



BIAŁA KSIĘGA | MAJ 2022

Ciche gaszenie

Zakłócenia pracy dysków twardych powodowane przez systemy gaszenia gazem obojętnym - analiza i środki bezpiecznego działania systemów przechowywania danych

Technologia cichego gaszenia Sinorix™ zapewnia środki zaprojektowane w celu zapewnienia bezpiecznego działania systemów magazynowania przed, w trakcie i po rozładowaniu systemu gaszenia gazem obojętnym.

Gdy branża ochrony przeciwpożarowej zdała sobie sprawę z potencjalnego uszkodzenia magnetycznych dysków twardych i systemów pamięci masowej podczas wyładowania zautomatyzowanych systemów gaszenia gazem obojętnym, firma Siemens przeanalizowała problem, wprowadziła produkty i opracowała dodatkowe środki.

Ta biała księga opisuje ciche gaszenie dla systemów gaszenia gazem obojętnym oraz sposób działania Sinorix Silent Nozzle w połączeniu z dodatkowymi środkami. Technologia cichego gaszenia i powiązane z nią środki mogą zapobiegać zakłóceniom pracy dysków twardych i całych systemów pamięci masowej w centrach danych.

SIEMENS

Zawartość

1. Uszkodzenia dysków twardech spowodowane przez system gaszenia gazem obojętnym	3
1.1 Co może uszkodzić dyski twarde?	3
1.1.1 Ciśnienie	3
1.1.2 Temperatura	5
1.1.3 Hałas	5
1.1.4 Wibracje/dźwięki strukturalne	6
1.1.5 Wnioski wyciągnięte z analizowanych potencjalnych zmiennych zakłócających	7
1.2 Czy wyniki laboratoryjne można przenieść do rzeczywistych instalacji?	8
1.3 Analiza przyczyn	9
2. Ciche gaszenie - podejście holistyczne	12
2.1 Wybór środka gaśniczego	12
2.2 Silent Nozzle SDNX	13
2.2.1 Budowa ogólna	13
2.2.2 Wersje Sinorix Silent Nozzle SDNX	14
2.2.3 Określenie ciśnienia akustycznego i poziomu mocy akustycznej	15
2.3 Dalsze możliwości optymalizacji akustycznej	19
2.4 Wnioski dotyczące operacyjnych środków ostrożności	20
3. Pytania i odpowiedzi	22
4. Źródła	25
5. Załącznik	26
5.1 Skróty	26
5.2 Przykład porównywalności obliczeń wartości dźwięku	26
6. Zastrzeżenie	28

1. Uszkodzenia dysków twardych spowodowane przez system gaszenia gazem obojętnym

Centra danych są niezbędnym kręgosłupem dzisiejszego społeczeństwa online. Awaria centrum danych powoduje poważne problemy w bardzo krótkim czasie. W rezultacie najważniejszym celem w centrach danych jest zapewnienie maksymalnej dostępności. Centra danych muszą być projektowane, wdrażane i obsługiwane w taki sposób, aby zagwarantować dostępność nawet w przypadku pożaru. Kompleksowa koncepcja bezpieczeństwa pożarowego jest niezbędna do zapewnienia ciągłości biznesowej, bezpieczeństwa osobistego i ograniczenia szkód w przypadku pożaru. Dlatego też suche systemy gaśnicze są zalecane dla centrów danych z ich różnorodnymi zagrożeniami elektrycznymi i wysokimi wymaganiami w zakresie dostępności.

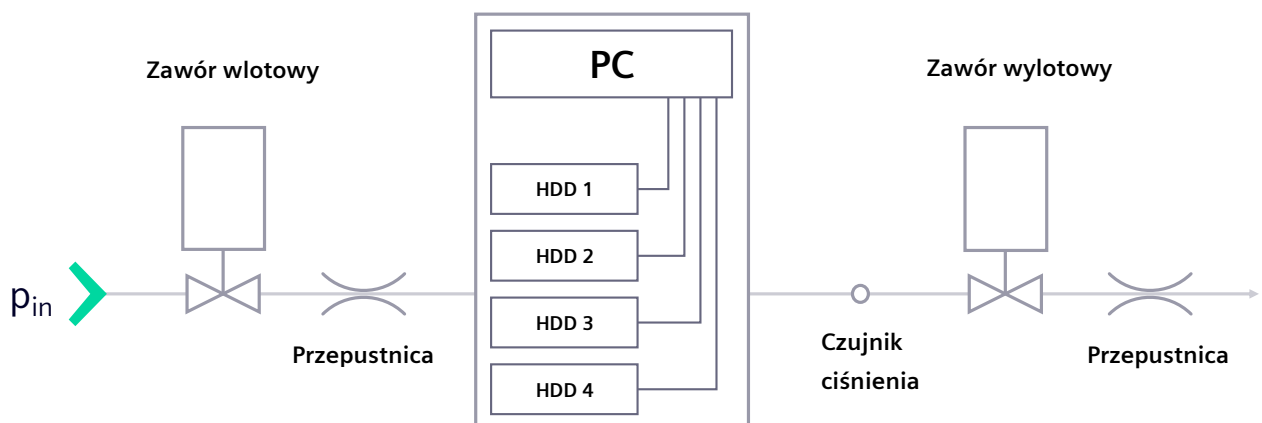
Kilka lat temu branża ochrony przeciwpożarowej zdała sobie sprawę z potencjalnych zakłóceń magnetycznych dysków twardych i systemów pamięci masowej podczas wyładowania systemów gaszenia gazem obojętnym. Wraz z coraz większą miniaturyzacją magnetycznych dysków twardych i wyższą gęstością pamięci masowej rosną również wymagania dotyczące wydajności akustycznej systemów gaszenia gazem.

1.1 Co może uszkodzić dyski twarde?

1.1.1 Ciśnienie

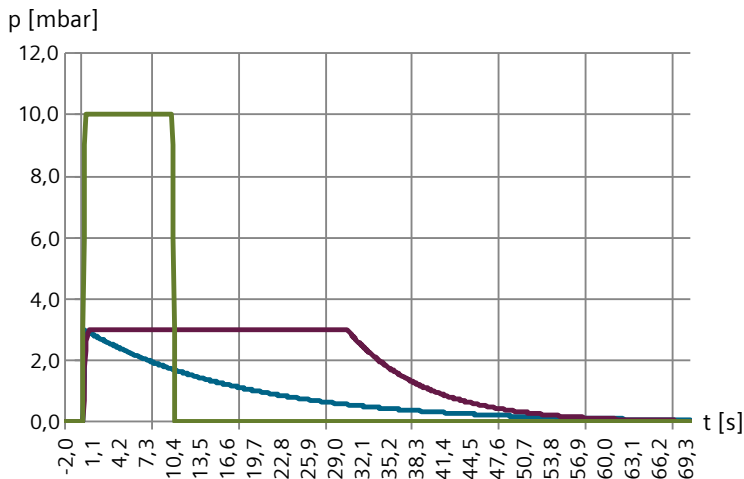
Właściwości gaśnicze systemów gaszenia gazem obojętnym opierają się na wypieraniu tlenu w chronionym obszarze (inertyzacja), co niezawodnie gasi pożar i zapobiega ponownemu zapłonowi. W zależności od ryzyka pożaru i przepisów krajowych, poziom tlenu zostanie zredukowany do wartości od 13,8% do 10%, co pozwala na zaprojektowanie systemu bezpiecznego dla ludzi.

Kłapy naciśnieniowe służą do ograniczania ciśnienia w strefie gaszenia poprzez umożliwienie wyparcia odpowiedniej ilości powietrza na zewnątrz pomieszczenia. W zależności od odporności pomieszczenia na ciśnienie, kryterium projektowe dla kłap naciśnieniowych wynosi zazwyczaj od 1 do 3 mbar w przypadku normalnej konstrukcji budynku. Dostarczenie dużej ilości środka gaśniczego do chronionego obszaru w krótkim czasie generuje naciśnienie w pomieszczeniu. Pierwszą kwestią, którą zajęła się firma Siemens, było to, czy naciśnienie spowodowało zgłoszone uszkodzenia dysków twardych (HDD).



Rysunek 1 : Konfiguracja testowa do oceny wrażliwości dysków twardych na nacisk

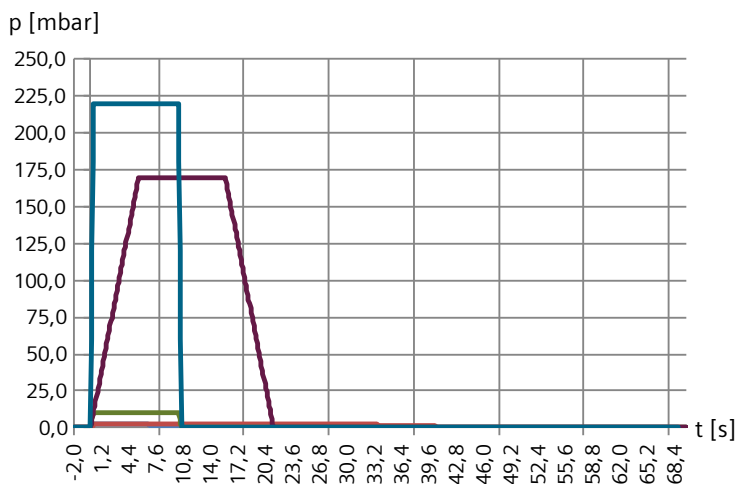
Firma Siemens przeprowadziła serię testów z typowymi dyskami twardymi kilku producentów. Powyższy rysunek przedstawia konfigurację testową z dyskami twardymi SATA czterech różnych producentów. Aby monitorować efekty podczas testu, firma Siemens zarejestrowała typowe parametry wydajności, takie jak wydajność transferu danych, czas dostępu, szybkość odczytu dla wzorca dostępu liniowego lub losowego oraz parametry S.M.A.R.T.¹. Podczas testów ciśnienie było zwiększane za pomocą zaworów i ograniczników przepływu. Ciśnienie było następnie monitorowane przez dwa czujniki ciśnienia, jeden do pomiaru ciśnienia bezwzględnego i jeden dynamiczny do pomiaru różnicy ciśnień.



- Typowy gradient ciśnienia w pomieszczeniu System nieregulowany
- Odciążenie zaprojektowane dla maks. 3 mbar
- Typowy gradient ciśnienia w pomieszczeniu System regulowany (CDT)
- Odciążenie zaprojektowane dla maks. 3 mbar
- Maksymalny scenariusz testu dysku twardego
- Wzrost/spadek ciśnienia 3 mbar/s
- Maksymalne ciśnienie 10 mbar

Rysunek 2 : Gradient ciśnienia w ocenie wrażliwości dysków twardych na ciśnienie

Po tym, jak dyski twarde nie wykazały szczególnej wrażliwości na zmiany ciśnienia o 1-3 mbar, które są typowe dla rozładowania, ciśnienie i gradienty ciśnienia zostały zwiększone do maksimum dozwolonego przez konfigurację testową. Nawet przy nadciśnieniu 170 mbar i wzroście ciśnienia do 30 mbar/s, co nigdy nie wystąpiłoby w praktyce, nie zaobserwowano negatywnego wpływu na dyski twarde i ich wydajność. Test dowiódł, że typowe systemy gaśnicze z nadciśnieniem nie mają negatywnego wpływu na dyski twarde.



- Typowy gradient ciśnienia w pomieszczeniu System regulowany (CDT)
- Odciążenie zaprojektowane dla maks. 3 mbar
- Maksymalne ciśnienie 10 mbar; 3 mbar/s
- Maksymalne ciśnienie 170 mbar; 3 mbar/s
- Maksymalne ciśnienie 220 mbar; "nietłumione"

Rysunek 3 : Gradient ciśnienia w teście ekstremalnym i najwyższa uzgodniona ocena

¹ Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology (S.M.A.R.T.) to standardowy interfejs w dyskach twardych do samodzielnego monitorowania, analizy i raportowania stanu.

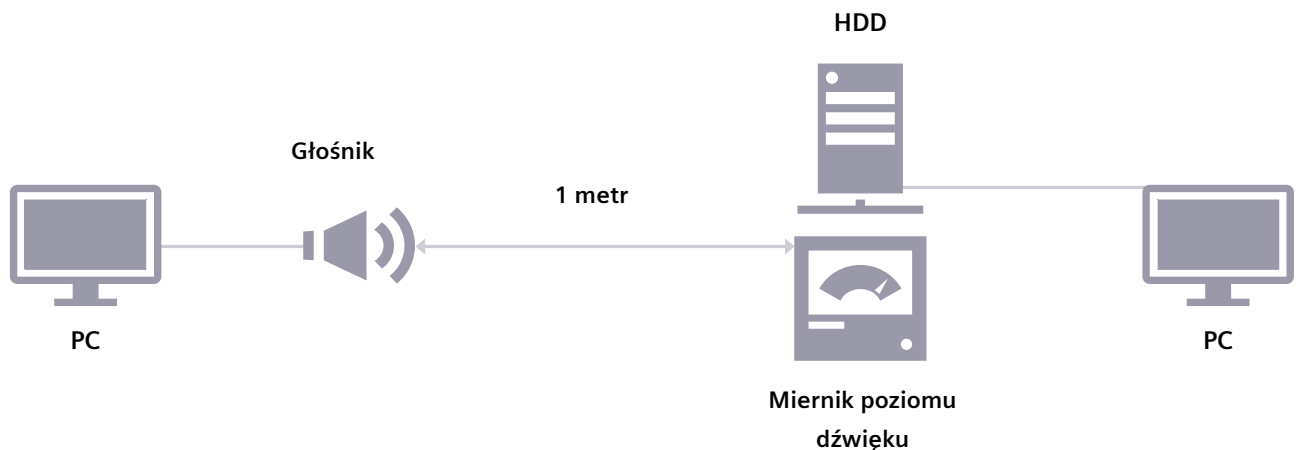
1.1.2 Temperatura

Spadek temperatury spowodowany przez wyładowanie środka gaśniczego wynosi zaledwie kilka stopni Celsjusza i znika w ciągu kilku minut. Masa termiczna obudowy dysku twardego zrównoważy ten niewielki spadek temperatury i sprawi, że będzie on nieistotny dla wrażliwej mechaniki dysku. Ponadto spadek temperatury i suchy czynnik wprowadzony do atmosfery pomieszczenia nie powodują żadnej kondensacji, z wyjątkiem powierzchni sieci rur wylotowych. Ani z dyskusji w branży, ani z testów przeprowadzonych przez firmę Siemens nie wynika, że temperatura/kondensacja może być czynnikiem o znaczącym wpływie.

1.1.3 Hałas

Systemy gaśnicze mają dwa główne źródła hałasu: akustyczne urządzenia alarmowe używane do ostrzegania ludzi, aby opuścili obszar przed uwolnieniem środka gaśniczego oraz zalenie, które odnosi się do wyładowania środka gaśniczego przez dyszę pod wysokim ciśnieniem.

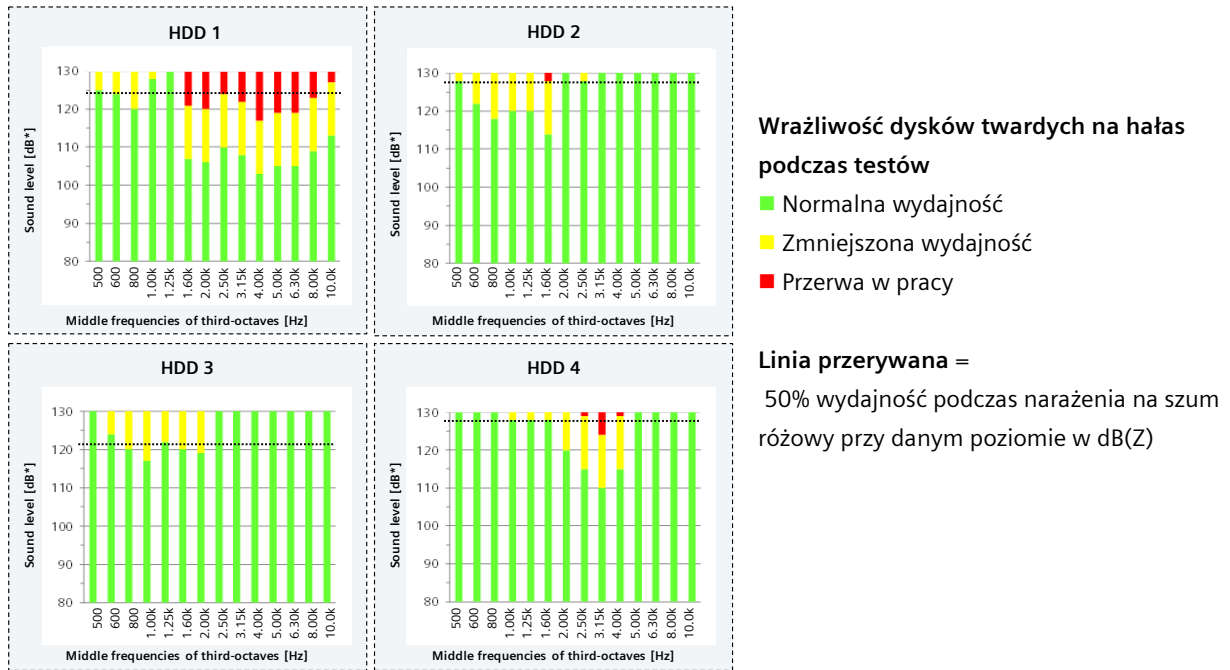
Zgodnie z normami i przepisami, urządzenia alarmowe do systemów gaszenia gazem obojętnym muszą generować hałas na poziomie od 90 do 120 dB. Elektryczne sygnalizatory alarmowe znajdują się zazwyczaj w dolnej części zakresu, a pneumatyczne w górnej. Podczas rozładowywania systemu gaszenia gazem obojętnym wytwarzany jest wysoki poziom hałasu, gdy środek przepływa przez dyszę do chronionego obszaru; może on przekraczać 120 dB.



Rysunek 4 : Konfiguracja testowa do oceny wrażliwości na zakłócenia dysków twardech

Powyższy rysunek przedstawia konfigurację testową używaną do oceny wrażliwości dysków twardech na hałas. Dyski twarde były obsługiwane w taki sam sposób, jak w testach nadciśnienia, a ich wydajność była mierzona w ten sam sposób. Generator dźwięku z głośnikiem został umieszczony w odległości jednego metra od dysków twardech. W pierwszym teście dyski twarde były wystawione na działanie szumu różowego, szerokopasmowego szumu w zakresie częstotliwości od 500 Hz do 10 kHz. Drugi test polegał na wystawieniu dysków twardech na działanie szumu o trzeciej oktawie w zakresie od 353 Hz do 10 kHz. Poziomy hałas mierzono za pomocą miernika poziomu dźwięku umieszczonego w niewielkiej odległości od dysków twardech.

Zaletą zastosowania generatora dźwięku zamiast prawdziwego systemu gaszenia gazem obojętnym była powtarzalność warunków testowych. Chociaż szum wyładowania generowany przez system gaszenia gazem obojętnym ma charakterystykę szumu białego, do testów wybrano szum różowy, aby uniknąć uszkodzenia głośnika przez widmo wysokich częstotliwości szumu białego. Ponieważ dyski twarde były bezpośrednio wystawione na działanie źródła hałasu, bez montowania ich w szafie lub w komputerze, testy zostały przeprowadzone w najgorszych możliwych warunkach wpływu hałasu.



Rysunek 5 : Czułość na hałas czterech dysków twardych pamięci masowej typu nearline *) LZFmax na pasmo trzeciej oktawy

Powyższy rysunek przedstawia poziom hałasu, przy którym wydajność dysków twardych spadła o 50 procent (kolor żółty). Wyniki testu pokazują, że nadmierny hałas może mieć negatywny wpływ na wydajność dysku twardego (kolor czerwony). W przypadku dysków twardych poziom ten zwykle zaczyna się od 120 dB (w obrębie trzeciej oktawy), ale w przypadku niektórych typów dysków twardych i częstotliwości negatywny wpływ może zaczynać się od poziomów poniżej 110 dB. Wszystkie dyski twarde okazały się bardzo wrażliwe na hałas w zakresie częstotliwości od 500 Hz do 8 kHz i powyżej. Zgodnie z oczekiwaniami, niektóre częstotliwości rezonansowe miały jeszcze silniejszy wpływ (nie pokazano ich tutaj).

Losowe testy przeprowadzone w pierwszym kwartale 2014 roku na obecnych dyskach twardych potwierdziły parametry wrażliwości określone w 2009 roku. Dalsze testy przeprowadzone na obecnych dyskach twardych NAS w 2020 i 2021 roku potwierdziły czułość określoną w 2009 i 2014 roku.

1.1.4 Wibracje/dźwięki strukturalne

Wibracje są ściśle powiązane z problemem hałasu. Hipoteza jest taka, że dźwięk powoduje wibracje w obudowie dysku twardego, które są ostatecznie przenoszone na wrzeciono talerza i zespół głowicy, powodując niewspółosiowość głowicy odczytu/zapisu w stosunku do ścieżek danych.

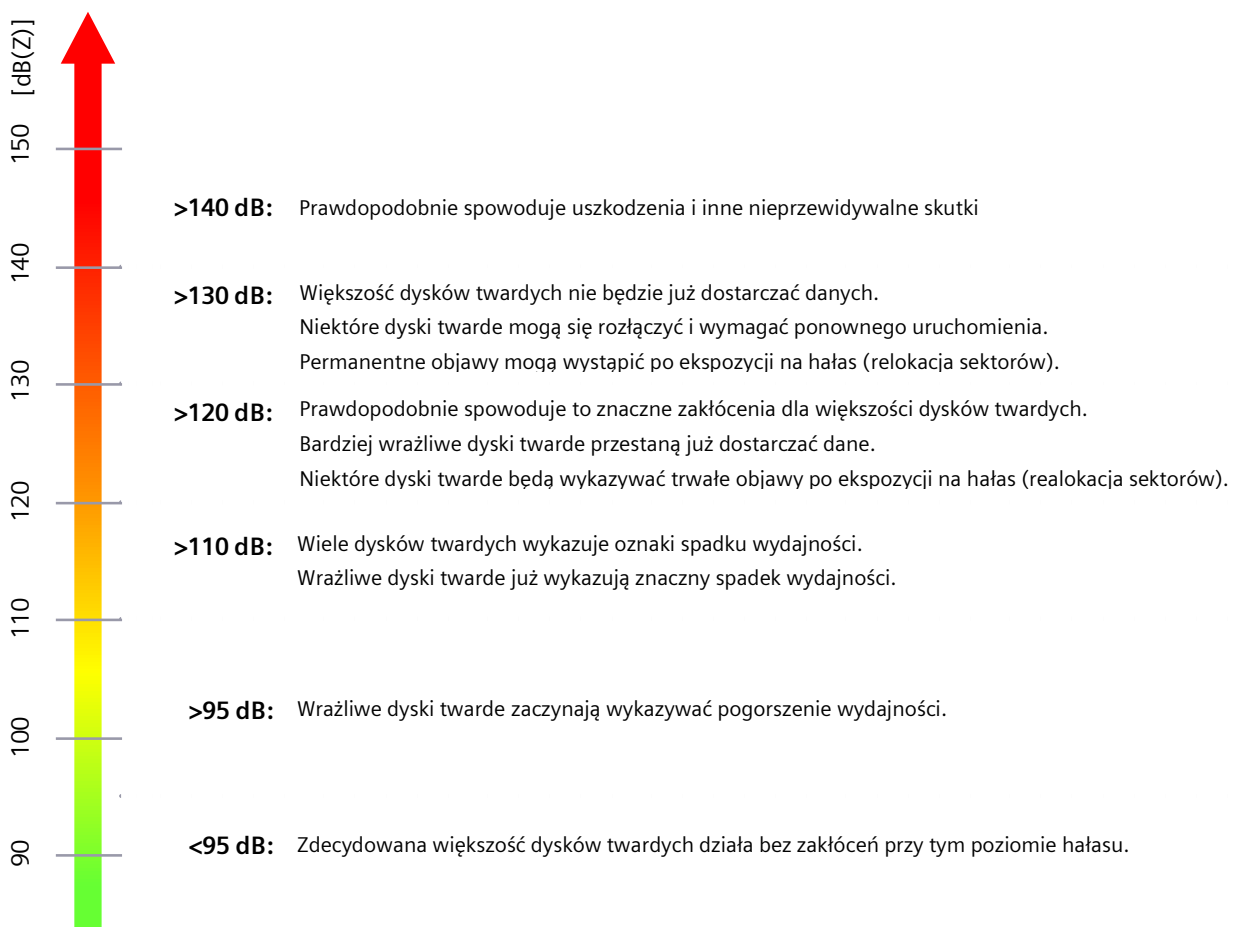
Wibracje spowodowane niewyważeniem i ruchem głowicy dysków twardych, a także niewyważeniem wentylatorów narażają dyski twarde na drgania strukturalne w obudowie i szafach systemu pamięci masowej. Wibracje te same w sobie mogą powodować dodatkowe obciążenie dysków twardych, a nawet osiągnąć poziom krytyczny. Ponieważ na rynku dostępnych jest wiele różnych konstrukcji obudów i szaf systemów pamięci masowej, kwestia drgań spowodowanych hałasem oraz drgań strukturalnych nie została jeszcze w pełni zbadana.

1.1.5 Wnioski wyciągnięte z analizowanych potencjalnych zmiennych zakłócających

Obecnie można z dużą dozą pewności stwierdzić, że usterki systemów pamięci masowej wynikające z rozładowania systemów gaszenia gazem obojętnym były spowodowane wpływem wysokiego poziomu hałasu na dyski twarde.

W oparciu o wiedzę zdobytą w firmie Siemens zdefiniowano typowy profil czułości na hałas dla 3,5-calowych dysków twardych w systemach pamięci masowej. Należy jednak pamiętać, że czułość na hałas dysków twardych nie jest specyfikacją dostarczoną przez producenta i może z czasem ulec zmianie ze względu na ulepszenia technologiczne.

Ponieważ wrażliwość dysków twardych na hałas nie jest specyficzna dla żadnego konkretnego dysku twardego, firma Siemens opracowała empiryczną skalę wrażliwości na hałas.

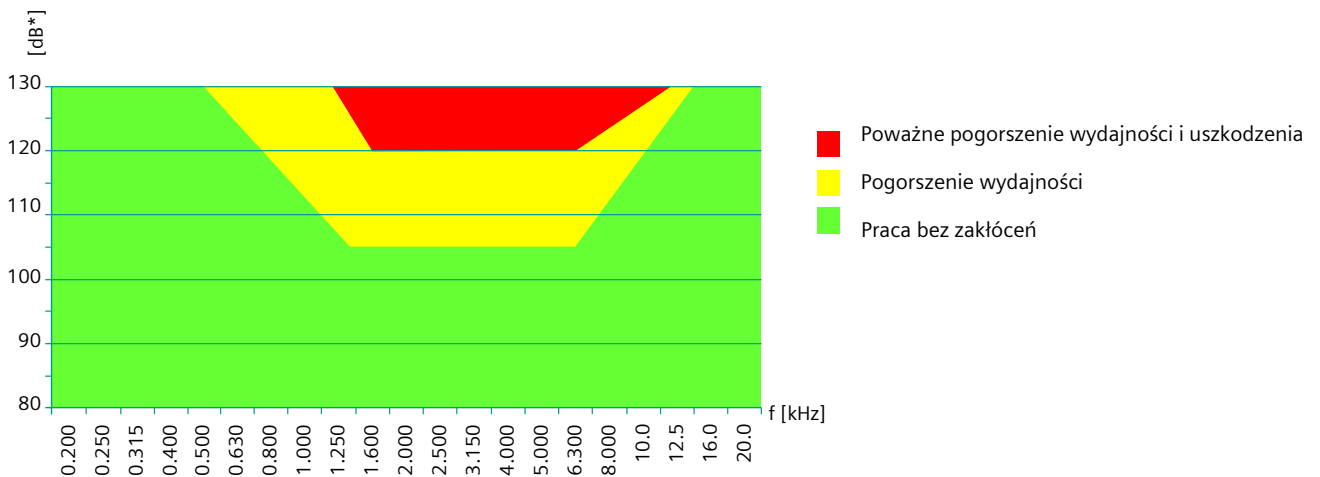


Rysunek 6 : Empirycznie określony profil wrażliwości dysków twardych (podsumowanie)

Po uchwyceniu i ocenie profili czułości dysków twardych w spektrum częstotliwości stwierdzono, że maksymalna czułość na hałas testowanych dysków twardych znajduje się w środkowym zakresie częstotliwości słyszalnych. Każdy dysk twarde ma jednak typowy profil czułości z charakterystycznymi spadkami wydajności przy określonej częstotliwości rezonansowej i jej wielokrotnościach.

Firma Siemens zdefiniowała różne poziomy czułości dysków twardych w spektrum dźwięku:

- Dyski twarde **nie są wrażliwe** na hałas o częstotliwości **poniżej 500 Hz**
- **Niektóre** dyski twarde wykazują **wrażliwość** na szумы o częstotliwości **od 500 Hz do 1,6 kHz**
- Zakres od **1,6 kHz do 8 kHz** jest najbardziej krytycznym zakresem w widmie
- **Niektóre** dyski twarde wykazują **wrażliwość** na szумы przy częstotliwościach **od 8 kHz do 12,5**
- Dyski twarde **nie są wrażliwe** na zakłócenia o częstotliwościach **powyżej 12,5 kHz**.



Rysunek 7 : Empirycznie określony profil czułości dysków twardych w zależności od częstotliwości

*) LZFmax na pasmo oktawy trzeciej

1.2 Czy wyniki laboratoryjne można przenieść do rzeczywistych instalacji?

Aby zaobserwować wpływ na dyski twarde narażone na wyładowania gaśnicze w pełnej skali, firma Siemens przeprowadziła więcej testów przy użyciu tego samego zestawu do pomiaru wydajności i dysków twardych podczas rzeczywistych wyładowań gaśniczych.

Przeprowadzono serię testów z wykorzystaniem następujących systemów gaszenia gazem obojętnym firmy Siemens:

- Nieregulowany system Sinorix N₂ z azotem przy ciśnieniu w butli 300 barów
- Regulowany system Sinorix CDT z azotem, argonem, IG-541 i IG-55 przy ciśnieniu w butli 300 bar, technologia CDT

Hałas generowany przez system gaszenia gazem obojętnym może negatywnie wpływać na wydajność dysku twardego podczas procesu gaszenia. Jednak w testach nigdy nie zaobserwowano utraty danych ani trwałego uszkodzenia dysku twardego.

1.3 Analiza przyczyn

System pamięci masowej IT to złożony system, który jest optymalizowany przez producentów pod kątem następujących parametrów:

- Pojemność pamięci masowej
- Wydajność
- Niezawodność (w normalnych warunkach pracy)
- Koszt na pojemność

Wyjątkowe zdarzenia, takie jak rozładowanie gazowego systemu gaśniczego, wykraczają poza zakres i specyfikację dysków twardych i systemów pamięci masowej IT, ale w praktyce mają wpływ na działanie dysków.

Co najmniej dwa poziomy dotkliwości muszą być oceniane oddzielnie:

a. Zakłócenie części lub całego systemu pamięci masowej IT (według rosnącego poziomu ważności)

- Tymczasowy spadek wydajności
- Tymczasowo offline
- Wyłączenie (wymagające ponownego uruchomienia)
- Niespójność danych

Według badania Siemens Corporate Technology, niewielkie zakłócenia należy wziąć pod uwagę przy wartościach hałasu przekraczających około 95 dB; poziomy hałasu przekraczające 110 dB mogą spowodować znaczne pogorszenie wydajności.

b. Uszkodzenie części lub całego systemu pamięci masowej IT (według rosnącego poziomu ważności)

- Fizyczne uszkodzenie pojedynczego komponentu (które może zostać skompensowane przez mechanizmy redundancji)
- Systematyczne, fizyczne uszkodzenie wielu komponentów, które prowadzi do całkowitej utraty systemu i danych.

Nadmierne poziomy hałasu (>140 dB), takie jak te generowane przez strumień wyładowania bezpośredniego standardowej dyszy, są potencjalnie śmiertelne dla systemów mikromechanicznych, takich jak dyski twarde.

Według producentów, obecne dyski twarde do użytku w profesjonalnych systemach pamięci masowej (od 2021 r.) są zaprojektowane do silniejszych wibracji niż zwykle dyski twarde do komputerów stacjonarnych i częściowo posiadają czujniki do pomiaru i aktywnej kompensacji występujących wibracji. Ze względu na ograniczone czasowo odzyskiwanie błędów (TLER), limit czasu wykonania polecenia (CCTL) lub Error Recovery Control (ERC) w oprogramowaniu sprzętowym tych dysków twardych NAS, kontroler automatycznie przełącza się na inny dysk twarde NAS w macierzy RAID, jeśli wystąpi przekroczenie limitu czasu w trakcie błędu odczytu.

Wrażliwość na hałas od dysku twardego do centrum danych

Fizyczna pamięć masowa: zespół głowicy i dysku



Zakłócenia:

- Niewspółosiowość głowicy względem ścieżki, która prowadzi do problemów z prawidłowym odczytem/zapisem informacji z warstwy magnetycznej na powierzchni dysku.

Możliwe uszkodzenia:

- Wibracje mogą spowodować uderzenie głowicy, które porusza powierzchnię dysku

Pojedynczy dysk twardy



Zakłócenia:

- Surowe dane odczytane przez głowicę z dysku odrzucone przez błędy ECC: dysk przejdzie w tryb offline po pewnym czasie utrzymywania się błędów ECC.

Możliwe uszkodzenia:

- Cząsteczki z początkowego uderzenia głowicy szybko powodują kolejne uderzenia głowicy, ostatecznie prowadząc do całkowitego ścierania powierzchni dysku

Rama systemu pamięci masowej



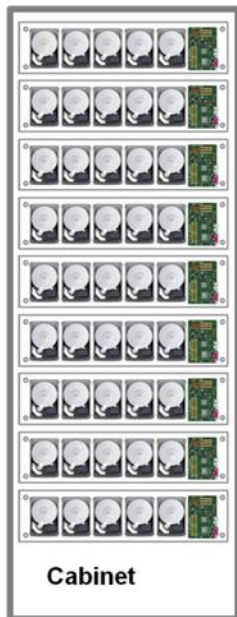
Zakłócenia:

- Spadek wydajności pojedynczego dysku twardego spowoduje również spadek wydajności chassis systemu pamięci masowej.
- Pojedynczy dysk przechodzący w tryb offline będzie prawidłowo zarządzany przez kontroler systemu pamięci masowej RAID po upływie limitu czasu wynoszącym kilka sekund
- Systematyczny spadek wydajności lub wyłączenie wielu dysków w tym samym czasie spowoduje poważne problemy i nieprzewidywalne zachowanie systemu RAID /ramy systemu pamięci masowej.

Możliwe uszkodzenia:

- Nie oczekuje się uszkodzeń na poziomie ramy systemu pamięci masowej.

System pamięci masowej



Zakłócenia:

- System pamięci masowej będzie zasadniczo zachowywał się w taki sam sposób, jak połączenie wielu ram systemu pamięci masowej

Możliwe uszkodzenia:

- Nie oczekuje się uszkodzeń na poziomie systemu pamięci masowej

Główne/ zapasowe centrum danych



Zakłócenia:

- Ryzyko zakłóceń lub ograniczonej dostępności usług spowodowane przełączeniem z głównego do zapasowego centrum danych (które samo w sobie jest złożone i ma ograniczone możliwości testowania)

Możliwe uszkodzenia:

- Nie oczekuje się uszkodzeń na poziomie centrum danych

Rysunek 8 : Wrażliwość na zakłócenia od pojedynczego dysku twardego do centrum danych

2. Ciche gaszenie - podejście holistyczne

Po stwierdzeniu, że wysoki poziom hałasu może zakłócać pracę dysków twardych, firma Siemens zaczęła opracowywać technologię cichego gaszenia. Celem procesu rozwoju było opracowanie koncepcji, które zapewniłyby taką samą skuteczność gaszenia przy znacznie niższym poziomie hałasu.

2.1 Wybór środka gaśniczego

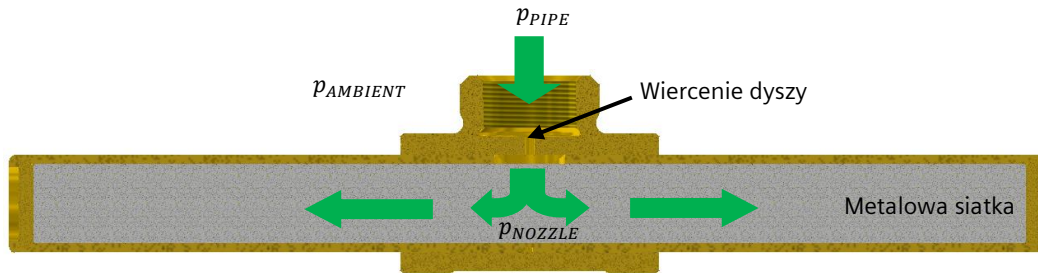
Środek gaśniczy	Środowisko, bezpieczeństwo osobiste i szkody wtórne	Preferowane zastosowanie w centrach danych	Emisja hałasu
Azot	++ Bardzo przyjazny dla środowiska		Wysoka lub bardzo wysoka emisja hałasu z konwencjonalnymi systemami
Argon	++ Nie stanowi zagrożenia dla ludzi (w zależności od projektu systemu)		
IG-541, IG-55	++ Gaszenie bez pozostałości; brak uszkodzeń sprzętu IT, budynków i obiektów ++ Brak zakłóceń pracy dysków twardych i systemów pamięci masowej podczas korzystania z funkcji Silent Extinguishing	Średnia do dużej chronionej kubatury	Umiarkowana emisja hałasu dzięki zastosowaniu cichych dysz i dodatkowych środków, takich jak technologia CDT lub ulepszona akustyka pomieszczenia.
CO ₂	+ Przyjazny dla środowiska -- Niebezpieczne dla ludzi	Niezbyt często	Nieznany
HFC-227ea	- Podlega wymogom środowiskowym lub już zakazane w niektórych krajach 0 Stanowi niewielkie zagrożenie dla ludzi ++ Brak uszkodzeń sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz obiektów budowlanych	Mała do średniej chronionej kubatury	Wysoka emisja hałasu, brak dostępnych cichych rozwiązań
Novac 1230	+ Najbardziej zrównoważony chemiczny środek gaśniczy + Najwyższy współczynnik bezpieczeństwa dla ludzi ++ Brak uszkodzeń sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz obiektów budowlanych	Mała do średniej chronionej kubatury	Średnia emisja hałasu przy zastosowaniu konwencjonalnych rozwiązań Niski poziom emisji hałasu z wykorzystaniem cichych dysz
Mgła wodna	++ Bardzo przyjazny dla środowiska ++ Brak zagrożenia dla ludzi -- Może spowodować uszkodzenie sprzętu elektrycznego i elektronicznego oraz budynków -- Zagrożenie elektryczne	Ochrona budynku	Niski poziom emisji hałasu

2.2 Silent Nozzle SDNX

2.2.1 Budowa ogólna

Wszystkie koncepcje cichego gaszenia dla systemów gaszenia gazem obojętnym koncentrują się na dyszy, miejscu, w którym większość energii wyładowania jest przekształcana w hałas akustyczny.

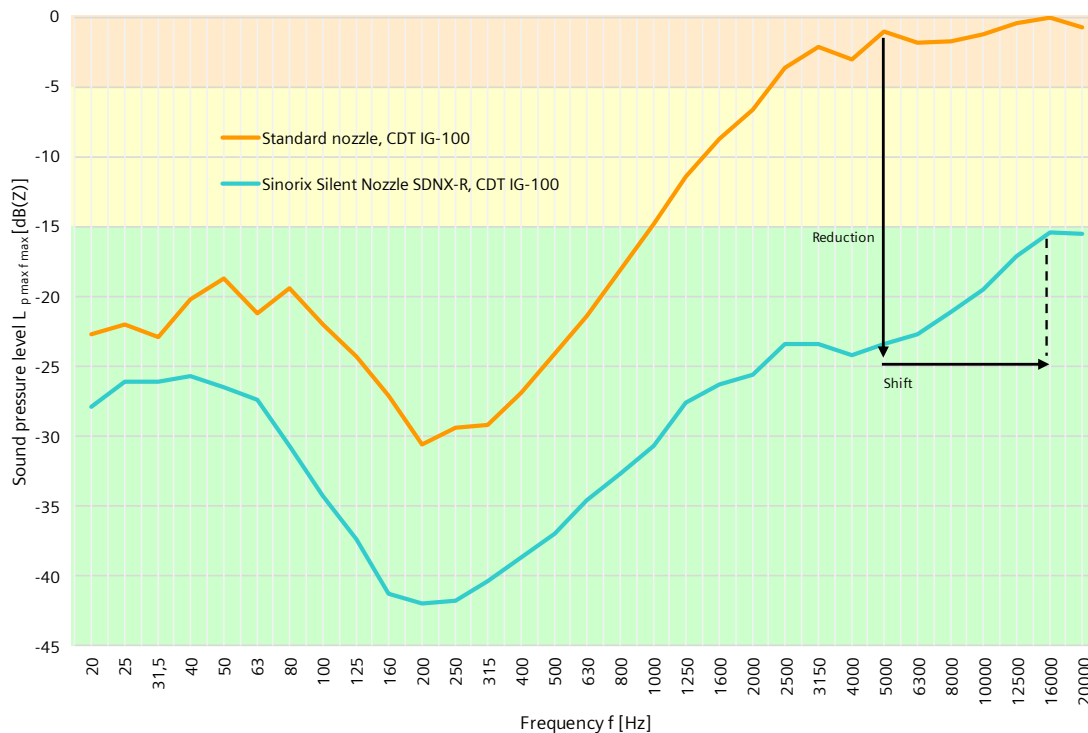
Niektóre koncepcje dodają tłumiki do konwencjonalnych dysz; Sinorix Silent Nozzle zmniejsza poziom hałasu u źródła bez wpływu na wydajność (natężenie przepływu gazu i dystrybucję).



Rysunek 9 : Zasada działania Sinorix Silent Nozzle SDNX

Sinorix Silent Nozzle SDNX działa na zasadzie dwustopniowego rozprężania przepływu gazu. Kryza na wlocie dyszy określa opór hydrauliczny, a tym samym wydajność przepływu dyszy. Ciśnienie w sieci rurowej p_{PIPE} jest znacznie zredukowane do ciśnienia wewnątrz dyszy p_{NOZZLE} . To pierwsze rozprężenie uwalnia znaczną ilość energii, ale utrzymuje związany z tym hałas rozprężania wewnątrz dyszy. Drugie rozprężenie od ciśnienia wewnątrz dyszy p_{NOZZLE} do ciśnienia otoczenia $p_{AMBIENT}$ reprezentuje znacznie niższy poziom spadku ciśnienia. Pomiędzy pierwszym a drugim rozprężeniem środek gaśniczy przepływa przez zintegrowaną metalową siatkę, która dodatkowo wspomaga równomierne rozprężanie środka gaśniczego.

Kolejną zaletą konstrukcji Silent Nozzle jest to, że całkowity hałas generowany przez liczne małe dysze wylotowe jest niższy niż w przypadku kilku dużych dysz, a spektrum emisji małych strumieni jest przesunięte do wyższych częstotliwości, które są mniej krytyczne dla dysków twardej.




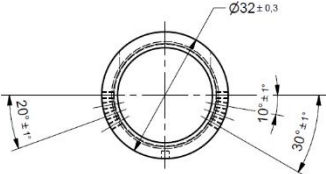

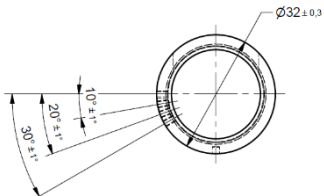
Rysunek10 : Zachowanie widmowe Sinorix Silent Nozzle w porównaniu ze standardową dyszą, maksimum znormalizowane do 0 dB

Oprócz właściwości redukujących hałas dyszy Silent Nozzle, należy wspomnieć o znacznie płynniejszej dyfuzji gazu do atmosfery pomieszczenia. Bardzo zróżnicowany kształt strumienia składający się z wielu małych dysz radykalnie zmniejsza bezpośredni hałas w porównaniu ze standardową dyszą.

Projekt systemu gaszenia gazem obojętnym zawsze zależy od wielu parametrów i należy dokonać wielu kompromisów. Charakterystyka przepływu dyszy Silent Nozzle jest bardzo podobna do konwencjonalnych dysz, dlatego nie ma potrzeby specjalnego uwzględniania dyszy Silent Nozzle w projekcie hydraulicznym. Idealnie nadaje się do stosowania z systemami Sinorix CDT oraz azotem, argonem, IG-541 lub IG-55. Te środki gaśnicze są przyjazne dla środowiska, oferują doskonałe właściwości gaśnicze w przypadku zagrożeń elektrycznych i nie pozostawiają żadnych pozostałości po użyciu.

2.2.2 Wersje Sinorix Silent Nozzle SDNX

Silent Nozzle SDNX jest dostępna w dwóch wersjach:

Dysza SDNX-R	Zalety	
	<ul style="list-style-type: none"> • Montaż w pomieszczeniu i podłoga podniesiona/sufit podwieszany • Wiercenie: 3-20 mm • Długość: 342 mm • Maks. ciśnienie robocze: 100 bar • Może być używany w następujących systemach: NXN CDT, NXN nieregulowany, CDT-V, CDT-R z N₂, Ar, IG-541, IG-55 • Materiał: mosiądz • Gwint przyłączeniowy: G 1" (AF41) • Waga: 2,5 kg • Temperatura pracy: od -20 °C do +50 °C 	
SAP#		
S54476-B280-C3		
Dysza SDNX-W	Zalety	
	<ul style="list-style-type: none"> • Montaż w pobliżu ściany lub przeszkody • Wiercenie: 3-14,8 mm • Długość: 342 mm • Maks. ciśnienie robocze: 100 bar • Może być używany w następujących systemach: NXN CDT, NXN nieregulowany, CDT-V, CDT-R z N₂, Ar, IG-541, IG-55 • Materiał: mosiądz • Gwint przyłączeniowy: G 1" (AF41) • Waga: 2,5 kg • Temperatura pracy: od -20 °C do +50 °C 	
SAP#		
S54476-B280-C6		

2.2.3 Określenie ciśnienia akustycznego i poziomu mocy akustycznej

Dostępne na rynku raporty z testów do określania ciśnienia akustycznego i mocy akustycznej dysz w gazowych systemach gaśniczych charakteryzują się ogromnymi różnicami w stosowanych metodach pomiarowych. W rezultacie cierpi na tym porównywalność w odniesieniu do wydajności poszczególnych produktów. Poniższe punkty powinny być brane pod uwagę przy analizie wyników pomiarów i wykresów poziomu dźwięku:

- Czy określono poziom mocy akustycznej lub poziom ciśnienia akustycznego?
- Jakie widmo częstotliwości jest mapowane? Pomiar przeprowadzony przez firmę Siemens wraz z wyspecjalizowanym zewnętrznym instytutem badawczym wykazały dominację wysokich częstotliwości podczas wyładowania gazu. Często na wykresach pokazywane są tylko częstotliwości do 10 kHz lub nawet 5 kHz, aby ukryć wysoki poziom dźwięku dyszy przy wysokich częstotliwościach.
- Który współczynnik częstotliwości jest stosowany, dB(Z) czy dB(A)? Wartości dB(A) tłumią niskie i wysokie częstotliwości, więc wartości dB(A) dla dysz gaśniczych często zapewniają rzekomo lepsze wartości niż wartości dB(Z).
- Czy pomiar został przeprowadzony w pomieszczeniu czy na zewnątrz?
- Jaka jest odległość mikrofonu od źródła hałasu? Bez tych informacji poziom ciśnienia akustycznego nie jest miarodajny.
- Która kryza dyszy jest używana do pomiaru? Co do zasady, wskazanie poziomu ciśnienia akustycznego jako funkcji czasu lub oparte wyłącznie na ciśnieniu dyszy lub otworze dyszy nie jest miarodajne. Decydującą wartością jest przepływ masowy przez dyszę (np. w kg/s).
- Jaki środek gaśniczy jest używany?

Renomowany i powtarzalny sposób określania poziomów mocy akustycznej lub poziomów ciśnienia akustycznego jest oferowany przez powszechnie stosowane normy. Należą do nich między innymi:

- DIN EN ISO 3743-1:2011-01: Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu z wykorzystaniem ciśnienia akustycznego - Metody inżynierskie dla małych, ruchomych źródeł w polach pogłosowych
- DIN EN ISO 3744:2011-02: Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu z wykorzystaniem ciśnienia akustycznego - Metody inżynierskie dla pola zasadniczo swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk
- DIN EN ISO 3746:2011-03: Akustyka - Wyznaczanie poziomów mocy akustycznej i poziomów energii akustycznej źródeł hałasu z wykorzystaniem ciśnienia akustycznego - Metoda pomiarowa z wykorzystaniem obwiedniowej powierzchni pomiarowej nad płaszczyzną odbijającą dźwięk
- DIN EN ISO 5135:2020-12: Akustyka - Określanie poziomów mocy akustycznej hałasu emitowanego przez urządzenia końcowe powietrza, urządzeń końcowych powietrza, przepustnic i zaworów przez pomiar w pomieszczeniu do badań pogłosowych
- VDMA 24423:1993-04: Zawory - Pomiar hałasu przenoszonego przez ciecz emitowanego przez zawory, metoda liniowa

Pomiary poziomu dźwięku Silent Nozzle SDNX zostały przeprowadzone we współpracy z zewnętrznym instytutem badawczym. W oparciu o wymagania i biorąc pod uwagę możliwości w odniesieniu do środowiska akustycznego, pomiar zgodnie z ISO 3746 został zidentyfikowany jako zwykła procedura. Seria testów została przeprowadzona na otwartym polu o średnicy >50 m. Butle ze środkiem gaśniczym znajdowały się w odległości >30 m od dyszy gaśniczej. Rzeczywisty pomiar dźwięku został przeprowadzony na półkulistej powierzchni z mikrofonami w promieniu 1 m wokół dyszy gaśniczej.

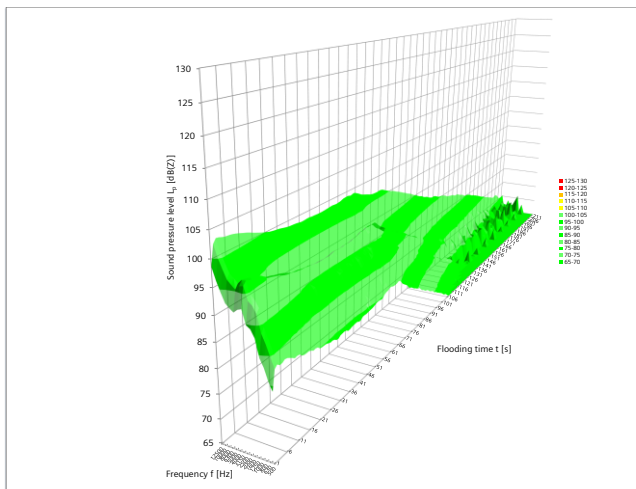
Sygnaly były próbkowane z szybkością 51 200 próbek/s i mierzone w zakresie częstotliwości od 20 Hz do 20 kHz. Przed i po całej serii pomiarów mikrofony zostały skalibrowane. Dla każdego mikrofonu analizowano poziom ciśnienia akustycznego (pasmo jednej trzeciej oktawy) w funkcji czasu podczas procesu wyładowania. Średnia wartość uśrednionych w czasie poziomów ciśnienia akustycznego dla wszystkich pozycji mikrofonów została obliczona zgodnie z normą ISO 3746:

$$\bar{L}_p = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{pi}} \right]$$

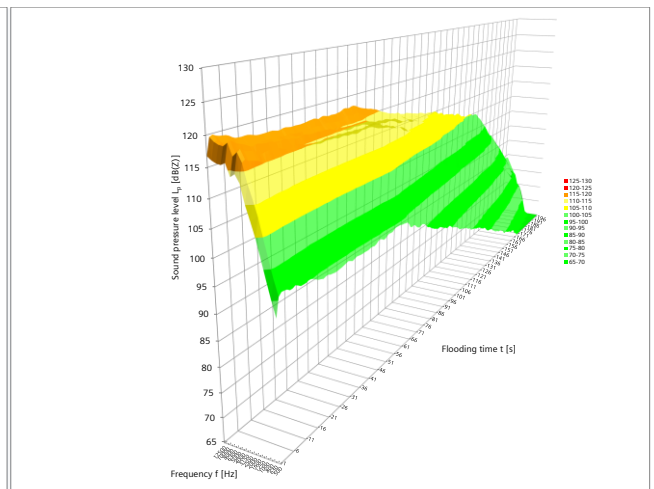
z $N = \text{Positions of microphones}$

Sporadyczny hałas tła spowodowany ruchem ulicznym lub samolotami był niski i nieistotny w porównaniu z hałasem dyszy. Hałas powodowany przez samochody był widoczny w niektórych widmach trzeciej oktawy przy niskich częstotliwościach. Nie miało to wpływu na dominujący poziom dźwięku przy wysokich częstotliwościach. W polu swobodnym nie było żadnych powierzchni odbijających, więc nie mają zastosowania żadne korekty środowiskowe.

Specyfikacja \bar{L}_p w funkcji częstotliwości i czasu wyładowania zależy indywidualnie od parametrów dyszy. Poniższy wykres przedstawia przykładową wartość \bar{L}_p dla wyładowania za pomocą SDNX-R (otwór 9 mm) i środka gaśniczego IG-100 w krytycznym zakresie częstotliwości dla dysków twardej od 500 Hz do 12,5 kHz. Dla porównania, drugi wykres przedstawia przykład \bar{L}_p przy wyładowaniu standardową dyszą typu 2002 (otwór 4x4,5mm) i środkiem gaśniczym IG-100 w krytycznym zakresie częstotliwości dla dysków twardej od 500 Hz do 12,5 kHz.

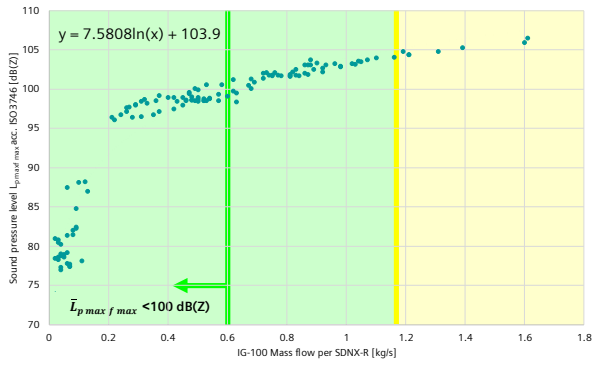


Rysunek 11 : Poziom ciśnienia akustycznego \bar{L}_p z dyszą SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m

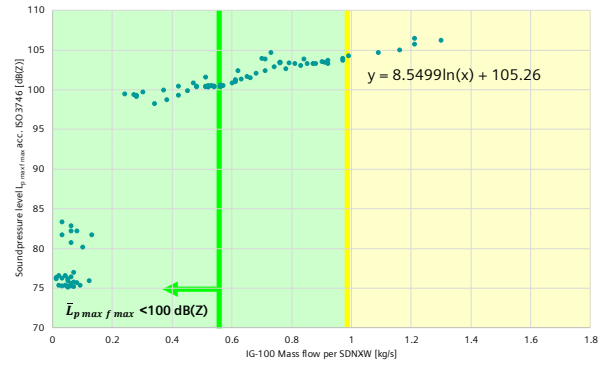


Rysunek 12 : Poziom ciśnienia akustycznego \bar{L}_p standardowej dyszy z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m

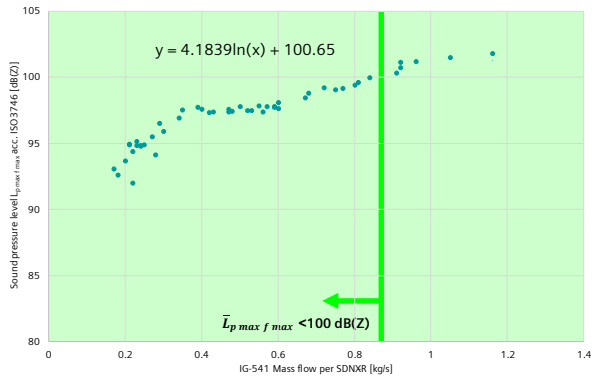
Przydatną wartością do określenia poziomu ciśnienia akustycznego podczas wyładowania jest specyfikacja poziomu ciśnienia akustycznego jako funkcji przepływu masy gaśniczego, ponieważ może to uwzględniać dwa czynniki: ciśnienia dyszy i wiercenia kryzy. Przepływ masy określonego systemu gaśniczego można pobrać z oprogramowania do obliczeń hydraulicznych sieci rurociągów. Poniższe wykresy przedstawiają zależność przepływu masy gaśniczego w kg/s dla czterech odpowiednich gazów obojętnych IG-01, IG-100, IG-541, IG-55 z dyszami Silent Nozzle SDNX-R i SDNX-W. Poziomy ciśnienia akustycznego \bar{L}_p zgodnie z normą ISO 3746 zostały określone w obszernych seriach testów w wyspecjalizowanym zewnętrznym laboratorium testowym w wyżej wymienionych warunkach (patrz niebieskie punkty pomiarowe na poniższych wykresach). Zmierzone wartości zawsze odnoszą się do jednej dyszy gaśniczej.



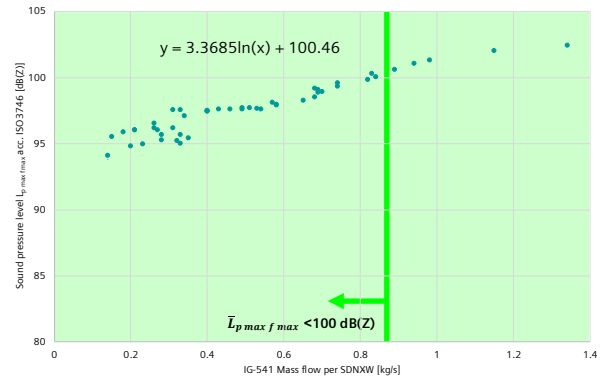
Rysunek 13 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p,max,f,max}$ SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



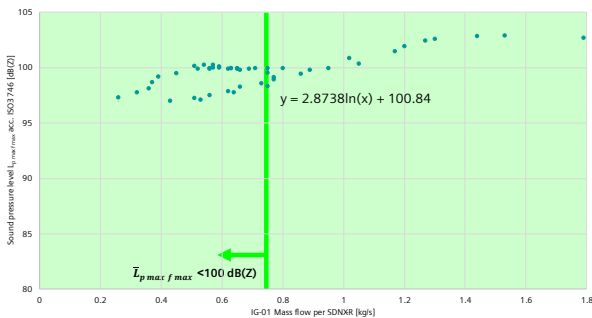
Rysunek 14 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p,max,f,max}$ SDNX-W z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



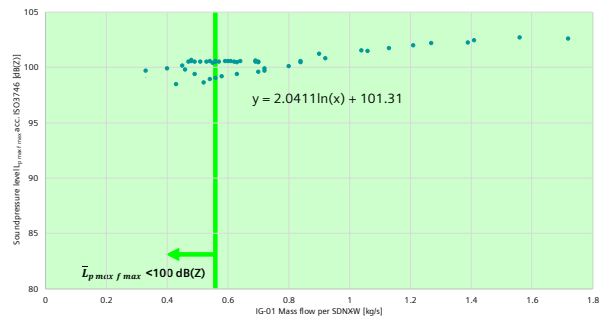
Rysunek 15 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p,max,f,max}$ SDNX-R z IG-541 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



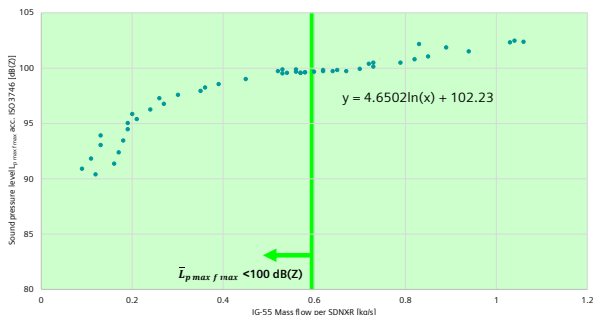
Rysunek 16 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p,max,f,max}$ SDNX-W z IG-541 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



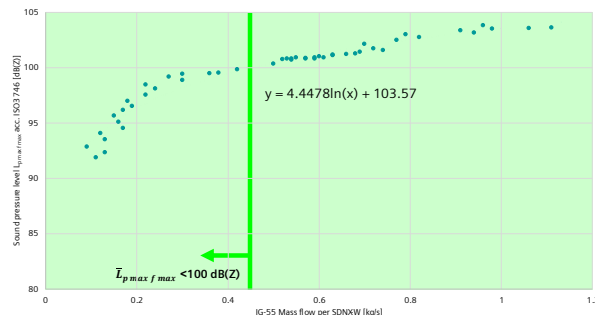
Rysunek 17 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p,max,f,max}$ SDNX-R z IG-01 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



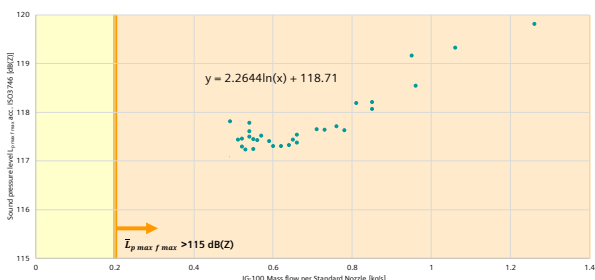
Rysunek 18 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p,max,f,max}$ SDNX-W z IG-01 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



Rysunek 19 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p \max f \max}$ SDNX-R z IG-55 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



Rysunek 20 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p \max f \max}$ SDNX-W z IG-55 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



Rysunek 21 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p \max f \max}$ standardowej dyszy z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m

Pomiary zgodnie z normą ISO3746 wykonano na półkuli powierzchni pomiarowej o promieniu 1 m wokół dyszy Silent Nozzle. W przypadku fali kulistej poziom ciśnienia akustycznego spada o -6 dB, gdy odległość od źródła jest podwojona. Moc dźwięku nie zmniejsza się. Poziom mocy akustycznej można również obliczyć na podstawie danych pomiarowych, dodając wpływ obszaru pomiarowego S (półkula o promieniu 1 m) do poziomu ciśnienia akustycznego.

$$L_W = \bar{L}_p + 10 \log \frac{S}{S_0}$$

$$z_s = 2 * \pi * 1m^2 \text{ i } S_0 = 1m^2 \rightarrow 10 \log \frac{S}{S_0} = 8 \text{ dB}$$

Na tej podstawie można z kolei obliczyć ważony poziom mocy akustycznej Z (sumę energetyczną) w paśmie jednej trzeciej oktawy Silent Nozzle SDNX.

$$\hat{L}_{W, total} = 10 \log \left[\int_{i=1}^N 10^{0,1L_{wi}} \right]$$

W tym miejscu staje się jasne, że rozważając wartości dźwięku dysz gaśniczych, należy zwrócić szczególną uwagę na podstawę obliczeń, na której określono poziom dźwięku lub moc akustyczną. Przykład takiego porównania przedstawiono w załączniku. W przypadku przetargów projektowych ze specyfikacjami poziomów dźwięku do osiągnięcia, należy dokładnie określić sposób przeprowadzenia obliczeń.

2.3 Dalsze możliwości optymalizacji akustycznej

Poziom hałasu w dowolnym punkcie pomieszczenia składa się z dwóch składników: hałasu bezpośredniego i hałasu odbitego. Hałas bezpośredni odnosi się do dźwięku docierającego bezpośrednio ze źródła, podczas gdy hałas odbity opisuje dźwięk, który jest wielokrotnie odbijany i coraz bardziej tłumiony w pomieszczeniu w czasie pogłosu.

Unikanie bezpośredniego hałasu

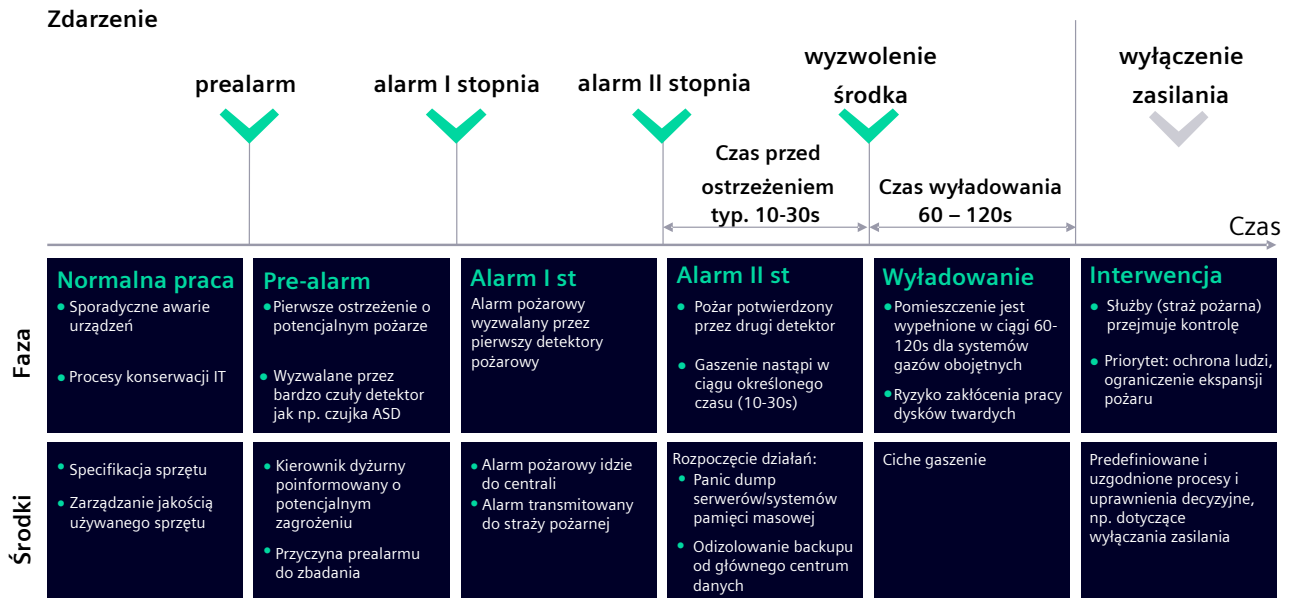
Kierunek wylotu z dyszy skierowanej bezpośrednio na obudowę sprzętu (na przykład szafę systemu pamięci masowej) może generować niewiarygodnie wysoki poziom hałasu. Pomiar wykonany bezpośrednio w kierunku wypływu środka standardowych dysz z odległości jednego metra spowodowały, że urządzenia pomiarowe o zakresie 150 dB przekroczyły swoje możliwości. Ważne jest, aby upewnić się, że wrażliwy sprzęt nie znajduje się w bezpośrednim obszarze wylotu standardowych dysz. W miarę możliwości należy zachować odległość dwóch metrów dla małych dysz i trzech metrów dla dużych dysz. Ogólnie rzecz biorąc, im większa odległość, tym lepiej. Chociaż zachowanie dyszy Silent Nozzle jest znacznie łagodniejsze, nadal lepiej jest unikać bezpośredniego hałasu, gdy tylko jest to możliwe i utrzymywać minimalną odległość co najmniej 1,5 metra między dyszą a wrażliwym sprzętem.

Poprawa akustyki pomieszczenia

Każde pomieszczenie ma swój własny akustyczny odcisk palca. Oznacza to, że charakterystyka pochłaniania hałasu zależy od spektrum częstotliwości. Czas pogłosu RT60 to czas potrzebny do obniżenia poziomu dźwięku o 60 dB, co stanowi jedną milionową pierwotnego poziomu. Typowy czas pogłosu dla pomieszczeń z gołymi betonowymi lub szklanymi powierzchniami wynosi 2,0 sekundy; dla biur jest to około 0,5 sekundy. Skrócenie czasu pogłosu o połowę powoduje obniżenie poziomu hałasu o 3 dB. Dlatego skrócenie czasu pogłosu w pomieszczeniu z 1,2 do 0,6 sekundy zmniejszyłoby poziom hałasu o 3 dB. Aby osiągnąć takie dodatkowe ulepszenia, w centrum danych można zainstalować dźwiękochłonne elementy akustyczne.

2.4 Wnioski dotyczące operacyjnych środków ostrożności

Data center zintegrowane projektowanie i zarządzanie



Rysunek 22 : Środki ograniczające "eskalację stresu" w przypadku pożaru

a) Środki projektowe

Wdrożenie środków cichego gaszenia, w tym użycie odpowiedniego środka gaśniczego, systemów CDT, cichych dysz, 120-sekundowego czasu wyładowania oraz optymalnego rozmieszczenia dysz i urządzeń alarmowych. W razie potrzeby dalsze strukturalne środki dźwiękochłonne.

b) System zarządzania operacyjnego

System zintegrowanego zarządzania centrum danych (DCIM) do prezentacji i priorytetyzacji wszystkich istotnych dla decyzji danych, obsługi alarmów i planów działań dla wszystkich systemów IT i zarządzania budynkami.

Normalne działania

Wybór i kwalifikacja używanych dysków twardej zgodnie z wcześniej zdefiniowaną listą kontrolną. Na przykład nowe generacje dysków twardej/technologii będą kwalifikowane pod kątem ich wrażliwości na hałas.

Alarm wstępny

Należy jak najszybciej ustalić przyczynę alarmu wstępnego, aby położyć podwaliny pod dalsze decyzje. Jeśli to możliwe, należy zapobiec eskalacji alarmu pożarowego.

Alarm pożarowy I stopnia

Po uruchomieniu alarmu pożarowego następuje eskalacja zdarzenia. Alarm jest przekazywany do straży pożarnej, która pojawia się w ciągu kilku minut. Jest to idealny moment na przejście z głównego do zapasowego centrum danych.

Alarm pożarowy II stopnia

Pozostało tylko kilka sekund czasu ostrzeżenia, podczas których należy podjąć ostateczne działania w celu ograniczenia zakłóceń.

- Ewakuacja ludzi z chronionego obszaru.
- Optymalne przygotowanie systemów magazynowania do zbliżającego się wyładowania poprzez zainicjowanie "panic dump".

Wyładowanie

Podczas wyladowania, funkcja Silent Extinguishing zapobiega narażeniu wrażliwego sprzętu IT na nadmierny poziom hałasu.

Interwencja

Plany działań dla zadań o krytycznym znaczeniu, takich jak wyłączenie głównego zasilania, powinny być wcześniej uzgodnione przez zaangażowane strony i wdrożone w systemie zintegrowanego zarządzania centrum danych (DCIM).

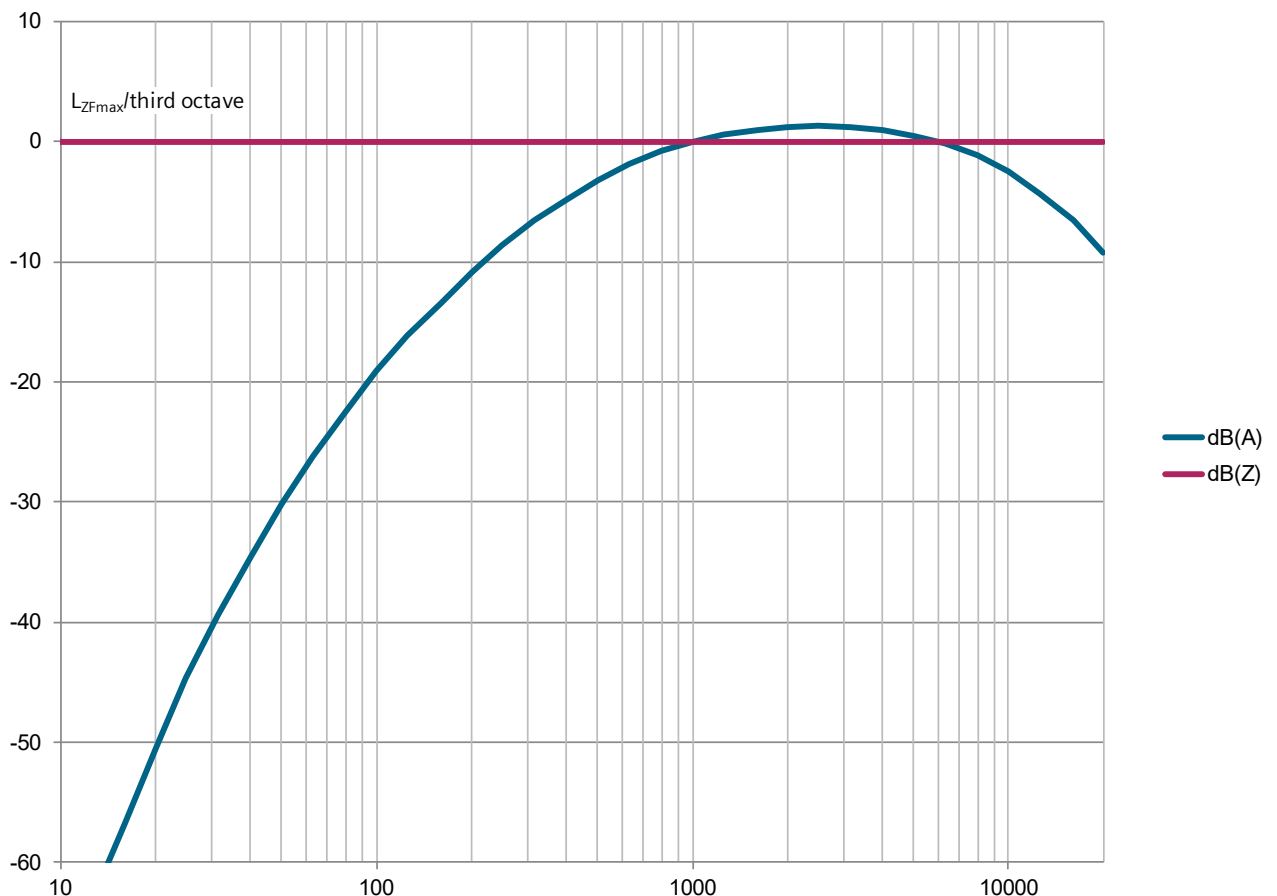
3. Pytania i odpowiedzi

Jakie krzywe miary można zastosować?

Wartości dB są często spotykane w dyskusjach związanych z cichym gaszeniem. Wartości dB są często używane w połączeniu z krzywą miary, gdy dyskusja dotyczy oceny słyszalności.

- dB(A): Najczęściej stosowaną miarą w pomiarach hałasu jest miara A. Podobnie jak w przypadku ludzkiego ucha, skutecznie odcina ona niższe i wyższe częstotliwości, których przeciętna osoba nie słyszy.
- Zdefiniowany w normach dotyczących mierników poziomu dźwięku (IEC 60651, IEC 60804, IEC 61672, ANSI S1.4), wykres charakterystyki częstotliwościowej można zobaczyć poniżej. Użycie wartości/krzywej dB mierzonej charakterystyką A nie odzwierciedla czułości spektralnej specyficznej dla typu dysku twardego, co sprawia, że użycie wartości dB(A) dla czułości dysku twardego nie jest zbyt znaczące.
- dB(Z): Miara Z to płaska charakterystyka częstotliwościowa od 10 Hz do 20 kHz $\pm 1,5$ dB. Ta odpowiedź zastępuje starsze odpowiedzi "liniowe" lub "nieważone", ponieważ nie definiowały one zakresu częstotliwości, w którym miernik byłby liniowy.

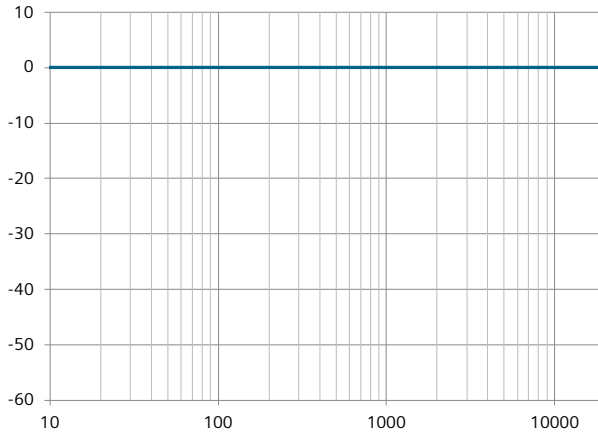
Siemens preferuje omawianie wartości szumów w rozdzielczości spektralnej, zwykle w rozdzielczości trzeciej oktawy.



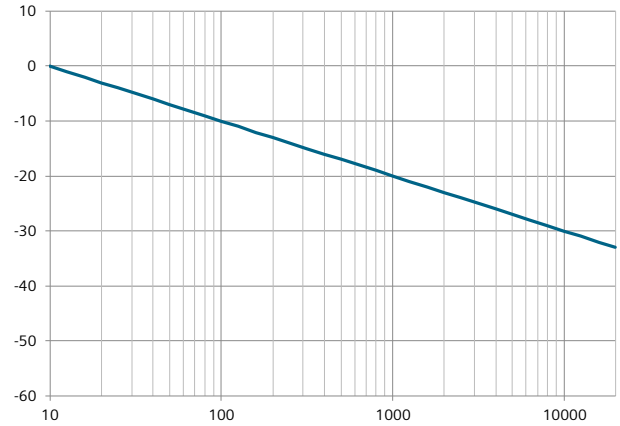
Rysunek 23 : Krzywe oceny dB (A, Z)

Jaka jest różnica między szumem białym a szumem różowym?

Biały szum to szum o stałej gęstości widmowej mocy w określonym zakresie częstotliwości. Szum biały jest postrzegany jako szum w wyższym zakresie częstotliwości. Szum biały o ograniczonej szerokości pasma jest często wykorzystywany w inżynierii i naukach przyrodniczych.



Szum różowy, określane również jako szum $1/f$, to szum, który zmniejsza się wraz ze wzrostem częstotliwości. W akustyce szum różowy jest postrzegany jako szum, w którym przeciętna osoba postrzega wszystkie zakresy częstotliwości słyszalnego spektrum dźwięku jako równe pod względem głośności.



Rysunek 24 : Szum biały/szum różowy

Czy dyski półprzewodnikowe rozwiążą ten problem?

Tak, dyski twarde SSD mogą rozwiązać ten problem. Mimo, że te alternatywne technologie coraz częściej zastępują dzisiejsze konwencjonalne dyski twarde, oczywiste jest, że magnetyczne dyski twarde nadal będą miały rację bytu w centrach danych ze względu na niższe koszty większej pojemności pamięci masowej. Testy przeprowadzone przez firmę Siemens pokazują, że czułość dysków twardych testowanych w ciągu ostatnich kilku lat zmienia się, dlatego Siemens zaleca skontaktowanie się z producentem w celu sprawdzenia technologii lub uzyskania dodatkowych informacji.

Czy hałas w tle w centrum danych zakłóca już pracę dysków twardych?

Silna wentylacja i klimatyzacja sprawiają, że centra danych, a zwłaszcza szafy, w których znajdują się dyski twarde, są bardzo hałaśliwym środowiskiem. Poziomy hałasu w tle osiąga zazwyczaj od 80 do 85 dB(A). Dyski twarde są zaprojektowane do pracy w tak hałaśliwym środowisku z pełną wydajnością. Hałas wyładowania na poziomie około 100 dB(A) jest o 15 do 20 dB wyższy niż hałas tła (30 do 100 razy większa energia hałasu), co oznacza, że zwykły hałas tła jest czynnikiem drugorzędym.

Jaka jest korelacja między wielkością pomieszczenia a poziomem dźwięku?

Przepływ masowy wymagany dla określonej kubatury ochronnej i gęstość energii dźwięku rosną liniowo wraz z objętością pomieszczenia. Oznacza to, że poziom hałasu jest niezależny od objętości ochronnej i jest przede wszystkim funkcją akustyki dyszy, akustyki pomieszczenia, czasu wypływu i przepływu masowego. Kierunek przepływu może być dodatkową miarą optymalizacji, ale ma tylko lokalny wpływ.

Jak można uzyskać ogólny obraz pomieszczenia?

Każde pomieszczenie i każde centrum danych ma inne właściwości akustyczne, określone przez architekturę pomieszczenia, użyte materiały i wyposażenie. Firma Siemens zaleca obserwowanie i obliczanie całkowitego poziomu ciśnienia akustycznego generowanego w danym punkcie pomieszczenia podczas wyładowania gazu na podstawie sytuacji przy użyciu odpowiedniego oprogramowania akustycznego. Umożliwi to prawidłowe obliczenie czasu pogłosu i w razie potrzeby, określenie dalszych środków dźwiękochłonnych.

Czy istniejące systemy można przekształcić w Sinorix Silent Nozzle?

Istniejące systemy można wyposażyć w dysze Silent Nozzles, jeśli weźmie się pod uwagę następujące czynniki:

1. Ponowne obliczenie systemu: Podobnie jak w przypadku każdego innego systemu gaszenia gazem obojętnym, konieczne jest obliczenie i określenie wierceń dysz w zależności od projektu. W przypadku Sinorix Silent Nozzle współczynniki są dostępne w oprogramowaniu obliczeniowym VdS dla azotu, argonu i mieszanin. Jako pierwsze oszacowanie można przyjąć, że przekrój otworu dyszy w cichej dyszy jest taki sam jak całkowity przekrój otworu standardowej dyszy.
2. Tam, gdzie to możliwe, czas wyładowania powinien zostać wydłużony do 120 sekund. Zmniejsza to poziom hałasu i pozwala na użycie rur o mniejszej średnicy.
3. Może być konieczne dostosowanie pozycji dysz ze względu na wzór wylotu dyszy Silent Nozzle (na przykład użycie dyszy wierconej pod kątem 90° w rogu). Zawsze należy upewnić się, że strumień wylotowy dyszy nigdy nie jest skierowany bezpośrednio na wrażliwy sprzęt (szafa sterownicza z dyskami twardymi).

4. Źródła

- [1] Graf, Dr. H. R.: Silent Gas Nozzles - Acoustic Test, Test Report 02-01606, internes Dokument Siemens/Prose AG, 2021
- [2] Windeck, C.: RAID-Riesen - Multi-Terabyte-Festplatten zuverlässig im (NAS-)RAID betreiben, c`t, 6/2021, S.112ff.
- [3] Siemens Corporate Technology, Interne Testberichte, 2009 r.
- [4] Siemens Schweiz AG, Interne Testberichte, 2009/2014/2019/2020/2021
- [5] DIN EN ISO 3746:2011-03: Akustik - Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen - Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene
- [6] VdS 2380:2019-03: Feuerlöschanlagen mit nichtverflüssigten Inertgasen
- [7] EN12094-12:2003-07: Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Bauteile für Löschanlagen mit gasförmigen Löschmitteln - Teil 12: Anforderungen und Prüfverfahren für pneumatische Alarmgeräte.
- [8] Vds 3179:2014-10: Raumschutzdüsen - Anforderungen und Prüfmethoden
- [9] Mantel, M: 2020: Erstmals mehr SSDs als HDDs ausgeliefert - HDDs knacken 1 Zettabyte, https://www.heise.de/news/2020-Erstmals-mehr-SSDs-als-HDDs-ausgeliefert-HDDs-knacken-1-Zettabyte-5055631.html?wt_mc=rss.red.ho.ho.rdf.beitrag.beitrag, 02.07.2021 r.
- [10] Karta produktu Siemens Silent Nozzle SDNX A6V12282559, 2021 r.

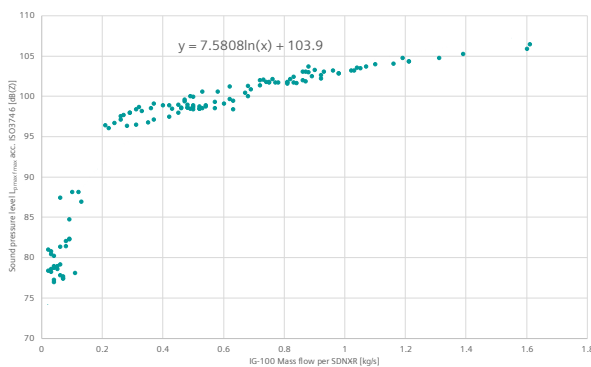
5. Załącznik

5.1 Skróty

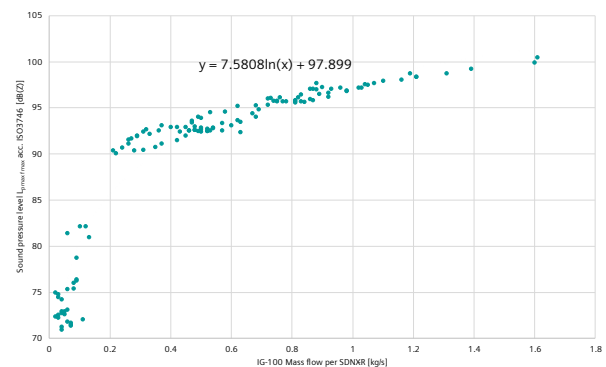
CDT	Technologia stałego wyładowania
dB	decybele
EDP	Elektroniczne przetwarzanie danych
ECC	Kod korekcji błędów
HDD	Dysk twardy
Hz	herc
kHz	kiloherc
mbar	milibar
RAID	Nadmiarowa macierz niezależnych dysków
RT60	Czas pogłosu
SSD	Dysk półprzewodnikowy

5.2 Przykład porównywalności obliczeń wartości dźwięku

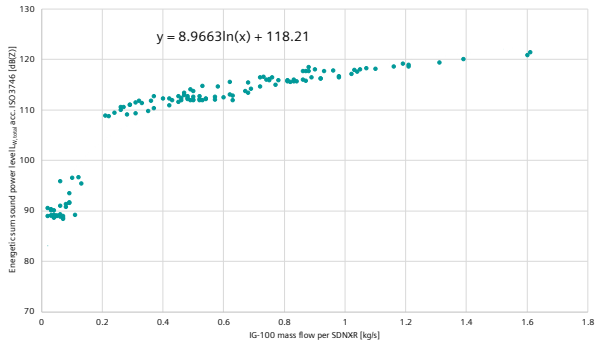
Poniższe wykresy przedstawiają obliczenia $\bar{L}_{p \max f \max} L_W$ i $\hat{L}_{W, total}$ w oparciu o ten sam test i po raz kolejny ilustrują "problem" związany z określaniem i porównywaniem poziomów dźwięku. Test polegał na swobodnym zalaniu pola azotem przy użyciu dyszy Silent Nozzle SDNX-R. Wykresy pokazują, że na pierwszy rzut oka osiągnęte są różne wartości dźwięku w zależności od określonej wartości dźwięku, pasma częstotliwości i odległości pomiarowej. Jeśli, na przykład, poziom ciśnienia akustycznego jest określony do 5 kHz w odległości 2 m, wartość "85,9 dB" jest osiągnięta dla wspólnego przepływu masowego 0,5 kg/s na dyszę. Określając poziom mocy akustycznej (sumę energetyczną) do 12,5 kHz przy 0,5 kg/s na dyszę, uzyskuje się "112,0 dB" na podstawie tego samego pomiaru.



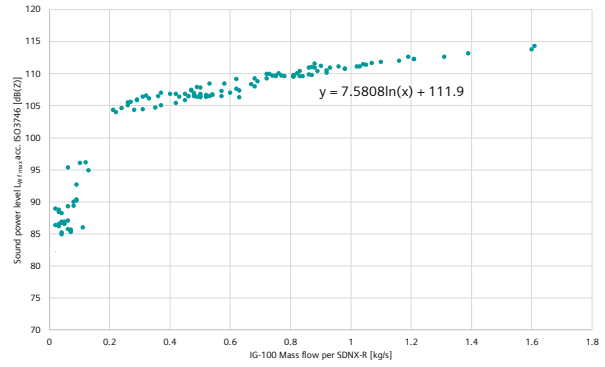
Rysunek 25 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p \max f \max}$ SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 1 m



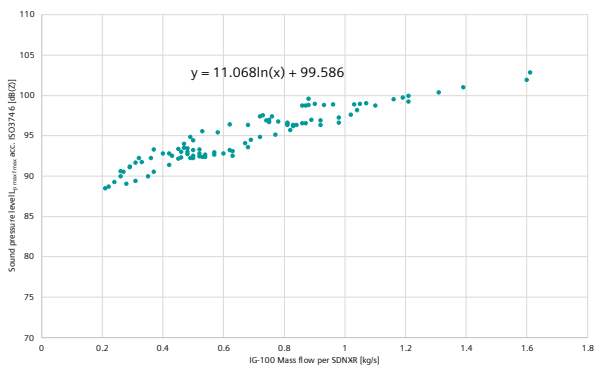
Rysunek 26 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p \max f \max}$ SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz przy odległości 2 m



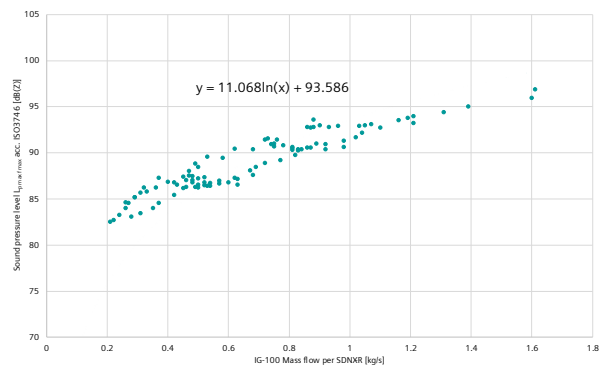
Rysunek 27 : Poziom ciśnienia akustycznego $\hat{L}_{W, total}$ SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz



Rysunek 28 : Poziom ciśnienia akustycznego $L_{W f max}$ SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 12,5 kHz



Rysunek 29 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p max f max}$ SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 5 kHz przy odległości 1 m



Rysunek 30 : Poziom ciśnienia akustycznego $\bar{L}_{p max f max}$ SDNX-R z IG-100 zgodnie z ISO3746 dla zakresu częstotliwości od 500 Hz do 5 kHz przy odległości 2 m

6. Zastrzeżenie

Wszystkie oświadczenia, informacje i zalecenia zawarte w niniejszym dokumencie są uważane za dokładne, ale są prezentowane bez jakiegokolwiek gwarancji, wyraźnej lub dorozumianej. Dokumenty te są dostarczane wyłącznie w celach informacyjnych, a firma Siemens nie gwarantuje ani nie oświadcza, że spełnią one określone wymagania każdego projektu.

Informacje zawarte w niniejszym dokumencie mogą zawierać specyfikacje lub ogólne opisy związane z możliwościami technicznymi poszczególnych produktów, które mogą nie być dostępne w niektórych przypadkach (np. z powodu zmian w produkcji). Użytkownik ponosi wyłączną odpowiedzialność za określenie czy dokumenty są odpowiednie i zgodne z wymaganiami każdego projektu, nad którym pracuje. Ponadto firma Siemens nie oświadcza, że dokumenty są kompletne w odniesieniu do kroków planowania, które należy podjąć w przypadku konkretnego projektu, ani że przedstawiają rozwiązania specyficzne dla klienta. Ich celem jest jedynie dostarczenie podstawowych informacji dla typowych zastosowań. Użytkownicy zrzekają się i zwalniają z wszelkich praw do dochodzenia roszczeń wobec firmy Siemens w związku z korzystaniem z tych dokumentów i zgadzają się, że firma Siemens nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek straty, szkody, roszczenia lub wydatki, niezależnie od ich pochodzenia, w tym za zaniedbania lub zaniechania, nawet jeśli firma Siemens została poinformowana o możliwości wystąpienia takich szkód. Zastrzegamy sobie prawo do wprowadzania zmian w niniejszych dokumentach w dowolnym momencie bez wcześniejszego powiadomienia.

**Opublikowany przez
Siemens Sp. z o.o.**

Smart Infrastructure
ul. Żupnicza 11
03-581 Warszawa
Polska

Zastrzega się prawo do zmian i błędów. Informacje podane w niniejszym dokumencie zawierają jedynie ogólne opisy i/lub cechy wydajności, które mogą nie zawsze dokładnie odzwierciedlać te opisane, lub które mogą podlegać modyfikacjom w trakcie dalszego rozwoju produktów. Wymagane cechy wydajności są wiążące tylko wtedy, gdy zostały wyraźnie uzgodnione w zawartej umowie.

© Siemens 2022

Smart Infrastructure inteligentnie łączy systemy energetyczne, budynki i branże w celu dostosowania i ewolucji sposobu, w jaki żyjemy i pracujemy. Współpracujemy z klientami i partnerami, aby stworzyć ekosystem, który intuicyjnie reaguje na potrzeby ludzi i pomaga klientom lepiej wykorzystywać zasoby. Pomaga to naszym klientom rozwijać się, i wspiera zrównoważony rozwój.

[siemens.com/smart-infrastructure](https://www.siemens.com/smart-infrastructure)