

Dobre Praktyki

w Szpitalnej Poczcie Pneumatycznej

Wstęp

Poczta Pneumatyczna - system przesyłania dokumentów i przedmiotów za pomocą rur w obrębie jednego lub kilku budynków, gdzie przedmioty umieszczane są w specjalnym pojemniku, a siła napędowa przemieszczająca pojemnik powstaje poprzez wykorzystanie różnicy ciśnień z obu stron pojemnika. Poczty pneumatyczną wykorzystuje się między innymi do transportu w szpitalach, bankach krwi, laboratoriach fabrycznych, magazynach, sklepach, stacjach benzynowych i bankach.

Szpitalna poczta pneumatyczna – odmiana systemu poczty pneumatycznej, spełniająca dodatkowo szczególne wymagania jakościowe i bezpieczeństwa związane z zastosowaniem w ośrodkach medycznych.



Poczta pneumatyczna zapewnia bezpieczny, wydajny sposób przesyłania próbek medycznych i leków w w obrębie oddziałów szpitala, sal operacyjnych oraz oddziałów ambulatoryjnych. Użycie tego typu systemów wzrasta ponieważ zmniejszają one czas wykonania badań próbek, a pacjenci i obsługa otrzymują wyniki szybciej. Inne korzyści związane z zastosowaniem szpitalnej poczty pneumatycznej obejmują: zmniejszone ryzyko skażeń i zmniejszoną ilość pomyłek na skutek błędów ludzkich, Ponadto stosowanie poczty pneumatycznej umożliwia zmniejszenie kosztów związanych z ręcznym transportem próbek w obrębie szpitala, co przekłada się na znaczne oszczędności finansowe. W przypadku zintegrowania poczty pneumatycznej z systemem przygotowania dawek leków

jednostkowych Unit Dose możliwe są dodatkowo znaczne oszczędności w ilości wydanych leków i wyeliminowanie pomyłek przy przygotowaniu i podawaniu leku pacjentowi.

1. Typy instalacji

1.1. Średnice

W praktyce szpitalnej stosuje się zazwyczaj instalacje o średnicach 110 mm i 160 mm. Zasadniczo średnica 110 mm jest dedykowana do transportu materiału biologicznego, zaś 160 mm do transportu leków i wynika to z wielkości próbek, jak i opakowań na leki.



Instalacją o średnicy 110 mm można w szczególności transportować próbki krwi i moczu oraz próbki tkanek. Instalacja ta, ze względu na mniejsze średnice, jest łatwiejsza do umieszczenia w strukturze budowlanej budynku, w mniejszy sposób ogranicza drożność ciągów komunikacyjnych oraz jest mniej zauważalna, gdyż łatwiej ją ukryć w sufitach podwieszonych, przejściach, czy szybach technologicznych. Jest również tańsza w wykonaniu i wygodniejsza w obsłudze, ze względu na mniejsze pojemniki, które dają się uchwycić jedną ręką.

Instalacją o średnicy 160 mm można transportować dodatkowo leki oraz krew do transfuzji. Instalacja ta ze względu na większe średnice w większym stopniu ingeruje w strukturę budowlaną budynku, w większy sposób ogranicza drożność ciągów komunikacyjnych oraz jest bardziej dostrzegalna, głównie przy zmianach kierunku rurociągów, gdzie zdecydowanie większe średnice łuków są widoczne w przejściach, salach i klatkach schodowych. Jest ona również droższa w wykonaniu i mniej wygodna w obsłudze. Pojemniki są mniej poręczne. Wymagają uchwycenia dwoma rękoma i oparcia o ciało

w trakcie załadunku. Koszty pojemników do instalacji 160 mm są kilkakrotnie wyższe od pojemników do instalacji 110 mm.

1.2. Zastosowania

Instalacjami poczty pneumatycznej można transportować próbki płynów ustrojowych, wydzielin i wydaliny oraz próbki tkanek. Często wykorzystuje się pocztę pneumatyczną również do transportu leków i dokumentów szpitalnych. Nowym trendem jest łączenie instalacji Unit Dose z systemem poczty pneumatycznej. W praktycznych zastosowaniach najrzadziej stosuje się pocztę do transportu cytostatyków i materiałów radioaktywnych stosowanych w leczeniu ze względu na szczególne wymagania techniczne i bezpieczeństwa związane z takimi instalacjami.

1.3. Łączenie przesyłu próbek i leków w jednej instalacji

W celu obniżenia kosztów inwestycyjnych dostawcy promują dostarczanie instalacji 160 mm do wspólnego przesyłu próbek i leków. Rozwiązanie to pozwala na osiągnięcie zauważalnych oszczędności związanych z rezygnacją z zakupu dodatkowych stacji oraz prowadzenia dwóch niezależnych instalacji 110 mm i 160 mm. Ułatwia też aranżowanie sposobu umieszczenia stacji na oddziałach szpitala. Wyżej wymienione korzyści związane są jednak z pewnymi ryzykami, które w sposób nieodłączny są związane z działaniem takiej wspólnej instalacji, które to powinny być maksymalnie zminimalizowane.

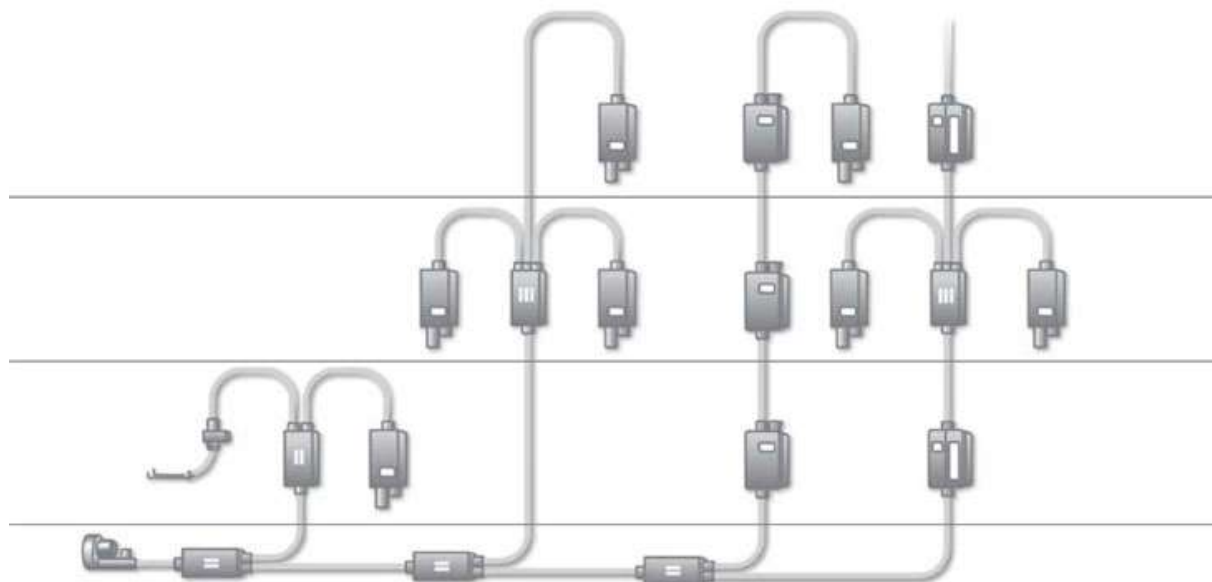
Instalacja do przesyłu leków powinna być traktowana jako część wyposażenia apteki szpitalnej, co przesądza o traktowaniu jej jako instalacji „czystej”, gdzie ryzyko skażenia powinno być wyeliminowane całkowicie. Taką gwarancję daje stosowanie tej instalacji do przesyłania produktów „czystych” leków i krwi do transfuzji. Instalacja do przesyłu próbek to z definicji instalacja „brudna”. Wynika to z faktu, że próbki mogą zawierać wirusy i bakterie chorobotwórcze. O ile istniejące procedury i technologie pozwalają na skuteczne ograniczenie prawdopodobieństwa wycieku i skażenia, nie eliminują one ich zupełnie. W tym kontekście problematyczna z formalnego punktu widzenia jest sytuacja w której przesyła się leków do pacjentów przy pomocy tego samego systemu którym są transportowane i mogą, nawet w bardzo rzadkich wypadkach występować bakterie i wirusy chorobotwórcze. W takim przypadku niezbędne jest wyposażenie wspólnej instalacji w jedną ze skutecznych

technologii eliminacji bakterii chorobotwórczych mogących występować w systemie szpitalnej poczty pneumatycznej, w tym wynikających z wycieków utajonych, o skuteczności eliminacji bakterii nie mniejszej niż 99,9%.

Przesyłanie wspólną instalacją leków typu cytostatyki oraz próbek lub leków ogólnego przeznaczenia należy uznać za całkowicie niedopuszczalne. Wszystkie grupy leków cytostatycznych wykazują działanie toksyczne na zdrowe, szybko dzielące się komórki organizmu. W przypadku wydostania się cytostatyków do instalacji poczty pneumatycznej należy ją w całości uznać za niebezpieczną, ze względu na specyficzne właściwości cytostatyków. Instalacja skażona cytostatykami powinna być natychmiast wyłączona z działania i zdemontowana przy zachowaniu odpowiednich procedur bezpieczeństwa.

1.4. Instalacje jednoliniowe i wieloliniowe

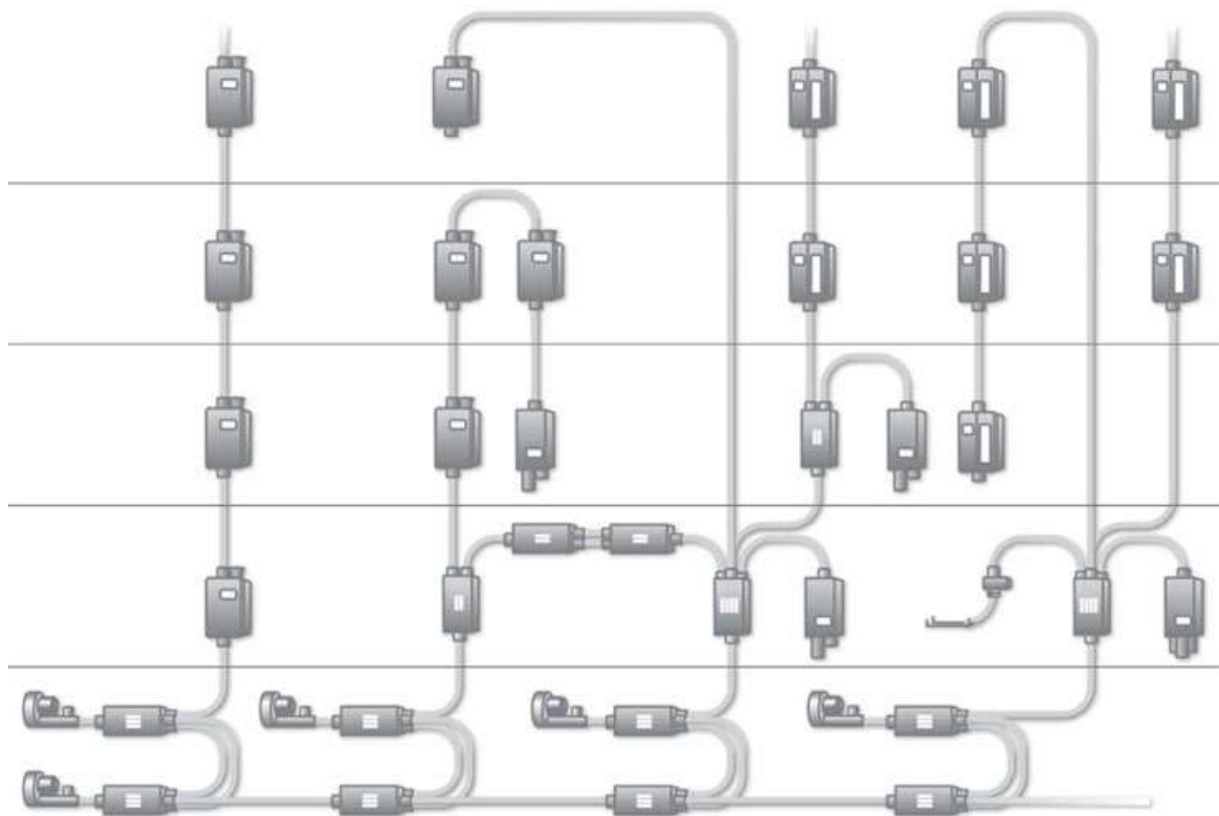
W obiektach z mniejszą liczbą stacji i mniejszym rozproszeniem stacji wykorzystywane są systemy jednoliniowe. W systemie jednoliniowym w tym samym czasie w instalacji porusza się tylko jeden pojemnik. Oznacza to zastosowanie tylko jednego napędu w instalacji.



Instalacja jednoliniowa

Instalacje jednoliniowe odznaczają się prostszą konstrukcją oraz mniejszą awaryjnością i są tańsze od instalacji wieloliniowych. Wraz z wydłużaniem odległości pomiędzy stacjami,

przyrostem liczby stacji i użytkowników wydłuża się efektywny czas transportu w instalacji. Pojemnik zanim zostanie wysłany musi odczekać w kolejce, aż wcześniejsze przesyłki zostaną zrealizowane. Prowadzi to do sytuacji w której proces fizycznego przesyłania może być wielokrotnie krótszy niż czas oczekiwania. Aby skrócić ten czas oczekiwania stosuje się systemy wieloliniowe, w których w tym samym czasie porusza się kilka lub kilkanaście pojemników, a zatem realizowanych jest wiele przesyłek w tym samym czasie. W instalacjach wieloliniowych pojemniki mogą się przemieszczać w obrębie wielu linii, korzystając ze specjalnych połączeń pomiędzy liniami.



Instalacja wieloliniowa

Systemy wieloliniowe wymagają dodatkowych elementów związanych z zapewnieniem skutecznej i szybkiej przesiadki pojemnika z jednej linii do drugiej. Urządzenia zapewniające takie funkcje przyjęto nazywać **rozdzielaczami liniowymi**. Producenci dostarczają pełen wachlarz rozdzielaczy o różnym stopniu szybkości działania i poziomie awaryjności. Rozwiązania najprostsze i najtańsze są oparte o zestaw kilku zwrotnic. Są one dość często stosowane, szczególnie w przypadku systemu do 3-4 linii oraz gdy nie ma potrzeby zapewnienia dużej wydajności systemu, a priorytetem jest obniżenie kosztów. Kolejnym

możliwym systemem jest wykorzystanie przekładni karuzelowej lub taśmowo-karuzelowej. Rozwiązanie to jest bardziej wydajne, niż stosowanie zespołu zwrotnic. Jednak ze względu na złożoną konstrukcję i kosztowną obsługę jest stosowane rzadko. W aplikacjach szpitalnych gdzie wydajność musi być na najwyższym możliwym poziomie stosuje się szybkie rozdzielacze liniowe 3D działające w trzech osiach. W dużych systemach w celu niezwłocznego wysyłania przesyłek typu „cito” stosuje się rozwiązanie zapewniające priorytet i omijanie kolejki. Takie cechy nadaje się np. pilnym przesyłkom ze Szpitalnego Oddziału Ratunkowego.



Centrala przesiadkowa poczty pneumatycznej



Rozdzielacz liniowy 3D

Porównanie cech użytkowych różnych central przesiadkowych

CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY TECHNICZNE I CECHY UŻYTKOWE	ROZDZIELACZ -zbudowany na zwrotnicach	ROZDZIELACZ -karuzelowy	ROZDZIELACZ LINIOWY -3D
PRACA W 3 OSIACH	nie	nie	tak
ZASOBNIKI DLA MINIMUM 3 POJEMNIKÓW OCZEKUJĄCYCH	nie	nie	tak
POMIJANIE KOLEJKI DLA PRZESYŁEK PRIORYTETOWYCH	nie	nie	tak
MAKSYMALNA LICZBA OBSŁUGIWANYCH LINII	4	8	20
SZYBKOŚĆ DZIAŁANIA	wolny	szybki	bardzo szybki
STEROWANIE	zwykły kontroler	zwykły kontroler	programowalny sterownik logiczny (PLC) klasy przemysłowej
NAPĘD	zwykłe silniki szczotkowe prądu stałego	zwykłe silniki szczotkowe prądu stałego	serwonapędy z enkoderami przyrostowymi
ELEMENT KRYTYCZNY, KTÓREGO USZKODZENIE UNIEMOŻLIWIŁOBY CAŁE URZĄDZENIE	brak	napęd łańcuchowy	brak
KONSTRUKCJA NOŚNA	skrzynka z blachy stalowej	rama stalowa	rama aluminiowa klasy przemysłowej
ZASTOSOWANY POZIOM TECHNIKI	lata 80 xx w.	lata 80 xx w.	współczesny

1.5. Integracja z systemem Unit Dose

Unit Dose pozwala na w pełni automatyczne przygotowanie i dystrybucję dawek leków jednostkowych z opakowań zbiorczych przy wykorzystaniu systemu komputerowego oraz automatycznej blistrownicy i specjalizowanych robotów realizujących w pełni niezależnie następujące funkcje szczegółowe (pakowanie, oznaczanie, sortowanie, przechowywanie, gospodarka magazynowa, dystrybucja, wydawanie i zwroty, ewidencja i zarządzanie lekiem – w całym cyklu jego występowania w szpitalu, w tym przepisywanie, przygotowanie i podawanie pacjentom). Elementami uzupełniającymi system Unit Dose są automatyczne apteczki oddziałowe i wózki transportowe oraz systemy do odczytu kodów kreskowych do identyfikacji pacjentów, leków itp.

Rozwiązania zautomatyzowane oparte na przygotowaniu indywidualnych dawek leków dla każdego pacjenta, pozwalają oszczędzić średnio 15-20% w ilości wydawanych na oddziały leków. Stały monitoring leków obniża także koszty związane z ich zakupem oraz ułatwia podejmowanie decyzji dotyczących optymalizacji dostaw. Następną korzyść to odciążenie personelu pielęgniarskiego z uciążliwego obowiązku zarządzania i administrowania lekami. Ogromną zaletą systemu Unit Dose jest także wyeliminowanie pomyłek przy przygotowaniu i podawaniu leku pacjentowi (niewłaściwa dawka lub niewłaściwy lek), przez co w znacznym stopniu podnosi poziom bezpieczeństwa pacjenta i zwiększa skuteczność procesu leczenia.

Wszystkie systemy Unit Dose bazują na architekturze modułowej, mogą być więc zaadaptowane do potrzeb każdej specyficznej apteki szpitalnej. Systemy Unit Dose mogą być rozbudowywane stosownie do rosnących wymagań przy wykorzystaniu istniejących urządzeń – bez straty początkowych nakładów.

Korzyści z wprowadzenia automatycznych systemów Unit Dose:

- zmniejszenie kosztów poprzez znaczne oszczędności w zużyciu leków,
- większa kontrola zapasów, mniejsza liczba przeterminowanych leków,
- wzrost bezpieczeństwa terapii i jakości opieki farmaceutycznej,
- większa transparentność procesu leczenia,
- łatwość alokacji kosztów w odniesieniu do pacjenta, jednostki chorobowej, lekarza.

Szpitalna poczta pneumatyczna jest efektywnym narzędziem do transportu leków z apteki szpitalnej na oddziały łóżkowe, w szczególności indywidualnych dawek

jednostkowych dystrybuowanych w ramach systemu Unit Dose. Technologia RFID poczty pneumatycznej pozwala na automatyczne adresowanie przesyłek, nie zachodzi więc ryzyko wysłania omyłkowo farmaceutyków na inny oddział. Kontrola dostępu wysyłania (upoważniony farmaceuta) i odbioru (upoważniona pielęgniarka) za pomocą kart dostępowych zapewnia udział w procesie transportowym jedynie wyznaczonym osobom.

Systemy Unit Dose w których dystrybucja i pobieranie leków odbywa się w sposób pełni automatyczny współpracuje z systemem poczty pneumatycznej poprzez wymianę protokołów informacyjnych dotyczących danej przesyłki. W takim przypadku robot systemu Unit Dose przekazuje gotowe indywidualne dawki leków do robota pakującego systemu poczty pneumatycznej, zaś równolegle przekazywane są informacje pomiędzy systemem informatycznym Unit Dose i systemem informatycznym szpitalnej poczty pneumatycznej. Indywidualna dawka leku jest umieszczana w takim przypadku w pełni automatycznie w pojemniku poczty pneumatycznej, całkowicie bez udziału personelu.

Należy podkreślić pełną kompatybilność systemów Unit Dose pochodzących od różnych dostawców i poczty pneumatycznej. Każdy system poczty pneumatycznej może w pełni poprawnie współpracować z każdym dostępnym na rynku systemem Unit Dose. Cecha ta pozwala na wybranie przez szpital optymalnego rozwiązania technicznego przy znaczącym ograniczeniu kosztów inwestycyjnych.



Robot pakujący indywidualne dawki leków do pojemników transportowych

2. Wymagania prawne

Transport pocztą pneumatyczną podlega szeregowi uregulowań prawnych w zakresie zdrowia i bezpieczeństwa, choć w warunkach polskich sama poczta, jako instalacja technologiczna, nie jest w przepisach przywoływana wprost. Wiele próbek może zawierać substancje niebezpieczne dla zdrowia. Mogą to być zarówno szkodliwe czynniki biologiczne, jak również substancje chemiczne np. próbki histopatologiczne zawierające utrwalające roztwory formaliny.

2.1. Wymagania budowlane

Poczta pneumatyczna nie jest urządzeniem budowlanym i w przypadku jej instalacji **nie zachodzi proces budowlany**, zatem nie można mówić ani o projekcie budowlanym, ani nie jest wydawane pozwolenie na budowę, nie jest również wymagany i prowadzony dziennik budowy, odpowiednio projektowanie, realizacja i odbiór odbywa się poza przepisami wynikającymi z Prawa Budowlanego. W przypadku poczty pneumatycznej nie można stosować zatem pojęć kierownika budowy i terenu budowy oraz uzyskiwać pozwolenia na użytkowanie zgodnie z rozumieniem Prawa Budowlanego. W rozumieniu Prawa Budowlanego wykonywanie instalacji poczty pneumatycznej jest „instalowaniem urządzeń na obiektach budowlanych” (Art. 29 ust. 2 p. 15) które nie wymaga ani pozwolenia na budowę, ani zgłoszenia i które prowadzi kierownik robót odpowiedzialny za proces instalacji poczty pneumatycznej na obiekcie. Ze względu na specjalistyczny i złożony charakter systemu poczty pneumatycznej, instalowana jest ona w oparciu o projekt oraz szczegółowe ustalenia zawarte w opisie technicznym i umowach cywilno-prawnych z Klientem i odbywa się ona na obiektach Klientów. Wyjątkiem od tej zasady są sytuacje, gdy w ramach realizacji poczty pneumatycznej wykonywane są prace mogące wpływać na nośność przegród budowlanych lub przygotowywana jest dodatkowo rozdzielnia elektryczna. W takim przypadku może być konieczne uzyskanie pozwolenia na budowę. Zasadność takiego wymogu należy skonsultować z właściwym Inspektorem Nadzoru Budowlanego.

2.2. Wymagania przeciwpożarowe

Urządzenia i rurociągi stanowiące elementy poczty pneumatycznej powinny być zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający w razie pożaru ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu w budynku oraz ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie budynki. Rurociągi przechodzące przez oddzielenia stref pożarowych oraz izolacje termiczne powinny być wykonane z materiałów nietopliwych i niepalnych, gdyż jest to częsta droga rozprzestrzeniania się pożaru. Przenoszeniu się ognia sprzyja również palność izolacji cieplnych i uszczelek. Rurociągi powinny być wykonane i prowadzone tak, aby w razie pożaru nie oddziaływały siłą większą niż 1 kN na elementy budowlane, a także by przechodziły przez przegrody w sposób umożliwiający kompensację wydłużeń. W razie wystąpienia pożaru instalacja poczty pneumatycznej powinna automatycznie wyłączyć się. Jako sygnał do wyłączenia może zostać wykorzystana informacja z systemu budynku inteligentnego lub centrali systemu przeciwpożarowego.

Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (E I) wymaganą dla tych elementów. Przepusty instalacyjne o średnicy większej niż 0,04 m w ścianach i stropach pomieszczenia zamkniętego, dla których wymagana klasa odporności ogniowej jest nie niższa niż E I 60 lub R E I 60, a niebędących elementami oddzielenia przeciwpożarowego, powinny mieć klasę odporności ogniowej (E I) ścian i stropów tego pomieszczenia. Przejścia instalacji przez zewnętrzne ściany budynku, znajdujące się poniżej poziomu terenu, powinny być zabezpieczone przed możliwością przenikania gazu do wnętrza budynku.

W strefach pożarowych ZL I, ZL II, ZL III i ZL V stosowanie materiałów i wyrobów łatwo zapalnych, stanowiących elementy systemu poczty pneumatycznej, których produkty rozkładu termicznego są bardzo toksyczne lub intensywnie dymiące, jest zabronione.

2.3. Ochrona przed hałasem

Poszczególne urządzenia stanowiące elementy składowe system szpitalnej poczty pneumatycznej ze względu na pomijalny poziom emisji nie są rozpatrywane jako źródła hałasu. Wyjątkiem są dmuchawy oraz punkty zrzutu i poboru powietrza tj. miejsca odprowadzenia i dostępu powietrza do instalacji w przypadku zastosowania stacji końcowych. Metodą ochrony przed hałasem jest lokalizowanie dmuchaw w maszynowni

systemowej, tj. w odrębnym pomieszczeniu, dedykowanym do celów technicznych, bez stałego pobytu osób, najczęściej w piwnicy budynku. Dmuchawy zlokalizowane w maszynowni systemowej pracują w trybie naprzemiennym lub równoczesnym, zależnym od tego która linia jest aktualnie w użyciu. W przypadku, gdy dmuchawa nie może zostać umieszczona w dedykowanym pomieszczeniu technicznym (brak dostępnego pomieszczenia) stosuje się indywidualne obudowy akustyczne. Pojedyncza dmuchawa, bez obudowy akustycznej, generuje hałas na poziomie 78 dB (pomiar w odległości 1 m). Tryby pracy szpitalnej instalacji poczty pneumatycznej i zastosowana logika działania nie zakładają równoległej pracy wszystkich dmuchaw w tym samym czasie, co zmniejsza poziom emisji hałasu w maszynowni. Zrzut powietrza w przypadku stacji końcowych jest wyprowadzany do przestrzeni technicznych, bez stałego pobytu osób lub opcjonalnie na zewnątrz budynku. W uzasadnionych przypadkach w przypadku stacji końcowej stosuje się również tłumiki na rurze dolotowej (redukcja szumu o 5-8 dB). Zasadność stosowania tłumików wynika z przyjętej metody wyboru punktu zrzutu powietrza. Poprawnie zaprojektowana i wykonana instalacja szpitalnej poczty pneumatycznej nie jest uciążliwa dla otoczenia z punktu widzenia poziomu emisji hałasu oraz spełnienia dopuszczalnych wartości wg normy PN-87/B-02151/02, zarówno równoważne jak i maksymalne chwilowe. W trakcie pracy instalacji poczty pneumatycznej, z wyłączeniem pomieszczenia maszynowni, poziom generowanego hałasu mieści się w przedziale 30-35 dB (A).

Stacje poczty pneumatycznej emitują hałas wyłącznie w trakcie bezpośredniego odbioru lub wysyłki pojemników transportowych. Związane jest to ze zmianą położenia bębna stacji, mechanizmu drzwi stacji oraz osiadania pojemnika na poduszce powietrznej. W praktyce hałas emitowany jest przez kilka sekund w trakcie trwania jednej przesyłki. W pozostałym okresie stacja nie generuje żadnych dźwięków, gdyż nie pracują w niej żadne elementy mechaniczne, jest natomiast podłączona do prądu i działa w niej wyświetlacz i jest aktywna klawiatura. Pojedyncze stacje odbiorcze emitują hałas na poziomie głośności 30-35 dB w bezpośrednim sąsiedztwie stacji. Stacje końcowe w górnym przedziale, stacje przelotowe w dolnym przedziale. W przestrzeni otwartej, natężenie dźwięku ze źródła punktowego spada z kwadratem odległości, dlatego podane wartości dotyczą wyłącznie poziomu natężenia w standardowej (niewielkiej – do 1 m) odległości od źródła dźwięku. W praktyce stacje poczty pneumatycznej nigdy nie znajdują się bezpośrednio w pomieszczeniach takich jak: sale chorych lub pokoje lekarskie. Zatem należy tu uwzględnić

zarówno rozdzielanie ścianami, bądź ścianami i drzwiami jak również dodatkowe tłumienie dźwięku związane z układem geometrycznym ścian, podłóg i sufitów w pomieszczeniach oddzielających stacje poczty pneumatycznej od sal chorych lub pokoi pielęgniarских.

2.4. Ciśnienie – wymagania

Dozorowi technicznemu podlegają rurociągi technologiczne, w części stanowiące urządzenia techniczne, w rozumieniu przepisów ustawy o dozorcze technicznym, do materiałów niebezpiecznych o właściwościach trujących żrących i palnych pod ciśnieniem $p > 0,5$ bara i średnicy nominalnej $DN > 25$, wyprodukowane lub przebudowane po dniu 16 lipca 2002 roku, przeznaczone do:

- gazów sprężonych, gazów skroplonych, gazów rozpuszczonych pod ciśnieniem, par oraz tych cieczy, dla których nadciśnienie pary przy najwyższej dopuszczalnej temperaturze jest $> 0,5$ bara;
- cieczy, których nadciśnienie pary przy najwyższej dopuszczalnej temperaturze jest $< 0,5$ bara i iloczyn nadciśnienia dopuszczalnego cieczy i średnicy nominalnej rurociągu DN jest > 2000 barów

Dozorowi technicznemu podlegają rurociągi przesyłowe, w części stanowiące urządzenia techniczne, w rozumieniu przepisów ustawy o dozorcze technicznym, do materiałów niebezpiecznych o właściwościach trujących żrących i palnych pod ciśnieniem $p > 0,5$ bara i średnicy nominalnej $DN > 25$, wyprodukowane lub przebudowane po dniu 16 lipca 2002 roku, przeznaczone do:

- gazów sprężonych, gazów skroplonych, gazów rozpuszczonych pod ciśnieniem, par oraz tych cieczy, dla których nadciśnienie pary przy najwyższej dopuszczalnej temperaturze jest $> 0,5$ bara;
- cieczy, których nadciśnienie pary przy najwyższej dopuszczalnej temperaturze jest $< 0,5$ bara i iloczyn nadciśnienia dopuszczalnego cieczy i średnicy nominalnej rurociągu DN jest > 2000 barów

Instalacje poczty pneumatycznej pracują w zakresie różnicy ciśnień 0,03-0,1 bar. Gazem wypełniającym rurociągi jest zawsze powietrze. **Instalacja poczty pneumatycznej, jako instalacja niskociśnieniowa, nie podlega zatem pod dozór techniczny UDT.**

2.5. Napięcie elektryczne - wymagania

Napięcie bezpieczne, inaczej napięcie dotykowe dopuszczalne (długotrwałe) - największa wartość napięcia roboczego lub dotykowego, którego długotrwałe utrzymywanie się nie stanowi żadnego zagrożenia dla życia lub zdrowia człowieka w danych warunkach otoczenia.

Napięcia bezpieczne zestawiono sumarycznie w tabeli poniżej:

Warunki	Napięcie przemienne	Napięcie stałe
	[V]	[V]
Normalne (pomieszczenia suche)	50	120
Zwiększone zagrożenie (pomieszczenia mokre i gorące np. pralnie, sauny)	25	60
Ekstremalne zagrożenie (baseny, wanny)	12	30

Z uwagi na fakt, że najniższą wartością napięcia dotykowego przemiennego dopuszczalnego długotrwałe w warunkach normalnych i zwiększonego zagrożenia jest 25 V, napięcie o wartości 24 V (a więc nieznacznie niższe) jest zastosowane jako napięcie zasilające wszystkie urządzenia występujące w systemie poczty pneumatycznej. Zatem **cała instalacja poczty pneumatycznej dostępna dla użytkowników systemu (osób obsługujących stacje nadawczo-odbiorcze) jest zasilana napięciem bezpiecznym 24 V**. Wyjątkiem są dmuchawy zasilane napięciem 230 V, które są zlokalizowane w oddzielnym, dedykowanym do tego pomieszczeniu zwanym maszynownią, do której dostęp mają tylko osoby upoważnione: służby techniczne użytkownika i serwisu dostawcy.

2.6. Wymagania sanitarne

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 26 czerwca 2012 r. sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia i urządzenia podmiotu

wykonującego działalność leczniczą urządzenia stanowiące elementy poczty pneumatycznej wykonane z materiałów umożliwiających ich mycie i dezynfekcję. Zasady te stosuje się do następujących elementów składowych poczty jak stacje, kosze odbiorcze, zasobniki, taśmy odbiorcze i nadawcze oraz pojemniki transportowe. Przejścia rur przez podłogi powinny być wykonane w sposób uniemożliwiający się gromadzenie zanieczyszczeń w miejscu przepustu oraz również wykonane z materiałów umożliwiających łatwe mycie i dezynfekcję podłogi.

W przypadku przejść rur przez stropy i konieczności zastosowania sufitów podwieszonych w pomieszczeniach o podwyższonych wymaganiach higienicznych, w szczególności w salach operacyjnych i porodowych, pokojach łóżkowych przystosowanych do odbioru porodu, pokojach łóżkowych na oddziałach anestezjologii i intensywnej terapii, salach pooperacyjnych, salach oparzeniowych oraz w pomieszczeniach przeznaczonych do obierania i przerobu krwi w centrum, przejścia przez sufity są wykonane w sposób zapewniający szczelność powierzchni oraz umożliwiający ich mycie i dezynfekcję. Choć przepisy rozporządzenia nie wskazują tego w sposób jednoznaczny należy przyjąć, że instalacja poczty pneumatycznej analogicznie jak instalacje i urządzenia wentylacji mechanicznej i klimatyzacji powinna podlegać okresowemu przeglądowi, czyszczeniu lub dezynfekcji, lub wymianie elementów instalacji zgodnie z zaleceniami producenta i nie rzadziej niż co 12 miesięcy. Dokonanie tych czynności, winno być udokumentowane.

3. Bezpieczeństwo

3.1. Ocena ryzyka

Przy ocenie ryzyka transportu pocztą pneumatyczną najpierw należy zlokalizować źródła ryzyka. Następnie należy ocenić, czy może wystąpić skażenie, w jaki sposób może to nastąpić i jakie jest prawdopodobieństwo takiego zdarzenia. Ocena taka powinna być zapisywana oraz okresowo powtarzana, szczególnie w przypadku dokonywania modyfikacji w obrębie działania i obsługi poczty.

Następujące elementy powinny być wzięte pod uwagę podczas przeprowadzania takiej analizy: występowanie zakaźnych, chemicznych lub promieniotwórczych zagrożeń w próbkach. Próbki płynne są bardziej niż próbki stałe podatne na wydostanie się substancji biologicznej z próbek i stąd większe zagrożenie skażenia pojemnika i instalacji.

Po oszacowaniu występującego poziomu ryzyka należy skoncentrować się na następujących obszarach:

- właściwym doborze próbek, próbówek, woreczków i pojemników
- konstrukcji pojemnika
- sposobie pakowania
- sposobach ograniczenia zakresu skażenia (oraz procedurach czyszczenia)

3.2. Próbki

Należy określić które typy próbek mogą stanowić istotne ryzyko dla bezpiecznego korzystania z system poczty pneumatycznej i osób zajmujących się to obsługą. Należy zdecydować, czy zakazać przesyłania pewnych rodzajów próbek, czy też już stosowane zasady dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa są praktyczne i wystarczające. Zasadniczo wymazy, mocz, krew, surowica krwi i osocze krwi są akceptowane do transportu. Próbki zawierające hodowle kultur bakterii, włączając w to buteleczki z krwią i próbki z hodowlami chorób układu oddechowego mogą być traktowane jako niewskazane. Próbki które mogą stanowić zagrożenie to próbki z krwią, mogą zawierać wirusy przenoszone poprzez krew jak HIV, WZW typu B i C (możliwość transmisji poprzez uszkodzoną skórę lub w trakcie szczepienia). Plwocina - mogą zawierać bakterię, która powoduje gruźlicę (możliwe zarażenie przez wdychanie aerozolu). Wielkość i masa próbówki też powinna być brana pod uwagę. Ciężkie próbówki mogą korkować się w rurociągach i powodować zatrzymania poczty. Ocena ryzyka transportu może wykluczyć transport pocztą pneumatyczną substancji których nie można usunąć, lub próbek o dużej trudności pozyskania jak płyn mózgowo-rdzeniowy.

Próbki dopuszczone do transportu:

- Próbki krwi żyłnej w probówkach Vacutainer, w których nie było zdejmowane zamknięcie,
- Butelki z kulturami krwi (maks. 2 butelki w pojemniku pocztowym w twardym plastikowym opakowaniu),
- Chlamydia/GC probówki transportowe, (fot. 1),
- Wymazy na wacikach (podobnie jak fot. 1)

- Kał w szczelnie zamkniętych pojemnikach lub krew utajona wyłącznie na kartonikach testowych (fot. 2),
- Próbkę moczu (wyłącznie w probówkach, nie w pojemnikach),
- Próbkę krwi na gazometrię (z wyjętymi igłami i z założonymi zamykającym korkami) w zamkniętym woreczku oddzielone od lodu (fot. 3)

Próbki, które nie powinny być transportowane:

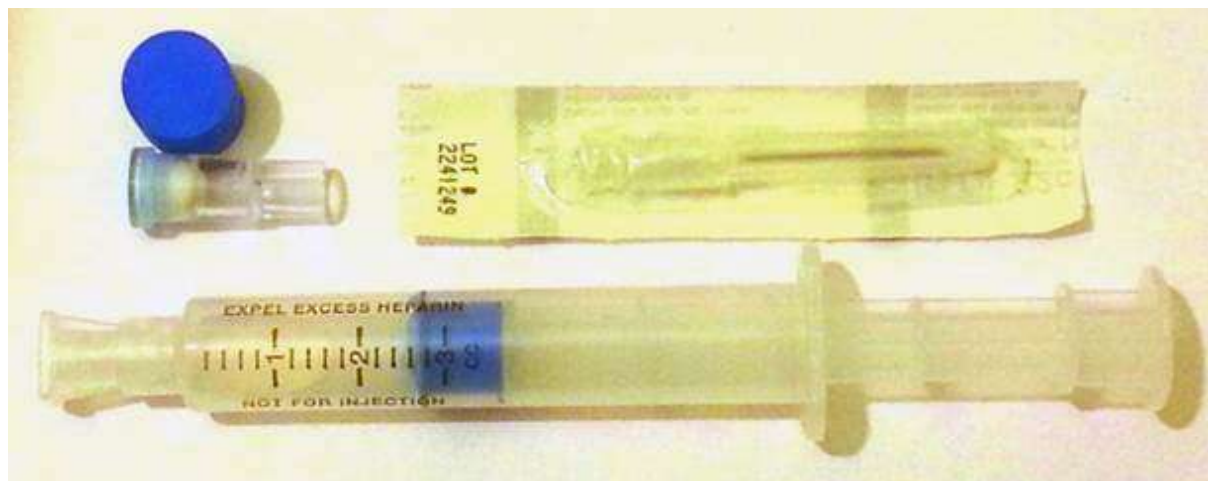
- Próbkę krwi żyłnej w probówkach Vacutainer, w których zdejmowano zamknięcie celem napełnienia,
- Próbkę płynu mózgowo-rdzeniowego, szpiku lub inne próbki płynów ustrojowych, trudne lub niemożliwe do ponownego uzyskania,
- Próbkę moczu w pojemnikach,
- Próbkę tkanek w formalinie np. biopsje (ewentualne narażenia na szkodliwe opary).



Fotografia 1



Fotografia 1



Fotografia 3

3.3 Próbówki

Ryzyko wynika ze stosowania różnych próbek na próbki, w szczególności próbek i pojemników na próbki nie dedykowanych do transportu pneumatycznego. Typ próbek, czy jest szklana, czy wykonana z tworzywa sztucznego, sposób w jaki jest zamykana i pakowana w pojemnik poczty pneumatycznej (np. w dodatkowym woreczku

na czas transportu) może zwiększać ryzyko pęknięcia lub rozlania się, powstania aerozoli lub występowania ostrych elementów w pojemniku. Kilka próbek może być pakowanych w jednym pojemniku, ale nie powinny być pakowane zbyt ściśle, ani zbyt luźno. Konstrukcja pojemników na mocz nie powinna dawać możliwości niedokładnego zakręcenia.

W celu wyeliminowania możliwości pomyłki związanej z identyfikacją próbki i jej przypisaniem do danego pacjenta powinno się wykorzystywać oznaczenie kodowe w postaci bar kodu. Odpowiednie próbki są czytywane przed rozpoczęciem transportu przy wykorzystaniu skanera i po ich odebraniu w laboratorium.

3.4. Woreczki

W celu zminimalizowania ryzyka skażenia instalacji powinno stosować się woreczki jednorazowe, w których umieszczane są próbki. Woreczki wykonane są z tworzywa, wyposażonego w taśmę uszczelniającą i oddzielną kieszeń w której można zamknąć dokumenty. Woreczki powinny umożliwiać ich szczelne zamknięcie. Ze względu na wygodę obsługi powinny być łatwe w zamykaniu i otwieraniu. Stosowane woreczki w transporcie pneumatycznym spełniają wymagania UN3373 oraz dyrektywy 98/79/EC dla wyrobów medycznych do diagnostyki in-vitro (IVD - IN Vitro Diagnostics). Jeżeli próbki pobierane są od chorego zakaźnie (np. leżącego na oddziale zakaźnym) lub od chorego przyjętego na SOR, u którego podejrzewa się chorobę zakaźną (np. HIV czy żółtaczkę), to woreczek powinien mieć wtedy oznaczenie UN2814, tj. substancje zakaźne działające na ludzi.

3.5. Pojemniki

Bezpieczne korzystanie z pojemników w systemie poczty pneumatycznej jest w znacznej mierze zależne od sposobu zaprojektowania pojemnika transportowego. Pojemnik musi być zaprojektowany wystarczająco solidnie, aby mógł być przesyłany bez ryzyka uszkodzenia lub pogarszania swoich cech użytkowych. Jeśli nastąpił wyciek lub rozlanie się materiału na skutek uszkodzenia próbki, zadaniem pojemnika jest zapewnienie, że zostanie ono ograniczone wyłącznie do pojemnika. Producenci dostarczają wielu możliwych rozwiązań, każde z nich powinno zostać ocenione pod kątem posiadania takich cech. Pojemnik powinien zostać bezpiecznie zamknięty przed umieszczeniem w systemie poczty pneumatycznej. Typ zamknięcie na zatrzask wydaje się być bardziej

niezawodny niż mocowanie oparte na paskach lub zakręcane, które są bardziej podatne na przypadkowe otwarcie w trakcie transportu lub mimowolne niedokładne zamknięcie w trakcie nadawania.



Pojemnik standardowy

Zawartość wewnątrz pojemnika powinna być dobrze widoczna, co pozwala na łatwe wizualne zweryfikowanie, czy nie nastąpił wyciek w obrębie pojemnika, lub czy pakowanie jest prawidłowe. Materiał z którego są wykonywane pojemniki powinien pozwalać na ich łatwe odkażenie i wytrzymywać wielokrotne procesy mycia. Pojemniki uszkodzone lub wadliwe nie powinny być użytkowane. W praktyce stosowane są pojemniki standardowe oraz pojemniki hermetyczne.



Pojemnik hermetyczny

Pojemniki hermetyczne powinny posiadać certyfikaty potwierdzające stopień ochrony (szczelności) na poziomie nie niższym niż IP55 przy wykorzystaniu klasyfikacji IP, lub równoważnego systemu oceny szczelności. Zasadniczo pojemniki hermetyczne powinny być stosowane do transportu próbek podwyższonego ryzyka np. próbki krwi pacjentów z podejrzeniem zarażeniem wirusem HIV.

Dobrą praktyką jest stosowanie różnych kolorów pojemników przypisanych do różnego poziomu zagrożenia wynikającego z zawartości próbek, pojemniki standardowe np. kolor niebieski, pojemniki hermetyczne np. kolor czerwony.

3.6. Pakowanie próbek

Większość obecnie stosowanych próbek na próbki nie jest w wykonaniu szczelnym. Dlatego też, próbki powinny być pakowane do dedykowanych woreczków z tworzywa, które zabezpieczają przed przypadkowym wyciekami i skażeniem instalacji poczty pneumatycznej. Umieszczenie każdej próbki w oddzielnym plastikowym woreczku, wyposażonym w taśmę uszczelniającą i oddzielną kieszeń, w której można zamknąć dokumenty związane ze skierowaniem to bardzo efektywna metoda w kontekście oddzielenia poszczególnych próbek od siebie. Nawet w przypadku, gdy w pojemniku zostało umieszczonych kilka fiolek z krwią i jedna z nich została uszkodzona, pozostałe niekoniecznie również zostają uszkodzone. Innym efektywnym środkiem ostrożności jest umieszczenie w pojemniku materiału absorbującego, jak lignina. Jeśli umieszczono wystarczająco dużo ligniny, będzie ona w stanie zabsorbować każdy możliwy wyciek w obrębie pojemnika, w ten sposób skutecznie eliminując niebezpieczeństwo na zewnątrz pojemnika do instalacji lub stacji. Absorbent będzie także ograniczał przemieszczanie się próbek w obrębie pojemnika, dodatkowo zmniejszając możliwość uszkodzenia próbek. Nie należy umieszczać w pojemniku zbyt dużo próbek – najlepiej nie więcej niż 10 sztuk dla próbek z krwią, gdyż zbyt duże naprężenia wynikające z ich ciasnego upakowania mogą prowadzić do pęknięć szklanych próbek w trakcie transportu. Próbki po umieszczeniu materiału absorbującego nie powinny mieć możliwości swobodnego przemieszczania się w obrębie pojemnika transportowego. Próbki z krwią typu Vacutainer powinny podlegać tym samym zasadom jak próbki typu Vacutainer na mocz. W przypadku transportu moczu w pojemnikach zakręcanych, niehermetycznych zaleca się

transport nie więcej niż jednego pojemnika z moczem w pojemniku transportowym z umieszczoną dużą ilością materiału absorbującego.

3.7. Eliminacja skażeń

Wykonawca niezależnie od minimalnych wymogów w zakresie bezpieczeństwa postawionych dla systemu poczty pneumatycznej oraz opracowania procedury czyszczenia i dezynfekcji powinien zawsze dostarczyć jedną ze skutecznych technologii eliminacji bakterii chorobotwórczych mogących występować w systemie szpitalnej poczty pneumatycznej, w tym wynikających z wycieków utajonych (nie zgłoszonych przez użytkowników) zwiększającą poziom bezpieczeństwa. Technologia powinna być dostarczona w ramach dostawy instalacji poczty pneumatycznej wraz niezbędnymi materiałami eksploatacyjnymi do jej przeprowadzania w całym okresie gwarancyjnym.

Standardowo oczekuje się, że zaproponowane rozwiązanie eliminacji skażeń powinno w znacznym stopniu ograniczyć ilość bakterii chorobotwórczych. Ocenę skuteczności dokonuje się zazwyczaj na przykładzie szczepu bakterii *Escherichia coli* przyjmując następujące kryteria:

- zmniejszenie liczby bakterii *Escherichia coli* o 90%. – wynik słaby;
- zmniejszenie liczby bakterii *Escherichia coli* o 99% - wynik średni;
- zmniejszenie liczby bakterii *Escherichia coli* o 99,9% - wynik dobry.

3.8. Leki

Instalacją poczty pneumatycznej można przesyłać leki z apteki szpitalnej na oddziały. Sposób i zasady przesyłania muszą być zgodne z regulaminem szpitalnym oraz odpowiednimi przepisami ogólnymi tj. ustawą prawo farmaceutyczne oraz ustawą o przeciwdziałaniu narkomanii. Za wydawanie leków na oddziały bądź poradnie odpowiedzialni są pracownicy apteki. Leki wydawane są na podstawie recept. Do odbioru wszystkich leków z wyjątkiem narkotycznych upoważnione są pielęgniarki.

Szczególne przypadkiem leków są leki silnie działające i psychotropowe, które powinny być wydawane na podstawie recepty specjalnej. Przesyłanie takich leków pocztą jest warunkowo dopuszczalne przy zachowaniu podwyższonych wymagań w zakresie bezpieczeństwa np. zastosowanie pojemnika specjalnego i wysłanie pojemnika jako przesyłki

bezpiecznej lub imiennej. Grupą leków, które z formalnego punktu widzenia nie powinny być przesyłane pocztą są leki narkotyczne, które powinny być wydawane bezpośrednio i wyłącznie osobie do tego upoważnionej tj. np. ordynatorom oddziałów lub lekarzom upoważnionym zgodnie z listą imienną.

Leki cytostatyczne mogą być przesyłane wyłącznie oddzielnymi, wydzielonymi instalacjami dedykowanymi do przesyłu cytostatyków. Rurociągi w takim przypadku powinny posiadać specjalne uszczelnienia zapobiegające przed wydostaniem się cytostatyków na zewnątrz instalacji. Przesyłanie takich leków pocztą jest warunkowo dopuszczalne przy zachowaniu podwyższonych wymagań w zakresie bezpieczeństwa np. zastosowanie pojemnika specjalnego i wysłanie pojemnika jako przesyłki bezpiecznej lub imiennej.

Leki radiologiczne mogą być przesyłane wyłącznie oddzielnymi, wydzielonymi instalacjami dedykowanymi do przesyłu radiofarmaceutyków. Stosowanie poczty pneumatycznej do przesyłu leków radiologicznych wymaga stosowania dedykowanych pojemników, stacji oraz dmuchaw i ze względu na najwyższe wymagania techniczne i bezpieczeństwa stosowane jest bardzo rzadko.

Pocztą pneumatyczną nie przesyła się leków które mogą w trakcie transportu ulegać spienieniu bądź rozwarstwieniu. Każdorazowo apteka szpitalna powinna dysponować listami leków dopuszczonymi i niedopuszczonymi do transportu pocztą pneumatyczną.

3.9. Stacje nadawczo-odbiorcze

Stacje z reguły umieszcza się na ścianach, w miejscach łatwo dostępnych dla personelu. Miejsca te powinny być jednocześnie niedostępne dla osób postronnych lub być pod stałym nadzorem w celu wyeliminowania prób nieautoryzowanej ingerencji lub zniszczenia stacji lub transportowanego materiału. Jeśli nie jest możliwe zapewnienie wymaganego poziomu bezpieczeństwa stosuje się stacje w wykonaniu specjalnym „wandaloodpornym”. Stacje takie posiadają specjalną konstrukcję, która eliminuje możliwe zagrożenia ze strony osób postronnych.

Jednocześnie ze względu na konieczność zachowania pełnej użyteczności oddziałów szpitalnych, oraz zachowania bezkolizyjności ciągów komunikacyjnych w przypadku umieszczania stacji w korytarzach i holach dąży się do minimalizacji głębokości stacji. Nowsze rozwiązania techniczne charakteryzują się mniejszą głębokością stacji. Producenci

dostarczają pełen wachlarz różnych typów stacji dopasowany do danej aplikacji i warunków występujących w miejscu umieszczenia.

3.9.1. Stacje nadawczo-odbiorcze w wykonaniu wandaloodpornym

W miejscach dostępnych dla osób postronnych lub bez stałego nadzoru należy zastosować stacje wandaloodporne. Stacje w wykonaniu wandaloodpornym powinny być zabezpieczone przed próbami ingerencji i zniszczenia.



Stacja wandaloodporna na korytarzu

Obudowa stacji w wykonaniu wandaloodpornym powinna być wykonana ze stali zabezpieczonej antykorozyjnie o grubości nie mniejszej niż 1,5 mm i być odporna na uderzenia, w szczególności wózkami lub łóżkami szpitalnymi, działanie płynów i próby podpalenia. Należy tu podkreślić, że 1,5 mm jest minimalnym wymaganiem dla grubości obudowy stacji wandaloodpornej, mniejsza grubość blachy przy typowej wielkości stacji nie gwarantuje jej stabilności i zachowania cech użytkowych. Jako optymalną zaleca się wręcz stosowanie obudowy o grubości 2 mm, co znacząco poprawia jej odporność. Stacja powinna być wyposażona w specjalną powłokę anti-graffiti umożliwiającą usuwanie farby zwykłymi środkami czyszczącymi. Obudowa stacji powinna być w pełni zabezpieczona przed

nieautoryzowanym otwarciem i całkowicie uniemożliwiać dostęp osób postronnych do stacji. W szczególności obudowa powinna skuteczną ochronę stacji poprzez: wykluczenie możliwości fizycznego dostępu do króćca, klawiatury i wyświetlacza, jako elementów które są najbardziej podatne na uszkodzenie i manipulację. Obudowa stacji powinna całkowicie wyeliminować możliwość przypadkowego lub celowego umieszczenia jakichkolwiek przedmiotów w króćcu nadawczym, możliwość rozbicia i porysowania wyświetlacza oraz uszkodzenia klawiatury. Otwarcie fizycznego dostępu do stacji i dalsze autoryzowane korzystanie przez upoważniony personel z klawiatury, króćca i wyświetlacza powinno wymagać wcześniejszej autoryzacji pracownika przez system zabezpieczenia stacji. Niezależnie od opisanych cech dodatkowych stacje w wykonaniu wandaloodpornym powinny posiadać wszystkie cechy i funkcjonalności wymagane dla stacji typowych.

3.9.2. Stacje nadawczo-odbiorcze w wykonaniu typowym

Obudowy stacji nadawczo-odbiorczej są z reguły malowane proszkowo. Panel sterujący stacji wyposaża się w klawiaturę fizyczną o podwyższonej trwałości np. membranową oraz czytelny, kolorowy, podświetlany wyświetlacz do komunikacji z operatorem. W starszych rozwiązaniach można spotkać wyświetlacze czarno-białe, jednak ze względu na ich mniejszą czytelność stopniowo znikają one z rynku. W nowszych rozwiązaniach klawiatura jest zintegrowana z wyświetlaczem w postaci powiększonego wyświetlacza dotykowego.

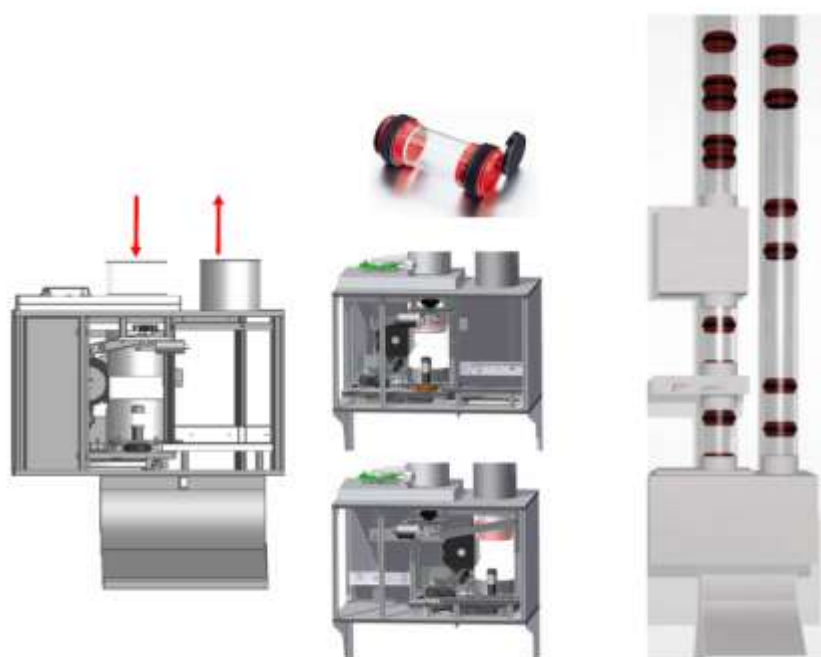


Stacja w wykonaniu typowym

Na wyświetlaczu można odczytać informacje o stanie pracy systemu. Komunikaty na wyświetlaczu powinny być dostępne w języku polskim. Konstrukcja stacji powinna zapewniać łagodny start i wyhamowanie nadchodzącej przesyłki, jak również uniemożliwiać na wydostawanie się do jej otoczenia powietrza z wnętrza rurociągu oraz chronić przed czerpaniem powietrza z bezpośredniego otoczenia stacji. Stacje nadawczo-odbiorcze znajdujące się na oddziałach powinny być wyposażone w możliwość lokalnego i zdalnego wyłączenia/włączenia stacji. Funkcjonalność ta jest wykorzystywana w przypadku stacji, które obsługiwane są np. w określonej porze dnia. Po zakończeniu pracy przez użytkowników, stacja zostaje przez nich wyłączona z systemu. W stanie wyłączonym stacja nie wysyła i nie odbiera pojemników i jest widziana jako nieaktywna. Użytkownicy nie mogą wysłać pojemników do takiej stacji, a pojemniki wysyłane w trybie automatycznym są przekierowywane do stacji wskazanych jako zastępcze. Stacje powinny spełniać następujące wymogi: dyrektywy EC 2004/108/EC oraz norm 61000-6-2 oraz EN 61000-6-3.

3.8.3. Stacje samowyładowcze

W celu zwiększenia wydajności systemów poczty pneumatycznej wykorzystuje się stacje samowyładowcze zwane też samorozładowującymi się. Stacje te umożliwiają poza odebraniem pojemnika jego otwarcie i automatyczne opróżnienie jego zawartości na blat roboczy. Stacje samowyładowcze ze względu na swoje dodatkowe cechy i znacznie wyższą cenę stosuje się głównie w laboratorium, gdzie dodatkowo odciążają personel podczas procesu odbioru próbek. Producenci stosują różne rozwiązania, które różnią się znacznie w sposobie samego sposobu otwierania pojemnika w stacji samowyładowczej.



Stacja samowyładowcza

Stosowane są zarówno pojemniki typowe, jak i pojemniki specjalne o konstrukcji dedykowanej wyłącznie do tego typu stacji. Rozwiązania wcześniejsze opierają się głównie o pojemniki specjalne np. w kształcie „kwiatu lotosu”, ze względu na fakt, że otwieranie pojemnika typowego jeszcze do niedawna było niemożliwe bez zastosowanie bardzo drogich wyspecjalizowanych robotów.

Pojemniki specjalne stosowane w rozwiązaniach wcześniejszych cechują się złożoną konstrukcją (gumki, zapadki, kliny, elementy mocujące) podatną na naturalne zużywanie się i awarie. Przekłada się to na wyższe koszty eksploatacji w trakcie normalnej pracy tych

pojemników wynikające z konieczności wymiany drobnych elementów naturalnie zużywających się oraz zwiększa to ich awaryjność. Na ich niekorzyść przemawia też kilkukrotnie wyższa cena niż pojemników typowych i brak ich szczelności. Nowsze rozwiązania stacji samorozładowujących się oparte na pojemnikach typowych posiadają wszystkie zalety wcześniejszych rozwiązań i nie wymagają dodatkowych zakupów pojemników specjalnych. gdzie zawartość pojemnika jest usuwana mechanicznie, przy użyciu specjalnego tłoka, nie zaś wyłącznie pod wpływem siły grawitacji. Pojemniki do obsługi stacji samowyładowawczej powinny być pojemnikami typowymi, zaś powierzchnia ścianek komory ładowania pojemnika powinna być w całości wykonana z tworzywa transparentnego. Zawartość wewnętrzna pojemnika powinna być dobrze widoczna i pozwalać na łatwe wizualne zweryfikowanie, czy nie nastąpił wyciek w obrębie pojemnika, lub czy rozpakowanie pojemnika było wykonane prawidłowo. Stosowanie stacji samorozładowujących powoduje, że pracownicy laboratorium nie mają fizycznego kontaktu z pojemnikami, co w pewnym stopniu zmniejsza ich zagrożenie, w przypadku gdyby pojemniki były brudne lub skażone na powierzchni zewnętrznej. Nie należy jednak przeceniać zwiększenia bezpieczeństwa w skali całego szpitala, gdyż pracownicy oddziałów szpitalnych wysyłający te pojemniki, cały czas mają z nimi kontakt, dokonując załadunku próbowek. Niektórzy producenci utrzymują, że dzięki zastosowaniu stacji samorozładowującej się można uniknąć kontaminacji krzyżowej zwanej też mylnie „*kros-kontaminacją*” krzyżową tj. uniknąć przenoszenia skażeń z jednego oddziału szpitalnego na drugi. W praktyce miałyby to być osiągnięte dzięki temu, że pojemników na danym oddziale dotykają tylko pracownicy tego oddziału, zaś pracownicy innych oddziałów nie mają z nimi żadnego fizycznego kontaktu. Eliminacja tego typu zagrożenia wymagałaby jednak przesyłania pojemników z danego oddziału wydzielonym dedykowanym dla tego oddziału rurociągiem. W praktyce kilka oddziałów korzysta zawsze z jednego rurociągu prowadzącego do laboratorium, w którym przemieszczają się wszystkie pojemniki z różnych oddziałów szpitalnych i powierzchnia wewnętrzna rurociągu ma styczność z powierzchnią zewnętrzną każdego z przesyłanych pojemników, co powoduje, że w przypadku skażenia na powierzchni zewnętrznej jednego z pojemników będzie ono przeniesione na powierzchnię zewnętrzną innych pojemników i konsekwentnie dalej na inne oddziały. Dlatego, zgodnie z zasadami bezpiecznej pracy instalacji poczty pneumatycznej pojemniki i wnętrze rurociągu powinny

być okresowo myte i dezynfekowane i nie stanowić zagrożenia zarówno dla pracowników oddziałów jak i laboratorium.

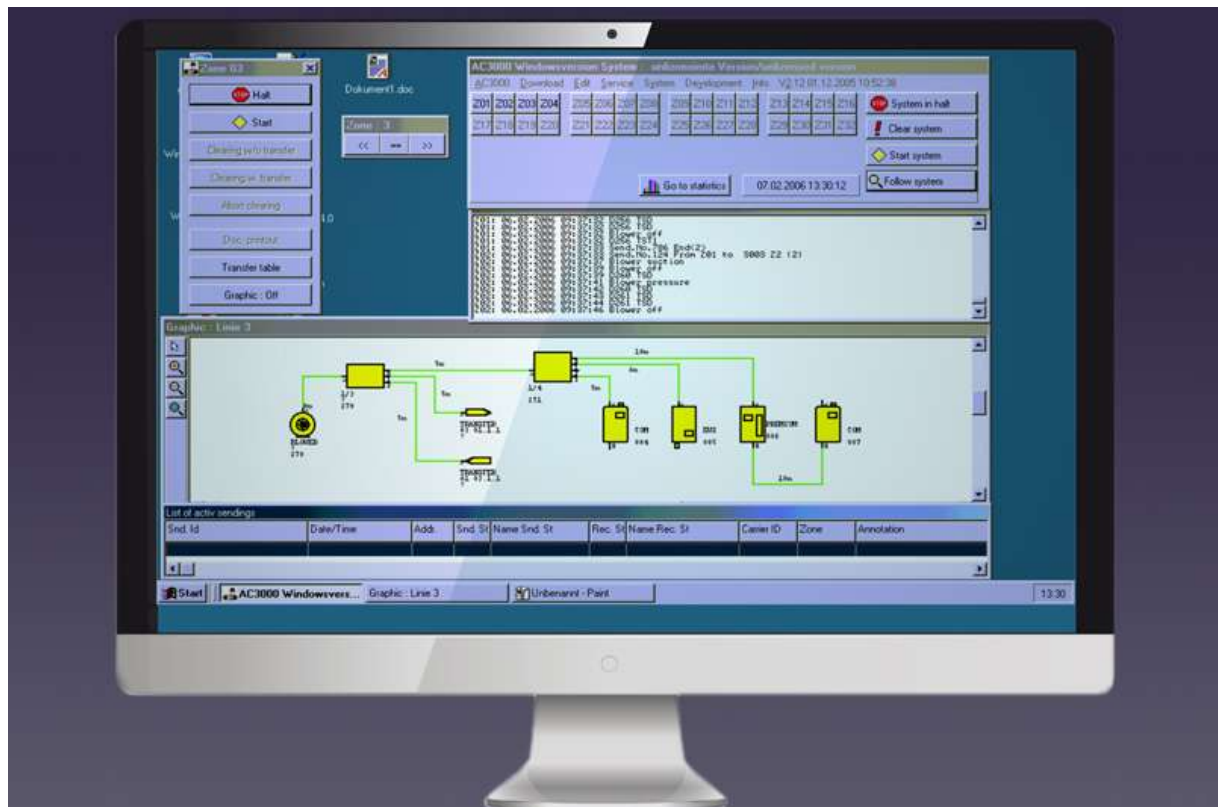
3.9. Systemy przywoławcze/powiadamiania użytkowników

Systemy poczty pneumatycznej działają efektywnie w przypadku, gdy pojemniki są odbierane bezpośrednio po przyjeździe do stacji, co powoduje, że efektywny czas transportu jest bardzo krótki. Wymaga to dostarczenia do właściwego użytkownika informacji o fakcie dojścia przesyłki w postaci jednoznacznej informacji świetlno-dźwiękowej. W najprostszym wariantcie, informacja ta jest wyświetlana na wyświetlaczu stacji wraz z odpowiednim towarzyszącym jej sygnałem dźwiękowym. Rozwiązanie to cechują jednak pewne ograniczenia wynikające ze sposobu użytkowania stacji w szpitalu. Standardem jest obecnie korzystanie przez kilku użytkowników z jednej stacji. W takim przypadku, gdy mamy tylko sygnalizator na stacji, nie jest jednoznaczne, który użytkownik powinien odebrać przesyłkę. Użytkownicy mogą również pracować w pewnej odległości od stacji i być na przykład oddzieleni od stacji drzwiami, co znacząco pogarsza słyszalność. Także problematyczne jest wykorzystywanie tak skonstruowanego systemu powiadomienia w nocy, gdzie może on zakłócać sen pacjentów. Rozwiązaniem lepszym jest zastosowanie zdalnego systemu powiadamiania, gdzie każdy użytkownik ma swój dedykowany sygnalizator, który jest umieszczony bezpośrednio w miejscu w którym odbywa się jego praca. W przypadku, gdy użytkownik może zmieniać swoje miejsce pracy w trakcie dnia wskazane jest stosowanie mobilnych systemów sygnalizacji nadejścia przesyłki, które można wygodnie przenosić z miejsca na miejsce np. w obrębie pomieszczeń oddziału. Przyjmuje się, za standard możliwość przenoszenia takich systemów od 50-100 m od stacji. W nowszych rozwiązaniach komunikaty mogą być również przesyłane na spersonalizowane urządzenia mobilne jak telefony komórkowe lub tablety w postaci np. maila, sms lub sygnalizacji w dedykowanych aplikacjach. W każdym z wyżej opisanych rozwiązań technicznych powinno być możliwe wyłączenie sygnału.

3.10. Komputerowy system nadrzędny dozorujący pracę

Centralna jednostka sterująca oparta o komputer przemysłowy klasy PC przy pomocy specjalistycznego oprogramowania powinna zapewnić wizualizację ruchu przesyłek,

rejestrację błędów i usterek oraz tworzenie raportów statystycznych w formie tabelarycznej i graficznej. Dzięki monitorowaniu ruchu i zapisom w formie baz danych istnieje możliwość precyzyjnego i szybkiego określenia trasy przebiegu każdej przesyłki oraz czasu w którym mijają ona kolejne punktu pośrednie od momentu nadania do momentu odbioru. System nadrzędny w znacznym stopniu pozwala na wyeliminowanie problemów związanych z zagubieniem przesyłek i odwlekaniem momentu ich odbioru przez obsługę. Jest elementem dyscyplinującym dla użytkowników i umożliwia jednoznaczne określenie przyczyn opóźnień w przypadku ich wystąpienia. W przypadku stosowania kart imiennych wszystkie czynności nadawania i odbioru są rejestrowane w systemie i istnieje możliwość późniejszej weryfikacji, kto i której godzinie nadał i odebrał daną przesyłkę.



Wizualizacja systemu poczty pneumatycznej

3.11. Rurociągi

Jako materiał na rurociągi mogą być wykorzystywane rury stalowe tzw. pierwszej generacji, rury z tworzyw PCV tzw. drugiej generacji lub rury trzeciej generacji o średnicy zewnętrznej 110 mm lub 160 mm. Aby zapewnić niezakłócone przemieszczanie się pojemników w obrębie instalacji istotne jest zapewnienie minimalnych promieni łuków. Wymagane promienie łuków to: 650 mm dla $\Phi 110$ mm i 800 mm dla $\Phi 160$ mm.

Rury stalowe – pierwszej generacji, pomimo szeregu zalet, ze względu na wysoką cenę są obecnie stosowane bardzo rzadko. Rury stalowe są bardzo trwałe i mogą być odkazane i myte z dużo większą skutecznością niż rury PCV drugiej generacji. W ich przypadku wyeliminowane są również zjawiska związane z elektrostatycznością powierzchni. Rury te są całkowicie niepalne i nietoksyczne.

Obecnie najczęściej rurociągi w systemach poczty pneumatycznej wykonuje się z rur PCV (drugiej generacji), łączonych mufami klejonymi. Odpowiednie przewody zasilające i sterujące montuje się zazwyczaj wraz z rurami. Przejścia rur przez stropy, ściany oraz strefy ogniowe uwzględniać muszą zastosowanie atestowanych zabezpieczeń ogniochronnych zgodnie z obowiązującymi przepisami. Stosowane rury PCV powinny być nietoksyczne.

Nowsze aplikacje opierają się obecnie głównie o rury trzeciej generacji. Zgodnie z aktualnymi tendencjami w składzie tych rur wykorzystywane są dodatki uszlachetniające poprawiające bezpieczeństwo i ich cechy użytkowe. W chwili obecnej rury trzeciej generacji zalecane są jako rozwiązanie optymalne do zastosowań szpitalnych.

3.11.1. Prowadzenie instalacji na zewnątrz budynków

Prowadzenie instalacji na zewnątrz budynków wiąże się z niebezpieczeństwem występowania zjawiska wykrapłania się wilgoci na ściankach rurociągu. Analogiczne zjawisko może występować również w przypadku prowadzenia rurociągów wewnątrz budynków, jeśli budynki te nie są ogrzewane. Wykrapłanie się pary wodnej jest zjawiskiem nieprawidłowym które wynika z niewystarczającej, bądź nieprawidłowo wykonanej izolacji termicznej rurociągu. Fizyczną przyczyną wykrapłania się pary wodnej jest zbyt niska temperatura ścianek rurociągu, co przy jej obniżeniu poniżej punktu wykrapłania się pary wodnej dla powietrza o danej gęstości automatycznie skutkuje rozpoczęciem zbierania się wykroplonej wody w rurociągu. Szybkość i intensywność zjawiska zależy od wilgotności powietrza, temperatury ścianek rurociągu i długości rurociągu na której temperatura ścianek jest poniżej punktu rosy wody. W skrajnym przypadku pojemniki docierają do stacji mokre, widocznie ociekając wodą. Sytuację taką należy uznać za niedopuszczalną w świetle istniejących rozwiązań pozwalających na prawidłowe zaizolowanie rurociągów. Tworzywo sztuczne z którego wykonywane są rurociągi to PCV o współczynniku przewodności cieplnej 0,15-0,25 W/(mK), które nie zapewnia właściwej izolacji termicznej. Dla porównania współczynnik przewodności cieplnej lambda styropianu wynosi od 0,03 do 0,05 W/(mK).

To oznacza, że 1 cm izolacji styropianem w sensie ochrony cieplnej jest równoważny zastosowaniu rury PCV o grubości 5 cm. W praktyce stosowane rury PCV mają grubości 2-3 mm i w przypadku zastosowania na zewnątrz budynku wymagają zawsze docieplenia kilku centymetrową warstwą izolacji wykonaną z pianki, kształtek styropianowych lub otulin z wełny mineralnej. Jako rozwiązanie optymalne zaleca się stosowanie rur preizolowanych fabrycznie, których stosowanie pozwala na wyeliminowanie większości błędów montażowych warstwy izolacyjnej. Izolowanie rurociągów zwiększa znacznie koszty prowadzenia rurociągów i jest powszechnie ignorowane przez wykonawców. Każdorazowo projekt systemu poczty pneumatycznej powinien określać, które części rurociągów i w jaki sposób powinny być izolowane.

3.12. Ograniczenie dostępu do przesyłek

W celu ograniczenia dostępu do wysyłania i odbioru przesyłek przez osoby nieuprawnione wykorzystuje się szereg różnych rozwiązań technicznych. Najczęściej są to karty dostępowe wyposażone w nadajniki RFID, kody PIN, zabezpieczenia mechaniczne, stosowanie stacji w wykonaniu specjalnym tj. stacji wandaloodpornych. W połączeniu z wyżej wymienionymi metodami wykorzystuje się tzw. przesyłki bezpieczne lub imienne które w sposób komplementarny dopełniają system zabezpieczeń.

3.12.1. RFID

W celu uniemożliwienia wykorzystania w systemie poczty pneumatycznej pojemników i prób wprowadzania przedmiotów „obcych” wykorzystywana jest powszechnie technologia RFID. RFID (ang. Radio-Frequency IDentification) – technika, która wykorzystuje fale radiowe do przesyłania danych oraz zasilania elektronicznego układu (etykieta RFID) stanowiącego etykietę obiektu przez czytnik, w celu identyfikacji obiektu. Technika umożliwia odczyt układu RFID. W zależności od konstrukcji umożliwia odczyt etykiet z odległości do kilkudziesięciu centymetrów lub kilku metrów od anteny czytnika. System nadrzędny poczty pneumatycznej rozpoznaje i akceptuje do wysyłki wyłącznie pojemniki systemowe, zarejestrowane wcześniej jako upoważnione do pracy w systemie szpitalnym. Przedmioty „obce” nie zarejestrowane nie powodują uruchomienia systemu i rozpoczęcie procedury wysyłki. Procesy adresowania i wysyłki jak również odbioru odbywają się w tym przypadku automatycznie. Zastosowanie technologii RFID powoduje wyeliminowanie

pomyłek w adresowaniu, gdyż użytkownik nie wskazuje na żadnym etapie obsługi poczty adresu odbiorcy. Za pomocą technologii RFID możliwe ma być wysyłanie i powrót pojemników transportowych do ustalonych stacji pocztowych.

W celu uniemożliwienia obsługi stacji przez osoby postronne wykorzystywane są karty dostępowe. W takim przypadku dostęp do stacji, tj. odbieranie i wysyłanie przesyłek kontrolowane jest poprzez identyfikatory RFID (spersonalizowane karty zbliżeniowe), działające w najbardziej powszechnie stosowanym standardzie 125 kHz. Wszelkie operacje użycia kart w stacjach są rejestrowane i przechowywane przez jednostkę sterującą. Istnieje możliwość wykorzystania kart użytkownika lub już istniejącego systemu dostępowego, o ile występuje zgodność zastosowanych standardów i rozwiązań technicznych.

3.12.2. PIN

W starszych systemach poczty pneumatycznej do ograniczenia dostępu dla osób postronnych wykorzystywane są kody PIN. Przed dokonaniem wysyłki lub dokonaniem odbioru użytkownik musi każdorazowo podać kod PIN wymagany dla dostępu do dodanej stacji. Kod PIN w takim przypadku jest przypisany do stacji, a nie do użytkownika, co stanowi wadę tego rozwiązania. Nie ma w takim przypadku imiennej informacji o działaniach użytkowników. Rozwiązanie to jest też mniej wygodne niż stosowanie kart zbliżeniowych. Jako zaletę stosowania kodu PIN należy wskazać bardzo niski koszt jego wdrożenia w stosunku do systemu z kartami oraz brak problemów eksploatacyjnych ze zużywającymi się kartami dostępowymi. Rozwiązania oparte o kody PIN ze względu na rosnące oczekiwania użytkowników w zakresie monitoringu działań obsługi są obecnie wypierane przez karty dostępowe oparte o RFID.

3.12.3. Zabezpieczenia mechaniczne

Zabezpieczenia mechaniczne obejmują zabezpieczenie koszyka do którego trafiają przychodzące pojemniki. W tym celu kosz zostaje zabudowany metalową skrzynką zamykaną na klucz. Zamykanie skrzynki na klucz to najbardziej tradycyjna forma zabezpieczeń pojemnika przed dostępem osób trzecich. Analogicznie jak w przypadku stosowania kodu PIN brak w tym przypadku imiennej informacji o działaniach użytkowników. Zabezpieczenia mechaniczne są rozwiązaniami tanimi we wdrożeniu i eksploatacji.

3.12.4. Przesyłki bezpieczne

Niektóre przesyłki ze względu na swoją wartość lub występowanie zagrożenia dla otoczenia powinny być traktowane ze szczególnymi środkami ostrożności. W takim przypadku przesyłka jest kierowana do odbiorcy, lecz nie opuszcza stacji po dotarciu na miejsce, jak to ma miejsce dla przesyłki standardowej, czekając we wnętrzu stacji. Dopiero podanie przez użytkownika dedykowanego kodu lub zastosowanie spersonalizowanej karty RFID powoduje, że pojemnik opuszcza stację i może zostać podjęty przez użytkownika. Wyeliminowany zostaje zatem zupełnie okres w którym przesyłka leży w koszyku stacji i jest narażona na nienadzorowane podjęcie. W przypadku przesyłki bezpiecznej trafia ona bezpośrednio w ręce użytkownika i nie ma ryzyka jej „zalegania” w koszyku stacji. W przypadku, gdy użytkownik nie odbiera pojemnika, który został do niego wysłany, po pewnym, ustalonym czasie powraca ona do nadawcy.

3.13. Czyszczenie okresowe instalacji

W celu utrzymania instalacji poczty pneumatycznej w stanie czystości oraz usunięcia potencjalnych nieujawnionych skażeń instalacje poczty pneumatycznej powinno się okresowo czyścić zgodnie z wcześniej zaakceptowaną procedurą czyszczenia. Zaleca się przeprowadzanie takiego czyszczenia 2 razy w roku i nie rzadziej niż 1 raz w roku. Do czyszczenia wykorzystywane są specjalne pojemniki czyszczące wyposażone w materiały nasączone substancją dezynfekującą. Prawidłowa procedura czyszczenia powinna opierać się na założeniu, że pojemniki czyszczące wymiatają zanieczyszczenia do stacji technicznej, która jest dedykowana wyłącznie do celów serwisowych, w tym czyszczenia systemu. Jako błędne w sensie logicznym należy uznać procedury czyszczenia, w których pojemniki czyszczące wracają do stacji z których zostały wysłane, gdyż zanieczyszczenia w takim przypadku nie są faktycznie usuwane, ale bardziej równomiernie rozprowadzane w obrębie systemu. Nieprawidłowe jest również wykorzystywanie do odbioru pojemników czyszczących stacji na oddziałach, czy w laboratorium, ze względu na możliwość ich skażenia lub zalania substancją odkażającą. Ze względu na złożoność procedury czyszczenia standardowo wykonywane są one przez serwis dostawcy.

3.14. Mycie pojemników

Pojemniki powinny podlegać obsłudze codziennej polegającej na przecieraniu powierzchni pojemnika po spryskaniu go substancją odkażającą w sprayu. Zaleca się również okresowe mycie i odkażanie pojemników transportowych poprzez pełne zanurzenie nie rzadziej niż raz na miesiąc. W przypadku intensywnej eksploatacji, niskiej kultury obsługi pojemników przez personel szpitalny należy zwiększyć częstotliwość mycia. Pojemniki o widocznie zanieczyszczonych powierzchniach powinny być myte bezpośrednio po ich zauważeniu. Do mycia pojemników należy wykorzystywać tradycyjne środki myjące o szerokim spektrum działania. Należy uwzględniać zalecenia dostawców pojemników w tym zakresie w zakresie stosowanych technik mycia i stosowanych substancji myjących i odkażających. Nie jest uzasadnione stosowanie substancji których celem jest wyjąłowanie pojemnika, ze względu na fakt, że pojemniki zasadniczo powinny być traktowane jako środowisko w którym mogą występować naturalnie występujące w powietrzu wirusy i bakterie.

3.15. Postępowanie w przypadku skażenia

Jeśli zawartość pojemnika transportowego dostała się do rur instalacji pneumatycznej lub do stacji instalacji pneumatycznej należy natychmiast zatrzymać pracę instalacji oraz oszacować:

- niebezpieczeństwo wynikające z rodzaju próbek przesyłanej substancji
- sposób przywrócenia pojemnika do stanu możliwość ponownego użytkowania
- ograniczenie skażenia do ograniczonego fragmentu instalacji
- sposób przeprowadzenia oczyszczania skażonych stacji i instalacji

Odpowiednia dezynfekcja zabrudzonej instalacji jest trudna, a w wielu przypadkach nie jest możliwa bez częściowego lub całkowitego demontażu systemu. Zagazowanie instalacji przy użyciu par formaldehydu nie jest zalecane, ponieważ powszechnie uważa się je za niepraktyczne, ze względu na konieczność zapewnienia pełnej szczelności instalacji poczty pneumatycznej niezbędnej do dezynfekcji parą. Ponadto skomplikowane byłyby kwestie bezpiecznego usunięcia formaldehydu przed ponownym uruchomieniem systemu

oraz zapewnienie skuteczności procedury w zakresie doboru czasu i stężenia środka dezynfekcyjnego.

Jeśli próbówki z próbkami są dostarczone ze śladami uszkodzeń lub wycieków zawartości do stanowiska odbiorczego, pracownik go obsługujący powinien natychmiast powiadomić przełożonego, który oceni rodzaj uszkodzenia i zdecyduje co do dalszego sposobu postępowania. Personel powinien nosić rękawice jednorazowe podczas zajmowania się skażonymi lub potencjalnie skażonymi próbkami. Jeśli pojemnik zawiera uszkodzone próbówki nieznanego pochodzenia, najlepiej go otwierać w kontrolowanym środowisku pracowni mikrobiologicznej. To pozwoli na zapewnienie, że jakiegokolwiek występujące niebezpieczne aerozole będą pod kontrolą i nie ulegną rozprzestrzenieniu. Personel powinien zachować także ostrożność w przypadku, gdy w pojemniku są jakiegokolwiek ostre przedmioty, powstałe np. na skutek pęknięcia próbek. Uszkodzona zawartość powinna być usunięta, zaś pojemnik właściwie zdezynfekowany. Po skażeniu przeprowadza się czyszczenie i odkażanie instalacji poprzez wyspecjalizowany serwis dostawcy zgodnie z procedurą odkażania.

3.16. Ochrona danych osobowych

Ochrona danych osobowych pacjentów jest jednym z istotnych zagadnień związanych z bezpiecznym użytkowaniem instalacji. Poczta pneumatyczna przesyłana jest dokumentacja medyczna w której znajdują się informacje o stanie zdrowia osób badanych lub przebywających na oddziałach. Każdorazowo podczas ich przesyłania dokumenty te powinny być odpowiednio chronione. Ochrona danych osobowych realizowana jest poprzez techniki i rozwiązania opisane w rozdziale o ograniczeniu dostępu do przesyłek.

Ochrona tych danych wynika z przesłanek ustawowych. Ustawa z dnia 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych zalicza dane o stanie zdrowia do tzw. danych wrażliwych, czyli szczególnie chronionych. Zgodnie z art. 27 ust. 1 tej ustawy przetwarzanie danych wrażliwych (w tym m.in. o stanie zdrowia, kodzie genetycznym, nałogach lub życiu seksualnym) jest zasadniczo zabronione, poza wypadkami wskazanymi enumeratywnie w art. 27 ust. 2.

Jedną z form przetwarzania danych osobowych jest prowadzenie dokumentacji medycznej. Zgodnie z art. 18 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 30 sierpnia 1991 r. o zakładach opieki zdrowotnej zakład opieki zdrowotnej jest zobowiązany prowadzić dokumentację medyczną

osób korzystających ze świadczeń zdrowotnych zakładu oraz zapewnia ochronę danych zawartych w tej dokumentacji. Zgodnie z art. 18 ust. 2a u.z.o.z. dokumentacja medyczna musi zawierać co najmniej następujące danej:

- 1) oznaczenie pacjenta, pozwalające na ustalenie jego tożsamości,
- 2) oznaczenie zakładu opieki zdrowotnej ze wskazaniem komórki organizacyjnej zakładu, w której udzielono świadczeń zdrowotnych,
- 3) opis stanu zdrowia pacjenta lub udzielonych mu świadczeń zdrowotnych,
- 4) datę sporządzenia.

Dokumentacja medyczna zawiera zatem dane osobowe pacjenta, w tym dane o jego stanie zdrowia, które podlegają szczególnej ochronie prawnej. Przetwarzanie tych danych, w tym także ich udostępnianie, może mieć miejsce albo tylko za zgodą osoby, której dotyczą albo w innych wypadkach wymienionych w art. 27 ust. 2 ustawy o ochronie danych osobowych.

3.17. Informowanie i szkolenia

Kluczowe jest zapewnienie, że wszyscy użytkownicy poczty pneumatycznej otrzymują właściwe i wystarczające informacje, instrukcje i szkolenie, które umożliwi im pełną znajomość ryzyk związanych z używaniem poczty pneumatycznej oraz środków ostrożności które muszą zostać podjęte w celu kontroli tych ryzyk. Powinna powstać procedura oceny właściwego użytkowania poczty pneumatycznej, zgodna z użytkowanym w obrębie szpitala systemem oceny zagrożeń i utrzymania bezpieczeństwa. Takie rozwiązanie zapewni, że próbki są właściwie zapakowane, odpowiednio umieszczane w pojemniku i pewnie zamykane w pojemnikach transportowych. W przypadku przyjmowania do pracy nowych pracowników powinni oni zawsze być przeszkoleni z obsługi poczty pneumatycznej. Należy dążyć do tworzenia „*kultury odpowiedzialnego użytkowania*”, w której pracownicy korzystają z poczty w sposób świadomy, a przypadki nieprawidłowej obsługi lub zapakowania są zgłaszane, a ich skutki od razu usuwane.

3.18. Jakość transportu

Szybkość transportowa przesyłek musi być odpowiednia do charakteru przesyłanych materiałów. W szczególności dotyczy to próbek krwi, których transport nie powinien powodować zmian parametrów analitycznych. Próbkę nie powinny podlegać nadmiernym wstrząsom i przeciążeniom podczas transportu. Należy tu podkreślić, że poziom uderzeń hydraulicznych który jest związany z transportem próbek zależy od szeregu czynników związanych zarówno z prawidłowym projektowaniem, wykonawstwem jak i obsługą instalacji. Poziom występujących przeciążeń wzrasta wraz z prędkością transportu. Zbyt małe i często występujące łuki związane są z pojawianiem się znacznej siły odśrodkowej. Zbyt szybkie wyhamowanie pojemnika też może przyczyniać się z kolei do powstawania nadmiernej siły bezwładności. Kolejnym negatywnym elementem są drgania na łączeniach rur które wynikają z nieprawidłowego lub niestarannego ich łączenia. Mogą one występować zarówno na prostych odcinkach rur jak i łukach. Wskazane jest przeprowadzenia badania profilu przeciążeń występujących w trakcie transportu próbki przed odbiorem instalacji w celu wykluczenia sytuacji nieprawidłowych, w których następuje przekroczenie ich dopuszczalnych wartości.

3.19. Właściwe projektowanie i wykonanie

Instalacja poczty pneumatycznej powinna być zaprojektowana na bazie istniejących planów budowlanych budynków oraz po przeprowadzeniu wizyty na terenie szpitala. W maksymalnym stopniu projektant powinien dążyć do umieszczania stacji w miejscach niedostępnych dla osób postronnych. Miejsca w których zlokalizowane mają być stacje powinny być łatwo dostępne dla obsługi, przy czym konstrukcja stacji nie powinna pogarszać parametrów użytkowych pomieszczeń w których są zlokalizowane. Obsługa stacji powinna być ergonomiczna, znajdować się one powinny na wysokości pozwalającej na ich wygodną obsługę i odbiór pojemników. Projekt powinien uwzględniać możliwość dalszej rozbudowy instalacji w kolejnych latach. Przy prowadzeniu rurociągów należy dążyć do ich umieszczania w miejscach niewidocznych i ograniczania liczby łuków. Stosowane łuki powinny być o możliwie dużym promieniu w celu zmniejszenia występujących przeciążeń podczas transportu. W celu ograniczenia długości rurociągów, zmniejszenia kosztów i skrócenia czasów transportu należy dążyć do umieszczania stacji w pionowych ciągach. Projektanci

powinni uwzględniać specyfikę działania szpitala w kwestiach związanych z bezpieczeństwem, tam gdzie jest to niezbędne powinny być stosowane stacje wandaloodporne. Aparatura powinna cechować się przejrzystością, prostotą i niezawodnością. Należy dążyć do uproszczenia procesów wysyłania, w celu maksymalnego odciążenia personelu szpitalnego. Procesy adresowania i wysyłki jak również odbioru powinny być w pełni automatyczne. System powinien wykorzystywać technologię RFID służącą do identyfikacji pojemników transportowych. Za pomocą technologii RFID możliwe ma być wysyłanie i powrót pojemników transportowych do ustalonych stacji pocztowych.

3.19.1. Czas transportu

Czas transportu nie powinien przekraczać kilkudziesięciu sekund. W przypadku dłuższych czasów transportu należy rozważyć dokonanie modernizacji instalacji w celu zamiany jej na instalację wieloliniową lub zmianę rozwiązań technicznych łączących poszczególne linie np. zastosowanie wysokowydajnych rozdzielaczy liniowych 3D.

3.19.2. Drożność korytarzy

Prowadzenie instalacji poczty pneumatycznej w obrębie szpitala wymaga przestrzegania zasad związanych z zachowaniem minimalnych wielkości łuków związanych ze średnicą prowadzonej instalacji. Wraz ze średnicą instalacji wzrasta również minimalna wielkość łuku, która zapewnia możliwość przemieszczania się pojemnika w rurociągu. Brak zapewnienia tego minimalnego promienia skutkuje zatrzymywaniem się pojemników, lub wręcz ich blokowaniem na trasie źle zaprojektowanego, bądź wykonanego łuku. Dostawcy poczty pneumatycznej powinni dążyć do minimalizacji ingerencji swoich instalacji w obrębie struktury budowlanej szpitala. Należy podkreślić, że problemy związane z zajmowaniem przestrzeni przez instalacje pocztowe wzrastają proporcjonalnie do ich średnicy. W optymalnym przypadku instalacja powinna być prowadzona w sposób powodujący, że żaden z rurociągów pocztowych nie będzie prowadzony poniżej instalacji już istniejących, co daje gwarancję, że drożność korytarzy, holi i przejść technicznych przez które przechodzą instalacje poczty pneumatycznej nie jest zmniejszona.

3.19.3. Jakość wykonania

Jakość wykonania rurociągów będzie miała wpływ na szybkość zużywania się pierścieni ślizgowych oraz wielkość drgań na łączeniach rur. Nieprawidłowe wykonanie może być związane z brakiem stosowania odpowiednich narzędzi np. pił kątowych lub na skutek niestarannego wykonawstwa np. błędne oznaczenie płaszczyzn do cięcia które skutkuje powstawaniem tzw. garbów lub przerw na styku rur. Każdorazowo następstwem tych błędów montażowych są problemy w trakcie eksploatacji obiektu, zwiększona awaryjność, koszty, problemy z czyszczeniem rurociągów. Wykonawcy powinni być w stanie potwierdzić stosowane standardy wykonania, które gwarantują, że tego typu problemy nie będą miały miejsca. Wskazane jest przeprowadzenia badań wewnętrznych rurociągów przed odbiorem instalacji w celu wykluczenia sytuacji nieprawidłowych, takich jak garby lub uskoki.

3.20. Obieg powietrza

Powietrze pobierane do instalacji poczty pneumatycznej powinno być pobierane z tzw. pomieszczeń czystych tj. np. klatek schodowych, korytarzy, poczekalni. Jako nieprawidłowe należy traktować pobieranie powietrza z pomieszczeń tzw. brudnych tj. łazienek, WC, magazynów, sal oddziałowych zakaźnych. Pobierane powietrze powinno w przedziale wilgotności do 60%. Zbyt duża wilgotność powietrza, może skutkować zwiększonym ryzykiem wykrapłania się pary wodnej w przypadku, gdy rury przechodzą przez pomieszczenia chłodniejsze i występują dłuższe przerwy w pracy systemu pocztowego. Nie powinno się usuwać powietrza bezpośrednio do otoczenia stacji np. na oddziałach. Wskazane jest odprowadzanie powietrza obiegowego do przestrzeni technicznych lub na zewnątrz budynku.

3.30. Serwis instalacji

3.30.1. Wymagania w zakresie przeglądów i utrzymania

Koszty związane z przeglądami i utrzymaniem systemu poczty pneumatycznej mogą stanowić znaczący składnik wydatków szpitala i oscylują rocznie wokół 1-10% wartości całkowitej instalacji. Tak duże różnice wynikają z kilku czynników i powinny być one brane pod uwagę każdorazowo już na etapie wyboru dostawcy. Elementami zwiększającymi procentowy udział kosztów eksploatacji są: stosowanie stacji samowładowczych,

stosowanie pojemników specjalnych, duża ilość drobnych zużywających się części pojemników i stacji, niska jakość wykonania stacji, pojemników i rurociągów, celowe programowanie życia instalacji na okres trwania gwarancji, brak serwisu na terenie kraju, zawyżone ceny usług serwisowych na skutek niewiedzy eksploatującego lub braku możliwości skorzystania z usług firm konkurencyjnych.

3.30.2. Koszty utrzymania i serwisu

Koszty utrzymania prawidłowo zaprojektowanego systemu poczty pneumatycznej są bardzo niskie i w zasadzie ograniczają się do kosztów energii elektrycznej i wykonania okresowych przeglądów. System ten praktycznie nie posiada części zużywających się (wyjątkiem są tu opaski ślizgowe na pojemnikach). W szczególności elementami które trzeba uwzględnić kalkulując przyszłe koszty utrzymania systemu poczty pneumatycznej są:

- Odległość od siedziby serwisu dostawcy
- Koszty utrzymania pogotowia serwisowego
- Koszty utrzymania stanów części zapasowych
- Gotowość (do świadczenia usług serwisowych)
- Koszty pracy zdalnej serwisu
- Koszty pracy serwisu na terenie szpitala
- Koszty dojazdu pracowników serwisu (licznikowe lub ryczałtowe)
- Koszty utrzymania służb technicznych po stronie szpitala (np. specjalny pracownik oddelegowany do utrzymywania poczty)
- Podatność systemu na zużycie
- Koszty części zużywających się naturalnie (opaski ślizgowe, gumki, zapadki, kliny, elementy mocujące...), jeśli takie występują w danym rozwiązaniu technicznym
- Awaryjność systemu
- Koszty części zamiennych
- Koszty elementów eksploatacyjnych (woreczki)
- Koszty czyszczenia i odkażania

W przypadku oceny realnych kosztów i przygotowywania umowy serwisowej należy jednoznacznie rozstrzygnąć i określić wszystkie elementy kosztów które złożą się na ostateczną wartość umowy serwisowej instalacji. Koszty pracy zdalnej i pracy serwisu

na obiekcie za jedną godzinę efektywnej pracy powinny być znane Klientowi i niezmiennie w ustalonym przez strony okresie czasu.

Praca zdalna może obejmować: konsultacje telefoniczne, ocenę stanu poprzez system zdalnego monitoringu, usuwanie usterek, rekonfigurację systemu, ponowne uruchomienie systemu, aktualizację oprogramowania. Klient powinien płacić wyłącznie za efektywny czas pracy od chwili rozpoczęcia pracy zdalnej do jej zakończenia, wszelkie prace przygotowawcze powinny być kosztami stałymi dostawcy i być uwzględnione w deklarowanych kosztach. Cena powinna obejmować koszty połączeń i transmisji danych oraz instalację niezbędnego oprogramowania do transmisji. Wszystkie aktualizacje oprogramowania powinny być bezpłatne.