

Sposoby ograniczania hałasu pochodzącego od instalacji kanalizacyjnych

Ways of reducing noise from sewage installations

DOROTA LECIEJ-PIRCZEWSKA

DOI 10.36119/15.2020.6.2

W artykule omówiono rodzaje i źródła hałasu pochodzącego od instalacji kanalizacyjnych w obiektach budowlanych. Przedstawiono rozwiązania, które należy wziąć pod uwagę przy projektowaniu i wykonywaniu instalacji kanalizacyjnych. Dzięki ich stosowaniu możemy zapewnić większy komfort akustyczny w pomieszczeniach mieszkalnych.

Słowa kluczowe: hałas, wewnętrzne instalacje kanalizacyjne, budynki mieszkalne

The article discusses the types and sources of noise from internal sewage systems in construction objects. Solutions that should be considered when designing and constructing sewage systems were presented. Thanks to them, we can provide greater acoustic comfort in rooms.

Keywords: noise, internal sewage systems, residential buildings

Wstęp

Hałas to zbiór uciążliwych dla człowieka dźwięków o zróżnicowanej częstotliwości. Człowiek odbiera dźwięki rozprzestrzeniające się w powietrzu, wodzie i ciałach stałych o częstotliwości od 16 do 22000 Hz i o natężeniu od 0 do 120 dB. Zbyt wysoki poziom hałasu negatywnie wpływa na zdrowie i komfort życia człowieka (może być przyczyną rozdrażnienia, braku komfortu psychicznego i fizjologicznego, nerwicy, bólu głowy, a w dłuższej perspektywie utraty słuchu). Z tego powodu coraz większą uwagę zwraca się na zapewnienie w pomieszczeniach mieszkalnych tzw. komfortu akustycznego. Powinien on być zapewniony zarówno

w trakcie dziennej aktywności, jak i nocnego odpoczynku.

Dyrektywa unijna UE nr 89/106/EWG [6], jak również rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [8] wprowadzają obowiązek ochrony akustycznej budynku. Obiekty budowlane muszą być zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby hałas, na który narażeni są mieszkańcy lub ludzie znajdujący się w pobliżu obiektów, nie przekraczał poziomu stanowiącego zagrożenie dla ich zdrowia oraz pozwalał im spać, odpoczywać i pracować w zadowalających warunkach.

Poziom dopuszczalnego hałasu, na jaki jest narażony człowiek wykonując codzien-

ne czynności lub odpoczywając, jest określony jako „wartość progowa poziomu hałasu”. Zgodnie z obowiązującymi normatywnymi, badania poziomu hałasu rozgranicza się na dwie kategorie:

- **I KATEGORIA** - hałas mierzony na zewnątrz, czyli w otoczeniu, na wolnych przestrzeniach. Regulacje w tym zakresie określa europejska dyrektywa 2002/49/WE [7],
- **II KATEGORIA** - hałas mierzony w pomieszczeniach.

Regulacjami prawnymi w Polsce, określającymi dopuszczalne poziomy hałasu wewnątrz pomieszczeń, są: Rozporządzenie Min. Infrastruktury Dz. U. Nr 75, pozycja 690 z 2002r. [8] oraz Polska Norma PN-B-02151-2 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach [13], która określa dopuszczalne poziomy dźwięku A hałasu w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi – w budynkach mieszkalnych, budynkach zamieszkania zbiorowego i budynkach użyteczności publicznej, wytwarzanego przez urządzenia wyposażenia technicznego budynków, mieszkań i pomieszczeń usługowych oraz spowodowanego działalnością lokali usługowych (tabela 1).

Dźwięki pochodzące z otoczenia i samego wnętrza budynku nie powinny wpływać na warunki pracy i odpoczynek mieszkańców. Podstawowe źródła hałasu w budynku

Tabela 1. Wybrane typy pomieszczeń w budynkach oraz dopuszczalny poziom dźwięku A przenikającego do tych pomieszczeń od urządzeń wyposażenia technicznego i działalności lokali usługowych w budynku lub w jego bezpośrednim sąsiedztwie [13]

Table 1. Selected types of rooms in buildings and the acceptable A sound level penetrating into these rooms from technical equipment and the operation of service premises in the building or in its immediate vicinity [13].

Rodzaj budynku	Rodzaj pomieszczenia chronionego	Najwyższy dopuszczalny poziom dźwięku A [dB]	
		równoważny	maksymalny
Budynki wielorodzinne i jednorodzinne	Pokoje i pokoje połączone z kuchnią	25	30
	Wydzielone kuchnie i pomieszczenia sanitarne	35	
Hotele	Pokoje hotelowe	25	30
Budynki zamieszkania zbiorowego (domy studenckie, internaty, hotele robotnicze, domy dziecka, domy opieki społecznej)	Pokoje mieszkalne	25	30
	Pokoje dla personelu	30	
	Ogólnodostępne pomieszczenia sanitarne, pomieszczenia kuchenne	40	

dr inż. Dorota Leciej-Pirczevska, <https://orcid.org/0000-0003-1676-1683>, Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ciepłownictwa, ZUT w Szczecinie. Adres do korespondencji/ Corresponding author: dlp@zut.edu.pl

to dźwięki dochodzące z otoczenia nieruchomości – przede wszystkim ruch samochodowy, ale również dźwięki pochodzące z urządzeń AGD, sprzętu RTV, wind, instalacji klimatyzacji, zimnej i ciepłej wody, centralnego ogrzewania oraz kanalizacji. Hałas pochodzący od instalacji kanalizacyjnych jest wywołany przepływem i uderzeniami ścieków w przewodach kanalizacyjnych. Zanim hałas zostanie wygenerowany w instalacji kanalizacyjnej, bardzo często najpierw pojawia się w instalacjach wodociągowych zasilających urządzenia sanitarne (np. spłuczki) podłączone do instalacji kanalizacyjnej.

Hałas w dużej mierze zależy od właściwości materiału, z którego wykonano rury kanalizacyjne, od zastosowanych metod ich łączenia i mocowania oraz od miejscowych praktyk budowlanych. Wiele lat temu instalacje kanalizacyjne wykonywane były przede wszystkim z rur żeliwnych, które skuteczniej tłumiły dźwięk płynącej cieczy niż lekkie tworzywowe rury o cienkich ściankach. Przewody prowadzone były po wierzchu grubych, ceglanych ścian, które korzystnie wpływały na poziom ciśnienia akustycznego, dzięki czemu instalacje te były cichsze, niż w budynkach z lat 70., 80., aż do początku lat 90., wykonanych z tzw. wielkiej płyty. Podstawowym materiałem budowlanym był wtedy żelbet, którego własności tłumienia hałasu dalece odbiegały od dzisiejszych norm poziomu hałasu w budynkach mieszkalnych. Zamocowanie rur żeliwnych do konstrukcji budynku odbywało się najczęściej za pomocą stalowych haków (bez przekładek elastycznych) wbitych w kołki drewniane. Przewód rurowy dociskany był bezpośrednio do powierzchni ściany, co powodowało transmisję dźwięków na konstrukcję budynku. Nowsze instalacje tworzywowe z lekkich rur o cienkich ściankach prowadzone w kanałach instalacyjnych, często niezabezpieczonych dodatkową wykładziną dźwiękochłonną. Jeśli w takich kanałach przewody z polichloru winylu zamocowano metalowymi obejmami bez izolacji to przepływające ścieki generowały wyraźny hałas w przewodach, a dźwięki rozchodziły się kanałem po całym budynku.

Po oddaniu obiektu do użytku najczęściej nie można już zlikwidować błędów budowlanych, zarówno projektowych jak i wykonawczych, związanych z ochroną przed hałasem. Dlatego już na etapie projektowania domu należy zadbać o to, aby wykluczyć źródła i dokuczliwość występowania hałasów w otoczeniu człowieka.

Rodzaje hałasu w instalacjach kanalizacyjnych

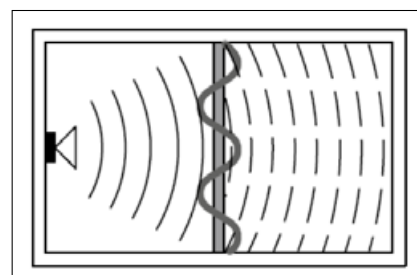
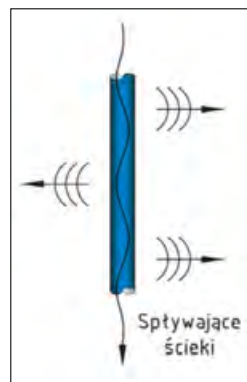
Każde ciało będące w ruchu wydaje dźwięk transmitując fale oraz drgania aku-

styczne do otaczającego go powietrza w postaci fal ciśnienia lub podciśnienia. W przypadku systemu kanalizacyjnego głównym źródłem dźwięku są przepływające w rurociągach ścieki. Szczególnie jest to odczuwalne w pionach kanalizacyjnych, w odcinkach poziomych, przy rozgałęzieniach i zmianach kierunków. Szumy powstają również podczas pracy zaworów spływających, gdzie hałas jest wywołany przez działanie mechanizmów spustowych i na skutek przepływu dużej ilości wody pod ciśnieniem. W obydwu przypadkach powstają dwa rodzaje hałasu instalacyjnego:

- hałas powietrzny (bezpośredni),
- hałas materiałowy (strukturalny).

Hałas powietrzny (rys. 1) pochodzi od drgań powietrza i poprzez powietrze dociera do elementów konstrukcyjnych między pomieszczeniami, wprawiając je w drgania. Jego źródłem mogą być zarówno głoś czy muzyka, ale także ścieki, które płyną w rurach i, poruszając się, wydają dźwięk, transmitując tym samym drgania do otaczającego powietrza w postaci fal ciśnienia lub podciśnienia. Drgania te przekazywane są następnie do innych pomieszczeń. Dźwięk przenoszony przez powietrze wywołuje drgania elementów konstrukcyjnych (ścian, stropu w pomieszczeniu), co z kolei powoduje drgania cząsteczek powietrza w sąsiednim pomieszczeniu, czyli również generowanie dźwięku przenoszonego przez powietrze (rys. 2). Hałas powietrzny jest odbierany bezpośrednio przez ucho ludzkie w pomieszczeniu, w którym przebiega instalacja.

Rys. 1. Hałas powietrzny powstający w instalacji kanalizacyjnej [3]
Fig. 1. Airborne noise generated in the sewage system [3]



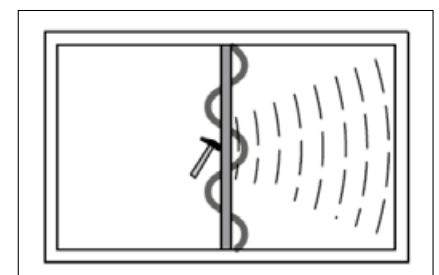
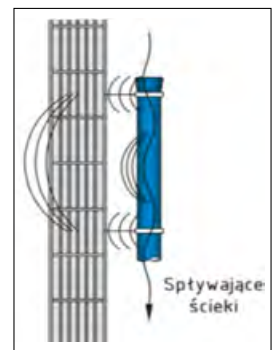
Rys. 2. Pobudzenie ściany dźwiękiem przenoszonym przez powietrze [1]
Fig. 2. Airborne sound propagation [1]

Hałas materiałowy pochodzi od drgań materiałów – rur, kształtek oraz systemu mocowania do konstrukcji budynku. Jego źródłem jest hałas wewnątrzkanalowy (efekt ruchu okrężnego spadających ścieków wokół ścianek przewodu i mieszania się ich z powietrzem), który ograniczony przez rury i kształtki wprowadza je w drgania, czyli rezonans akustyczny (rys. 3). Rezonans ten jest przekazywany poprzez system obejm na konstrukcję budynku i odbierany w pomieszczeniach sąsiadujących jako uciążliwa i szkodliwa dla zdrowia fala akustyczna. Drgania materiału są to dźwięki rozchodzące się w ciałach stałych, pochodzące od uderzania w konstrukcję (rys. 4). Jeżeli na przykład ściana jest ostukiwana młotkiem, to również będzie wprawiana w drgania, co doprowadzi do spowodowania odpowiednich drgań cząsteczek powietrza w sąsiednim pomieszczeniu, czyli również do dźwięku przenoszonego przez powietrze. W takim przypadku mówi się o wzbudzeniu w ścianie dźwięku (drgań konstrukcji) oraz o przenoszeniu dźwięku przez konstrukcję do sąsiedniego pomieszczenia. Dźwięki konstrukcyjne rozchodzą się we wszystkich możliwych kierunkach.

Hałas powietrzny jest tłumiony przez przegrody znajdujące się pomiędzy źródłem hałasu i słuchaczem. Jego zmniejszenie można osiągnąć poprzez:

- ograniczenie drgań rurociągów dzięki zwiększeniu ich masy,
- ograniczenie rozprzestrzeniania się dźwięków powietrznych, ich absorpcję oraz zamknięcie wewnątrz przewodów

Rys. 3. Hałas materiałowy powstający w instalacji kanalizacyjnej [3]
Fig. 3. Material noise generated in the sewage system [3].



Rys. 4. Pobudzenie ściany dźwiękiem przenoszonym przez konstrukcję [1]
Fig. 4. Structure-borne sound propagation [1]

dzięki zastosowaniu odpowiednich materiałów do wykonania instalacji kanalizacyjnej,

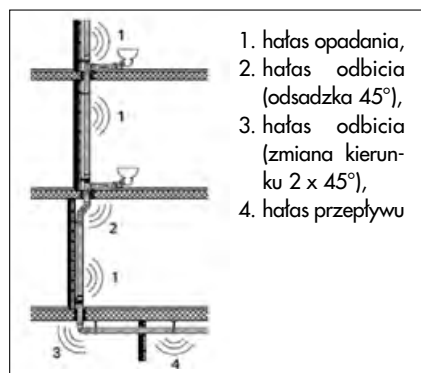
- przykrycie źródła hałasu przegrodą pochłaniającą (absorbującą).

Ograniczenie hałasu materiałowego może następować poprzez oddzielenie rurociągów od przegród za pomocą odpowiednich materiałów amortyzujących.

W instalacji kanalizacyjnej możemy wyróżnić hałas opadania, hałas odbicia i hałas przepływu (rys. 5) oraz tzw. bulgotanie. Hałas opadania to dźwięki przenoszone przez powietrze oraz przez konstrukcję. Generowany jest on przez ścieki opadające w pionowym odcinku rury. Hałas odbicia powstaje przy zmianie kierunku przepływu (w trakcie uderzenia wody w kolano przy przejściu z pionu do poziomu). Energia opadających ścieków w dużej części przetwarzana jest na energię dźwięku. W tym procesie ścieki tracą prędkość i po uderzeniu płyną znacznie wolniej. Hałas przepływu powstaje, gdy woda płynie w przewodzie poziomym. Nierówności wewnątrz przewodu oraz wszelkie zmiany kierunku powodują zakłócenie przepływu. Natomiast tzw. bulgotanie powstaje w syfonie urządzenia sanitarnego pod koniec jego opróżniania. Powstający nieprzyjemny odgłos spowodowany jest przez porywanie powietrza przez wodę, a bezpośrednią przyczyną bulgotania są nieprawidłowo wykonane podejścia kanalizacyjne.

Najczęściej występujące typy hałasu generowane z instalacji w budynkach są następujące:

- hałas opadania ścieków w pionach kanalizacyjnych (w szczególności na odsadzkach),
- hałas spowodowany odbiciem ścieków przy przejściu pionu kanalizacyjnego w poziom (spowodowany zmianą kierunku),
- hałas przepływu w przewodzie kanalizacyjnym usytuowanym poziomo,
- hałas powodowany nieprawidłowym napowietrzaniem i odpowietrzaniem



1. hałas opadania,
2. hałas odbicia (odsadzka 45°),
3. hałas odbicia (zmiana kierunku 2 x 45°),
4. hałas przepływu

Rys. 5. Źródła i rodzaje hałasu w instalacjach kanalizacyjnych [1]
Fig. 5. Sources and types of noise in sewage systems [1]

- pionów i podejść kanalizacyjnych,
- hałas splukiwania miski ustępowej, wypływ wody z fekaliami do kanalizacji,
- hałas napełniania i opróżniania wanny kąpielowej,
- hałas z kabiny prysznicowej wywołany przez wodę spadającą z dużej wysokości na dno brodzika,
- hałas w miejscach, gdzie następuje zwiększenie prędkości przepływu ścieków na skutek nieprawidłowo dobranej średnicy rury,
- hałas powstający w miejscach, w których występuje nadmierne spiętrzenie elementów mocowań (realizowanych jako punkty stałe), które przenoszą drgania na konstrukcję budynku,
- hałas w instalacji wodociągowej generowany w szczególności, gdy zaprojektowano rury o zbyt małym przekroju, gwałtowne zmiany kierunku lub średnicy, zastosowano natynkowe spluczki z tworzyw sztucznych wyposażone w tradycyjne zawory napełniające, czy uchwyty mocujące przewody stalowe nie izolowane gumą,
- hałas od armatury wodociągowej (baterie, reduktory ciśnienia, przelotowe zawory grzybkowe, gwałtowna zmiana średnicy wewnętrznej przewodów).

Działania mające na celu redukcję hałasu w instalacji kanalizacyjnej

Obniżenie rozprzestrzeniania się drgań w budynkach to generalnie zadanie dla wszystkich osób biorących udział w procesie powstawania obiektu – począwszy od projektantów (architektów, konstruktorów, instalatorów), a skończywszy na wykonawcach.

Dobre efekty w tłumieniu dźwięków z instalacji kanalizacyjnej można osiągnąć dzięki:

- korzystnej lokalizacji pomieszczeń sanitarnych,
- wykorzystaniu do mocowania instalacji tylko ścian masywnych,
- zwiększaniu masy rurociągu,
- wprowadzaniu zmian w konstrukcji ścianki przewodów i kształtek,
- odpowiedniemu łączeniu elementów instalacji,
- oddzieleniu przewodów od przegród za pomocą dźwiękochłonnych materiałów amortyzujących,
- użyciu mat i taśm izolacyjnych do owijania przewodów,
- oddzieleniu przewodów od konstrukcji budynku za pomocą ścianek instalacyjnych,
- prawidłowemu prowadzeniu przewodów,
- wykładaniu materiałem izolującym kanałów instalacyjnych,
- ograniczeniu źródeł hałasu.

Lokalizacja pomieszczeń w obiekcie

Najefektywniejszym i najtańszym rozwiązaniem redukującym hałas od instalacji kanalizacyjnej w pomieszczeniach mieszkalnych jest właściwe zaprojektowanie obiektu. Pożądany efekt można osiągnąć poprzez:

- koncentrację pomieszczeń sanitarnych,
- planowanie pomieszczeń sanitarnych w jednym pionie,
- umieszczenie szachtów instalacyjnych w środku pomieszczeń sanitarnych, z dala od pomieszczeń przeznaczonych do odpoczynku,
- unikanie połączeń pomieszczeń sanitarnych z pomieszczeniami chronionymi, szczególnie poprzez ściany o masie powierzchniowej¹ mniejszej niż 200 kg/m²,
- oddzielanie pomieszczeń chronionych ścianami pozbawionymi instalacji i posiadającymi odpowiednią izolacyjność akustyczną (rys. 6),
- oddzielanie pomieszczeń sanitarnych ściankami o odpowiedniej izolacyjności akustycznej,
- oddzielanie pomieszczeń wymagających szczególnej ochrony przed hałasem od pomieszczenia sanitarnego pomieszczeniem, któremu nie są stawiane specjalne wymagania.

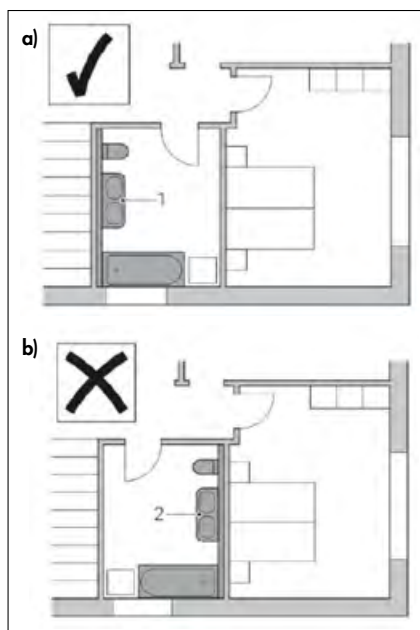
Do wyciszania dźwięku przenoszonego przez powietrze przydatne są jedno- lub dwuwarstwowe przegrody budowlane, przy czym przegrody jednowarstwowe dla takich samych właściwości izolacyjnych z reguły wymagają masy powierzchniowej znacznie większej niż przegrody dwuwarstwowe. Przenoszenie dźwięku przez powietrze między pomieszczeniami odbywa się nie tylko poprzez ścianę działową, względnie strop, ale również przez graniczące elementy konstrukcyjne (rys. 7). To tak zwane przenoszenie boczne. Redukuje ono, zależnie od konstrukcji przegród, działające tłumiące ściany, względnie stropu. Dobre tłumienie jest możliwe tylko, gdy wszystkie elementy konstrukcyjne spełniają wymagania określone współczynnikiem tłumienia dźwięku. Aby ograniczyć przenoszenie dźwięków przez konstrukcję, należy wykonać budynek możliwie bez mostków akustycznych.

Kanalizacja niskoszumowa

W celu wytłumienia dźwięków pochodzących od przepływających ścieków zaleca się stosowanie systemów kanalizacji

¹ Masa powierzchniowa przegrody - masa przegrody przypadająca na jednostkę jej powierzchni obliczana z grubości przegrody oraz gęstości materiału, z którego jest ona wykonana $M = \rho G$ gdzie:

M - masa powierzchniowa [kg/m²],
 ρ - gęstość materiału [kg/m³],
 G - grubość przegrody [m].

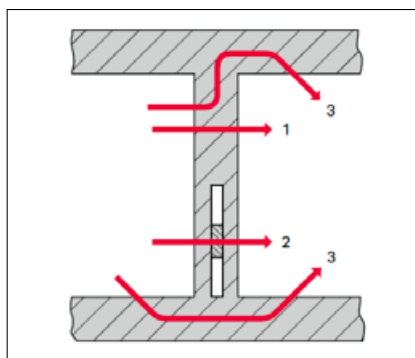


Rys. 6. Optymalne usytuowanie urządzeń sanitarnych w łazience przylegającej do sypialni: a) ścianka instalacyjna zlokalizowana przy ścianie od klatki schodowej, b) ścianka instalacyjna zlokalizowana przy ścianie od sypialni [1]
Fig. 6. Optimum ground plan layout: a) installation wall next to stairs, b) installation wall next to quiet area [1]

niskoszumowej, która dzięki wykorzystaniu odpowiednio dobranych materiałów o specjalnych właściwościach technicznych ogranicza rozprzestrzenianie się dźwięków powietrznych poprzez pochłonięcie hałasu wewnątrzkanalowego, a dzięki specjalnie zaprojektowanym obejmom montażowym likwiduje przenoszenie drgań akustycznych w miejscach kontaktu rur z konstrukcją budynku.

Zastosowanie rur i kształtek niskoszumowych, zamiast typowych np. z polipropylenu, pozwala obniżyć poziom natężenia hałasu z pracującej instalacji kanalizacji co najmniej o 10-20 dB. Jest to wynikiem wykorzystania do ich produkcji materiałów o lepszych właściwościach tłumienia dźwięków – cięższych, o większej gęstości, o niejednorodnej strukturze ścian. Niewątpliwie zalety zwykłych rur z PVC czy PP – mały ciężar i grubość ścianek oraz gładkość – nie są atutami w zakresie wymagań co do poziomu dźwięku w pomieszczeniach, w których przebywają ludzie. Takie rury są bardziej podatne na drgania i fale dźwiękowe rozchodzą się w nich znacznie łatwiej. Ścianki rur cięższych i sztywniejszych, o większej grubości, podczas przepływu ścieków trudniej wprawić w drgania, a jeśli już, to ich drgania i powstające fale dźwiękowe są słabsze. W miarę wzrostu gęstości materiału znacznej poprawie ulegają parametry ochrony akustycznej, zarówno w zakresie dźwięku materiałowego, jak i powietrznego.

Wśród wyrobów przeznaczonych do wykonywania systemów instalacyjnych



Rys. 7. Przenoszenie dźwięku przez przegrody [1]
Fig. 7. Sound transmission with flanking transmission [1]

o właściwościach niskoszumowych – jakie znajdują się na rynku – są rury i kształtki wykonane przede wszystkim z polipropylenu (materiał, który najlepiej tłumi dźwięki powstające w przewodach kanalizacyjnych) oraz z polietylenu lub polichlorku winylu z różnymi dodatkami (np. z dodatkiem kruszki mineralnej). Dodatek talku zwiększa sztywność obwodową przewodu i jego ciężar. Dzięki temu przewody generują mniejszy hałas powietrzny. Dodatek kredy zwiększa ciężar elementów systemu.

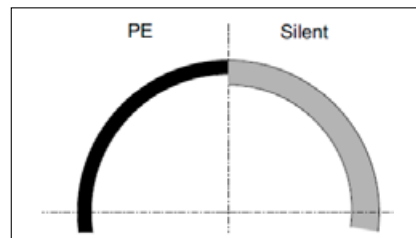
Przewody najczęściej posiadają budowę trójwarstwową:

- warstwa wewnętrzna – odporna na agresywne ścieki, gładka, zapewnia prawidłowy przepływ ścieków,
- warstwa środkowa – najczęściej o specjalnej strukturze (np. polipropylen z modyfikatorami mineralnymi), absorbuje dźwięki powstałe wewnątrz rury i zapobiega ich przedostawaniu się do pomieszczenia,
- warstwa zewnętrzna – szczególnie odporna na uderzenia, chroni rurę przed uszkodzeniami mechanicznymi.

Przewody zbudowane z trzech warstw o różnej gęstości i grubości zapobiegają rozprzestrzenianiu się dźwięku poprzez trzy różnego rodzaju bariery pochłaniające lub odbijające hałas, co pozwala na znaczną redukcję odgłosów z instalacji.

Systemy niskoszumowe nie zawsze muszą być stosowane w całej instalacji kanalizacyjnej. Wszystko zależy od konstrukcji budynku oraz sposobu prowadzenia przewodów. Jeśli np. rurociągi poziome prowadzone są w piwnicach nieużytkowych, a strop nad piwnicą charakteryzuje się dobrą izolacyjnością, wtedy poziomy w piwnicy mogą być wykonane z materiału o gorszych parametrach akustycznych.

Największy hałas wywołany uderzeniem i zmianą kierunku powstaje w pionach, w kolanach i trójnikach. W związku z tym kształtki w niektórych systemach niskoszumowych wykonywane są jako jednolita struktura produkowane z surowca będącego połączeniem two-



Rys. 8. Dzięki odpowiedniej grubości konstrukcji system niskoszumowy zatrzymuje hałas wewnątrz instalacji oraz ma zdolność rozpraszania drgań [2]
Fig. 8. Thanks to the thick-walled construction, the low-noise system stops the noise inside the installation and has the ability to dissipate vibrations [2]

ryzwa i minerałów, a często posiadają dodatkowe ożebrowanie na zewnętrznej powierzchni (rys. 9a) lub wzmocnienie (np. amortyzującą wkładkę akustyczną, rys. 9b), które w miejscach uderzenia ścieków o powierzchnię wewnętrzną dodatkowo wpływa na zmniejszenie poziomu emitowanego hałasu.

Ważnym elementem w tłumieniu drgań instalacji, które z kolei generują dźwięk materiałowy, jest wykonanie odpowiedniego połączenia przewodów. Firma Wavin [5] stosuje tzw. mufy nasadowe ze specjalną uszczelką manszetową. Służą one do łączenia rur bezkielichowych na pionach kanalizacyjnych. Taki sposób połączenia skutecznie zapobiega przenoszeniu drgań pomiędzy częściami systemu (z rury na rurę), jednocześnie zapewniając systemową kompensację wydłużeń rurociągu. W systemie dBlue [4] stosuje się dodatkowo tzw. kołnierze akustyczne z warstwą absorbującą drgania. Membrana absorbująca, zlokalizowana pomiędzy korpusem a przewodem rurowym, pochłania miejscowo hałas powstały w momencie przepływu ścieków, etapowo obniżając hałas całego układu. Kołnierze akustyczne montuje się na odcinkach poziomych bezpośrednio za kolaniem akustycznym (przejście pionu w odcinek poziomy) oraz bezpośrednio za każdym podłączeniem do poziomego odcinka odpływowego (rys. 10).

Aby ograniczyć hałas powietrzny od pionu kanalizacyjnego dodatkowo można stosować izolację w postaci ciężkiej maty akustycznej, np. IsoFlex (rys. 11), szczególnie w miejscach takich, jak przejście pionu w poziomy, czy też odsadzka na pionie. To rozwiązanie pozwala ograniczyć hałas o kolejne 10 dB.

Prawidłowe prowadzenie przewodów w budynku

Oddzielenie akustyczne przewodów od przegród budowlanych

Mocowanie instalacji do konstrukcji budynku

W ograniczaniu dźwięku materiałowego



Rys. 9.

Kolana i trójniki w wybranych systemach niskoszumowych: a) kolano i trójnik z opatentowanym ożebrowaniem [2], b) kolano akustyczne z funkcją inspekcyjną oraz z profilowaną wkładką, która przejmuje i amortyzuje energię spadających ścieków, redukując powstałe w ten sposób drgania akustyczne całego pionu [4]

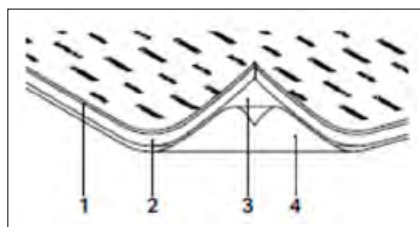
Fig. 9. Bends and branches in selected low-noise systems: a) the bend and the branch with patented ribbing [2], b) the acoustic bend with an inspection function and with a profiled insert which absorbs the energy of falling sewage, thus reducing the acoustic vibrations of the plumbing vent [4]

istotną rolę odgrywa sposób mocowania systemu do konstrukcji budynku. Pobudzenie drgań elementów budowlanych odbywa się punktowo (rys. 4). Przewody kanalizacyjne powinny więc być odizolowane akustycznie od ścian poprzez stosowanie specjalnie zaprojektowanych obejm akustycznych z gumowymi wkładkami przytwierdzonych do ściany za pomocą plastikowych kołków rozporowych i wkrętów (kołki metalowe są z punktu widzenia akustyki niekorzystne). Maksymalnie ograniczają one powstawanie mostków akustycznych oraz zapobiegają transmisji drgań. Przy montażu instalacji należy pamiętać przede wszystkim o:

- prawidłowemu rozmieszczeniu obejm,
- dostosowaniu ich rozmiaru do średnicy rur,
- niedopuszczeniu do powstania mostków akustycznych na skutek niedbałego wykonania mocowania na budowie.

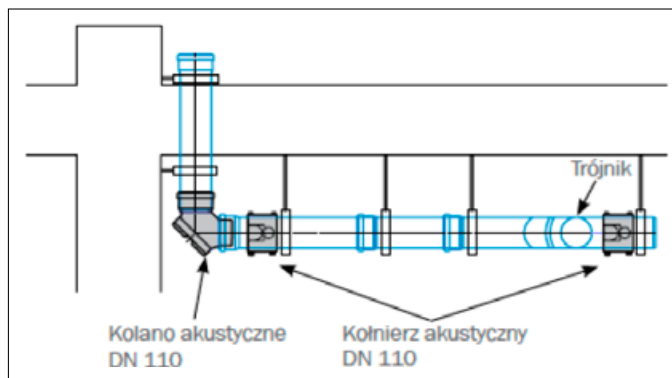
Uchwyty należy mocować do elementów konstrukcyjnych budynku o dużej masie właściwej. Nie mogą się one znajdować w miejscach spiętrzenia i uderzeń ścieków w ścianki przewodu, występujących przy przejściu pionu w przewód odpływowy. Nie należy montować obejm przy samym kolanie. Piony powinny być tak zamocowane, aby wyeliminować naprężenia przewodów powstające na skutek obciążenia ściekami oraz wydłużeniem się rurociągu na skutek wzrostu temperatury przepływającej wody. Należy stosować:

- uchwyty stałe, które powinny ściśle przylegać do rury. Przenoszą one naprężenia i drgania z rurociągu na konstrukcję budynku, powinny znajdować się na



Rys. 11.

Budowa maty akustycznej Geberit Isol Flex [1]
Fig. 11. Geberit Isol Acoustic Wrap [1]



Rys. 10.

Lokalizacja kolan i kołnierzy akustycznych w systemie dBlue [4]
Fig. 10. Location of acoustic bends and flanges in dBlue system [4]

każdej kondygnacji i być zamocowane bezpośrednio nad kształtką lub pod kielichem rury,

- uchwyty przesuwne, które muszą umożliwiać przesuwanie się rurociągu. Należy je montować w odległości nie większej niż 2 m ponad uchwytem stałym.

Każdorazowo należy kierować się wytycznymi producenta oraz nie łączyć różnych systemów i obejm, gdyż jest to sprzeczne z aprobatą techniczną oraz akustyczną i ujemnie wpływa na spełnienie norm akustycznych w pomieszczeniach. Nie bez znaczenia jest prawidłowe zaciśnięcie obejm na przewodzie podczas montażu – zbyt silne sprawi, że właściwości tłumiące będą w większości utracone, zbyt słabe zaś nie zapewni dobrego zamocowania rur.

W wypadku instalacji o dużej średnicy, a co za tym idzie – dużym ciężarze (np. w budynkach wysokich), należy zwrócić uwagę na dodatkowe zamocowania, mające na celu zabezpieczenie przed obsuwaniem się rurociągu do dołu.

Przejścia przewodów przez przegrody budowlane

Szczególną ostrożność powinno się zachowywać przy przeprowadzaniu przewodów przez przegrody budowlane i pomiędzy kondygnacjami. Aby nie przekazywały one drgań ścianom oraz konstrukcji budynku, należy unikać bezpośredniego kontaktu instalacji z konstrukcją. Za każdym razem stosować należy tuleje ochronne wypełnione pla-

stycznym materiałem uszczelniającym o właściwościach dźwiękochłonnych (np. pianką poliuretanową lub wełną mineralną) (rys. 12). Średnica wewnętrzna tulei ochronnej powinna być większa o około 5 cm od średnicy zewnętrznej przewodu i wystawać 3 cm powyżej podłogi. W tulei nie powinno znajdować się złącze przewodu.

W podejściach zabetonowanych w stropie rury i kształtki powinny mieć trwałe połączenia wykonane np. za pomocą elektromuf lub zgrzewania doczołowego, a w celu ochrony przed hałasem powietrznym zaleca się stosowanie elementów systemu rurowego o zwiększonym ciężarze oraz

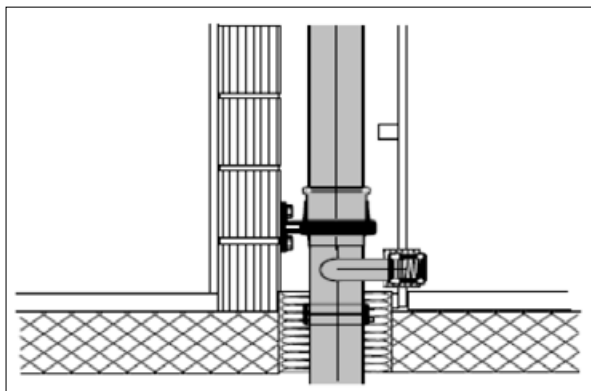
odizolowanie go od konstrukcji. Przed zalaniem stropu wskazane jest zastosowanie izolacji akustycznej na powierzchni przewodów (rys. 13) np. poprzez owinięcie ich wełną szklaną lub mineralną, zastosowanie standardowej otuliny izolacyjnej. Należy również zapewnić izolacyjność stropu poprzez odpowiednią otulinę betonową (rys.13). W trakcie montażu należy dbać o staranne wykonanie izolacji.

Należy unikać krzyżowania się tras przewodów kanalizacyjnych z innymi przewodami (rys. 14), ponieważ podwyższają one poziom hałasu o 3-10 dB(A) [2].

Konsekwentne stosowanie ścianek instalacyjnych

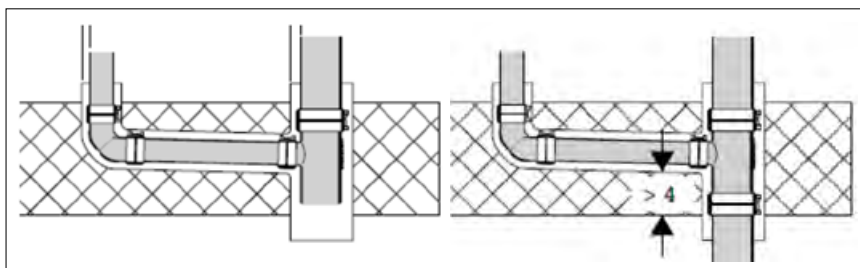
Już na etapie projektowania rozprowadzenia przewodów kanalizacyjnych i wodociągowych należy przeanalizować zastosowanie ścianek instalacyjnych w celu odseparowania przewodów od konstrukcji budynku. Obecnie ścianki instalacyjne można uważać za powszechnie obowiązujący standard. Mogą być one wykonywane w technologii masywnej (rys. 15a) lub w zabudowie lekkiej (rys. 15b).

Ścianki w konstrukcji masywnej wykonywane są z materiałów budowlanych, takich jak cegła, gazobeton, beton lub żelbet. Elementy montażowe do urządzeń sanitarnych, po zamocowaniu na takiej ścianie, muszą być odpowiednio obmurowane (rys. 15a). W aspekcie ochrony przed hałasem



Rys. 12.
Tłumienie dźwięków w przejściach przez przegrody pionowe i poziome za pomocą tulei ochronnej wypełnionej materiałem uszczelniającym [1]

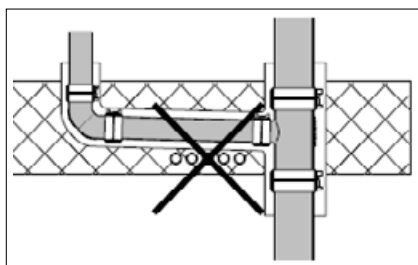
Fig. 12. Sound suppression when the sewers pass through walls and floors in insulated bush [1]



Rys. 13.

W podejściach zabetonowanych w stropie cały rurociąg musi być odizolowany od konstrukcji np. za pomocą taśmy czy węża izolacyjnego. W celu zapewnienia odpowiedniej izolacyjności przegrody należy zapewnić otulinę betonową grubości min. 4 cm [2]

Fig. 13. In connections located in ceiling, the entire pipeline must be isolated from the structure. In order to ensure proper insulation of the partition, a concrete cover should be provided with a minimum thickness of 4 cm [2]



Rys. 14.

Zabronione są skrzyżowania rurociągów kanalizacyjnych z innymi przewodami [2]

Fig. 14. Crossing of sewage pipes with other pipes is forbidden [2]

zabudowa masywna nie jest zalecana, ponieważ nie można odizolować źródła hałasu od konstrukcji. Musi istnieć bezpośredni styk elementu montażowego ze ścianką instalacyjną, aby możliwe było przejście przez obmurowanie działających sił (sam element montażowy nie pełni statycznej funkcji nośnej). Z tej przyczyny nieuniknione jest przenoszenie dźwięku przez konstrukcję.

Gdy w obiekcie wymagana jest ochrona przed hałasem, zalecane jest stosowanie ścianek instalacyjnych w zabudowie suchej (lekkiej). Ścianki takie składają się z elementów montażowych (stelaży) montowanych do ściany masywnej i okładanych najczęściej płytą gipsowo-kartonową. Konstrukcja tych ścian zawiera materiały tłumiące dźwięki.

Jeżeli instalację kanalizacyjną planujemy zamontować na ścianie, to powinna ona mieć masę powierzchniową minimum 220 kg/m².

Zgodnie z normą DIN 4109 [10] ściany o masie powierzchniowej poniżej 220 kg/m² mogą być do tego celu wykorzystane tylko po odpowiednim zbadaniu ich charakterystyki przenoszenia hałasów z instalacji. Instalator nie powinien w żaden sposób ingerować w ściany, do których mocowane są przewody. Montaż w bruzdach wykutych w ścianie nie jest zgodny z przepisami [9] ani z wymaganiami technicznymi. Bruzdy w murowanych ścianach nie tylko nadmiernie redukują izolacyjność akustyczną przegród, ale również pogarszają wytrzymałość statyczną ścian zmniejszając bezpieczeństwo.

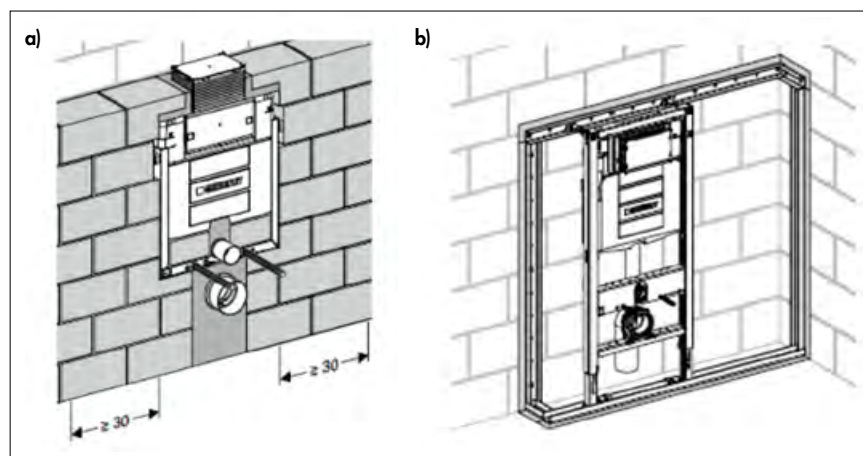
Poprawne wykonanie zmian kierunku przewodów

Istotny wpływ na powstawanie i jednocześnie na redukcję hałasu ma sposób prowadzenia przewodów. Należy w związku z tym przedsięwziąć takie środki, które zmniejszą hałas wywołany przez przepływ i uderzenia. Kierunek przepływu spadających ścieków należy w miarę możliwości zmieniać etapami, nigdy nieraptnie. W budynkach, o więcej niż trzech kondygnacjach (wyższych niż 10 m), zalecane jest zastosowanie odcinka stabilizacji przy przejściu pionu kanalizacyjnego do przewodu poziomego. W tym celu stosowane są dwa kolana 45°, a pomiędzy nimi odcinek rury o długości całkowitej 25 cm (rys. 16). Dzięki temu energia oraz prędkość ścieków zostaną zmniejszone, czyli uderzenie ścieków w ściankę rury w miejscu zmiany kierunku będzie charakteryzował niższy poziom hałasu. Miejsce przejścia pionu w kolektor poziomy zaleca się dodatkowo izolować matą tłumiącą (rys. 17).

Nie zaleca się stosowania na pionach odsadzek ze względu na powodowane przez nie zaburzenia przepływu ścieków, czyli dodatkowe źródła hałasu, jak również ze względu na utrudnienia w montażu czy konieczność stosowania rewizji nad odsadzką (obecne przepisy nie wymagają stosowania odsadzek na pionach wysokich, w celach innych niż ominięcie elementów konstrukcyjnych).

Prowadzenie pionów kanalizacyjnych

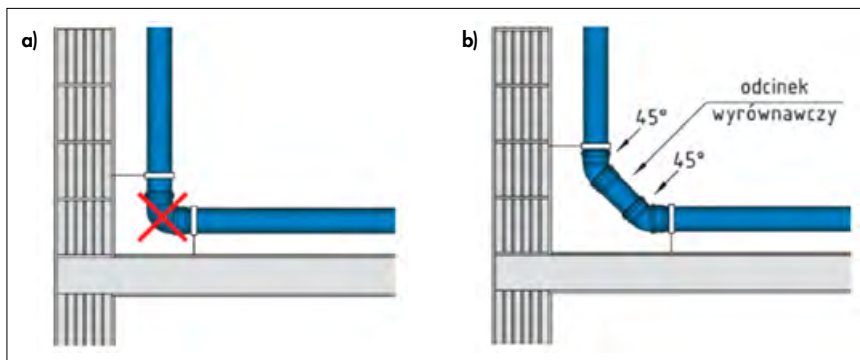
Piony kanalizacyjne powinny przebiegać w szachtach instalacyjnych, które nie przechodzą przez pomieszczenia wymagające ochrony akustycznej (pokoje, sypialnie) tylko, w miarę możliwości, między pomieszczeniami sanitarnymi. Ściany takiego szachtu powinny być wyłożone od wewnątrz wykładziną dźwiękochłonną (rys. 18).



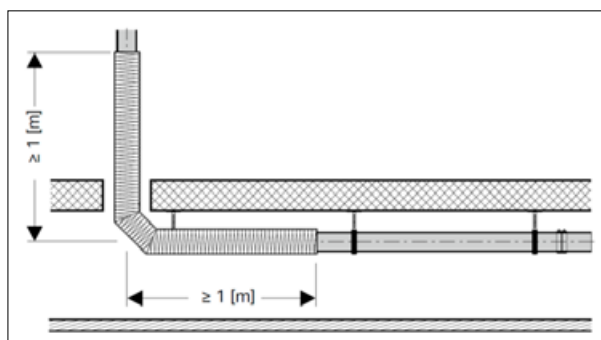
Rys. 15.

Podstawową zasadą cichej instalacji jest odizolowanie podejść i przyłączy kanalizacyjnych od konstrukcji budynku. Przykładowa zabudowa w masywnej (a) oraz lekkiej (b) ścianie instalacyjnej [1]

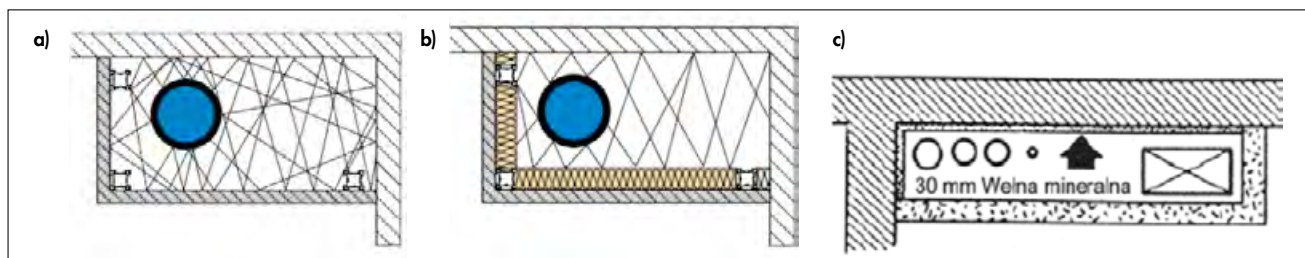
Fig. 15. The basic principle of silent installation is to isolate sewage connections from the building structure. Example of installation in a solid (a) and light (b) installation wall [1].



Rys. 16. Przejście pionu w poziom: a) niepoprawne – kolano 90o, b) właściwe – dwa łuki i odcinek wyrównawczy [3]
 Fig. 16. Transition of waste stack to horizontal branch drain: a) wrong – bend 90o, b) correct – two bends and compensatory section [3]



Rys. 17. Tłumienie dźwięku przeniesionego przez powietrze w obszarze przejścia rury opadowej (pionu) w przedwod poziomy (kolektor) poprzez zastosowanie maty tłumiącej [1]
 Fig. 17. Suppression of airborne sound in the area where the waste stack transits to horizontal branch drain by using a damping mat [1]



Rys. 18. Badania pokazują, że w zamkniętych przestrzeniach (np. w szachtach instalacyjnych) w wyniku wewnętrznych odbić powstających z powodu twardych ścian i braku wykładzin absorbujących dźwięki, należy liczyć się z podwyższeniem poziomu akustycznego (a). Najprostszym sposobem wyeliminowania tego zjawiska jest użycie wykładzin dźwiękochłonnych, które gwarantują redukcję odbić (b). W przypadku wyłożenia matą z wełny mineralnej o grubości 30 mm ściany wzdłużnej i poprzecznej kanału instalacyjnego (c), można uznać podwyższenie poziomu akustycznego w szachcie za pomijalne [1, 2]
 Fig. 18. The installation shaft without (a) and with (b, c) sound absorbing liner [1, 2]

Należy unikać wspólnego mocowania odrębnych pionów, gdyż przewody instalacyjne nie powinny stykać się ze sobą, aby drgania z jednej instalacji nie przenosiły się na sąsiednią, co skutkuje zwiększeniem hałasu materiałowego.

W celu uniknięcia przenoszenia dźwięku z sąsiadujących mieszkań nie należy podłączać podejść kanalizacyjnych z tych mieszkań do wspólnego pionu, ponieważ istnieje niebezpieczeństwo „zwarcia akustycznego”. Szczególnie problematyczne jest przeniesienie dźwięku przez podejścia do WC ze względu na relatywnie duże przekroje rur. W takiej sytuacji rolę „izolacji dźwiękowej” pełni tylko zamknięcie wodne w syfonach WC. Na ten temat wypowiedzi się niemiecka norma DIN 1986-100 [11], która dopuszcza możliwość dołączania sąsiadujących mieszkań do wspólnego pionu tylko w sytuacji, gdy uwzględnione są techniczne środki ochrony przed hałasem. Niemniej takie rozwiązanie nie jest przez nią zalecane.

Ograniczanie źródła hałasu

W celu uniknięcia przeniesienia generowanych dźwięków z instalacji kanalizacyjnych niezbędna jest stabilność zamknięć wodnych w syfonach urządzeń sanitarnych oraz stosowanie niskoszumowych armatur grupy I o poziomie hałasu L_{p} do 20 dB(A), określonym w normie DIN 52218 [12].

Po wykonaniu instalacji należy sprawdzić, czy pomiędzy instalacją a ścianą nie dostały się drobiny materiałów budowlanych, takie jak odłamki cegieł, grudki betonu itp. Elementy takie przenoszą drgania instalacji na konstrukcję budynku, co mogłoby w przyszłości skutkować zwiększoną emisją hałasu materiałowego.

Podsumowanie

Podstawowym warunkiem spełnienia technicznych wymagań ochrony przed hałasem jest projektowanie instalacji kanalizacyjnej zgodnie z aktualnymi przepisami i zna-

nią praktyką inżynierską. Normatywne wytyczne dla kanalizacji mają uzasadnienie, gdyż są ściśle związane z mechaniką płynów i również częściowo z akustyką. W Polsce nie ma norm mówiących o zasadach projektowania kanalizacji sanitarnej z uwzględnieniem ochrony przed hałasem, dlatego odnosimy się w tym zakresie do przepisów niemieckich [9-12]. Wśród polskich przepisów w szczególności należy stosować się do wytycznych zawartych w normie PN-EN 12056-2 [14]. Pamiętać należy, że projektowany przebieg instalacji ma kluczowe znaczenie dla późniejszej eksploatacji pod kątem akustyki.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Geberit: Podręcznik akustyczny „Ochrona przed hałasem” 07/2019
- [2] Geberit: Podręcznik użytkownika „Systemy kanalizacyjne Geberit” 05/2019
- [3] Magnaplast: Kanalizacja wewnętrzna niskosumowa Ultra dB. Instrukcja 05/2019
- [4] Nicoll: System kanalizacji niskoszumowej dBlue 01/2018
- [5] Wavin: Katalog produktów „Systemy kanalizacji wewnętrznej” 10/2017
- [6] DYREKTYWA RADY z dnia 21 grudnia 1988 r. w sprawie zbliżenia przepisów ustawowych, wykonawczych i administracyjnych Państw Członkowskich odnoszących się do wyrobów budowlanych (89/106/EWG)
- [7] DYREKTYWA 2002/49/WE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 25 czerwca 2002 r. odnosząca się do oceny i zarządzania poziomem hałasu w środowisku
- [8] Rozporządzenie Min. Infrastruktury Dz. U. Nr 75, pozycja. 690 z 2002r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- [9] DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 National Annex - Nationally determined parameters - Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-1: General rules for reinforced and unreinforced masonry structures
- [10] DIN 4109 Ochrona przed hałasem w budynkach wysokościowych
- [11] DIN 1986-100:2016-12 Drainage systems on private ground - Part 100: Specifications in relation to DIN EN 752 and DIN EN 12056
- [12] DIN 52218-1:1986-11 Acoustics; laboratory tests on noise emission from appliances and equipment used in water supply installations; method of measurement
- [13] PN-B-02151-2 „Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem w budynkach. Część 2: Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach”
- [14] PN-EN 12056-2 „Systemy kanalizacji grawitacyjnej wewnątrz budynków. Część 2: Kanalizacja sanitarna, projektowanie układów i obliczenia”