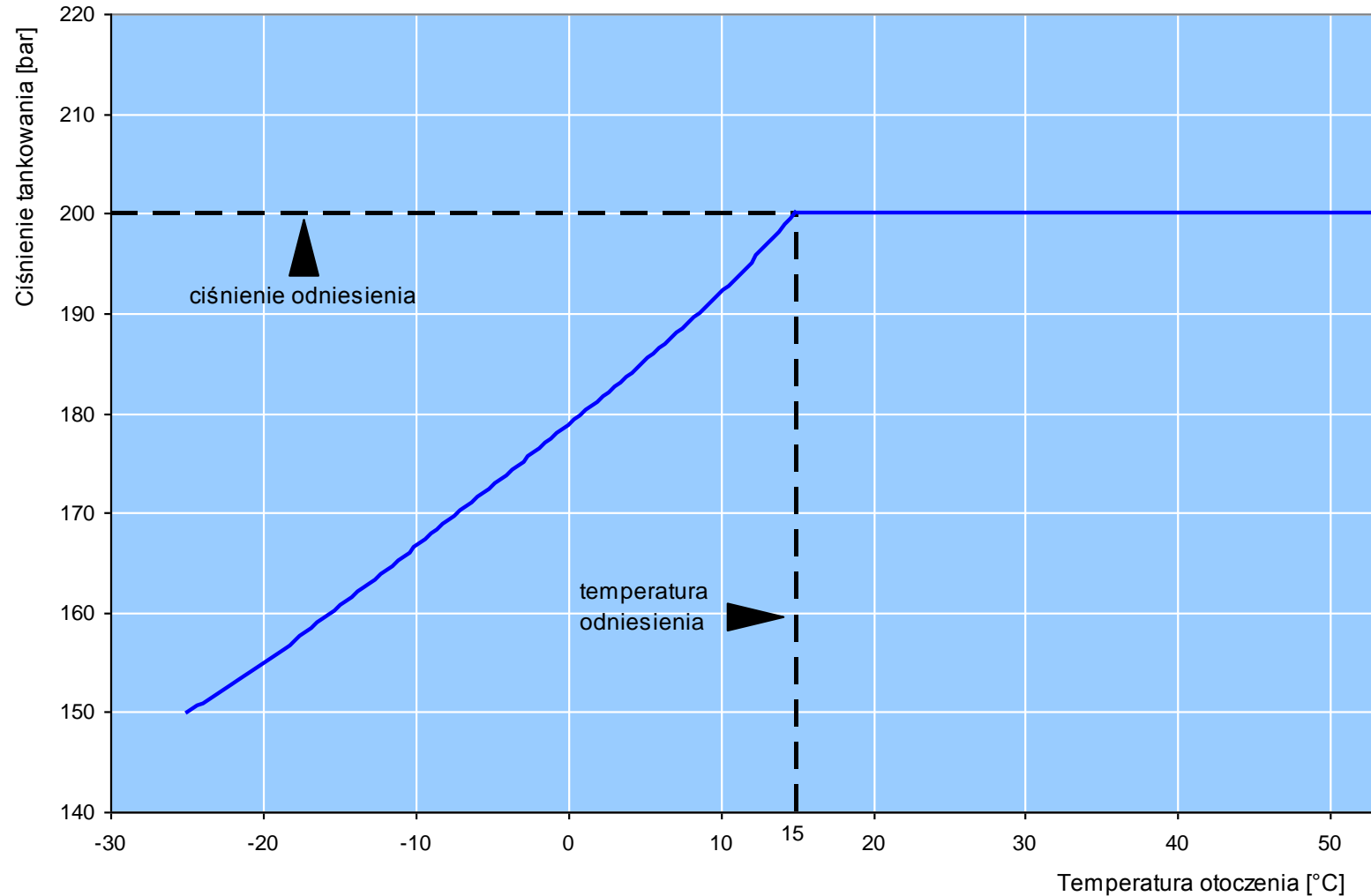
Panel składa się z:

- układu zaworów logicznych i zaworów zwrotnych,
 - zbiornika gazu o ciśnieniu wzorcowym
- połączonego z główną magistralą gazową

Schemat ideowy panelu priorytetów



Kompensacja temperaturowa (pomiar temp. otoczenia + ciśnienia gazu)



207 +/- 7.0 bar g @ 21°C

183 +/- 7.5 bar g @ 10°C

166 +/- 8.0 bar g @ 0°C

150 +/- 8.5 bar g @ -10°C

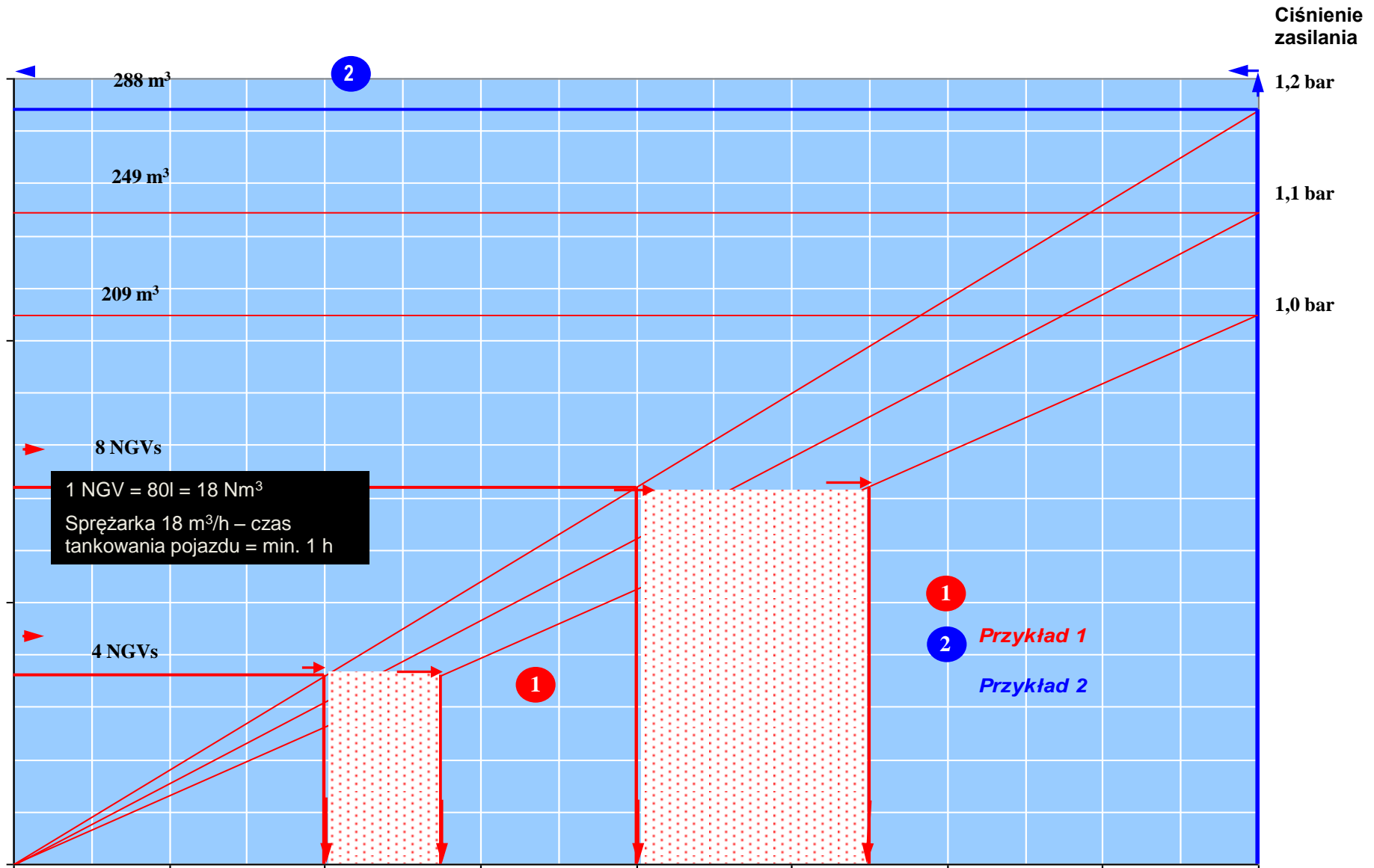
133 +/- 9.0 bar g @ -20°C

116 +/- 9.5 bar g @ -30°C

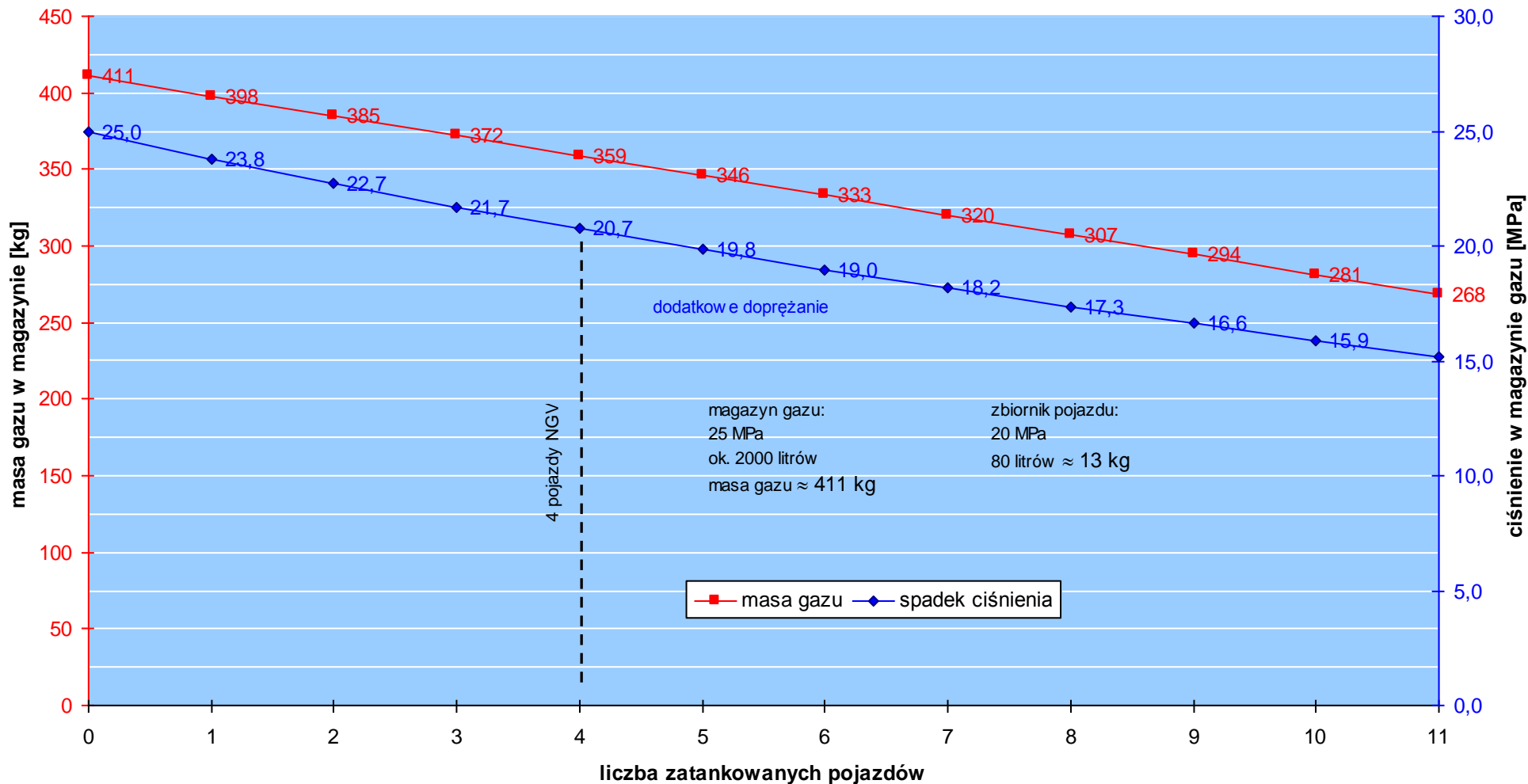
100 +/- 10 bar g @ -40°C

Przy temperaturze poniżej -45 °C i powyżej +55 °C mikroprocesor nie pozwoli na uruchomienie sprężarki i wskaże „warunki niewłaściwe” na panelu sterowania

Dobór wielkości sprężarek do aktualnego zapotrzebowania



Dobór magazynu gazu do szybkiego tankowania



Układ zabezpieczeń

Sprężarka powinna być w pełni zautomatyzowana i nadzorowana przez własny komputer – sterownik wyposażony w obwody samokontroli i czujniki systemowe.

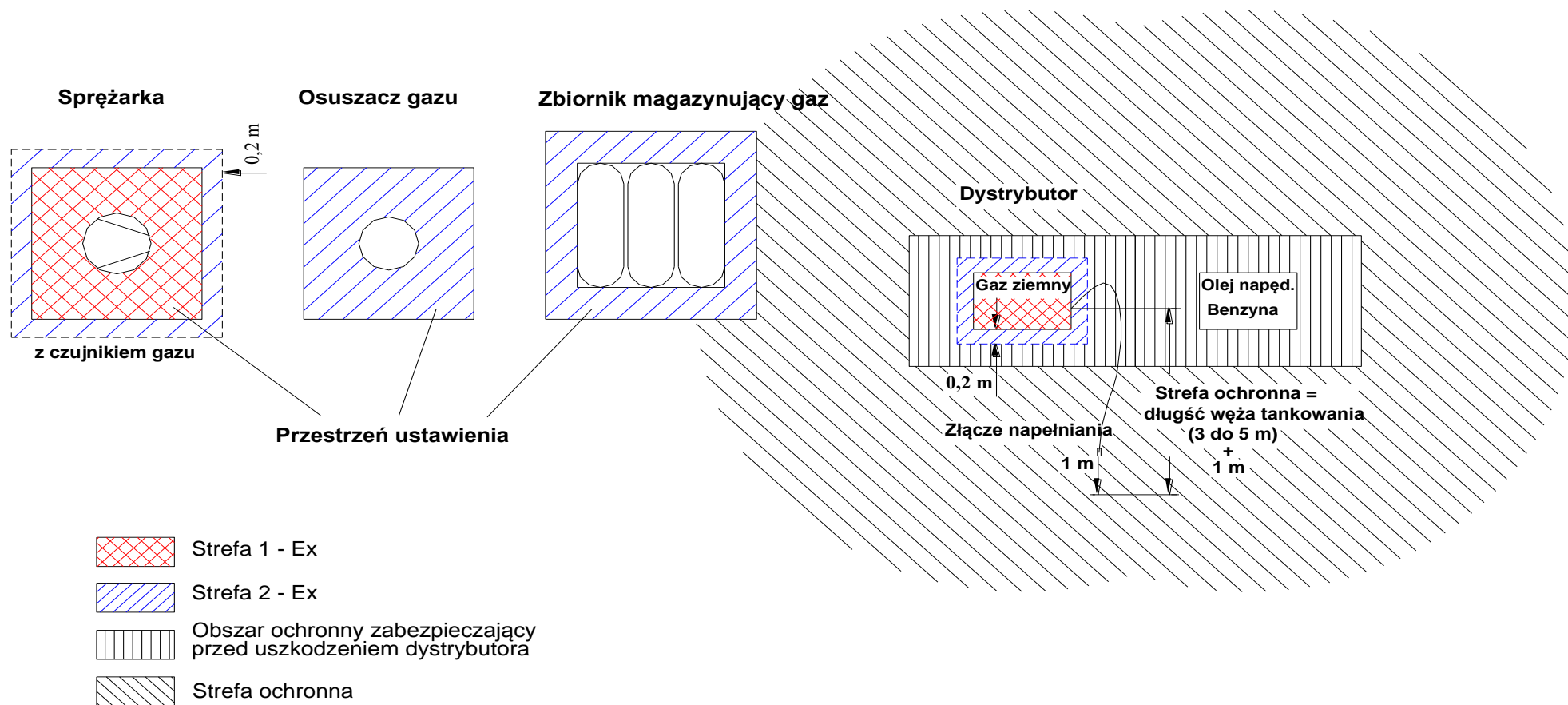
Ze względu na charakter czynnika sprężanego – gaz ziemny – układy obwodów i urządzeń elektrycznych zastosowane są w wersji przeciwwybuchowej lub w formie obwodów iskrobezpiecznych.

Z ważniejszych zabezpieczeń to:

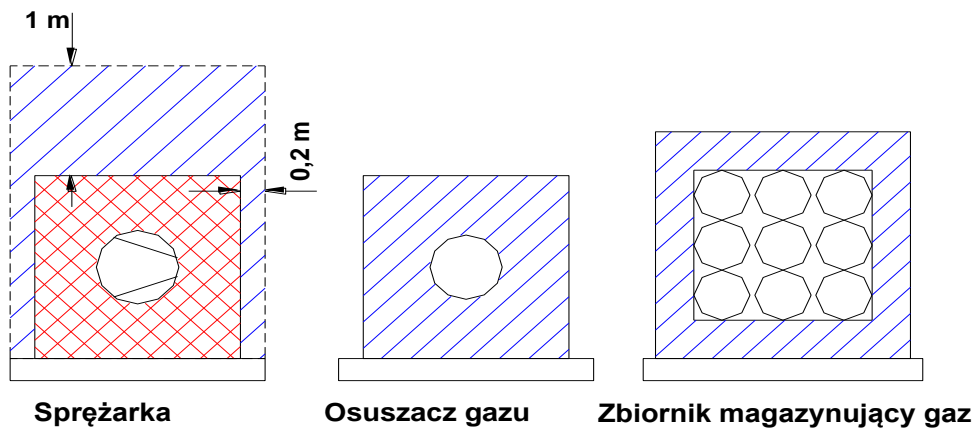
- przeciążenie silnika elektrycznego
- niekontrolowane zmiany ciśnienia dolotowego
- przekroczenie ciśnienia maksymalnego (wylotowego)
- przegrzanie wybranych miejsc na sprężarce np. (brak cyrkulacji cieczy chłodzącej)
- natychmiastowe zatrzymanie agregatu w razie zagrożenia (z pominięciem cyklu rozprężania międzystopniowego gazu)
- brak ciśnienia oleju (niskiego i wysokiego)
- awaryjne rozszczelnienie instalacji gazowej wewnątrz kontenera.

Infrastruktura dla pojazdów NGV – lokalizacja stacji CNG


Strefy zagrożenia wybuchem na stacjach CNG




Ustawienie na wolnej przestrzeni

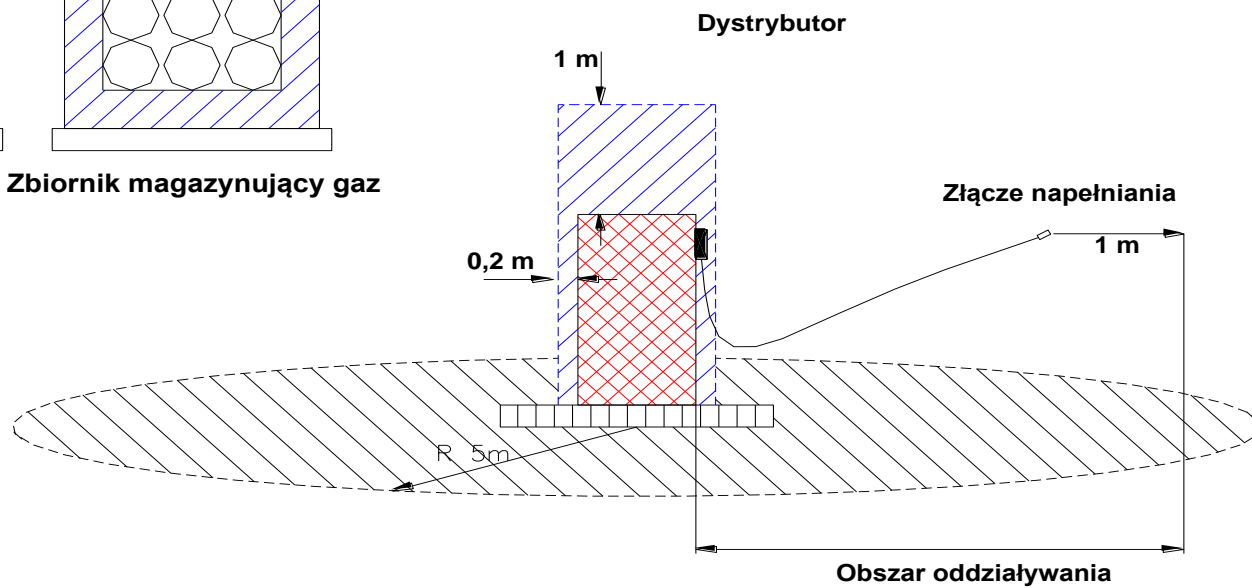


 Strefa 1

 Strefa 2

 Obszar ochronny zabezpieczający przed uszkodzeniem dystrybutora

 Strefa ochronna: 5 m



Urządzenie napełniające dla pojazdów silnikowych z systemem

napędowym CNG (dalej VRA) – urządzenie, w którym wydajność sprężarki nie przekracza 20 m³/h. Zbiornik pojazdu należy napełniać bezpośrednio z przewodu wtłaczającego lub z magazynu gazu CNG.

Urządzenie napełniające klasy A – urządzenie zaprojektowane dla instalacji wewnętrznej i zewnętrznej. Powinno posiadać następującą charakterystykę:

- maksymalna ilość przyłączy napełniających – 2,
- bez zbiornika zapasowego sprężonego gazu,
- wydajność sprężarki nie przekracza 7 m³/h.

Urządzenie napełniające klasy B – urządzenie zaprojektowane wyłącznie do instalacji zewnętrznej. Można je uzupełnić zbiornikami sprężonego gazu ziemnego. Powinno posiadać następującą charakterystykę:

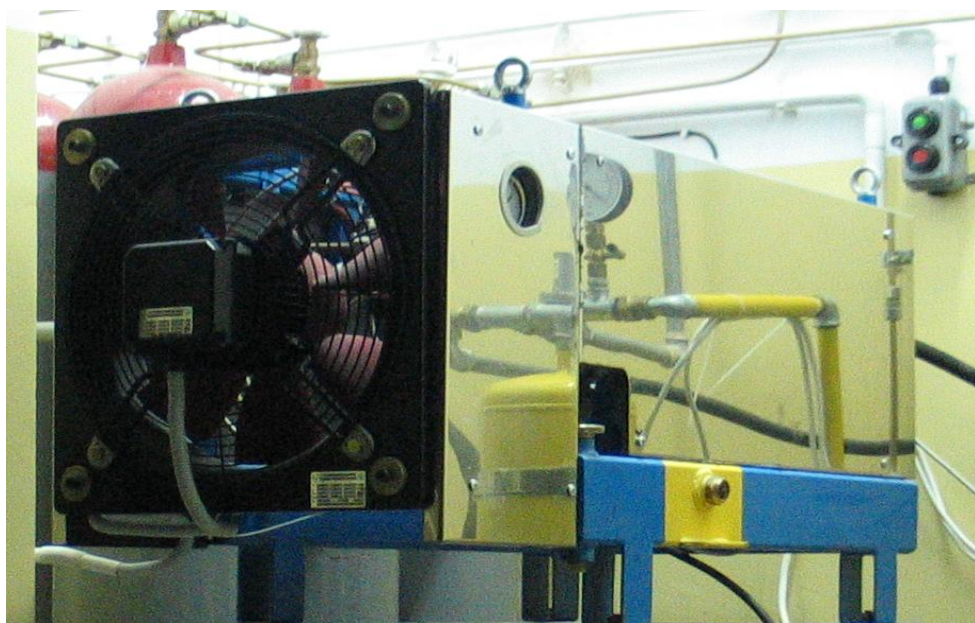
- maksymalna ilość przyłączy napełniających – 5,
- wydajność sprężarki nie przekracza 20 m³/h,
- całkowita objętość zbiorników sprężonego gazu ziemnego nie przekracza 960 litrów objętości wewnętrznej.



Fot. 1 Widok sprężarki CNG MJ05



Fot. 2 Widok sprężarki FMQ2.5



Fot. 3 Widok sprężarki GAS 200



Fot. 4 Widok sprężarki BLUE

LINE 20

Modułowa stacja KwangShin



Zestawienie danych eksploatacyjnych sprężarki garażowej (CNG) typu MJ05 produkcji czeskiej za okres 01.08.2010 – 31.08.2010 w KSG Sp. z o.o. w Tarnowie

Typ pojazdy [l] Moc [kW], Rok produkcji	Ilość tankowań [szt]	Ilość pobranego gazu [m ³]	Ilość zużytej energii [kWh]	Średnie zużycie energii elektr. na m ³ gazu [kWh/m ³]	Średni czas tankowania pojazdu [godz.]	Średnia wydajność tankowania [m ³ /godz.]
1	2	3	4	5	6	7
Opel Combo 1,6 94 2005	7	129	65	0,50	3	5,86
Fiat Doblo 1,6 92 2009	5	102	53	0,52	4	5,1

Zestawienie danych eksploatacyjnych sprężarki garażowej (CNG) typu MJ05 produkcji czeskiej za okres 01.08.2010 – 31.08.2010 w KSG Sp. z o.o. w Tarnowie

Typ pojazdy [l] Moc [kW], Rok produkcji	Czas tankowania [nr zmiany]	Przebieg poj. [km]	Średnie zużycie gazu na 100 km przebiegu [m ³ /100km]	Średni koszt przebiegu 100 km na gazie [PLN]	Średni koszt przebiegu 100 km na benzynie [PLN]	Procentowy udział kosztów jazdy na gazie do jazdy na benzynie [%]
1	2	3	4	5	6	7
Opel Combo 1,6 94 2005	II	1569	8,22	13,40	31,80	42,14
Fiat Doblo 1,6 92 2009	II	1066	9,57	15,60	31,80	46,13

Podstawowe parametry sprężarki TRIDENT 400 CNG

Lp.	Parametr	Jednostka	Wartość
1	2	3	4
1	Wydajność	Nm ³ /h	19,5
2	Ciśnienie zasilania	mbar	10-400
3	Ciśnienie tłoczenia	MPa	25
4	Ilość stopni	szt	3
5	Prędkość obrotowa wału sprężarki	obr/min	840
6	Moc zainstalowana	kW	7,5 (3 x 400 V)
7	Głośność	dB	65
8	Wymiary	mm	800x1300x1990
9	Masa	kg	430
10	Certyfikaty	EExellT3	CE0036

Państwa eksploatujące ponad 100 szt. VRA

Lp.	Państwo	Ilość VRA	Ilość stacji CNG	Ilość poj. CNG całkowita	Ilość poj. CNG BUS	Ilość poj. CNG TRACK	Ilość poj. CNG Inne	Ilość poj. CNG CAR/LD	Zużycie gazu w mln Nm3/miesiąc
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	USA	4747	816	100000	11000	2500	-	86500	55
2	Kanada	3789	96	12140	240	-	2400	9500	-
3	Francja	1290	125	12450	2100	850	-	9500	-
4	Niemcy	804	863	85000	1550	3650	150	79650	14,6
5	Japonia	614	342	38861	1489	20952	1480	14940	-
6	Holandia	558	51	2032	542	140	-	1350	-
7	Włochy	199	770	676850	2300	1200	-	673350	62,03
8	Australia	130	47	2825	1700	275	750	100	-
9	Szwajcaria	117	122	8599	135	56	60	8348	1,14
10	Wielka Brytania	115	33	294	-	217	73	4	0,4

Założenia wstępne dla obu wariantów analiz

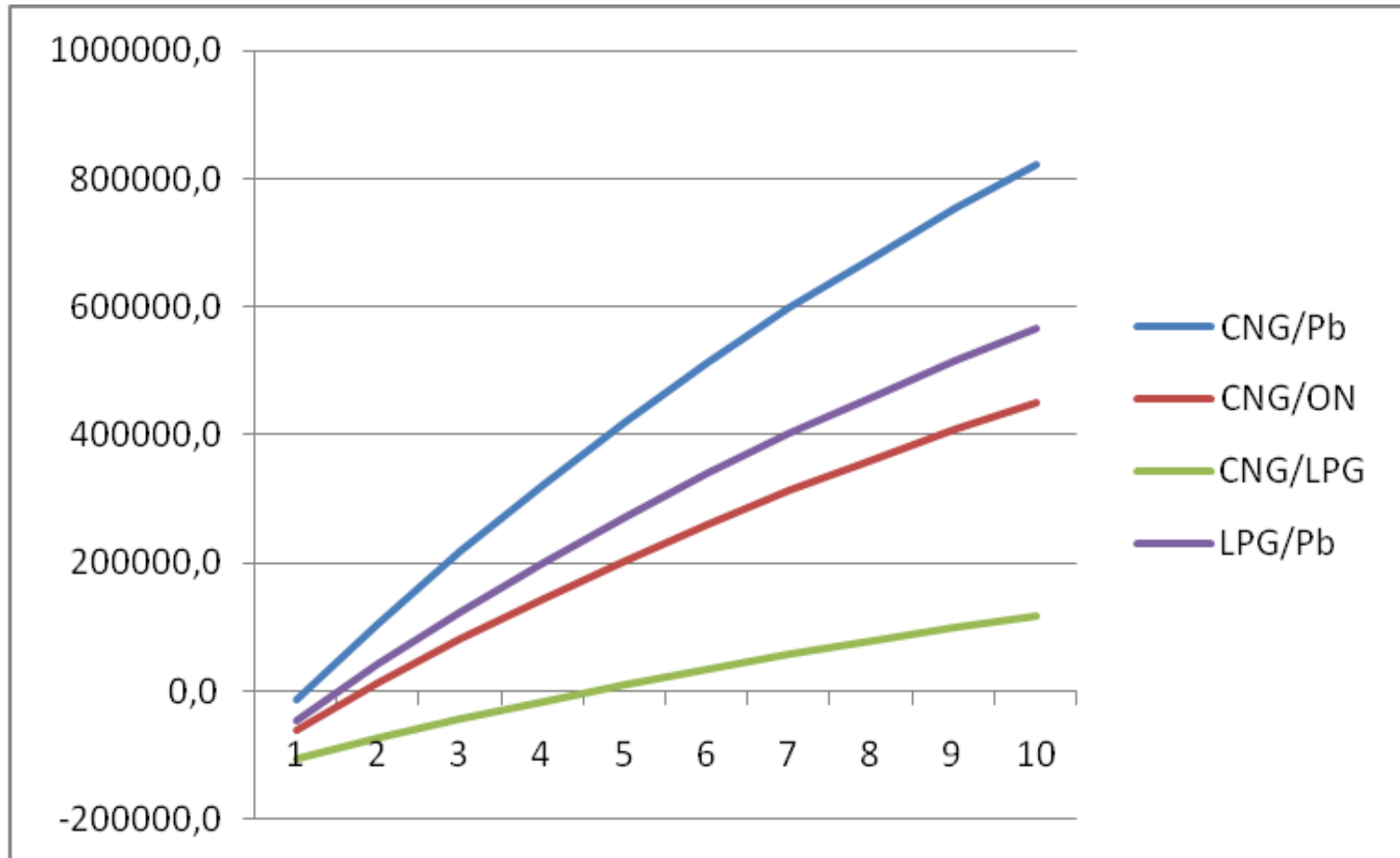
Wyliczenie dla CNG	
Koszt zakupu i montażu sprężarki TRIDENT 400 CNG w PLN	140 000
Koszty eksploatacyjne	
Żywotność w m3	500 000
Koszty CNG	
Cena zakupu 1 m3 gazu w PLN	1,6555
Cena energii elektrycznej w PLN/kWh	0,5
Ilość kWh potrzebna na 1 m3	0,35
Koszt energii w jednym metrze sześciennym PLN/m3	0,194
Ilość kWh na godzinę pracy	7
Koszt energii w jednej godzinie	3,5
Wydajność w m3 na 1 h	18
Czas pracy na dobę w h	10
Ilość gazu sprężonego na dobę w m3	180
Koszt 1 m3 w PLN (gaz + energia elektryczna)	1,849944
Koszt amortyzacji sprężarki w PLN na 1 m3	0,28
Koszt gazu sprężonego z amortyzacją sprężarki w PLN	2,129944
Miesięczna wydajność sprężarki w m3	4 140
Roczna wydajność sprężarki w m3	49 680

Roczne korzyści ze stosowania paliwa CNG

Roczna wydajność sprężarki w m3 - 2.700h/rok	49 680
Ilość kilometrów możliwa do przejechania	552 000
Koszt roczny CNG	105 815,64 PLN
Koszt roczny przejechania na Pb	242 880,00 PLN
Koszt roczny przejechania ON	189 888,00 PLN
Koszt roczny przejechania LPG	142 416,00 PLN
Oszczędność roczna CNG do PB	137 064,36 PLN
Oszczędność roczna CNG do LPG	36 600,36 PLN
Oszczędność roczna CNG do ON	84 072,36 PLN
Oszczędność roczna LPG do Pb	100 464,00 PLN

Wartość NPV

(oś x – czas w latach, oś y – suma w PLN)



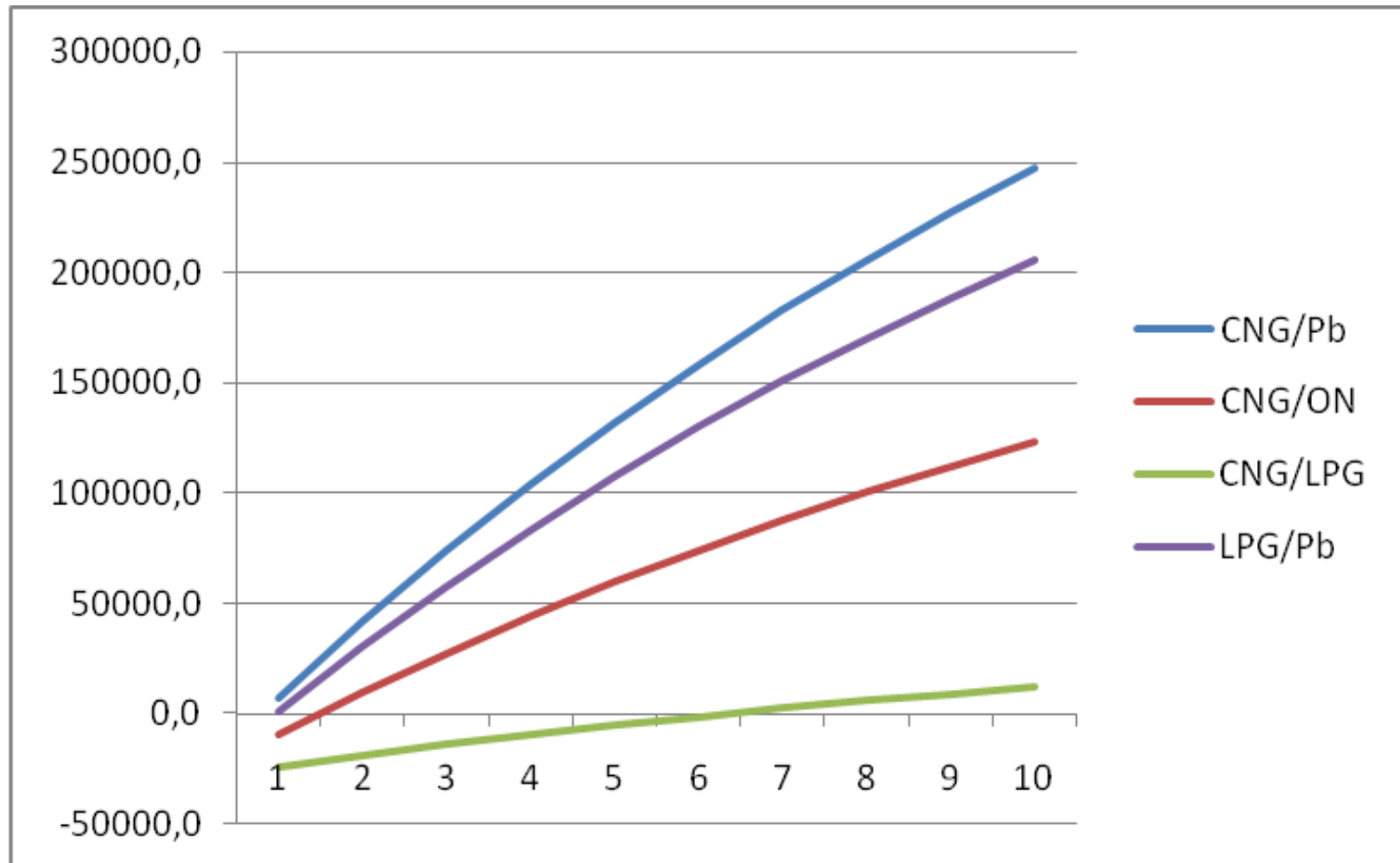
Założenia ogólne do analizy

Wyliczenie dla CNG	
Koszt zakupu i montażu sprężarki CNG MJ05 w PLN	30 000
Koszty eksploatacyjne	
Żywotność (do remontu głównego) w m3	50 000
Koszty CNG	
Cena zakupu 1 m3 gazu w PLN	1,6555
Cena energii elektrycznej w PLN/kWh	0,5
Ilość kWh potrzebna na 1 m3	0,5
Koszt energii w jednym metrze sześciennym PLN/m3	0,25
Ilość kWh na godzinę pracy	3
Koszt energii w jednej godzinie	1,5
Wydajność w m3 na 1 h	6
Czas pracy na dobę w h	10
Ilość gazu sprężonego na dobę w m3	60
Koszt amortyzacji sprężarki w PLN na 1 m3	0,6
Koszt gazu sprężonego	1,9055
Koszt gazu sprężonego z amortyzacją sprężarki w PLN	2,51
Miesięczna wydajność sprężarki w m3	1 380
Roczna wydajność sprężarki w m3	16 560

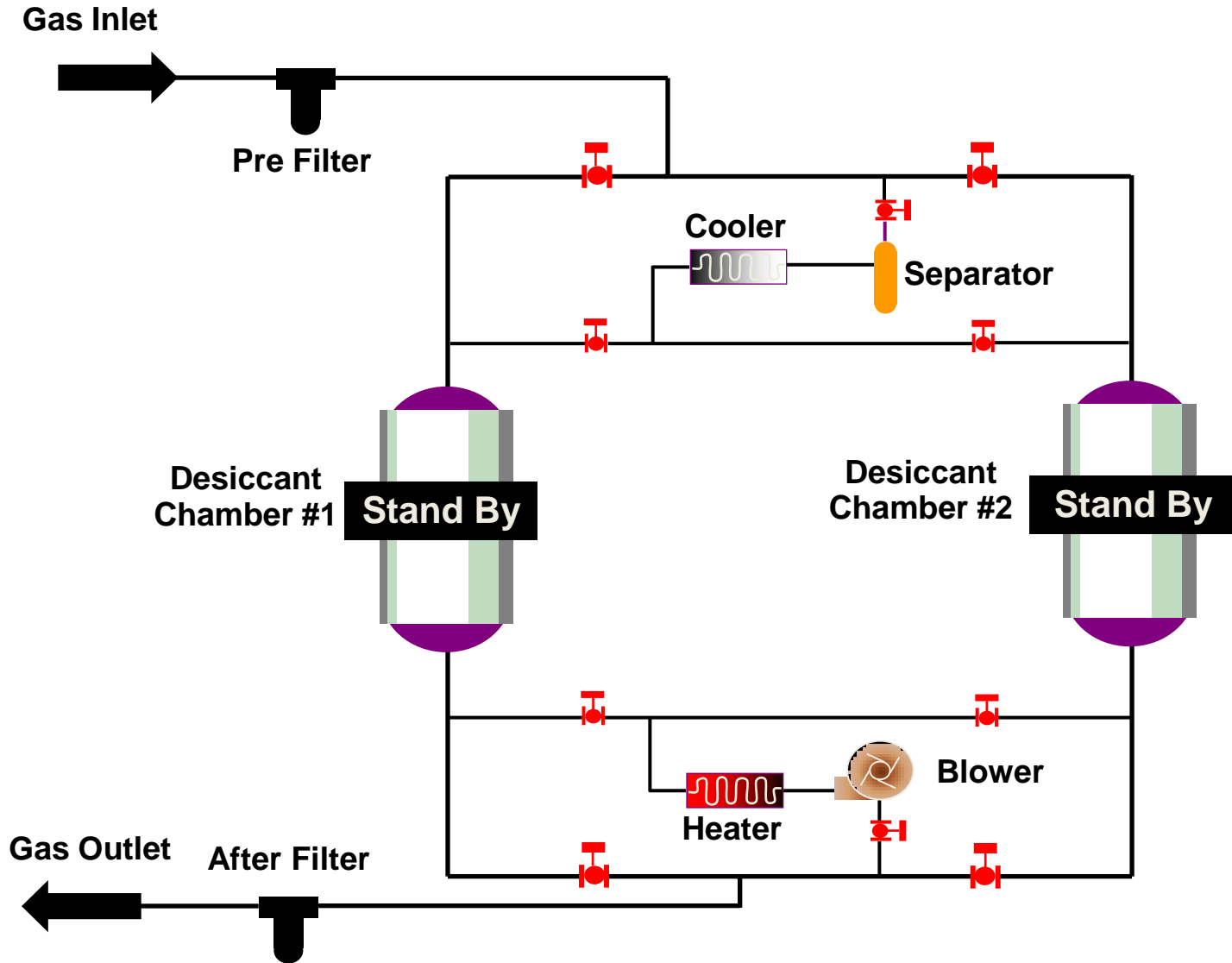
Roczne oszczędności na CNG

Roczna wydajność sprężarki MJ05 w m ³ -2700 h/rok	16 560
Ilość kilometrów możliwa do przejechania	184 000
Koszt roczny CNG	41 491,08 PLN
Koszt roczny przejechania na Pb	80 960,00 PLN
Koszt roczny przejechania ON	63 296,00 PLN
Koszt roczny przejechania LPG	47 472,00 PLN
Oszczędność roczna CNG do PB	39 468,92 PLN
Oszczędność roczna CNG do LPG	5 980,92 PLN
Oszczędność roczna CNG do ON	21 804,92 PLN
Oszczędność roczna LPG do Pb	33 488,00 PLN

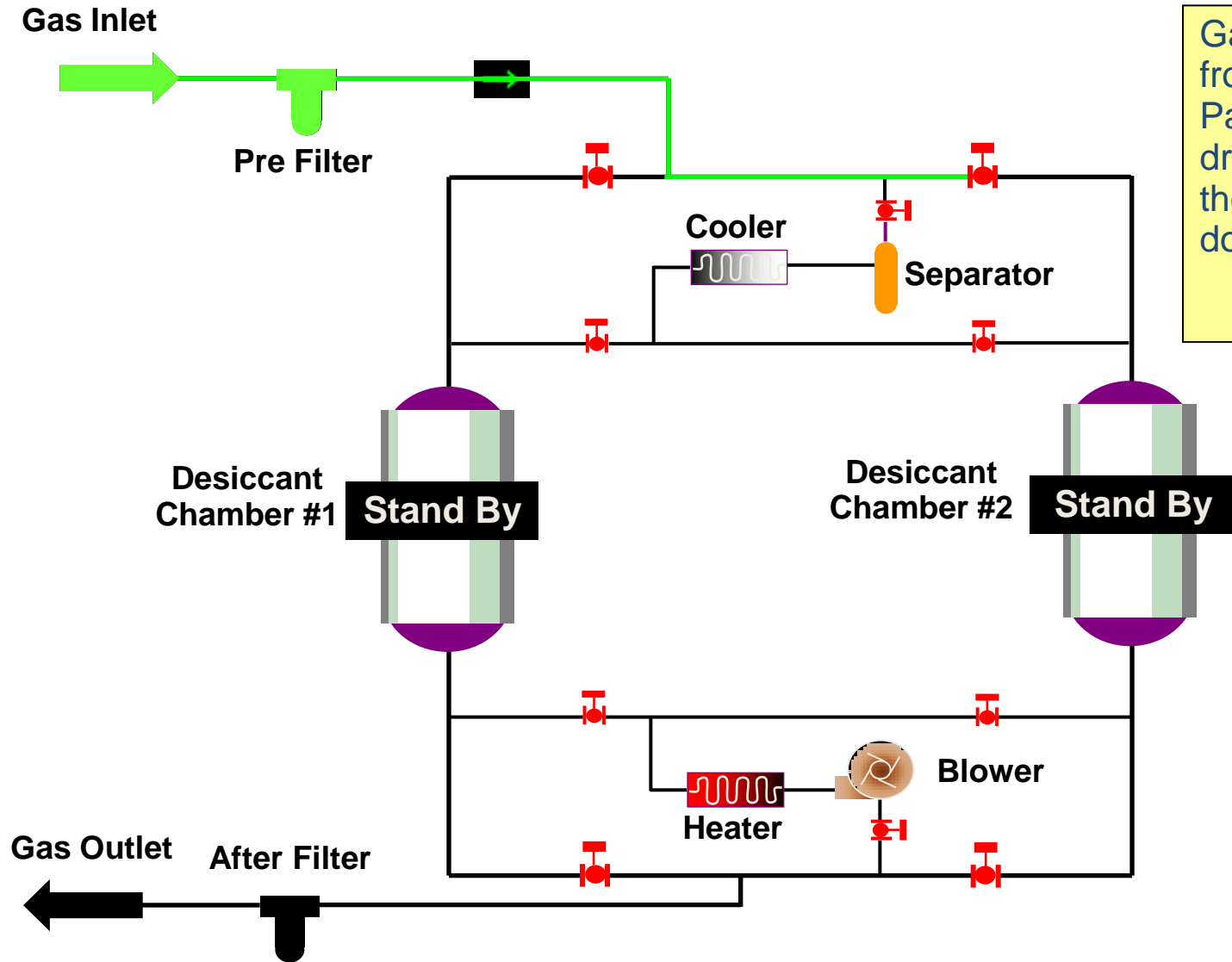
Wartość NPV w zależności od czasu użytkowania



Natural Gas Dryer in Stand By

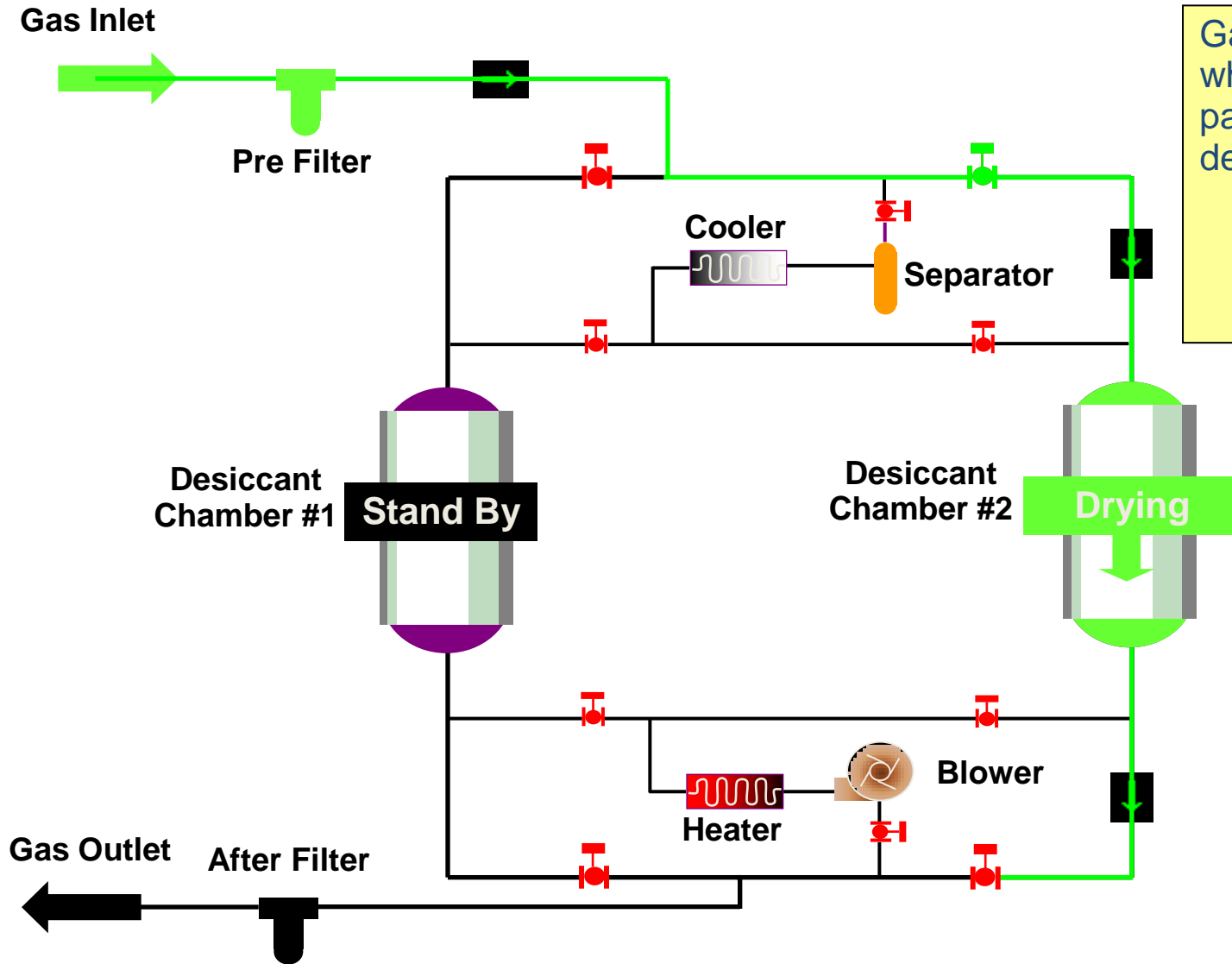


Natural Gas Dryer in Stand By



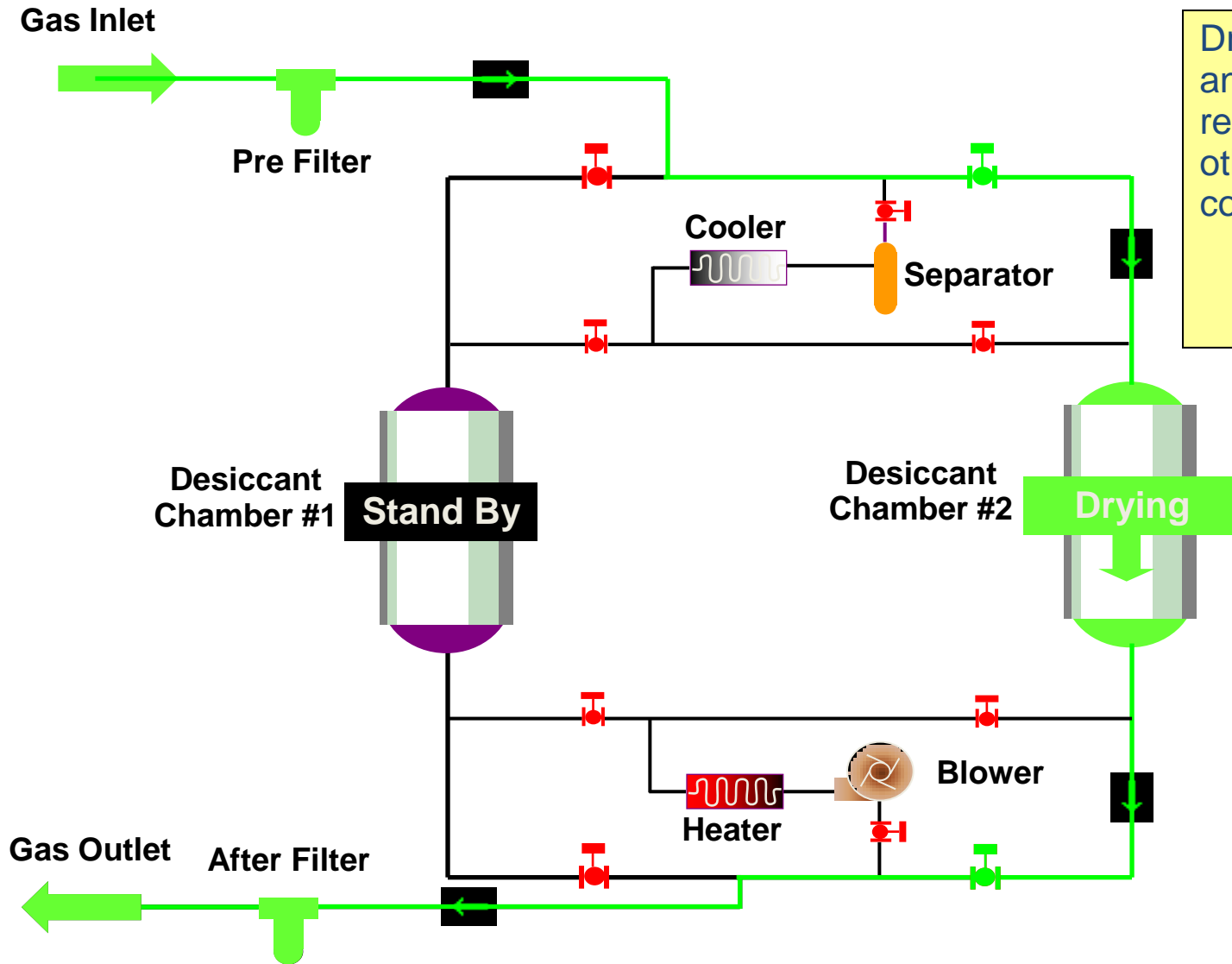
Gas enters the pre-filter from the gas utility. Particles and aerosol droplets are removed in the pre-filter. (▼ - cursor down for animation)

Natural Gas Dryer in Drying Mode



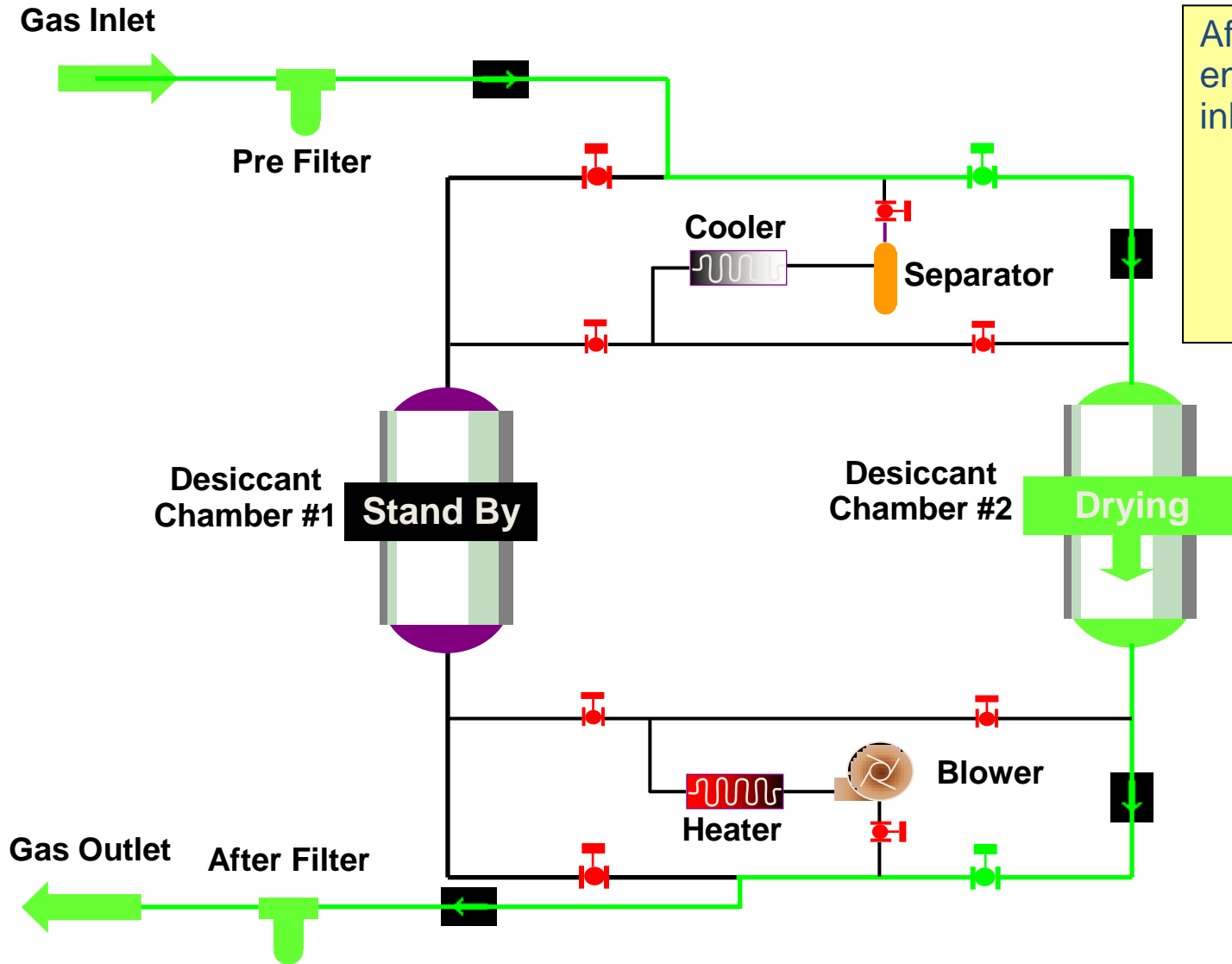
Gas enters the chamber where the gas is dried as it passes through the desiccant. (▼)

Natural Gas Dryer in Drying Mode



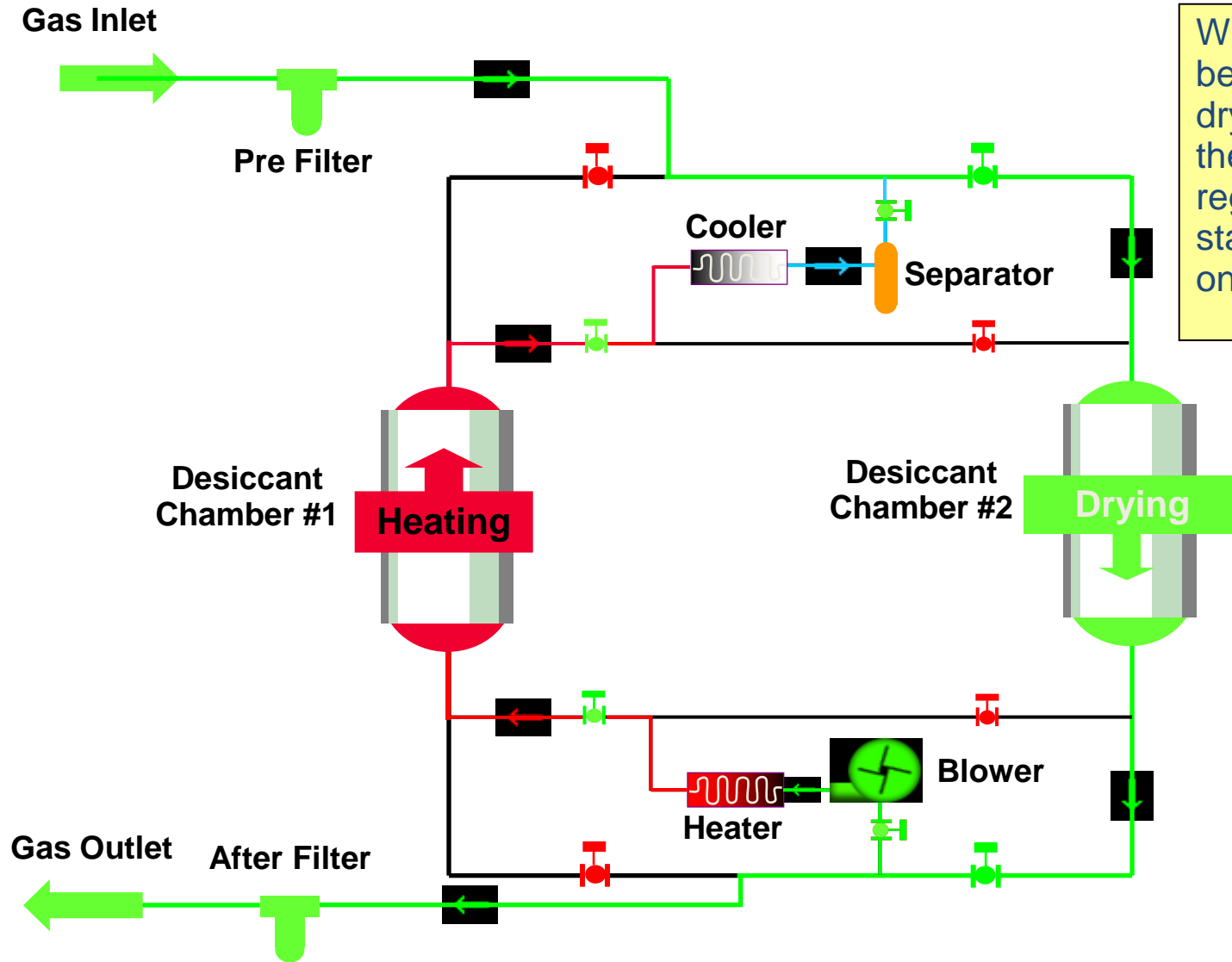
Dry gas passes through an after-filter which removes any desiccant or other partial contaminants. (▼)

Natural Gas Dryer in Drying Mode



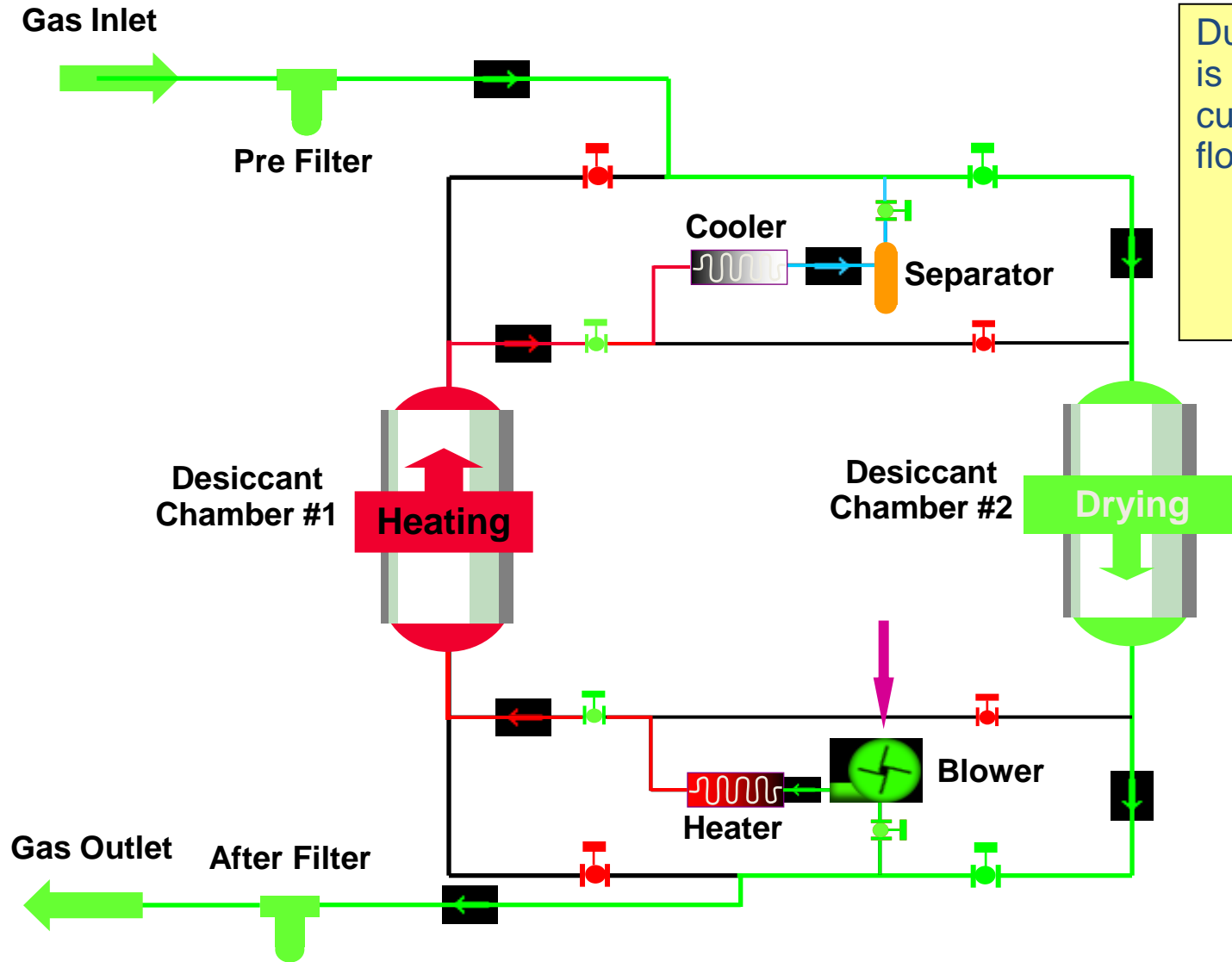
After leaving the dryer, gas enters the compressor inlet.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Heating



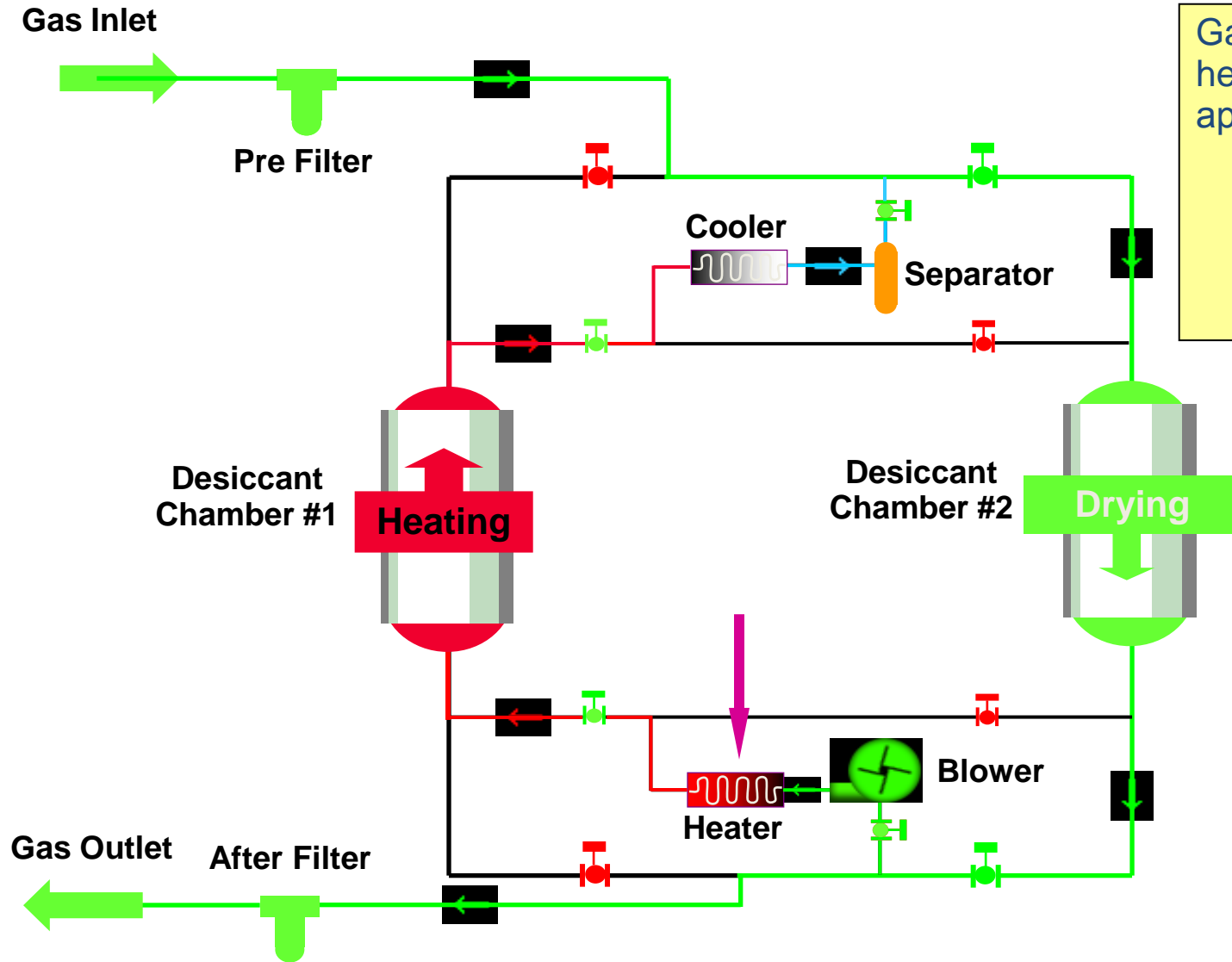
When a chamber becomes saturated, the dryer automatically puts the saturated chamber into regeneration and the standby chamber is placed online for drying.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Heating



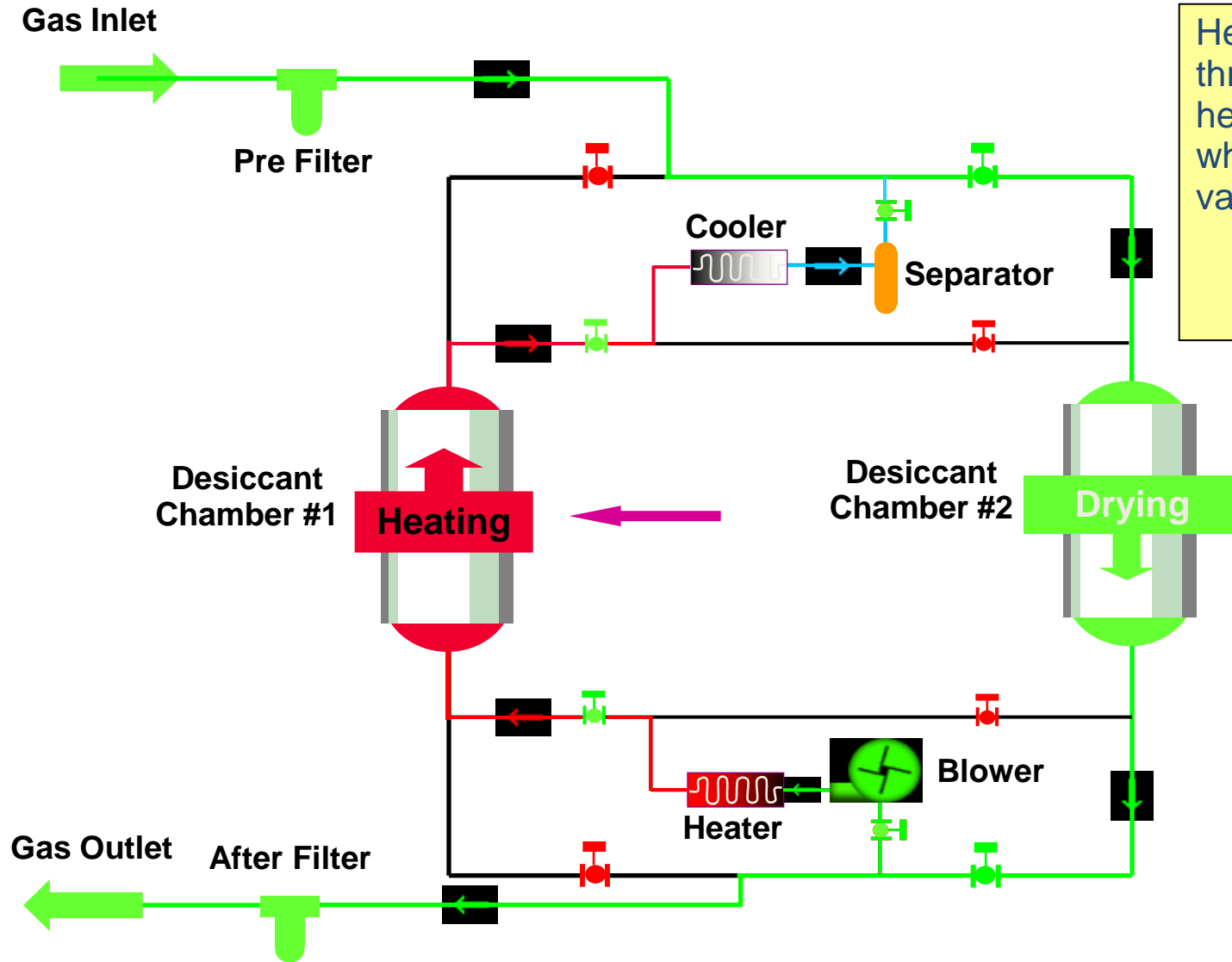
During regeneration, gas is circulated counter current, reverse regular flow, via the blower.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Heating



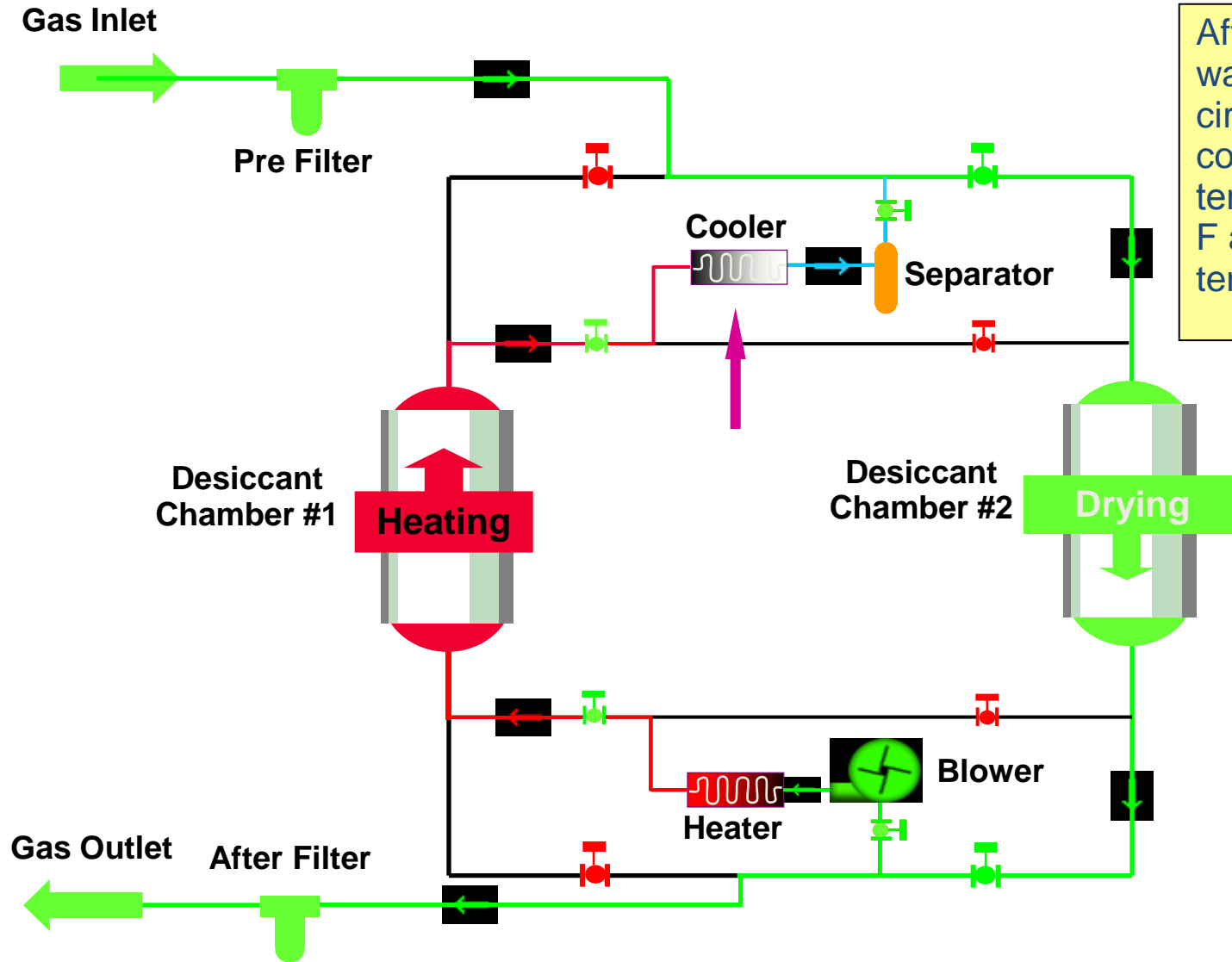
Gas passing through the heater is heated to approximately 400° F.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Heating



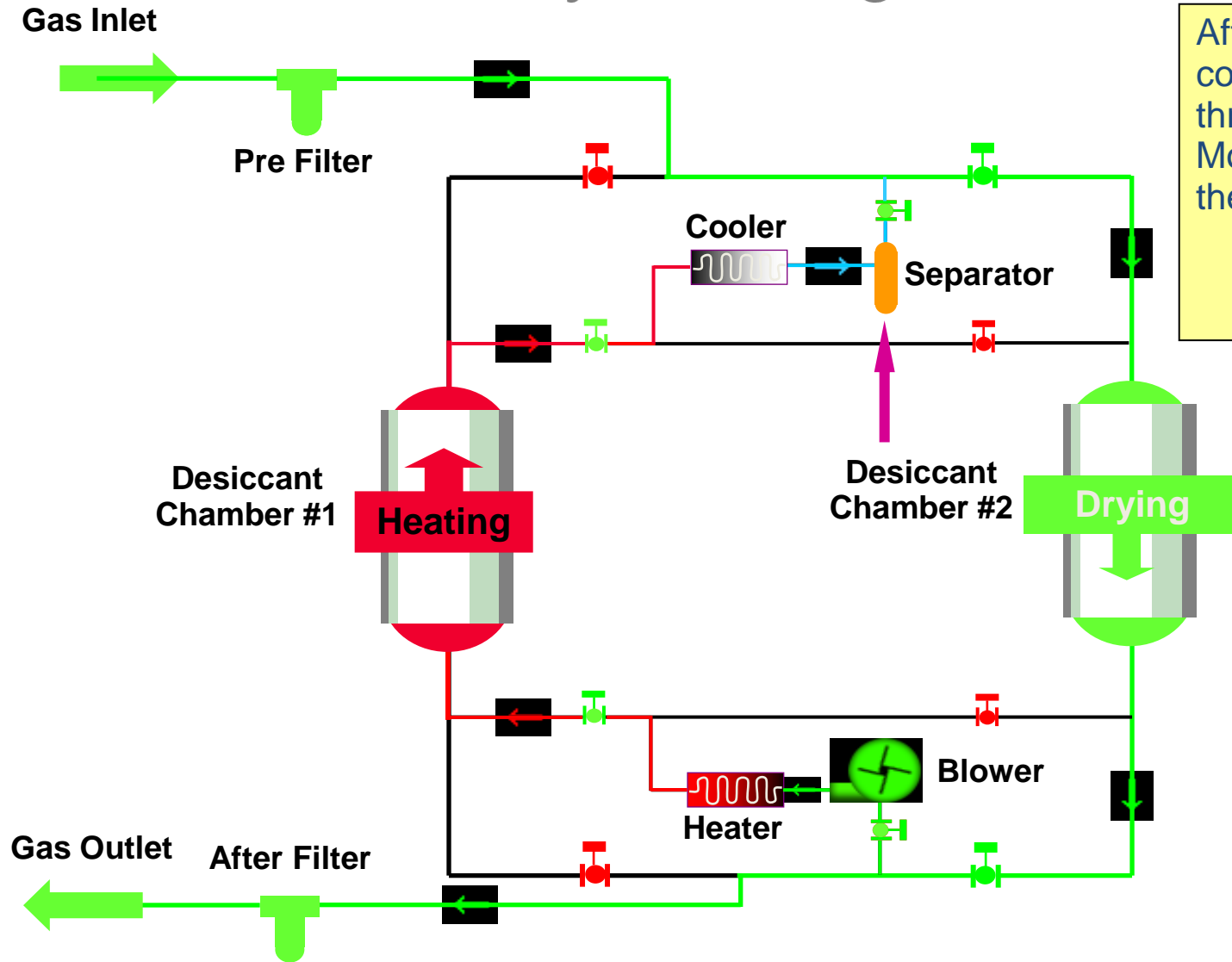
Heated gas passes through the chamber, heating the desiccant which removes water vapor.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Heating



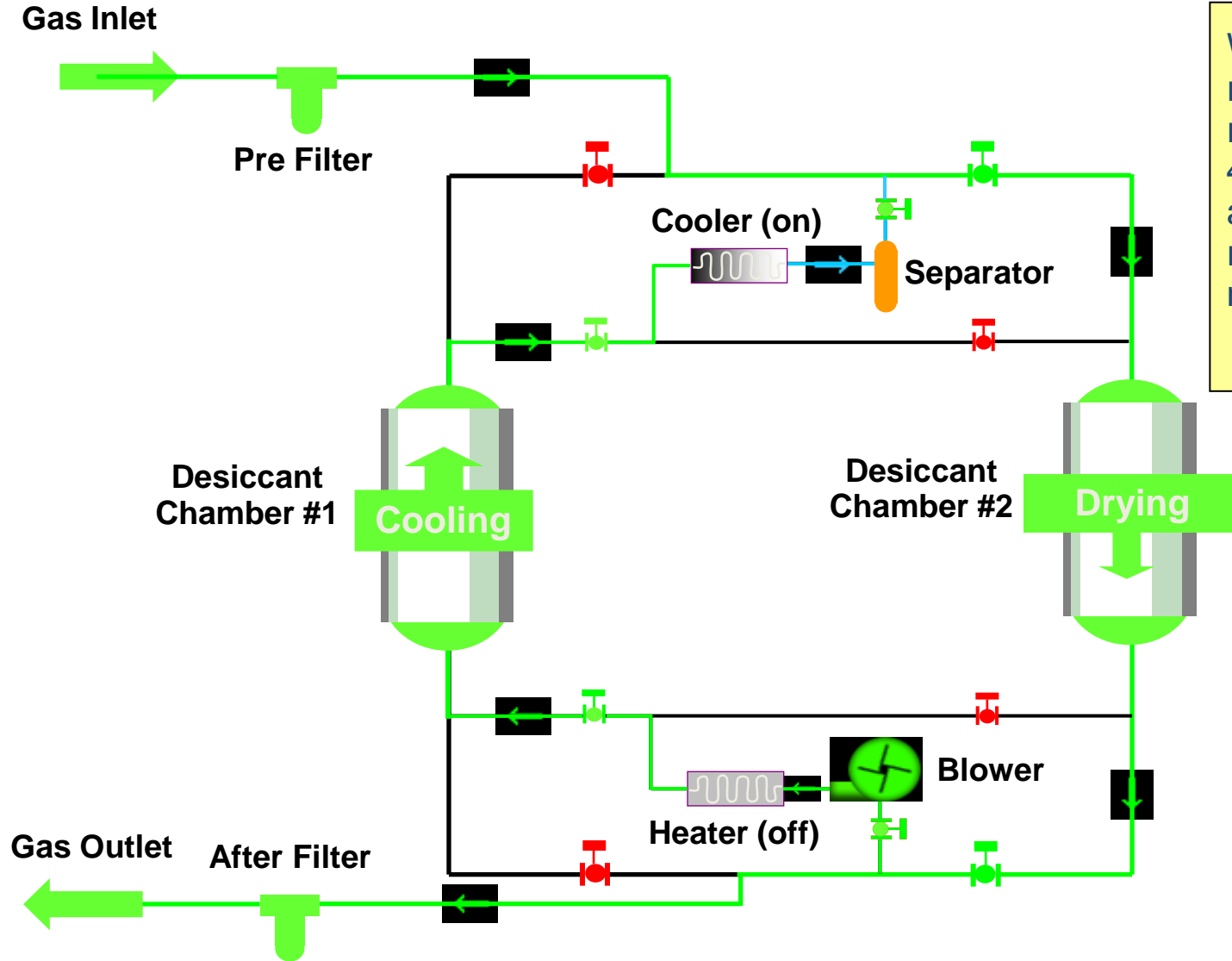
After leaving the chamber, warm, wet gas is circulated through the cooler, reducing the temperature to about 20° F above ambient temperature.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Heating



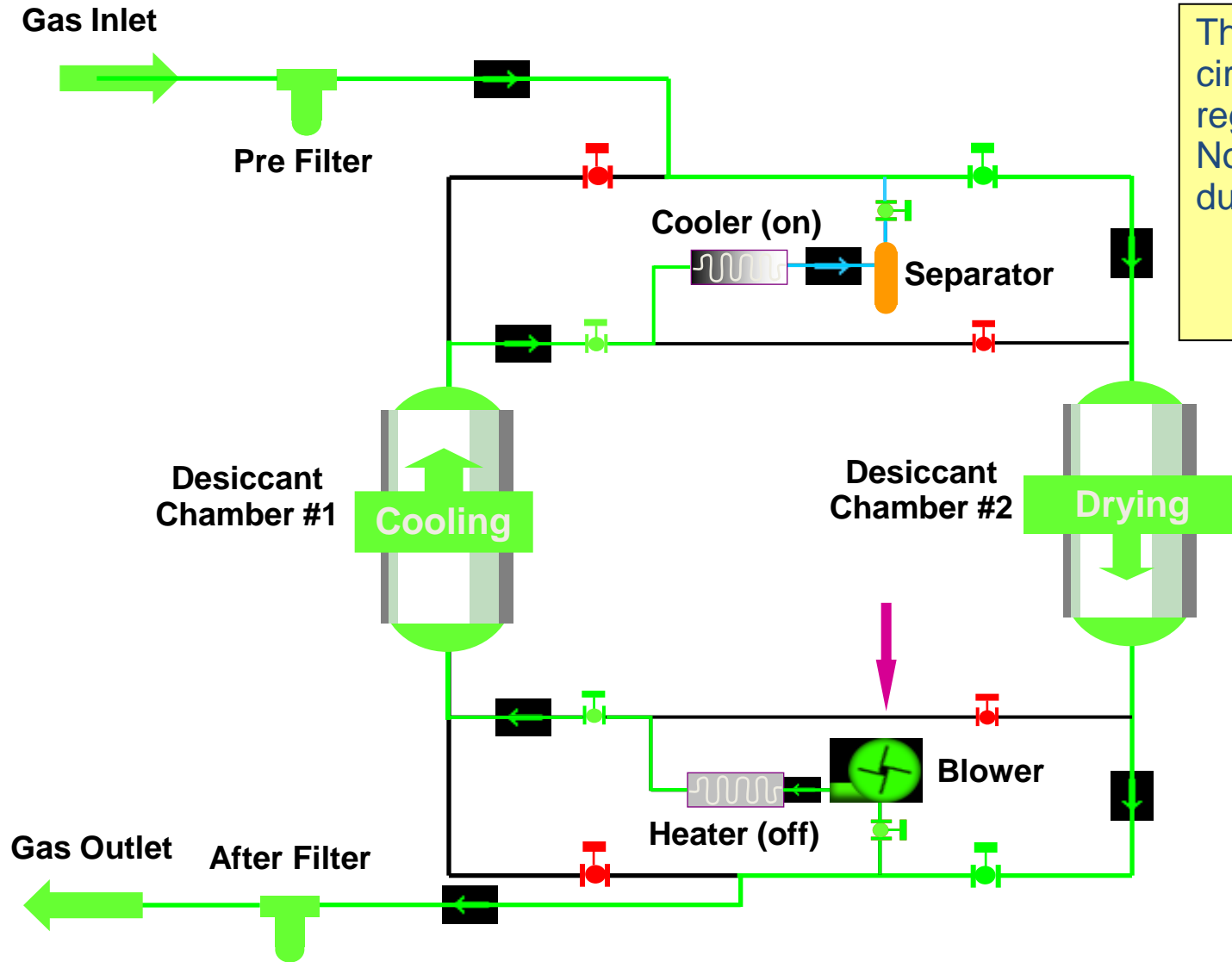
After leaving the cooler, cool, wet gas passes through the separator. Moisture is removed from the cooled gas.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Cooling



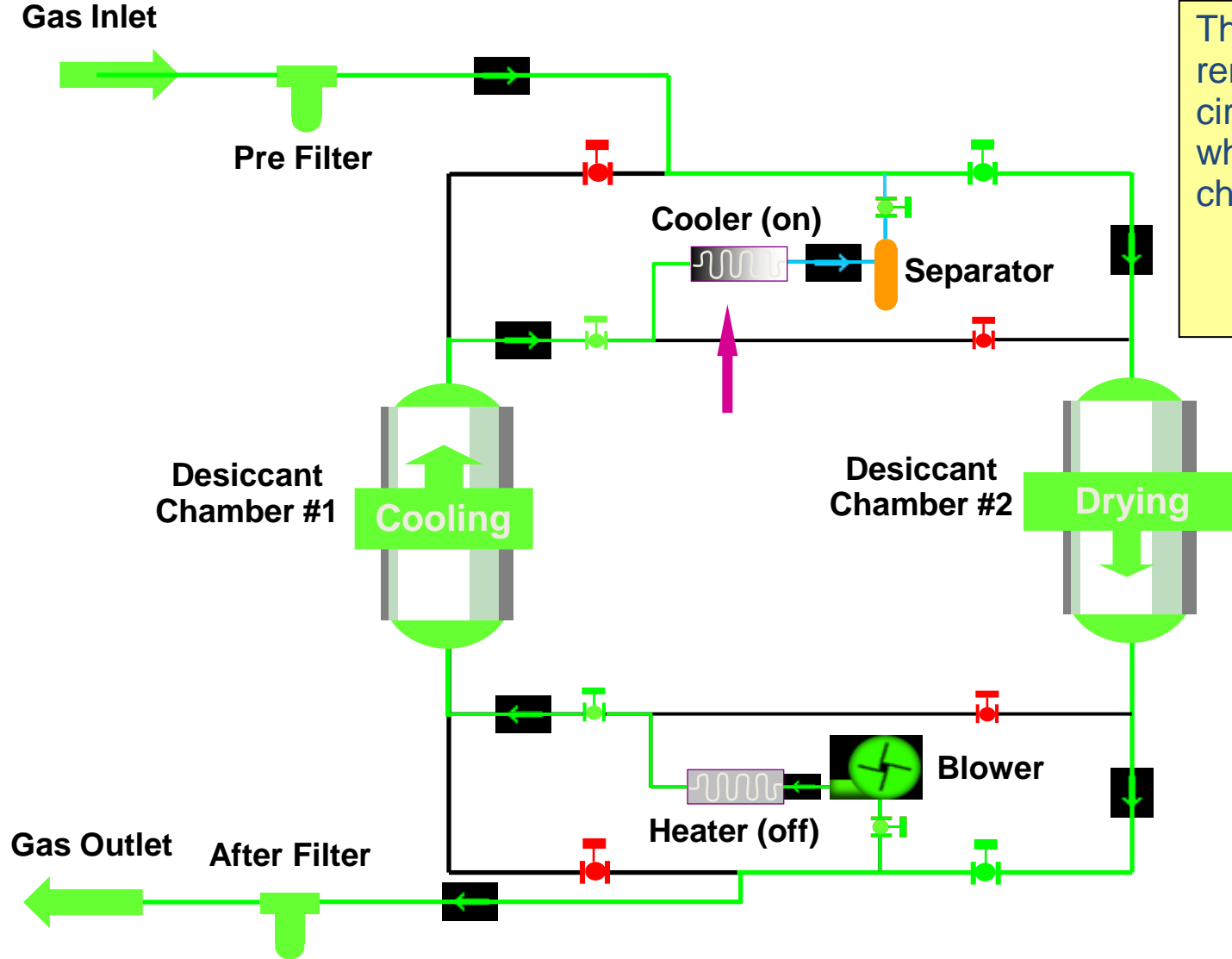
When the gas leaving the regeneration chamber reaches approximately 400° F, the controls automatically switch the regeneration to cooling mode.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Cooling



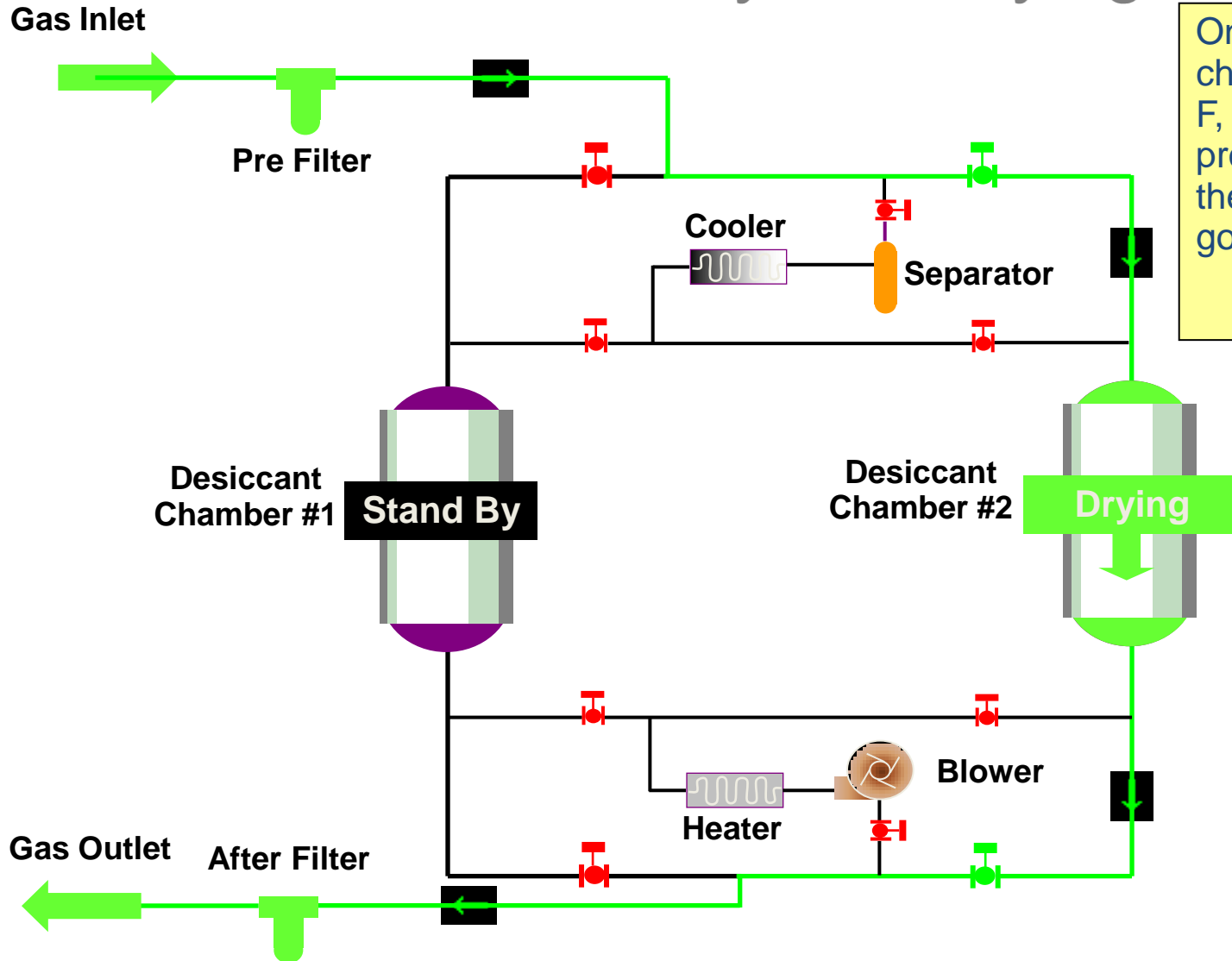
The blower continues to circulate gas through the regeneration chamber. Note that the heater is off during cooling.

Natural Gas Dryer in Regeneration - Cooling



The cooler continues to remove heat that the circulation gas picks up while passing through the chamber.

Natural Gas Dryer in Drying Mode



Once the gas leaving the chamber is less than 120° F, the regeneration process is complete and the regenerated chamber goes into standby mode