

Gigasetpro

N870 IP PRO

System Multicell

Wytyczne dotyczące projektowania i
pomiarów

BECAUSE IT'S YOUR BUSINESS.

Spis treści

Planowanie wielokomórkowej sieci DECT	3
Komponenty wchodzące w skład N780 IP PRO	3
N780 IP PRO Instalacje	5
Tworzenie klastrów	7
Warunki optymalnej sieci radiowej DECT	9
Planowanie synchronizacji	14
Projektowanie sieci DECT	27
Ustalenie warunków sieci telefonicznej	27
Warunki lokalizacji stacji bazowych	28
Tymczasowe ustalenie lokalizacji stacji bazowych	36
Przeprowadzenie pomiarów	39
Ustalenie wartości granicznych	40
Pomiar zasięgu radiowego projektowanych stacji bazowych	42
Analiza pomiarów	47
Instalacje DECT w szczególnych otoczeniach	49
Indeks	51

Planowanie wielokomórkowej sieci DECT

Niniejszy dokument opisuje czynności niezbędne do instalacji sieci DECT Multicell oraz przeprowadzania pomiarów związanych z optymalnym pozycjonowaniem stacji bazowych. Ponadto dokument zawiera techniczne i praktyczne informacje dodatkowe.

Komponenty wchodzące w skład N780 IP PRO

N780 IP PRO to wielokomórkowy system DECT służący do podłączania stacji bazowych DECT do systemu telefonicznego VoIP. Łączy on telefonię IP z możliwością korzystania z telefonów DECT.



Integrator DECT

Centralny system zarządzania i konfigurowania systemu wielokomórkowego DECT.

Integrator DECT

- zawiera centralną bazę danych dla użytkowników DECT i stacji bazowych
- udostępnia sieciowy interfejs użytkownika do konfigurowania całego systemu DECT
- umożliwia dostęp do konfiguracji wszystkich managerów DECT i ich stacji bazowych

W małych i mniejszych instalacjach, integrator i manager DECT znajdują się w tym samym urządzeniu. W przypadku większych instalacji, integrator jest udostępniany jako maszyna wirtualna.

Manager DECT

Stacja zarządzająca grupą stacji bazowych. W każdej instalacji należy zastosować co najmniej jeden manager DECT.

Manager DECT

- zarządza synchronizacją stacji bazowych w obrębie klastrów
- spełnia rolę bramy aplikacyjnej między sygnałami SIP a DECT
- steruje strumieniem mediów między instalacją telefoniczną a odpowiednimi stacjami bazowymi

Stacje bazowe DECT

- są komórkami radiowymi sieci telefonicznej DECT
- umożliwiają przesyłanie mediów ze słuchawek bezpośrednio do systemu telefonicznego
- udostępniają kanały komunikacyjne dla słuchawek, których liczba zależy od różnych czynników, np. dopuszczalnej szerokości pasma (patrz punkt **Wydajność** → str. 11)

Słuchawki

- Do każdego managera DECT można podłączyć wiele słuchawek, a jednocześnie można prowadzić wiele połączeń DECT (rozmowy VoIP, dostępny do książki telefonicznej lub centrum informacyjnego). Informacje na temat funkcji określonych typów słuchawek współpracujących ze stacjami bazowymi Gigaset podano w wiki.gigasetpro.com.
- Użytkownicy korzystający ze swojej słuchawki mogą odbierać lub nawiązywać połączenia we wszystkich komórkach DECT (**roaming**), jak również przełączać między komórkami DECT w dowolny sposób podczas rozmowy telefonicznej (**handover**). Handover jest możliwy tylko wtedy, gdy komórki są zsynchronizowane.

System telefoniczny

Mogą Państwo połączyć swój system telefoniczny DECT z instalacją telefoniczną VoIP, np.:

- własnym systemem telefonicznym (system on-premise)
- wirtualnym systemem telefonicznym zewnętrznego usługodawcy (rozwiązanie w chmurze, Hosted PBX)
- systemem od usługodawcy VoIP

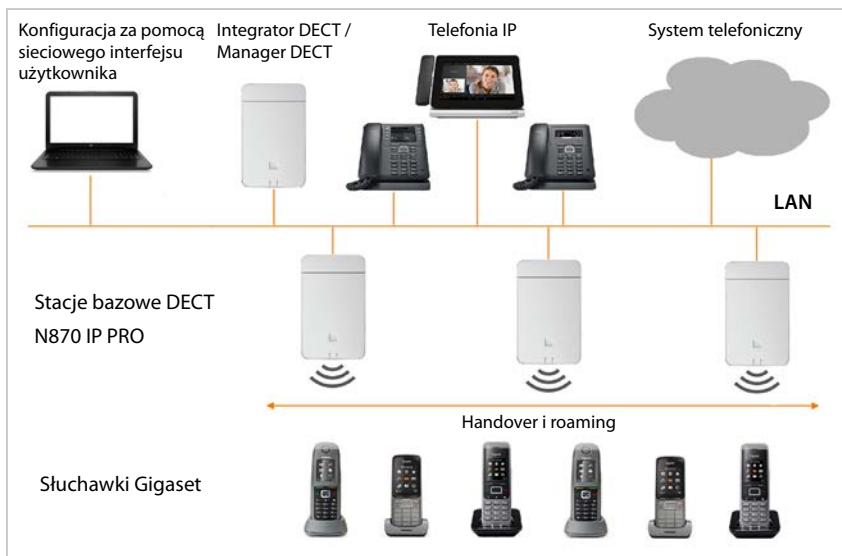
Sieć telefoniczna

- realizuje połączenia do publicznej sieci telefonicznej
- umożliwia centralne zarządzanie połączeniami telefonicznymi, książkami telefonicznymi, automatycznymi sekretarkami, ...

N780 IP PRO Instalacje

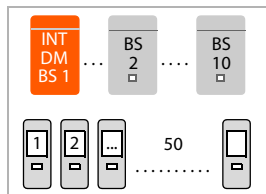
Można instalować N780 IP PRO w różnych stopniach rozwinięcia.

Mniejsze i średnie instalacje



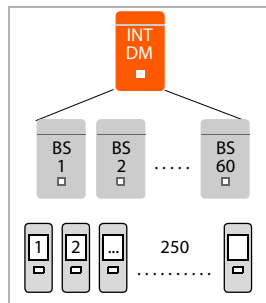
Małe instalacje

- Integrator, manager DECT i stacja bazowa znajdują się na tym samym urządzeniu.
- Można zarządzać maks. 9-cioma kolejnymi stacjami bazowymi.
- Można zalogować maksymalnie 50 słuchawek.

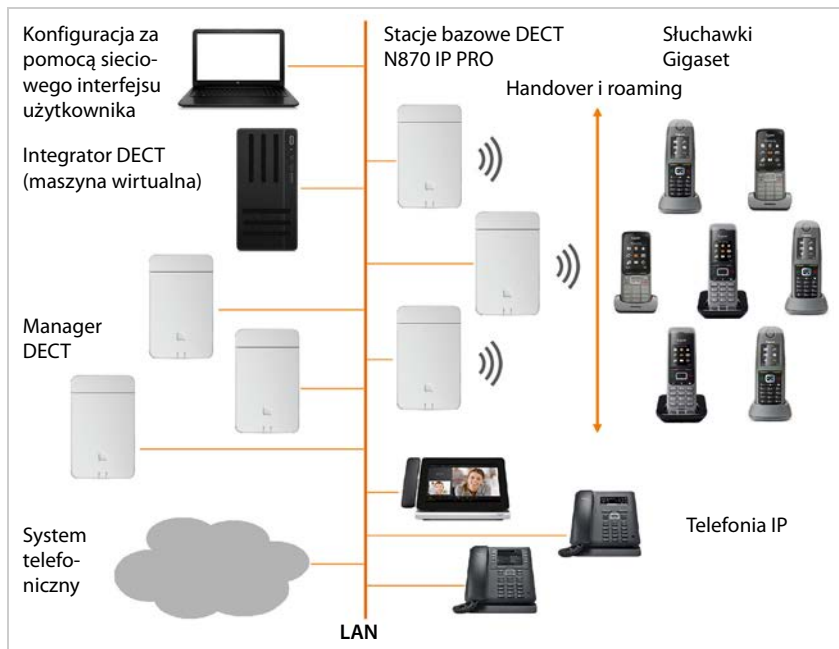


Średnie instalacje

- Integrator i manager DECT znajdują się na tym samym urządzeniu. To urządzenie nie może być stacją bazową.
- Można zarządzać maks. 60-cioma stacjami bazowymi.
- Można zalogować maksymalnie 250 słuchawek.



Duże instalacje

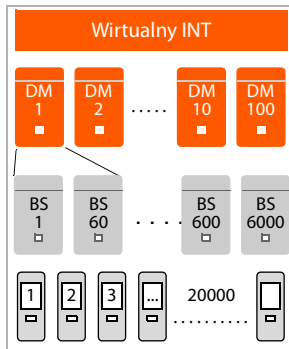


W duże instalacje integrator jest dostępny jako oddzielny komponent systemu. Integrator jest potrzebny, gdy

- system obejmuje ponad 250 słuchawek,
- potrzebnych jest ponad 60 stacji bazowych DECT,
- za pomocą jednego interfejsu internetowego chcą Państwo obsługiwać więcej niż jeden manager DECT,
- chcą Państwo przenosić słuchawki DECT między różnymi managerami DECT / lokalizacjami.

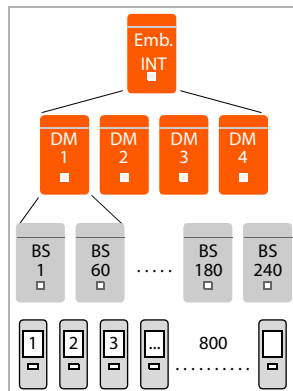
Integrator wirtualny

- Integrator jest obsługiwany przez maszynę wirtualną.
- Można zarządzać maks. 100 managerami DECT.
- W każdym managerze DECT można zarządzać 60 stacjami bazowymi. Razem może ich być 6000.
- Można załogować maksymalnie 20000 słuchawek.



Rola urządzenia: tylko integrator (wbudowany)

- Urządzenie obsługuje tylko Integratora. Na urządzeniu tym nie jest zainstalowany manager DECT ani stacje bazowe.
- Można zarządzać maks. 4 managerami DECT.
- Każdy DECT Manager może zarządzać do 60-oma stacjami bazowymi. Łącznie może ich być 240.
- Można zalogować maksymalnie 800 słuchawek.



Więcej informacji na temat możliwości N780 IP PRO oraz instalacji, konfiguracji i obsługi wymienionych urządzeń Gigaset można znaleźć w odpowiedniej instrukcji obsługi. Są one udostępniane w Internecie pod adresem wiki.gigasetpro.com

Tworzenie klastrów

Klaster obejmuje określoną ilość stacji bazowych managera DECT, które synchronizują się, umożliwiając funkcje handover, roaming oraz wyrównanie obciążenia.

Handover: Połączenie DECT słuchawki zostaje przekazane podczas rozmowy do innej stacji bazowej.

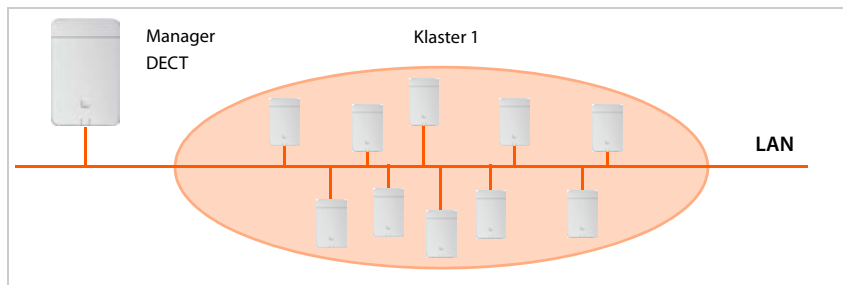
Roaming: Słuchawka będąca w stanie oczekiwania zostaje połączona z nową stacją bazową w systemie.

Wyrównanie obciążenia: Połączenie DECT (dla rozmowy telefonicznej lub innych celów administracyjnych lub specyficznych dla klienta) nie zostaje nawiązane przez aktualną stację bazową całkowicie obciążoną aktywnymi połączeniami DECT lub mediów, lecz zostaje nawiązane przez sąsiednią stacją bazową, która ma wolne zasoby umożliwiające nawiązywanie nowych połączeń DECT. O ile handover i roaming są możliwe między stacjami bazowymi różnych managerów DECT, wyrównanie obciążenia jest możliwe tylko w obrębie jednego managera DECT.

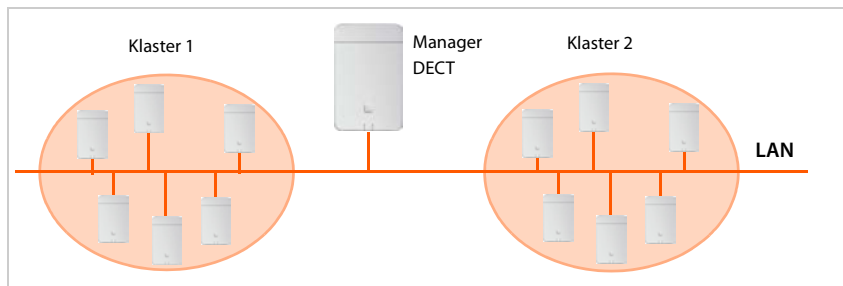
Handover i wyrównanie obciążenia mogą być realizowane tylko przez stacje bazowe, które są ze sobą zsynchronizowane.

Planowanie wielokomórkowej sieci DECT

Zazwyczaj manager DECT zarządza klastrem.

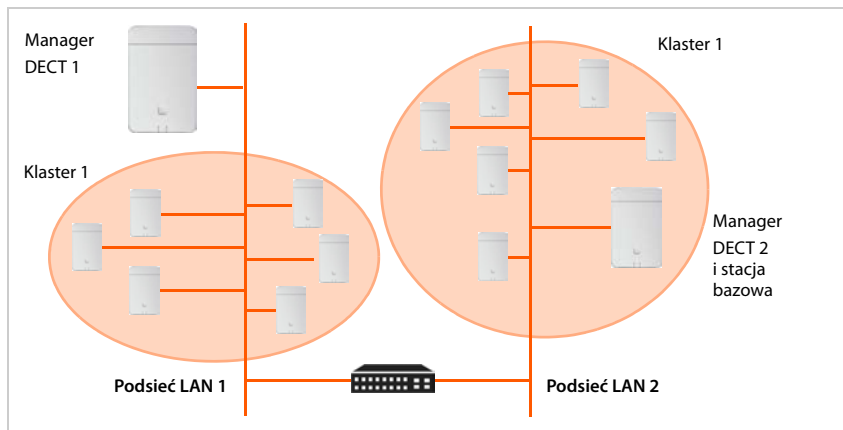


Manager DECT jest połączony poprzez sieć lokalną ze stacjami bazowymi i systemem telefonicznym i tym samym nie jest zależny od zasięgów DECT. Stacje bazowe znajdujące się daleko od siebie można grupować w różne klastry, o ile synchronizacja jest niemożliwa lub utrudniona, lub nie jest potrzebna. Wszystkie stacje bazowe managera DECT muszą przynależeć do tej samej sieci LAN managera DECT.



Duże instalacje

Do instalacji w różnych podsieciach LAN potrzebnych jest kilka managerów DECT z jednym managerem na podsieć. Rola managera DECT w zależności od wydajności lokalnej bazy może być obsługiwana przez to samo urządzenie. Większa ilość managerów DECT jest potrzebna również wtedy, gdy podłączanych jest ponad 250 słuchawek lub więcej niż 60 kanałów podłączeniowych.



W instalacjach z kilkoma managerami DECT funkcje handover i roaming między stacjami bazowymi różnych managerów DECT są możliwe, gdy klastry są zsynchronizowane. Wyrównywanie obciążenia dla połączonej słuchawki z managera DECT, który ew. jest obciążony przez maksymalną liczbę słuchawek, poprzez przeniesienie jej do innego managera DECT jest niemożliwe.

Należy przestrzegać wskazówek w punkcie **Duże instalacje: Zastosowanie większej liczby managerów DECT** → str. 29.

Warunki optymalnej sieci radiowej DECT

Starannie zaplanowana sieć radiowa DECT o wystarczającym zasięgu jest warunkiem prawidłowego działania systemu telefonicznego, dobrej jakości rozmów oraz wydajności wystarczającej do prowadzenia rozmów przez wszystkich użytkowników, we wszystkich budynkach i strefach należących do sieci telefonicznej.

Warunki radiotechniczne montażu instalacji DECT są trudne do oszacowania, ponieważ ma na nie wpływ wiele czynników otoczenia. Dlatego specyficzne warunki należy zmierzyć na miejscu poprzez przeprowadzenie pomiarów. Tylko w ten sposób można ocenić w sposób niezawodny ilość potrzebnych materiałów oraz rozmieszczenie urządzeń radiowych.

Podczas projektowania sieci radiowej DECT należy uwzględnić różne czynniki. Przy decyzji, ile stacji bazowych jest potrzebnych i gdzie mają one być umiejscowione, należy uwzględnić następujące czynniki:

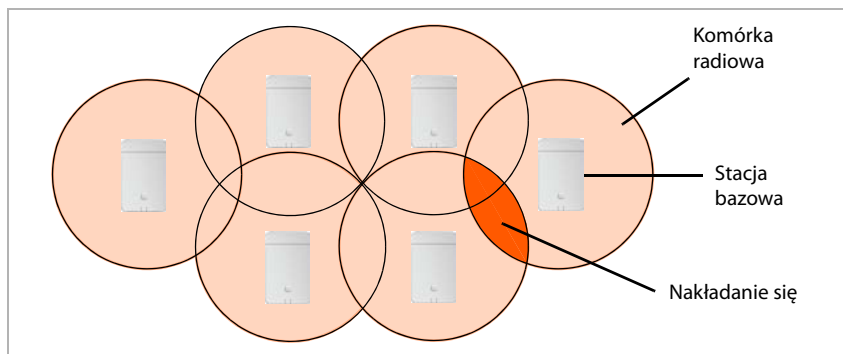
- Wystarczający zasięg DECT na całym terenie, dzięki czemu każdy użytkownik jest osiągalny.
- Wystarczająca liczba kanałów radiowych (szerokość pasma DECT), zwłaszcza w „gorących punktach”, aby uniknąć wąskich gardeł w zakresie wydajności.
- Wystarczające nakładanie się komórek radiowych, co umożliwi synchronizację stacji bazowych oraz swobodę ruchu użytkowników podczas prowadzenia rozmów telefonicznych.

Zasięg sygnału radiowego

Wybór miejsca instalacji stacji bazowych musi gwarantować optymalny zasięg sygnału oraz umożliwić ekonomiczne okablowanie.

Optymalny zasięg sygnału radiowego ma miejsce wtedy, gdy we wszystkich miejscach sieci radiowej osiągnięta jest wymagana jakość odbioru. Musi to być osiągnięte przy minimalnej liczbie stacji bazowych DECT, jeżeli liczą się koszty.

Aby umożliwić sprawne przekierowywanie połączeń głosowych z jednej komórki radiowej do innej (handover), musi istnieć strefa, w której obie stacje bazowe będą dobrze odbierane. W tym celu należy zdefiniować minimalną jakość odbioru.

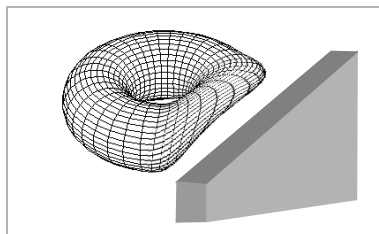
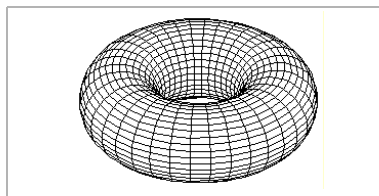


Zasięg radiowy

Zasięg radiowy stacji bazowej w idealnym wypadku jest kolisty, co oznacza, że zarejestrowane słuchawki mogą znajdować się w takiej samej odległości od stacji bazowej bez utraty zasięgu.

Jednak na zasięg radiowy mają wpływ różne czynniki otoczenia. I tak np. przeszkody takie jak ściany lub drzwi metalowe mogą tłumić sygnał radiowy lub zakłócać ich równomierne rozprzestrzenianie się.

Sprawdzić warunki rzeczywiste, którym podlega instalowana sieć radiowa, mierząc zasięg radiowy stacji bazowej do pomiarów w odpowiednich pozycjach.



Wydajność

Aby zagwarantować dostępność użytkowników przy dużym natężeniu ruchu, wydajność komórek musi być wystarczająco duża. Komórka jest w pełni obciążona wtedy, gdy dla określonej stacji bazowej liczba wymaganych połączeń jest większa, niż możliwa liczba połączeń.

Liczba możliwych połączeń równoległych zależy z jednej strony od zatwierdzonych kodeków, które mogą być wykorzystywane dla połączeń. To, które kodeki są zatwierdzone, można ustawić poprzez interfejs internetowy. Z drugiej strony na wydajność ma wpływ rola, jaką przypisano urządzeniu. Gigaset N870 IP PRO można zastosować tylko jako stację bazową, jako manager DECT ze stacją bazową lub jako integrator z managerem DECT i stacją bazową. Należy przy tym uwzględnić, że manager DECT może zarządzać równoległe maksymalnie 60 kanałami komunikacyjnymi.

Poniższa tabela przedstawia maksymalną liczbę możliwych połączeń w zależności od zatwierdzonych kodeków oraz roli urządzenia.

Zatwierdzone kodeki	Tylko BS	BS + DM	Stacja bazowa + DM+ INT
tylko G.711	10	8	5
G.729 i G.711	8	5	5
G.722, G.729 i G.711	5	5	5

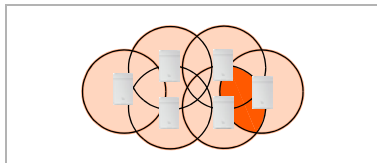


Przy dostawie, w konfiguracji są dozwolone wszystkie kodeki. Jednak kodek szerokopasmowy G.722 musi zostać specjalnie aktywowany.

Istnieją dwie strategie zwiększania wydajności:

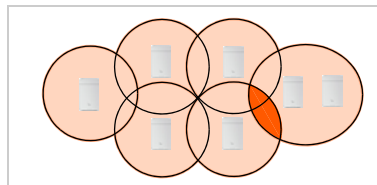
- Zmniejszenie odstępów między stacjami bazowymi

Komórki przy tym nakładają się w większym stopniu, wskutek czego użytkownik uzyskuje dostęp do stacji bazowych komórek sąsiednich. Wskutek tego jakość sygnału radiowego jest lepsza. Przy już zainstalowanych systemach koszty montażu mogą być jednak wyższe.



- Instalacja równoległych stacji bazowych.

Wielkość komórek pozostaje przy tym w znacznym stopniu stała, jednak liczba możliwych połączeń zwiększa się. Ze względu na to, że stacje bazowe są montowane ściśle obok siebie, dodatkowe koszty montażu są niewielkie. Należy jednak przestrzegać minimalnego odstępów między stacjami bazowymi (+ **Warunki techniczne**, str. 30).



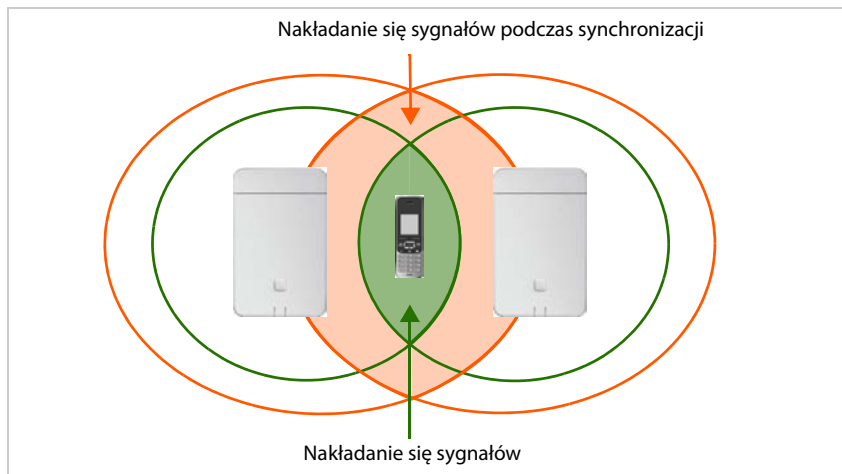
Aby utrzymać koszt urządzeń oraz instalacji i konserwacji na minimalnym poziomie, zazwyczaj użytkownicy starają się stosować jak najmniejszą liczbę stacji bazowych. Mimo to nie można spaść poniżej pewnej minimalnej liczby potrzebnej dla zabezpieczenia wymaganej wydajności oraz pokrycia sygnałem radiowym.



Jeżeli wszystkie kanały radiowe są zajęte, poprzez funkcję wyrównania obciążenia wyszukiwana jest inna stacja bazowa, która może przejąć dane połączenie. Wyrównanie obciążenia powinno jednak następować jedynie w wyjątkowych sytuacjach. Sieć powinna być tak zaprojektowana, aby zawsze była dostępna wystarczająca liczba połączeń. Np. w strefach, w których spodziewany jest duży ruch, potrzebna jest druga stacja bazowa.

Nakładanie się i synchronizacja

Dla zapewnienia sprawnej współpracy w systemie wielokomórkowym DECT, konieczna jest synchronizacja stacji bazowych. Nakładanie się komórek radiowych jest warunkiem synchronizacji stacji bazowych między sobą oraz prawidłowego działania funkcji handover.



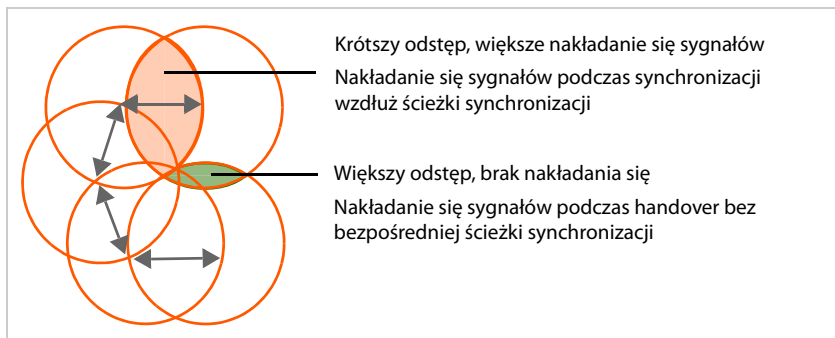
Uważać, aby sygnały między sąsiadującymi komórkami radiowymi nakładały się w sposób prawidłowy.

- Dla zapewnienia synchronizacji, sąsiadujące komórki muszą odbierać od siebie wzajemnie sygnały DECT dobrej jakości.
- Dla zapewnienia funkcji handover, słuchawka musi mieć wystarczającej jakości połączenie do obu stacji bazowych.

Informacje odnośnie wymaganych wartości można znaleźć w punkcie **Ustalenie wartości granicznych** (→ str. 40).

Im bliżej siebie są instalowane stacje bazowe, tym bardziej one się nakładają. Należy tu znaleźć kompromis między rozsądnym pokryciem terenu, a możliwie jak najmniejszą liczbą stacji bazowych.

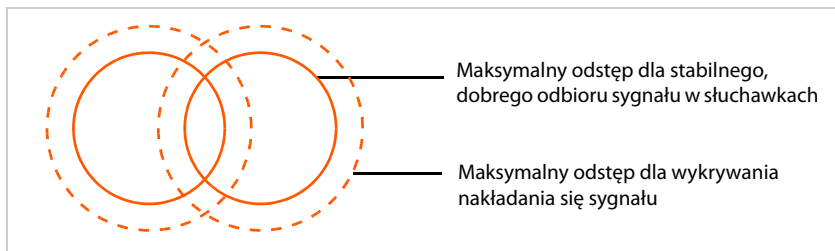
Warunki dla nakładania się synchronizacji wymagają mniejszej odległości między stacjami bazowymi, niż w przypadku handover. Jednak ściśle wymagania mają znaczenie tylko dla stacji bazowych wzdłuż ścieżki synchronizacji. Sąsiednie stacje bazowe, które nie synchronizują się bezpośrednio między sobą, można instalować w większych odstępach od siebie.



Aby utrzymać elastyczną hierarchię synchronizacji, np. jeżeli ścieżki mają być optymalizowane po instalacji, lub jeżeli mają być używane podwójne ścieżki synchronizacji, nie zaleca się planowania krótkich odstępów tylko dla jednej ścieżki synchronizacji. W praktyce zaleca się takie planowanie odstępów, aby synchronizacja DECT była możliwa między większością sąsiadujących stacji bazowych. Oczywiście zależy to również od warunków otoczenia. I tak na przykład grube stropy lub ściany betonowe uniemożliwiają bezpośrednią synchronizację DECT.

Niezbędne nakładanie się sygnałów przy synchronizacji LAN

Jeżeli jakość połączenia w niektórych obszarach jest niewystarczająca, istnieje możliwość synchronizacji stacji bazowych również poprzez LAN. Odstępy między stacjami bazowymi synchronizowanymi przez kabel, mogą być większe, a strefy nakładania się sygnału mniejsze. Jednak również w przypadku takich stacji bazowych, nie można zmniejszyć odstępów aż do minimalnego nakładania się dla handover. Sąsiednie stacje bazowe w każdym wypadku muszą rozpoznawać kanały, które otrzymują sąsiednie stacje bazowe w procesie dynamicznego przypisywania sygnałów, aby w słuchawkach nie nakładały się sygnały dwóch stacji bazowych.



Więcej informacji na temat synchronizacji LAN można znaleźć w instrukcji obsługi „N780 IP PRO – Instalacja, konfiguracja i praca”

Planowanie synchronizacji

Stacje bazowe tworzące wspólnie sieć radiową DECT muszą się synchronizować między sobą. Jest to warunkiem sprawnego przekazania słuchawki między komórkami radiowymi (handover). Między komórkami, które nie są zsynchronizowane, niemożliwe są funkcje handover oraz wyrównanie obciążenia (przy przeciążeniu). W przypadku utraty synchronizacji, stacja bazowa przestaje przyjmować połączenia po zakończeniu wszystkich bieżących rozmów, które są prowadzone przez niezsynchronizowaną stację bazową. Następnie następuje ponowna synchronizacja niezsynchronizowanej stacji bazowej.

Stacje bazowe mogą być synchronizowane „over the air”, tzn. poprzez DECT. Jeżeli połączenie DECT między poszczególnymi stacjami bazowymi wydaje się nie dość niezawodne, to możliwa jest również synchronizacja przez LAN. Aby zaplanować synchronizację, potrzebny jest plan klastrów z poziomami synchronizacji dla każdej stacji bazowej.

Synchronizacja w obrębie klastra następuje zgodnie z procedurą Master-Slave. Oznacza to, że stacja bazowa (synchronizacja Master) definiuje cykl synchronizacji dla jednej lub więcej stacji bazowych (synchronizacja Slave).

Synchronizacja wymaga hierarchii synchronizacji według następujących kryteriów:

- 1 W hierarchii musi istnieć jedno wspólne źródło dla synchronizacji (poziom synchronizacji 1).
- 2 W przypadku synchronizacji przez LAN wymagane są tylko dwa poziome (LAN Master i LAN Slave).
- 3 Podczas synchronizacji DECT zazwyczaj wymagane jest więcej niż dwa poziomy oraz dokładnie jeden przeskok, ponieważ większość stacji bazowych nie może odbierać sygnału DECT od źródła podstawowego synchronizacji (poziom synchronizacji 1). Sygnał DECT, który udostępnia synchronizację timera referencyjnego, jest kierowany dalej w łańcuchu większej ilości stacji bazowych, do momentu zsynchronizowania z ostatnią stacją bazową w łańcuchu synchronizacji.
- 4 Liczba przeskoczków wzdłuż określonej gałęzi w drzewie synchronizacji DECT musi być jak najmniejsza, ponieważ każdy przeskoczek może powodować błędy w synchronizacji czasu i w ten sposób może spowodować pogorszenie jakości synchronizacji.

Wymagania dotyczące synchronizacji (DECT i LAN)

- N870 IP PRO Urządzenia należy podłączać przez port switcha 100 Mb/s poprzez odpowiednie okablowanie. Port Switch musi obsługiwać następujące funkcje:
 - Wiadomości Multicast/Broadcast
 - PoE IEEE 802.3af < 3.8 W (Class 1),
 - VLAN tagging.
- Zaleca odłączenie połączeń VLAN do innych urządzeń sieciowych.
- Zaleca się aktywację mechanizmów Quality of Service.
- DECT Manager i wszystkie stacje bazowe muszą znajdować się w tej samej warstwie 2-segmentowej.

Synchronizacja DECT

Aby przekazywać dalej sygnały synchronizacji ze stacji bazowej A do stacji bazowej B, stacja bazowa B musi być w stanie odbierać sygnały wystarczającej jakości ze stacji bazowej A.

Oznacza to, że siła sygnału między sąsiadującymi ze sobą stacjami bazowymi musi być wystarczająca dla synchronizacji. Wartość orientacyjna to co najmniej -65 dBm, jednak mają na nią wpływ czynniki otoczenia. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w punkcie **Ustalenie wartości granicznych**, → str. 40.



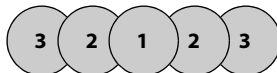
Manager DECT oraz stacje bazowe muszą być połączone z tym samym Ethernetem oraz z tą samą wirtualną siecią LAN, jak również korzystać z jednej i tej samej domeny nadawczej.

Stacja bazowa może synchronizować się z każdą stacją bazową na wyższym poziomie synchronizacji. Koncepcja poziomów synchronizacji umożliwia stacjom bazowym automatyczny wybór najlepszej stacji bazowej (o niższym numerze poziomu synchronizacji), z której odbierane są sygnały synchronizacji. Jednocześnie gwarantuje ona ściśle określoną liczbę przeskoków wzdłuż dowolnej gałęzi drzewa synchronizacji oraz zapobiega zapętłaniu się w automatycznie zoptymalizowanych łańcuchach synchronizacji.

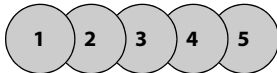
Przypisz każdej stacji bazowej podczas konfiguracji określony poziom w hierarchii synchronizacji (poziom synchronizacji). Poziom synchronizacji 1 to najwyższy poziom. Jest to poziom Master synchronizacji, występuje on tylko raz w każdym klastrze. Stacja bazowa synchronizuje się zawsze automatycznie ze stacją bazową o wyższym poziomie synchronizacji. Jeżeli rozpozna ona stację bazową o wyższym poziomie synchronizacji, to zsynchronizuje się ona ze stacją bazową dostarczającą najlepszy sygnał. Jeżeli nie rozpozna ona stacji bazowej o wyższym poziomie synchronizacji, to nie nastąpi synchronizacja.

Podczas projektowania synchronizacji należy pamiętać o tym, że odstęp od stacji bazowej z poziomem synchronizacji 1 ze wszystkich stron musi być tak krótki, jak to tylko możliwe, tzn. musi mieć jak najmniej poziomów. Dlatego zaleca się, aby na stację bazową z Sync-Level 1 została wybrana ta stacja bazowa, która znajduje się pośrodku sieci DECT.

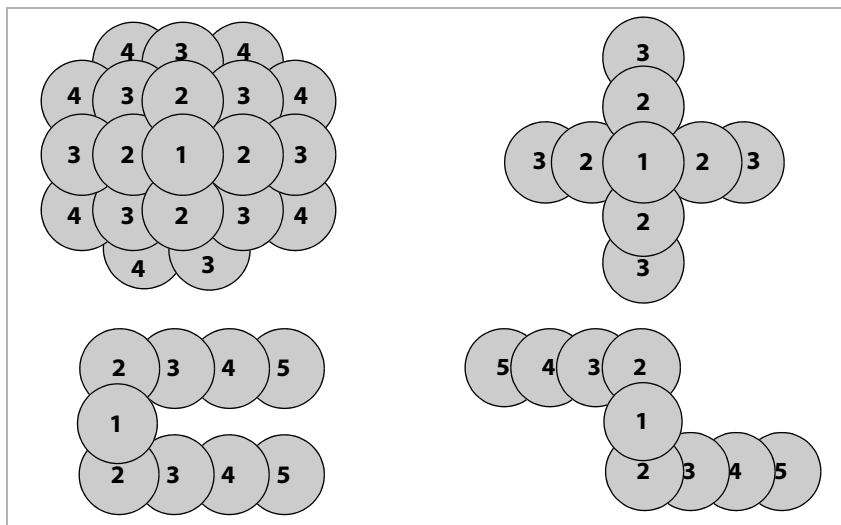
Dobra:



Zła:



W zależności od topologii sieci DECT, hierarchia synchronizacji może np. wyglądać następująco.



Podsumowanie: Podczas synchronizacji opartej o DECT należy przestrzegać następujących zasad:

- W jednym klastrze może być tylko poziom 1.
- Stacja bazowa może synchronizować się z każdą stacją bazową na wyższym poziomie synchronizacji.
- Manager DECT oraz stacje bazowe muszą być połączone tym samym Ethernetem oraz z tą samą wirtualną siecią LAN, obejmującą wspólną domenę nadawczą.
- Należy używać tylko tyle poziomów DECT, ile jest koniecznych.
- Wzdłuż całej ścieżki synchronizacji, między stacjami bazowymi musi być zapewniona wystarczająca jakość sygnału (-65 dBm).
- Ze względu na redundancję podczas planowania należy uwzględnić kilka ścieżek synchronizacji.

Synchronizacja LAN wzdłuż ścieżki synchronizacji

Jeżeli połączenie DECT między stacjami bazowymi wydaje się nie dość niezawodne, aby utworzyć trwałą, stabilną synchronizację radiową przez DECT, np. ponieważ na drodze sygnału znajdują się drzwi metalowe lub ściana przeciwpożarowa, można zdefiniować, aby synchronizacja następowała przez LAN. W tym wypadku stacja bazowa wykorzystuje wyższy poziom synchronizacji, niż LAN Master, z kolei stacja bazowa o niższym poziomie synchronizacji to LAN Slave. Stację bazową trzeba zdefiniować w sposób wyraźny jako LAN Master.

Zalety synchronizacji LAN w porównaniu z synchronizacją DECT:

- Wyższa elastyczność w ułożeniu stacji bazowych, ponieważ nie ma potrzeby tworzenia łańcuchów synchronizacji.
- Wymagana jest mniejsza liczba stacji bazowych, ponieważ nakładają się one w mniejszym stopniu. Zakres nakładania dla handover w słuchawkach mobilnych może być mniejszy, ponieważ sąsiadujące ze sobą stacje bazowe nie muszą komunikować się ze stabilną, bezbłędną jakością. Dla procesu dynamicznego wyboru kanału, musi jednak istnieć możliwość, aby rozpoznawały się one wzajemnie.
- Konfiguracja systemu jest prostsza, ponieważ wszystkie stacje bazowe mogą synchronizować się na jednym Masterze synchronizacji.

Wymagania

Wymagania dotyczące sieci

- Urządzenia N780 IP PRO należy podłączać przez 100 Mb/s poprzez odpowiednie okablowanie.
- Dla alternatywnego zewnętrznego zasilania elektrycznego obowiązuje: PoE IEEE 802.3af < 3.8 W (klasa 1).
- Manager DECT oraz wszystkie jego stacje bazowe muszą znajdować się w tym samym segmencie poziomu 2 (wspólna domena nadawcza).

Wymagania dotyczące synchronizacji LAN:

- W miarę możliwości niewielka liczba przeskoków między stacjami bazowymi Master i Slave.
- W celu pośredniczenia wewnętrznego i Uplink należy używać switchów Enterprise Class \geq 1 Gb/s.
- QoS oparty na VLAN może pomóc zminimalizować wahania w opóźnieniach pakietów. VLAN oparty na portach switcha może izolować transmisję danych ze stacji bazowych innych urządzeń.
- DSCP (Differentiated Services Codepoint) oparty na QoS może okazać się jeszcze wydajniejszy.

Tagowanie DSCP:

Synchronizacja przez LAN: PTPv2, DLS (zastrzeżony): DSCP=CS7=56

RTP: DSCP=EF=46

SIP: DSCP=AF41=34

Planowanie wielokomórkowej sieci DECT

- Synchronizacja przez LAN wiąże się z intensywnym użyciem IP multicasts, które muszą być obsługiwane przez switche.

Adresy docelowe i porty dla multicast:

PTPv2: 224.0.1.129 UDP przez porty 319/320

Własnościowy protokół DLS: 239.0.0.37 UDP przez porty 21045/21046

Switche połączone kaskadowo dla tych pakietów multicast wymagają przełączenia uplink, aby umożliwić synchronizację LAN między klastrami. W przeciwnym wypadku należy skonfigurować izolowane klastry LAN sync, które będą synchronizowane przez DECT.

- IGMP snooping jest obsługiwane i powinno być obsługiwane przez switch, aby skonfigurować dystrybucję multicast i ograniczyć ją do synchronizacji LAN stacji bazowych.

Wahania dokładności w opóźnieniu pakietów (Packet Delay Jitter)

Dla pomyślnej synchronizacji przez LAN jest decydujące dla utrzymywania wahań dokładności w opóźnianiu pakietów (Packet Delay Jitter). Ze względu na to, że parametry przesyłu LAN mogą mieć wpływ na opóźnienie pakietów oraz na jitter, wymagane są specjalne switchy i nie wolno przekroczyć określonej maksymalnej liczby przeskoków, aby uzyskać wystarczająco niski jitter opóźniania pakietów.

Uwzględnić następujące punkty:

- Im mniej jest przeskoków przełączenia, tym mniejsze jest opóźnienie pakietów oraz ich jitter.
- Im większa jest szerokość pasma i jakość używanych switchy w odniesieniu do opóźnienia pakietów oraz ich jitter, tym mniejsze jest opóźnienie pakietów oraz jitter opóźnienia pakietów.
- Ulepszona logika przetwarzania pakietów (jak przełączanie L3 lub inspekcja pakietów) mogą poważnie wpływać na wynikający stąd jitter opóźnienia pakietów. Jeżeli jest to możliwe, należy je wyłączyć dla Gigaset N870 IP PRO stacji bazowych, które są połączone z portami switchy.
- Znacznie większa wymiana danych w switchu w odniesieniu do maksymalnej przepustowości może wpłynąć bardzo negatywnie na jitter opóźniania pakietów.
- Priorytetyzacja pakietów LAN w oparciu o VLAN może okazać się pomocna przy minimalizowaniu opóźnień pakietów oraz ich jitteru dla Gigaset N870 IP PRO stacji bazowych.

Synchronizacja LANselektywna względem klastrów

Synchronizacja LAN składa się z dwóch poziomów:

- PTP standard, dzielony w obrębie domeny IP multicast przez wszystkich managerów DCT (numery klastrów od 1-c do 7-c)
- Zastrzeżony DLS (DECT over LAN Sync), synchronizujący klastry w sposób izolowany w obrębie managera DECT (numery klastrów od 8-i do 15-i)

Numery klastrów od 1-C do 7-c

- tworzą wspólną domenę synchronizacji PTP
- Manager DECT można rozdzielić na kilka domen DLS (klastrów):
 - Maksymalnie jeden LAN Master na klaster
 - Podział na klastry dla synchronizacji LAN jest możliwy w obrębie managera DECT
 - podobnie jak w przypadku synchronizacji DECT
- DLS Sync Master i Slave wyszukują odpowiedniego managera DECT i numery klastra
- W przypadku każdego managera DECT jako cluster managera DECT może być wykorzystanych kilka domen DLS
- Wewnętrzna synchronizacja DM LAN jest możliwa tylko z odpowiednim numerem klastra (niezależnie od domeny PTP)

Numery klastrów od 8-i do 15-i

- tworzą izolowaną domenę synchronizacji PTP dla każdego z tych numerów klastra
- Managerów DECT można rozdzielić na kilka domen DLS (klastrów):
 - Maksymalnie jeden LAN Master na klaster
 - Podział na klastry dla synchronizacji LAN jest możliwy w obrębie managera DECT
 - podobnie jak w przypadku synchronizacji DECT
- DLS Sync Master i Slave wyszukują odpowiedniego managera DECT i numery klastra
- W przypadku każdego managera DECT jako cluster managera DECT może być wykorzystanych kilka domen DLS
- Wewnętrzna synchronizacja DM LAN jest możliwa tylko z odpowiednim numerem klastra (niezależnie od domeny PTP)

Jeden klaster tworzący izolowaną domenę PTP musi mieć własnego Mastera LAN.

Managery DECT tworzące wspólną domenę zsynchronizowaną poprzez LAN muszą wykorzystywać numer klastra wspólnej domeny (1..7), lub identyczny numer klastra izolowanej domeny (8..15).

Managery DECT wykorzystujące różne domeny PTP (numery klastra 8..15) nie mogą być zsynchronizowane poprzez regułę synchronizacji LAN dla różnych managerów DECT (referencja=**Węzeł nadrzędny sieci LAN DM x**), lecz jedynie za pomocą reguły synchronizacji DECT dla różnych managerów DECT.

Aspekt numerów klastrów dla wspomnianej domeny PTP jest istotny tylko dla stacji bazowych LAN Master i LAN Slave. Dla synchronizacji DECT numery klastrów nie mają żadnego znaczenia, z wyjątkiem pomocy w ich identyfikacji.

Akceptowalne wahania dokładności (jitter) w sieci do synchronizacji LAN

Synchronizacja LAN jest oparta na konstrukcji dwuwarstwowej:

- Używany jest natywny PTPv2, aby synchronizować wspólny timer referencyjny dla wszystkich zaangażowanych stacji bazowych.

Wartością referencyjną jakości docelowej przy udostępnianiu wystarczającej synchronizacji PTP wzdłuż stacji bazowych jest **Odchylenie PTP < 500 ns** (rms). Dla tej synchronizacji PTP akceptowane są nieliczne odchylenia > 500 ns. Można utworzyć pierwsze ostrzeżenia. Jeżeli odchylenie pakietów synchronizacji PTP w sposób ciągły przekracza 500 ns, synchronizacja PTP jest uznawana za przerwana. Rozpoczyna się nowa procedura startu synchronizacji.

- W oparciu o synchronizacji PTP LAN Master oraz LAN Slave ustawiają swój timer referencyjny DECT na wspólny odstęp czasowy względem ogólnego timera referencyjnego PTP. To wspólne przesunięcie jest stale kontrolowane przy pomocy własnego kanału komunikacji. Wartość referencyjna jakości docelowej tego poziomu synchronizacji jest określana przez kontrolę odchylenia timera referencyjnego DECT. **Odchylenie synchronizacji LAN DECT mniejsze niż 1000 ns**. Prawidłową wartością średnią byłoby 500 ns (rms).

Aby spełniać te kryteria, same switchy niekoniecznie muszą obsługiwać PTP. Jednakże w sieci należy uwzględnić wyżej podane wytyczne.



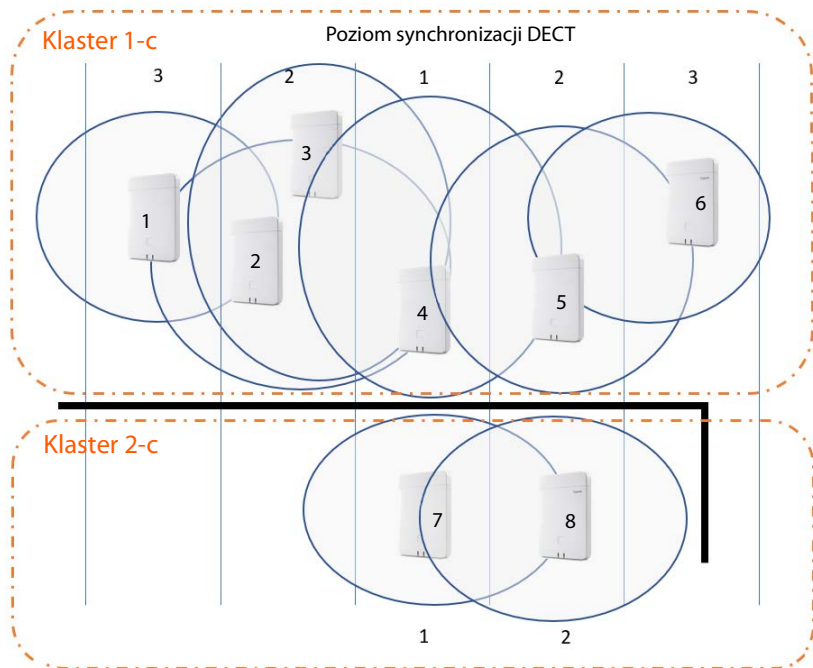
Więcej informacji na temat PTP można znaleźć na stronie wiki.gigasetpro.com.

Przykładowe scenariusze dla małych / średnich systemów (klastry z managrem DECT)

Synchronizacja dla funkcji handover między stacjami bazowymi w obrębie klastra zarządzanego przez manager DECT jest konfigurowana za pomocą konfiguratora sieciowego poprzez administrację stacji bazowych. Poniżej podano kilka przykładowych scenariuszy. Wyczerpujące informacje można znaleźć w N780 IP PRO podręczniku administratora.

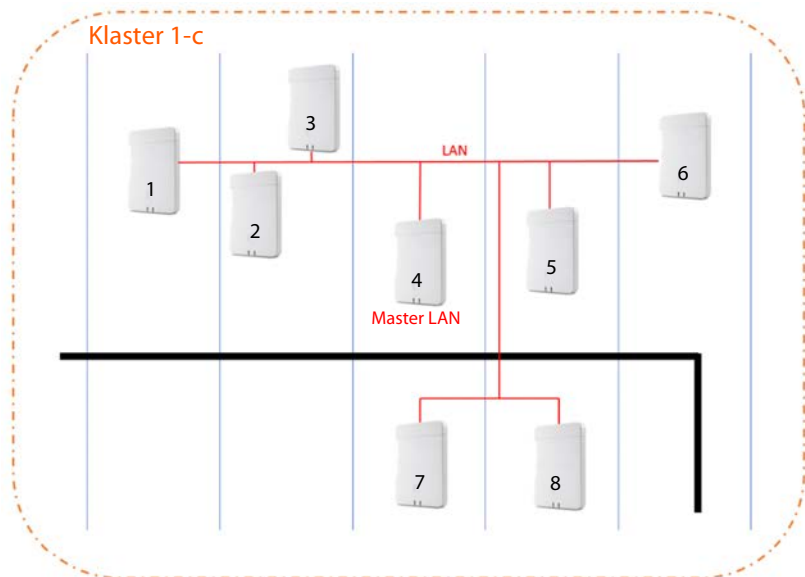
Scenariusz 1: Tylko DECT

- Otoczenie umożliwia stabilną synchronizację „over the air”.
- Cluster 1-c został skonfigurowany, aby zagwarantować Handover, Roaming i wyrównanie obciążenia.
- Stacja bazowa pośrodku należy do poziomu DECT 1, co umożliwia redukcję ilości poziomów synchronizacji.
- Otoczenie blokuje sygnały DECT (np. przejście przez drzwi przeciwpożarowe).
- Drugi klastrowy 2-c został skonfigurowany, aby pokryć obszar niedostępny dla klastra 1-c.
- Brak funkcji Handover (aktywne rozmowy zostają przerwane podczas przejścia z jednego klastra do drugiego).
- Roaming między klastrami jest możliwy (słuchawki będące w stanie spoczynku mogą przemieszczać się między klastrami).



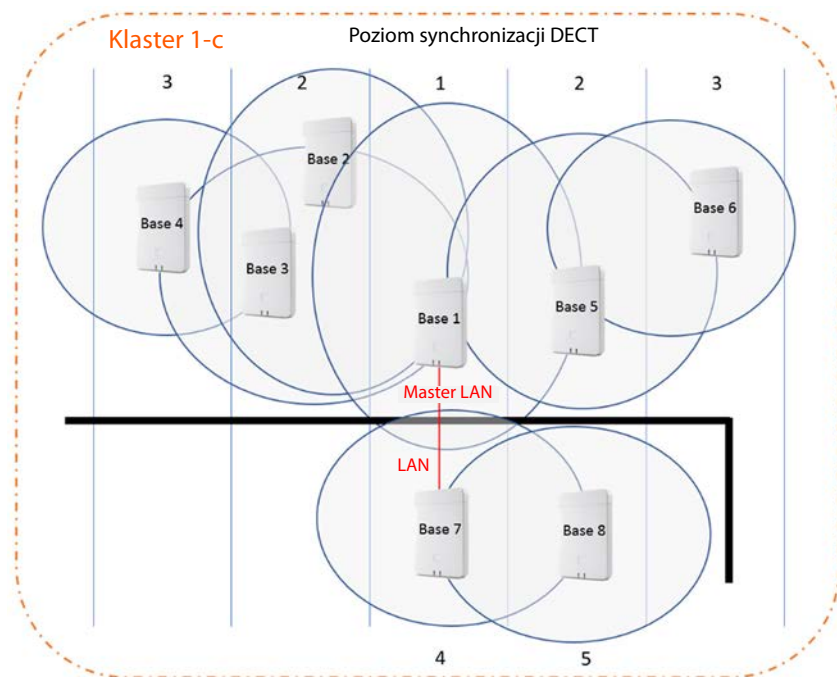
Scenariusz 2: Tylko LAN

- Należy skorzystać z takiej konfiguracji, gdy spełnione są wszystkie wymagania odnośnie konfiguracji LAN.
- Cluster 1-c został skonfigurowany, aby zagwarantować handover, roaming i wyrównanie obciążenia.
- Stacja bazowa 4 jest skonfigurowana jako Master LAN.
- Poziom DECT nie ma znaczenia dla samej synchronizacji LAN.
- Handover i roaming są możliwe w całym otoczeniu DECT.
- To że wykorzystywana jest synchronizacja LAN nie oznacza, że zasięg sygnału DECT nie ma znaczenia.



Scenariusz 3: Konfiguracja mieszana DECT-LAN

- Należy skorzystać z takiej konfiguracji, jeżeli w Państwa otoczeniu wprawdzie możliwa jest głównie synchronizacja DECT, jednak ze szczególnych względów nie zawsze może ona być zapewniona, np. przy przejściu przez drzwi przeciwpożarowe.
- Cluster 1-c został skonfigurowany, aby zagwarantować handover, roaming i wyrównanie obciążenia.
- Stacja bazowa 1 w centrum należy do poziomu DECT 1, co umożliwi redukcję ilości poziomów synchronizacji.
- Stacja bazowa 1 o poziomie DECT 1 jest skonfigurowana jako Master LAN.
- Dla każdej stacji bazowej pod Masterem LAN można w sposób indywidualny decydować, czy mają one być synchronizowane przez DECT czy też przez LAN.
- Stacja bazowa 7 jest synchronizowana przez LAN i ma poziom 4 synchronizacji DECT.
- Stacja bazowa 8 synchronizuje się przez DECT ze stacją bazową 7, dlatego synchronizacja DECT ma poziom 5.



Przykładowe scenariusze dla dużych systemów (klaster z kilkoma managerami DECT)

Synchronizacja dla funkcji handover między sieciami bazowymi w klastrach zarządzanych przez różne managery DECT jest ustawiana przez konfigurator internetowy w zarządzaniu managerami DECT. Poniżej zamieszczono kilka przykładów opartych na managerach DECT: Wyczerpujące informacje można znaleźć w podręczniku administratora.N780 IP PRO

Scenariusz 1: DECT – DECT – DECT

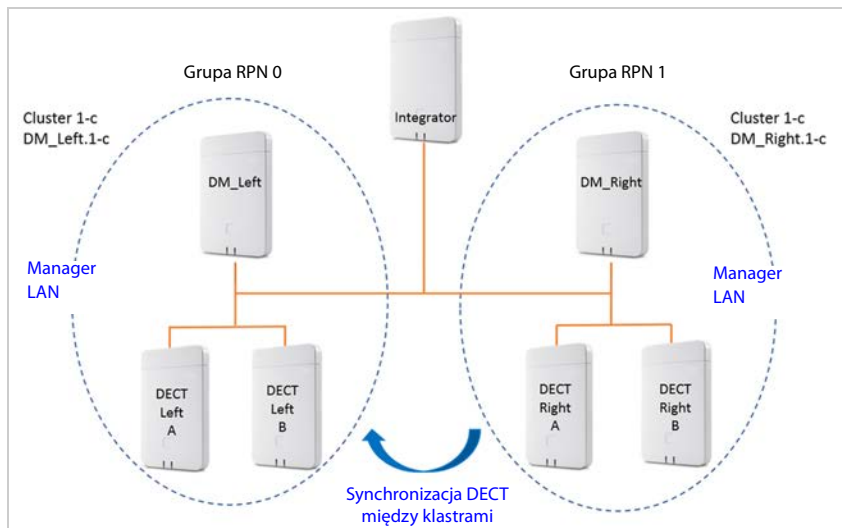
- Integrator (wirtualny lub wbudowany).
- Dwa urządzenia z rolą „Tylko manager DECT”.
- Każdy manager DECT ma dwie stacje bazowe DECT.
- Klaster 1-c po lewej stronie wykorzystuje synchronizację DECT.
- Klaster 1-c po prawej stronie również wykorzystuje synchronizację DECT (nawet jeżeli nazwa jest ta sama, jest to inny klaster, ponieważ należy on do innego managera DECT).
- Między klastrami również stosowana jest synchronizacja DECT.

Zaleta:

- Użytkownicy mogą poruszać się w systemie wyposażonym w handover i roaming.
- Wyłącznie synchronizacja DECT, brak konieczności synchronizacji LAN.

Uwaga:

- W całym systemie musi być zapewniona wystarczająca jakość sygnału DECT, również między klastrami.
- Każdy manager DECT musi należeć do innej grupy RPN.



Scenariusz 2: DECT – DECT – LAN

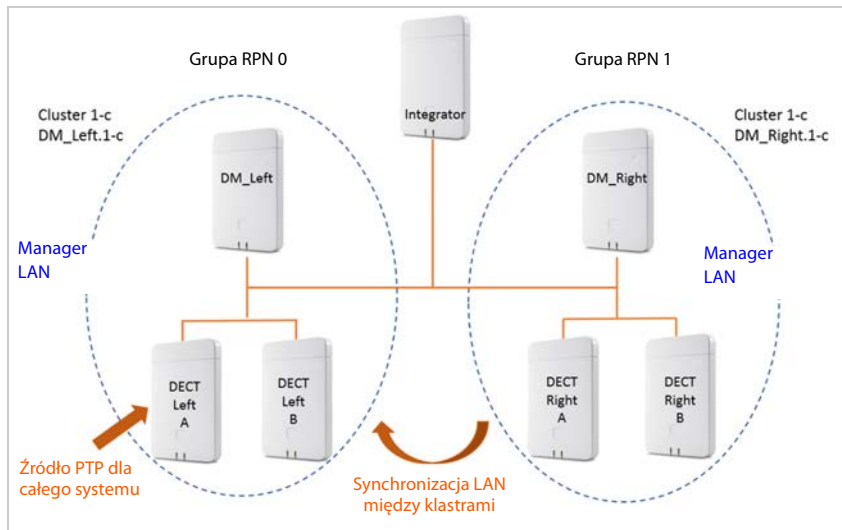
- Integrator (wirtualny lub wbudowany).
- Dwa urządzenia z rolą „Tylko manager DECT”.
- Każdy manager DECT ma dwie stacje bazowe DECT.
- Klaster 1-c po lewej stronie wykorzystuje synchronizację DECT.
- Klaster 1-c po prawej stronie również wykorzystuje synchronizację DECT (nawet jeżeli nazwa jest ta sama, jest to inny klaster, ponieważ należy on do innego managera DECT).
- Między klastrami stosowana jest synchronizacja LAN.
- Stacja bazowa **DECT_Left_A** jest źródłem PTP (Master LAN).

Zaleta:

- Użytkownicy mogą poruszać się w systemie wyposażonym w handover i roaming.
- Synchronizacja między klastrami jest niemożliwa, ponieważ sygnał DECT nie jest wystarczająco silny. Rozwiązaniem jest synchronizacja LAN.

Uwaga:

- Sieć kliencka między klastrami musi być odpowiednia dla synchronizacji LAN. Wymagany jest przy tym większy nakład pracy na synchronizację, niż przy synchronizacji DECT.



Scenariusz 3: LAN – LAN z izolowaną domeną PTP – DECT

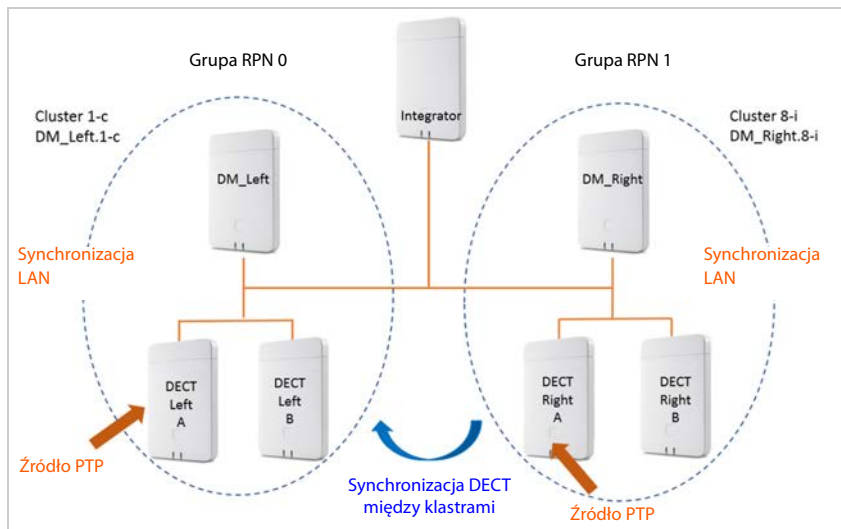
- Integrator (wirtualny lub wbudowany).
- Dwa urządzenia z rolą „Tylko manager DECT”.
- Każdy manager DECT ma dwie stacje bazowe DECT.
- Klaster 1-c po lewej stronie wykorzystuje synchronizację LAN.
- Klaster 8-i po prawej stronie wykorzystuje synchronizację LAN (Cluster 8-i to pierwszy izolowany klaster)
- Między klastrami stosowana jest synchronizacja DECT.
- Stacja bazowa **DECT Left A** jest źródłem PTP (Master LAN) dla klastra 1-c
- Stacja bazowa **DECT Right A** jest źródłem PTP (Master LAN) dla klastra 8-i

Zaleta:

- Użytkownicy mogą poruszać się w systemie wyposażonym w handover i roaming.

Uwaga:

- Sieć kliencka między klastrami musi być odpowiednia dla synchronizacji LAN. Wymagany jest przy tym większy nakład pracy na synchronizację, niż przy synchronizacji DECT.
- Każdy manager DECT musi należeć do innej grupy RPN.



Więcej przykładów można znaleźć na stronie wiki.gigasetpro.com.

Projektowanie sieci DECT

Przy konstruowaniu sieci DECT należy uwzględnić kilka warunków dotyczących z jednej strony wymogów wobec użytkowników systemu telefonicznego, a z drugiej strony wymogów technicznych sieci radiowej DECT. Dlatego niezbędne jest uwzględnienie oraz przeanalizowanie tych aspektów podczas fazy projektowania.

Przy projektowaniu sieci DECT należy wykonać następujące czynności:

- Najpierw ustalić wymagania dla sieci telefonicznej i zebrać informacje dotyczące warunków otoczenia dla sieci radiowej DECT.
- Ustalić, ile stacji bazowych będzie potrzebnych i jaka będzie ich przewidywana najlepsza lokalizacja. Utworzyć plan instalacji dla stacji bazowych.
- **Duże instalacje:** Ustalić, ile managerów DECT będzie potrzebnych. Dodatkowy manager DECT jest potrzebny, jeżeli stacje bazowe nie znajdują się w tej samej podsieci LAN, jeżeli stosowanych jest więcej niż 60 stacji bazowych i/lub gdy stosowanych jest ponad 250 słuchawek. Można zastosować maksymalnie 100 managerów DECT. W systemie z wieloma managerami DECT potrzebny jest integrator pracujący jako maszyna wirtualna (→ str. 6).
- Przeprowadzić pomiary, aby sprawdzić, czy pozycje stacji bazowych odpowiadają pozycjom przyjętym w wymaganiach oraz czy jakość sygnału i głosu jest wszędzie wystarczająca. W razie potrzeby zmienić plan instalacji, aby zoptymalizować sieć radiową DECT.

Ustalenie warunków sieci telefonicznej

Ustalić odpowiedzi na następujące pytania, aby sprawdzić wymagania dotyczące sieci telefonicznej:

Użytkownicy i ich zachowanie

- Ilu pracowników ma mieć możliwość telefonowania i ilu z nich musi to robić jednocześnie?
 - Ile słuchawek jest potrzebnych?
 - Ile stacji bazowych jest potrzebnych?
- Gdzie ma być zapewniony całkowity zasięg umożliwiający telefonowanie?
 - W których budynkach (piętra, klatka schodowa, piwnica, garaż podziemny)?
 - Na zewnątrz (na drogach dla pieszych, na parkingu)?
Odnosnie tego należy przestrzegać wskazówek w punkcie **Na zewnątrz** → str. 50.
 - Jak jest rozmieszczenie lokalne słuchawek?
- Jak często wykonywane są połączenia?
 - W jaki sposób użytkownicy korzystają z systemu telefonicznego? Jak długo trwa przeciętna rozmowa?
 - Gdzie znajdują się hot spoty, tzn. gdzie jednocześnie przebywa większa liczba użytkowników (open space, stołówka, kawiarnia, ...)?
 - Gdzie odbywają się telekonferencje? Jak często odbywają się telekonferencje i jak długo trwają?

Warunki otoczenia

- Jak skonstruowany jest budynek, w którym ma być zapewniony zasięg sieci radiowej DECT?
 - Cała powierzchnia wymaganego pokrycia radiowego
 - Liczba i wymiary pomieszczeń, plan budynku,
 - liczba pięter, piętra podziemne
 - ▶ Zamówić projekt budynku zawierający pozycje i wymiary, na którym będzie można udokumentować projektowaną instalację.
- Z czego wykonany jest budynek?
 - Z jakich materiałów i jaką techniką skonstruowany jest budynek?
 - Jaki typ okien ma budynek (np. okna lustrzane)?
 - Jakich modyfikacji konstrukcyjnych można spodziewać się w najbliższym czasie?
- Jakie można rozpoznać czynniki zakłócające?
 - Z czego są wykonane ściany (beton, cegły, ...)?
 - Gdzie znajdują się dźwigi osobowe, drzwi przeciwpożarowe itp.?
 - Jakie meble i jakie urządzenia są obecne lub planowane?
 - Czy w pobliżu znajdują się inne źródła sygnału radiowego?

Wyczerpujące informacje dotyczące cech materiałów i czynników zakłócających można znaleźć w → str. 34.

Warunki lokalizacji stacji bazowych

Warunki N780 IP PRO

Podczas projektowania trzeba uwzględnić, w jakim stopniu ma być rozbudowany system Gigaset N780 IP PRO Multicell, jakie kodeki są wykorzystywane i jaką rolę spełnia zastosowane urządzenie.

Instalacja

- **Mała instalacja:** wymaga urządzenia Gigaset N780 IP PRO spełniającego rolę integratora / managera DECT / stacji bazowej i może zarządzać maks. 10-cioma stacjami bazowymi i maks. 50-cioma słuchawkami.
- **Średnia instalacja:** urządzenie Gigaset N780 IP PRO spełnia rolę integratora / managera DECT i może obsługiwać do 60 stacji bazowych i 250 słuchawek
- **Duża instalacja:** umożliwiała zastosowanie do 100 managerów DECT i może obsługiwać do 6 000 stacji bazowych i 20 000 słuchawek.

Więcej informacji na temat instalacji → str. 5

Kodek i szerokość pasma

Liczba możliwych połączeń równoległych zależy od zatwierdzonych kodeków.

- Jeżeli dopuszczony jest wyłączny kodek G.711, to stacja bazowa może jednocześnie realizować do dziesięciu połączeń.
- Jeżeli dopuszczone są kodeki G.729 i G.711, to stacja bazowa może jednocześnie realizować do ośmiu połączeń.
- Jeżeli dopuszczony jest kodek szerokopasmowy G.722 (**HD-voice**), to stacja bazowa może jednocześnie realizować do pięciu połączeń.

Rola urządzenia

Liczba możliwych połączeń bezpośrednich zmniejsza się, gdy urządzenie Gigaset N780 IP PRO oprócz bycia stacją bazową jest jednocześnie managerem DECT lub integratorem i managerem DECT (→ str. 11).

Duże instalacje: Zastosowanie większej liczby managerów DECT

Przy zastosowaniu większej liczby managerów DECT należy uwzględnić następujące punkty:

- Dla funkcji roaming i handover poza granice managera DECT, sąsiadujące stacje bazowe muszą być zsynchronizowane. Zazwyczaj synchronizacja odbywa się tylko w obrębie klastra, tzn. roaming i handover poza granice managera DECT są niemożliwe. Synchronizacja poza granice managera DECT może zostać zsynchronizowana tylko poprzez interfejs sieciowy integratora.
- Proces roamingu między dwoma managerami DECT (jedna słuchawka przełącza się między jedną komórką radiową a komórką radiową stacji bazowej, która jest zarządzana przez innego managera DECT) następuje nie do końca płynnie, możliwe są opóźnienia trwające kilka sekund. Dlatego przejścia między managerami DECT nie powinny znajdować się w strefach sieci DECT, w których jest duży ruch osób.
- Jeżeli ma być możliwy roaming między stacjami bazowymi różnych managerów DECT, należy zaplanować określoną wydajność dla słuchawek gości z innych managerów DECT. W zależności od liczby spodziewanych gości, maksymalna liczba słuchawek (250) zarezerwowanych w jednym managerze DECT może być mniejsza. Aby roaming był możliwy w dowolnym momencie, zarezerwowanych powinno być maksymalnie 80% spośród maksymalnej możliwej liczby, tzn. ok. 200 słuchawek.
- Sąsiedni managerzy DECT muszą należeć do różnych grup RPN. Również to ustawienie jest dostępne w interfejsie sieciowym integratora.

Warunki techniczne

Następujące wartości mogą być wykorzystywane jako orientacyjne dla projektowania. Są to przy tym wartości, na które mają wpływ warunki otoczenia i które z tego powodu muszą być kontrolowane przez pomiary.

- Zasięg sygnału radiowego stacji bazowej DECT dla słuchawek wynosi (wartości orientacyjne)
 - do 50 m wewnątrz budynków
 - do 300 m na zewnątrz

Te wartości orientacyjne nie dotyczą maksymalnego możliwego odstępów między dwoma stacjami bazowymi. Aby można było zapewnić handover słuchawki z komórki radiowej jednej stacji bazowej do komórki radiowej drugiej stacji bazowej, odstęp ten musi wynikać z wymaganej strefy nakładania.

- Uwzględnić wystarczająco duże strefy nakładania się między sąsiadującymi komórkami. Dla zapewnienia sprawnej obsługi funkcji handover powinno wystarczyć nakładanie się sygnału na odległości przestrzennej od -5 do 10 metrów przy wystarczającej sile sygnału, nawet w przypadku osoby poruszającej się szybko pieszo. Sąsiadujące stacje bazowe muszą odbierać się wzajemnie z wystarczającą siłą sygnału, aby gwarantować synchronizację i handover (→ str. 40).

Projektowanie sieci DECT

- Zachowując wystarczający odstęp między stacjami bazowymi, ponieważ mogą one sobie wzajemnie przeszkadzać. Wielkość minimalnego odstępu zależy od panujących warunków. Jeżeli nie ma żadnych przeszkód, wymagany odstęp może wynosić nawet od 5 do 10 metrów. Jeżeli między stacjami znajduje się ściana lub sprzęty pochłaniające sygnał, wówczas może wystarczyć odległość od 1 do 2 metrów.
Informacje odnośnie możliwych zakłóceń można znaleźć w punkcie **Charakterystyka materiałów i czynniki zakłócające** → str. 34.
- W kierunku poziomym możliwe są dobre połączenia nawet za 2–3 ścianami z cegły. W kierunku pionowym oraz na parterze i w piwnicy sygnał niemal nie przenika przez stropy żelbetowe, co oznacza, że ew. konieczne jest zaopatrzenie każdego piętra w oddzielną stację.
- W przypadku budynków wolno stojących należy pamiętać, że późniejsze umeblowanie oraz wyposażenie w urządzenia (maszyny, przegrody...) ma wpływ na działanie systemu.
- Otwory w przeszkodach poprawiają warunki radiotechniczne.
- Należy uwzględnić ewentualne czynniki zakłócające sygnał (→ str. 34).

Wytyczne dotyczące montażu

Przy montażu stacji bazowych DECT należy uwzględnić następujące czynniki::

- Dla pokrycia sygnałem wnętrza budynku, zawsze montować stacje bazowe wewnątrz. Informacje na temat montażu na zewnątrz, → str. 50.
- Najlepsza wysokość montażu stacji bazowej zależy od wysokości pomieszczenia wynosi od 1,8 do 3 m. Jeżeli stacje bazowe zostaną zamontowane niżej, mogą wystąpić zakłócenia związane z meblami lub przenośnymi przedmiotami. Należy przestrzegać minimalnego odstępu 0,50 m od stropu.
- Zaleca się montaż wszystkich stacji bazowych na tej samej wysokości.
- Stacje bazowe Gigaset N780 IP PRO potrzebują połączenia ethernetowego z systemem telefonicznym, tzn. musi istnieć możliwość podłączenia do sieci LAN.
- Stacje bazowe Gigaset N780 IP PRO są zasilane elektrycznie przez PoE (Power over Ethernet, IEEE 802.3af). Nie wymagają one więc zwykle oddzielnego zasilania elektrycznego. Jeżeli jednak używany jest switch ethernetowy nieobsługujący PoE, można zamiast tego użyć iniektora PoE. Jeżeli w pobliżu stacji bazowej istnieje możliwość podłączenia do sieci elektrycznej, to do zasilania elektrycznego można wykorzystać również zasilacz dostępny oddzielnie.
- Nie montować stacji bazowej nad sufitami podwieszanymi, w szafach lub w innych zamkniętych elementach wyposażenia. Zależnie od zastosowanych materiałów może to znacznie pogorszyć pokrycie sygnałem radiowym.
- Stację bazową należy montować pionowo.
- Miejsce i orientacja zainstalowanej stacji bazowej będą identyczne z optymalną ocenioną pozycją podczas pomiaru.
- Unikać bezpośredniej bliskości kanałów kablowych, stacji metalowych i innych większych części metalowych. Mogą one pochłaniać sygnał oraz powodować zakłócenia. Należy przestrzegać minimalnego odstępu 10 cm od takich elementów.
- Aby w znacznym stopniu wykluczyć interferencje z nadajnikami lub innymi lokalnymi technologiami radiowymi, zaleca się minimalny odstęp 30 cm.
- Przestrzegać wskazówek i ew. przepisów bezpieczeństwa. W pomieszczeniach zagrożonych wybuchem należy przestrzegać podanych przepisów.

Pomiar wydajności

Aby zagwarantować dostępność użytkowników przy dużym natężeniu ruchu, wydajność systemu DECT musi być wystarczająco duża. Przy tym oprócz wydajności całego systemu DECT należy również uwzględnić wydajność poszczególnych komórek.

Wydajność systemu DECT można określić na podstawie następujących kryteriów:

- Liczba dostępnych kanałów połączeń

Od liczby dostępnych kanałów połączeń zależy, ile połączeń może być obsługiwanych jednocześnie.

Pamiętaj: Kanał połączeń nie jest potrzebny tylko do rozmów telefonicznych. Wszystkie operacje, podczas których słuchawka nawiązuje połączenie z systemem telefonicznym, powodują zajęcie kanału połączeń. Są to np. dostępy do firmowej książki telefonicznej, odsłuchiwanie automatycznej sekretarki, funkcja pickup dla grup, aktualizacja godziny itp. Liczba kanałów połączeń dostępnych w Gigaset N870 IP PRO zależy od różnych czynników
→ str. 11.

- Kategoria usług (Grade of Service, GoS)

Od kategorii usług zależy, ile połączeń może nie zostać zrealizowanych z powodu obciążenia systemu, tzn. ponieważ linia jest zajęta. Kategoria usług 1% oznacza, że spośród 100 rozmów telefonicznych jedna nie może zostać realizowana z powodu niedostatecznej wydajności.

Na podstawie tych parametrów oraz spodziewanego ruchu można określić wymaganą wydajność.

Należy przy tym pamiętać, że w ciągu dnia ruch może mieć różne natężenie.

Wydajność należy zawsze dostosować do najwyższego przyjętego ruchu, aby zapobiec wąskim gardłom.

Natężenie ruchu



W celu obliczenia natężenia ruchu, zazwyczaj korzysta się ze wzoru B Erlanga. Wzór ten pozwala obliczyć prawdopodobieństwo zablokowania, tzn. ile połączeń nie będzie mogło prawdopodobnie zostać wykonanych w określonych warunkach. Wzór ten obejmuje następujące wartości:

- Obciążenie systemu telefonicznego w najbardziej aktywnej godzinie dnia (Busy Hour Traffic)
Podawane jest ona w erlangach (E). Jeden erlang odpowiada pełnemu obciążeniu kanału wiadomości w określonym czasie, którym typowo jest jedna godzina. Odpowiednio zajętość kanału połączenia przez jedną godzinę jest równa jednemu erlangowi.
- Dostępność kanałów połączeń / szerokość pasma
Liczba udostępnianych kanałów połączeń telefonicznych Całkowita szerokość pasma odpowiada liczbie kanałów połączeń pomnożonej przez szerokość pasma używanych kodeków.
- Współczynnik blokowania (Quality of Service)
Prawdopodobieństwo, że do połączenia nie dojdzie, ponieważ wszystkie kanały połączeń są zajęte.

Wyczerpujące informacje dotyczące wzoru B Erlanga znajdują Państwo w literaturze fachowej dotyczącej teorii telekomunikacji. W Internecie dostępne są jednak różne kalkulatory wzoru B

Projektowanie sieci DECT

Erlanga, które po podaniu obciążenia (E) oraz żądanego prawdopodobieństwa zablokowania (QoS) obliczają wymaganą liczbę kanałów połączeń bez konieczności dysponowania specjalistyczną wiedzą.

Przykładowe obliczenia

Podstawa obliczeń:

- Jest to system wielokomórkowy z tylko jednym managerem DECT. System managera DECT nie zawiera stacji bazowej, tzn. Gigaset N870 IP PRO jest obsługiwany przez oddzielne urządzenie. Wszystkie inne urządzenia zawierają tylko stację bazową.
- Dopuszczalne są połączenia wąskopasmowe z kodekiem G.711 lub G.729, tzn. stacje bazowe mają po 8 kanałów połączeń.

Natężenie ruchu (erlang)	Quality of Service	Kanały połączeń	Stacje bazowe
1000 rozmów (3-minutowych)/ na 1 godzinę 1000 x 3 min/60 min = 50 E	0,1 %	71	9
	0,5 %	66	8
	1 %	64	8
	2 %	60	8
	5 %	57	7
2000 rozmów (5-minutowych)/ na 1 godzinę 2000 x 5 min/60 min = 167 E	0,1 %	202	26
	0,5 %	192	24
	1 %	187	24
	2 %	181	23
	5 %	170	22



Należy pamiętać, że rzeczywista dostępność kanałów połączeń może być zredukowana w wyniku różnych czynników. Dlatego w każdym wypadku należy zaplanować dodatkowe stacje bazowe spełniające rolę bufora i umożliwiające osiągnięcie żądane Quality of Service.

Alternatywne obliczenie dla mniejszych systemów

W przypadku mniejszych systemów może wystarczyć również przybliżona ocena natężenia ruchu.

Przykład:

Podstawa obliczeń:

- Jest to mały system. Urządzenie Gigaset N870 IP PRO zawiera integrator, manager DECT i stację bazową.
- Dopuszczone są połączenia wąskopasmowe z kodekami G.711 lub G.729.
- Stacja bazowa, która wraz z managerem DECT i integratorem znajduje się w systemie, udostępnia 5 kanałów połączeń. Inne stacje bazowe mają po 8 kanałów połączeń.
- Ruch dla każdego obszaru zostaje oceniony jako „niski”, „średni” lub „wysoki”. Ocena informuje o liczbie wszystkich słuchawek potrzebujących połączenia w procentach.

Liczba słuchawek, które mogą być obsługiwane z GoS $\leq 1\%$:

Dostępne kodeki	Kanały połączeń	Przykładowe natężenie ruchu		
		Niskie (0,1 E/użytkownika)	Średnie (0,15 E/użytkownika)	Wysokie (0,2 E/użytkownika)
DECT szerokopasmowy: obsługujący G722	5	14	9	7
DECT wąskopasmowy: G711 lub G729	8	31	21	16
DECT wąskopasmowy: tylko G711	10	45	30	22

Hot spoty

Hot spot to miejsce, w którym użytkownicy telefonują szczególnie często, np. w biurach open space lub w innych pomieszczeniach, gdzie na ciasnej przestrzeni znajduje się wiele słuchawek.

Takie strefy mogą być pokryte przez większą ilość stacji bazowych, ponieważ pasma DECT sumują się tam, gdzie zapewniane przez sąsiadujące ze sobą stacje bazowe. Standard DECT obejmuje 120 kanałów radiowych, które dzielą się na większą liczbę stacji bazowych. W praktyce jednak bez specjalnych działań dodatkowych można korzystać jedynie z ok. 1/4 tych kanałów radiowych, ponieważ kanały sąsiadujące zakłócają się wzajemnie. Wartością praktyczną jest więc maksymalna liczba 30 jednoczesnych połączeń. Dodatkowo przy maksymalnej liczbie ośmiu słuchawek na stację bazową są potrzebne cztery Gigaset N780 IP PRO stacje bazowe.

Jeżeli zakładamy, że w hot spocie przez maksymalnie 50% znajdujących się tam słuchawek są prowadzone rozmowy, to przy czterech stacjach bazowych możliwe jest zastosowanie 60 słuchawek.

Jeżeli w danym hot spocie często występują usterki lub wymaganych jest więcej niż 30 jednoczesnych połączeń, możliwe są następujące działania:

- Rozdzielić stacje bazowe pokrywające hot spot na dużej przestrzeni na granicach hot spotu, tak aby znajdowały się one w miarę możliwości jak najdalej od siebie, by zminimalizować wzajemne zakłócenia.
- Jeżeli okaże się to niewystarczające, należy wykorzystać również ściany lub inne odpowiednie sposoby, aby tłumić mocne sygnały.
- Jeżeli pozwalają na to warunki lokalne, może być również pomocne rozmieszczenie stacji bazowych w formie kulistej, tzn. aby hot spot był pokryty przez podłogę i sufit.

Przy optymalizacji pokrycia stref hot spot należy uważać, aby słuchawki, które były obsługiwane przez inne stacje bazowe, nie były teraz obsługiwane przez stacje bazowe hot spotu. Słuchawki przy nawiązywaniu każdego połączenia zawsze łączą się z tymi stacjami bazowymi, które dostarczają najsilniejszy sygnał. I tak może się zdarzyć, że przesunięcie stacji bazowych hot spot będzie miało wpływ na inne stacje bazowe, wskutek czego będzie konieczne rozmieszczenie na nowo stacji bazowych całej sieci.

Charakterystyka materiałów i czynniki zakłócające

Istnieje cały szereg czynników zakłócających, które wpływają zwłaszcza na zasięg i jakość sygnału. Istnieją różne czynniki zakłócające:

- Zakłócenia związane z przeszkodami tłumiącymi rozchodzenie się sygnału radiowego, powodujące „zacinienie” niektórych stref
- Zakłócenia związane z odbiciami wpływającymi na jakość rozmów (np. trzeszczenie lub szumy)
- Zakłócenia przez inne sygnały radiowe powodujące błędy w transmisji.

Zakłócenia związane z przeszkodami

Możliwymi przeszkodami mogą być:

- Konstrukcje budynków i instalacje takie jak stropy i ściany żelbetowe, klatki schodowe, długie korytarze z drzwiami przeciwpożarowymi, przewody pionowe i kanały kablowe.
- Pomieszczenia wyłożone blachą takie jak chłodnie, serwerownie, szyby zbrojone lub lustrzane, drzwi przeciwpożarowe, instalacje do tankowania, lodówki, elektrycznie podgrzewane zasobniki ciepłej wody (bojlery)...
- Ruchome przedmioty metalowe takie jak dźwigi osobowe, żurawie, wagony, schody ruchome, rolety.
- Wyposażenie budynków, np. regały metalowe, szafy na dokumenty.
- Urządzenia elektroniczne.

Często nie można ustalić dokładnej pozycji źródła zakłócenia, szczególnie, gdy siła sygnału odbiorczego DECT znacznie różni się w zależności od miejsca nawet przy różnicach rzędu kilku centymetrów. W takich wypadkach zakłócenie można zredukować lub wyeliminować nawet nieznacznie zmieniając pozycję.



Zasięg sygnału w dźwigach osobowych zazwyczaj jest słaby lub nie ma go w ogóle (→ str. 49).

Zmniejszenie zasięgu związane z materiałami budowlanymi w porównaniu z otwartą przestrzenią:

Szkoło, drewno, nielakierowane	ok. 10%
Drewno, lakierowane	ok. 25%
Karton-gips	ok. 27–41%
Ściana z cegły, od 10 do 12 cm	ok. 44%
Ściana z cegły, 24 cm	ok. 60%
Ściana z betonu komórkowego	ok. 78%
Ściana ze szkła zbrojonego	ok. 84%
Strop żelbetowy	ok. 75 – 87%
Szkoło powlekane metalem	ok. 100%

Zakłócenia związane z innymi komórkami i sieciami radiowymi

DECT jest systemem bardzo odpornym na zakłócenia ze strony innych sieci radiowych. I tak np. współlistnienie DECT z WLAN nie stanowi problemu. Również większość innych niesynchronizowanych z systemem pojedynczych stacji bazowych DECT nie powoduje zakłóceń.

W wyjątkowych sytuacjach w otoczeniach o bardzo dużym obciążeniu DECT mogą wystąpić problemy. Dotyczy to nie tylko współlistnienia z niesynchronizowanymi stacjami bazowymi DECT, lecz również sytuacji, w których stacje bazowe są zamontowane w zbyt małych odległościach, aby np. pokryć swoim zasięgiem hot spot.

Pomimo wystarczającej siły sygnału mogą występować następujące zakłócenia:

- nieoczekiwane zerwanie połączenia
 - utrata synchronizacji słuchawek
 - słaba jakość dźwięku
- W przypadku wystąpienia usterek z powodu zbyt gęstej instalacji stacji bazowych, należy spróbować usunąć problem za pomocą działań opisanych w punkcie **Hot spoty** (zwiększanie odstępów, wykorzystywanie przeszkód tłumiących, → str. 33
- Po znalezieniu innych źródeł DECT należy sprawdzić, czy można je wyłączyć, ustawić inaczej lub zintegrować z własną siecią DECT.

Wnioski

Zakłócenia komunikacji radiowej mogą mieć różne przyczyny, które nie zawsze da się ustalić z wyprzedzeniem. Mogą się one intensyfikować wskutek wzajemnych interakcji, znosić się wzajemnie lub zmieniać w okresie eksploatacji.

Z tego powodu rzeczywisty wpływ czynników zakłócających na odbiór i jakość dźwięku można ustalić jedynie poprzez pomiary, które jednak ze swojej strony odzwierciedlają tylko pewien wycinek czasowy z okresu funkcjonowania sieci radiowej. Dlatego przy planowaniu sieci DECT zaleca się, aby obszary, w których można spodziewać się zakłóceń, były zaplanowane z odpowiednim zapasem, tzn. nie ściśle według wartości granicznych.

Tymczasowe ustalenie lokalizacji stacji bazowych

Teraz można zaplanować pozycje stacji bazowych. Należy przy tym uwzględnić:

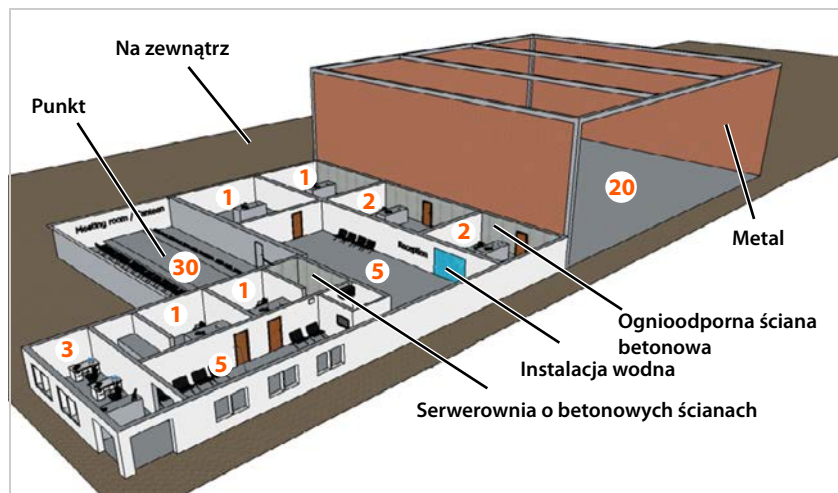
- informacje zebrane wzgl. wymagań dotyczących sieci telefonicznej,
- planowaną synchronizację,
- warunki techniczne systemu radiowego DECT.

Najpierw należy przygotować plan budynku, w którym zostaną naniesione projektowane stacje bazowe DECT. W razie potrzeby można skorzystać z już istniejących planów budynków i ich instalacji. W przypadku bardzo dużych budynków można ew. wykorzystywać plany cząstkowe i połączyć wyniki pomiarów w analizie.

Tworzenie rysunku projektowego

Na podstawie informacji zebranych podczas wstępnej oceny lokalizacji należy utworzyć rysunek projektowy. Wpisać wymiary budynku, strefy hot spot oraz już zidentyfikowane możliwe zakłócenia.

Przykład:

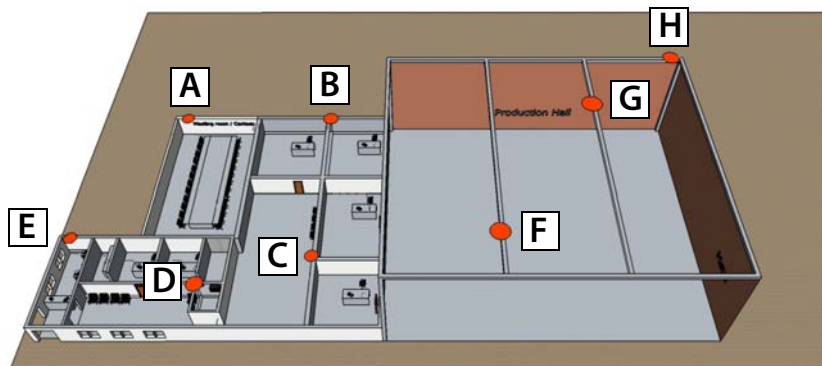


- Pomarańczowe numery w pomieszczeniach przedstawiają wymagającą liczbę słuchawek DECT (łącznie 71).
- Stołówka jest hot spotem, gdzie musi być możliwość prowadzenia 30 rozmów jednocześnie.
- Musi być zapewniona możliwość prowadzenia rozmów w budynku i poza nim.
- Ściany, co do których można przyjąć, że będą miały większy efekt tłumiący, zostały specjalnie oznaczone.

Umiejscawianie stacji bazowych na projekcie

Teraz należy określić położenie stacji bazowych w budynku, biorąc pod uwagę żądaną wydajność oraz wpływ położenia stacji bazowych w budynku. W miarę możliwości zanotować możliwe wpływy, jak również względy techniczne mające wpływ na łączność.

Wprowadzić jednoznaczne nazwy dla lokalizacji stacji bazowych DECT.



Ze względu na to, że w tym momencie nie przeprowadzono jeszcze żadnych pomiarów, można przyjąć, że osiem stacji bazowych (przedstawionych jako czerwone koła) będzie wystarczających.

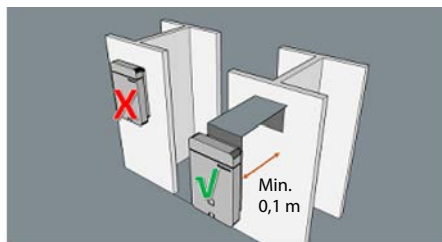
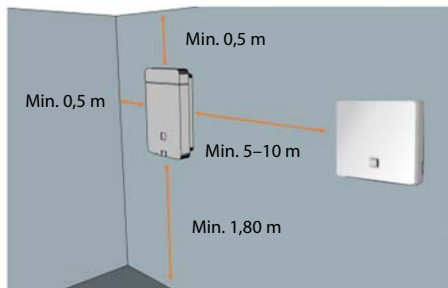
- Stacje bazowe A, B, C, D oraz E pokrywają obszar biura i mogą obsługiwać jednocześnie do 50 rozmów.
- Hot spot (miejsce spotkań / stołówka) jest pokrywany przez kilka stacji bazowych, co ma zagwarantować możliwość prowadzenia 30 rozmów jednocześnie.
- Halę produkcyjną pokrywają dwie stacje bazowe (F i G).
- Obszar zewnętrzny jest pokrywany przez stacje bazowe A, B, E oraz H.

Te pierwsze założenia można będzie potem zweryfikować przeprowadzając pomiary (→ str. 39).

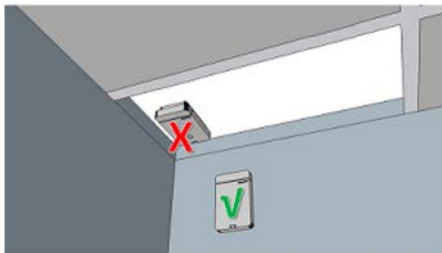
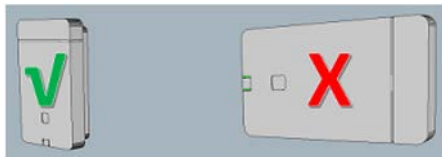
Wskazówki dotyczące montażu stacji bazowych

Podczas montażu stacji bazowych należy uwzględnić następujące informacje:

- Odstęp co najmniej 1,8 m od podłogi.
- Odstęp co najmniej 0,5 m od sufitu
- Optymalna wysokość między 1,8 a 3 m.
- Minimalny odstęp 0,3 m między dwiema stacjami bazowymi.
- Minimalny odstęp 5–10 m między niesynchronizowanymi stacjami bazowymi.
- Zamontować wszystkie stacje bazowe na tej samej wysokości.
- Temperatura robocza między $+5^{\circ}$ a $+45^{\circ}$.
- Zalecany jest min. odstęp 10 cm od elementów metalowych, kabli elektrycznych i koryt kablowych.



- Stacje bazowe należy montować pionowo.
- Nie montować stacji bazowych na sufitach lub w regałach albo innych zamkniętych meblach.



Ważne jest, aby pozycja i orientacja zamontowanych stacji bazowych była identyczna z tą, którą uznano za optymalną w fazie pomiarów.

Przeprowadzenie pomiarów

Przeprowadzono następujące czynności:

- Ustalono wymagania dla sieci telefonicznej (→ str. 27),
- zaplanowaną liczbę stacji bazowych i ich pozycji (→ str. 36) oraz
- złożono i uruchomiono wyposażenie pomiarowe.

Można teraz rozpocząć pomiary planowanej sieci DECT. Celem pomiarów jest stwierdzenie następujących faktów:

- Czy w całym wymaganym obszarze zapewniony jest dobry sygnał radiowy i dobra jakość rozmów.
- Czy w planowanych pozycjach stacji bazowych zapewniona jest ich synchronizacja.
- Czy możliwy jest handover między stacjami bazowymi tam, gdzie jest on wymagany.

Podczas pomiarów należy uwzględnić wymagania dotyczące tych trzech aspektów. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w punkcie **Warunki lokalizacji stacji bazowych**

→ str. 28.



Jako urządzenie pomocnicze do pomiaru zasięgu i jakości sygnału w sieci DECT, Gigaset oferuje N720 IP PRO Site Planning Kit. Informacje na temat budowy i zastosowania osprzętu pomiarowego Gigaset znajdują Państwo w instrukcji obsługi „**N720 SPK PRO Multicell System – Site Planning Kit**”.

Do przeprowadzania pomiaru można użyć też innego osprzętu pomiarowego do sieci radiowych DECT.

Wskazówki dotyczące przebiegu pomiarów

- Przeprowadzić dwa różne pomiary:
 - Zmierzyć jakość połączenia w strefie zasięgu sygnałów radiowych planowanych stacji bazowych.
 - Zmierzyć jakość sygnału między stacjami bazowymi (pomiar synchronizacji).
- Aby zmierzyć jakość połączenia, należy ustanowić połączenie telefoniczne. Przydatne jest przy tym, gdy pomiar przeprowadzają dwie osoby, ponieważ mogą one kontrolować jakość i usterki bezpośrednio na obu słuchawkach do pomiarów. Jeżeli tylko jedna osoba przeprowadza pomiary, to jakość połączenia można sprawdzić przy pomocy dźwięku testowego stacji bazowej.
- Jakość połączenia można sprawdzić, przykładając podczas pomiaru słuchawkę do ucha jak podczas prawdziwej rozmowy. Należy przy tym obracać się wokół własnej osi. Zwrócić uwagę, a jaki sposób zmienia się akustyka dźwięku testowego. Jeżeli na granicy zasięgu występują zakłócenia (np. trzaski), to oznacza to, że zasięg w miejscu pomiaru jest krytyczny. Głowa może zakłócać odbiór. Dlatego podczas testu przy uchu należy przeprowadzić dodatkową kontrolę w celu weryfikacji jakości sygnału w obszarach granicznych.
- Aby zmierzyć jakość sygnału między stacjami bazowymi, należy użyć słuchawki do pomiarów w stanie spoczynku, ponieważ istotna jest tu zmierzona siła sygnału, a nie jakość dźwięku.
- Umieścić stację bazową do pomiarów na statywie jak najbliższej przewidywanego miejsca, w którym stacja bazowa zostanie później zamontowana.

Przeprowadzenie pomiarów

- W celu zmierzenia siły sygnału między stacjami bazowymi, należy umieścić słuchawkę do pomiarów dokładnie w planowanej pozycji stacji bazowej. Jeżeli np. stacje bazowe mają zostać zamontowane na wysokości 3 m, należy umieścić również stację bazową do pomiarów na tej wysokości.
- Należy w miarę możliwości nie montować instalacji w pobliżu powierzchni metalicznych. Jeżeli jednak powierzchnie metaliczne zostały zaakceptowane dla celów tej instalacji, **nie należy** ich usuwać do pomiaru.
- Udokumentować przebieg pomiarów poprzez wprowadzenie odpowiednich informacji na rysunku schematycznym (w poziomie i ew. w pionie) oraz w protokole pomiarów.
- Aby rozpoznać późniejsze zmiany, pomocne może być dokumentowanie planowanych pozycji montażowych dla poszczególnych szeregów pomiarowych i ich otoczenia za pomocą zdjęć.
- Jeżeli system DECT ma być używany na kilku piętrach lub w bardzo wysokich pomieszczeniach (np. z galerią), należy przeprowadzić również pomiary zasięgu pionowego i wprowadzić je do planu budynku. Więcej informacji na ten temat można znaleźć w rozdziale Instalacje DECT w szczególnych otoczeniach, → str. 49.

Wahania wyniku pomiaru

W trybie pomiaru, siła sygnału wskazywana na słuchawce może się znacznie wahać, szczególnie gdy słuchawka jest w ruchu. Stacje bazowe mają dwie anteny, przy czym słuchawka wskazuje wartości tej anteny, której sygnał jest lepiej odbierany. Ze względu na to, że słuchawka mobilna mierzy sygnał w stałych odstępach (standardowo 2,5 s), wartości mogą się szybko zmieniać.

Jeżeli np. sygnał słuchawki dla anteny znajdującej się w korzystniejszej pozycji jest tłumiony jakąś częścią ciała, to słuchawka odbiera sygnał z „gorszej” anteny. Przy szybkim obrocie ciała zmierzona wartość może się szybko zmieniać, ponieważ nagle słuchawka może odbierać sygnał z „lepszego” anteny. Poprzez obracanie się w różne strony można ustalić wartość średnią, która będzie wartością pomiarową.

W przypadku silnych wahań zaleca się przeprowadzanie pomiaru w stanie połączenia, ponieważ ma się wówczas lepszą kontrolę jakości głosu.

Podczas rzeczywistej pracy systemu DECT tego rodzaju wahania są niemal niezauważalne, ponieważ stacje bazowe automatycznie nawiązują połączenie z anteną o najlepszej orientacji.

Ustalenie wartości granicznych

Podczas pomiaru, słuchawki mobilne odbierają sygnały radiowe ze stacji bazowej do pomiarów i sygnalizują różne cechy jakości połączenia. Istotne dla jakości odbioru są następujące kwestie

- siła odbieranego sygnału
- jakość połączenia

Wymienione poniżej wartości pozwalają określić wartości graniczne do pracy systemu telefonicznego DECT w optymalnych warunkach. Ze względu na to, że na sieć DECT ma wpływ wiele czynników, które mogą być też tylko tymczasowe, nie jest zalecane, aby stacje bazowe były faktycznie montowane według wartości granicznych, jednak w zależności od wymagań w zakresie wydajności i wymaganej jakości dźwięku należy przewidzieć pewien zapas. I tak np. może być akceptowalne, że jakość dźwięku w piwnicy może być czasem nieco gorsza i że nie zawsze będzie możliwe prowadzenie tam rozmów telefonicznych. Z kolei w pokoju konferencyjnym, w którym będą prowadzone telekonferencje, nie są akceptowalne żadne ograniczenia.

Siła sygnału odbiorczego

Dla oceny jakości transmisji, mierzona jest siła sygnału odbiorczego. Siła sygnału odbiorczego (proporcjonalna do natężenia pola) jest wskazywana na słuchawce do pomiarów w **dBm**. Bardzo dobry sygnał odbiorczy odpowiada ok. -50 dBm. Systemy zwymiarowane do -60 dBm oferują zazwyczaj dobrą jakość. Przy pomiarach do -70 dBm konieczna jest kontrola i ocena pomiaru poprzez połączenie głosowe, aby zapewnić wystarczającą jakość. Handover w tym obszarze jest już niemożliwy.

Ze względu na jakość lub wykorzystanie obszarów (np. biura, podłogi, piwnicy), podczas pomiarów mogą być wykorzystywane różne wartości graniczne. Również w obrębie jakiegś części systemu różnym stacjom bazowym można przypisywać różne wymagania jakościowe.

Typowymi wartościami granicznymi dla normalnych, bezzakłóceńowych otoczeń są:

- 1 Wartość graniczna dla zapewnionej jakości rozmów: -65 dBm

Jest to wartość, przy której słuchawka mobilna musi odbierać sygnał ze stacji bazowej, aby użytkownik mógł telefonować z dobrą jakością. Aby zapewnić bezawaryjny handover, słuchawka musi odbierać w tej jakości dwie stacje bazowe.

- 2 Wartości graniczne dla synchronizacji: -70 dBm

Jest to wartość, przy której słuchawka mobilna musi odbierać sygnał ze stacji bazowej, aby możliwa była synchronizacja.



Jeżeli siła sygnału odbiorczego w niektórych strefach jest niewystarczająca dla synchronizacji przez DECT, możliwa jest też synchronizacja stacji bazowych przez LAN. Jednak również tutaj dostępny musi być określony minimalny sygnał odbiorczy (→ str. 13).

Poniższa tabela stanowi pierwszy punkt orientacyjny dla jakości połączenia radiowego.

Siła sygnału odbiorczego	Ocena jakości
-50 dBm	bardzo dobra
-60 dBm	dobra
-65 dBm	zadowolająca
-70 dBm	wystarczająca
-73 dBm	słaba, nieodpowiednia!
-76 dBm	zła, nieodpowiednia!

Jakość połączenia

Zasadniczo pomiar siły pola należy zawsze uzupełnić o sprawdzenie jakości połączenia. Możliwe jest, że nawet przy dobrej sile sygnału odbiorczego będą występować zakłócenia mające wpływ na jakość komunikacji głosowej, np. wskutek odbić lub obcych systemów.

Dlatego oprócz sygnału odbiorczego w słuchawce do pomiarów sygnalizowany jest również **Frame quality** (jakość ramek). Informuje on o udziale procentowym bezbłędnie odebranych pakietów w określonym odstępnie pomiarowym. Tutaj optymalna wartość wynosi 100%.

Jakość ramek	Ocena jakości
100%	dobra
99 %	zadowalająca
98 %	wystarczająca
97%	słaba, nieodpowiednia!
96 %	zła, nieodpowiednia!

Pomiar zasięgu radiowego projektowanych stacji bazowych

Przeprowadzić dwa różne pomiary:

- 1 Zmierzyć jakość połączenia między słuchawką do pomiarów a stacją bazową do pomiarów oraz jej komórką radiową, aby sprawdzić, czy w każdej pozycji żądanej strefy pokrycia zapewniona jest wystarczająca jakość rozmów. Również z tego takiego samego pomiaru dla sąsiedniej stacji wynika wtedy strefa nakładania się sygnałów, która jest wymagana dla funkcji handover.
- 2 Zmierzyć siłę sygnału bazowej stacji do pomiarów, który jest odbierany w planowanej pozycji najbliższej stacji bazowej, aby zapewnić wystarczające nakładanie się zasięgów sygnałów.

Kolejność pomiarów

Kolejność przeprowadzania pomiarów w zasięgu radiowym planowanych stacji bazowych zależy od rozmiaru sieci DECT oraz przyjętych wartości w odniesieniu do występujących „problematicznych obszarów”. Ogólna zasada brzmi: najpierw mierzyć stacje bazowe, w przypadku których istnieje najmniejsza swoboda odnośnie ich pozycji.

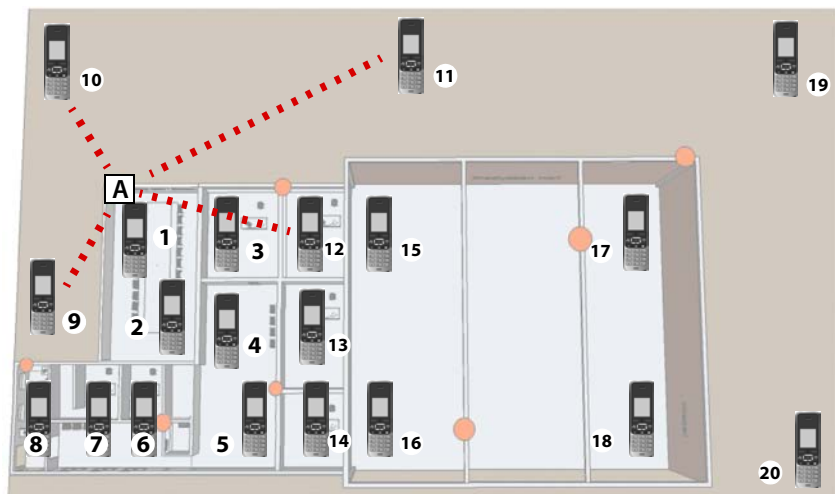
Należy uwzględnić następujące aspekty:

- spodziewane problematyczne obszary
W przypadku stacji bazowych, które mają pokrywać niektóre problematyczne obszary, np. klatkę schodową lub strefę wejścia, często nie ma alternatywnych możliwości pozycjonowania. W takim wypadku należy zmierzyć te stacje bazowe najpierw, ponieważ zależą od tego pozycje wszystkich innych stacji bazowych.
- W przypadku dużych instalacji
Im więcej stosowanych jest stacji bazowych, tym większe są zmiany w hierarchii synchronizacji (→ str. 14). W takim wypadku zaleca się, aby rozpocząć od tej stacji bazowej, w przypadku której późniejsza zmiana wiązałaby się z największymi utrudnieniami. Jest to zazwyczaj stacja bazowa o poziomie synchronizacji 1. Należy zacząć od niej, a następnie przechodzić dalej od tego poziomu synchronizacji do innych poziomów synchronizacji znajdujących się bardziej na zewnątrz.

- W przypadku mniejszych instalacji
Tutaj zaleca się, aby rozpocząć od stacji bazowej, w której spodziewany jest największy ruch, np. w stacjach bazowych przy hotspotach lub w innych często uczęszczanych miejscach. Jeżeli pokrycie tych obszarów jest zapewnione przez pomiary, sprawdzić umiejscowienie innych stacji bazowych.

Pomiar komórki radiowej stacji bazowej

- ▶ Zamocować stację bazową do pomiarów prowizorycznie w miejscu, w którym ma być docelowo zamontowana stacja bazowa.
- ▶ Nawiązać połączenie telefoniczne między dwoma słuchawkami do pomiarów lub aktywować ciągły dźwięk testowy stacji bazowej, o ile jest to możliwe.
- ▶ Oddalić się z słuchawką od stacji bazowej obserwując wyświetlacz oraz sygnał w słuchawce do momentu, gdy wskazywana będzie wartość graniczna -65 dBm lub zostanie osiągnięta granica przesyłu sygnału radiowego (np. winda, ściana zewnętrzna). Zapisać ten punkt na rysunku schematycznym i wprowadzić wartość w protokole pomiarów.
- ▶ W ten sposób ustalić linię graniczną wokół stacji bazowej. Sygnał w idealnym wypadku rozchodzi się w sposób kolisty, ale w rzeczywistości jest on silnie odkształcany przez ściany (zależnie od materiału, z którego zostały wykonane) oraz metalowe elementy wyposażenia.
- ▶ Sprawdzić w obszarach granicznych jakość rozmów. W tym celu sprawdzić połączenie do drugiej słuchawki mobilnej lub sygnał pomiarowy stacji bazowej.
- ▶ W przypadku odchyżeń wyników pomiaru sygnału w porównaniu z jakością rozmów, należy je również zapisać na schemacie lub protokole pomiarów.



Przykładowy protokół pomiarów dla komórki radiowej stacji bazowej

Punkt pomiaru	Stacja bazowa A
1	-60 dBm / 100 %
2	-65 dBm / 98 %
...	...
14	-73 dBm/70%
...	...
20	---

W przypadku zmierzenia komórek radiowych z kilku stacji bazowych, wyniki mogą np. wyglądać tak:

Punkt pomiaru	Stacja bazowa A	Stacja bazowa B	Stacja bazowa C	Stacja bazowa D	...
1	-60 dBm / 100 %				
2	-50 dBm / 98 %				
3	-65 dBm / 100 %				
4	-48 dBm / 100 %				
5	-55 dBm / 98 %				
6	-65 dBm / 100 %	-50 dBm / 100 %			
7	-68 dBm / 96 %	-59 dBm / 100 %			
8	-55 dBm / 98 %	-46 dBm / 98 %			
9		-60 dBm / 96 %			
10		-52 dBm / 98 %	-65 dBm / 100 %		
11		-63 dBm / 100 %	-57 dBm / 100 %		
12		-48 dBm / 98 %	-42 dBm / 100 %		
13			-46 dBm / 98 %		
14			-40 dBm / 100 %		
15			-60 dBm / 98 %	-52 dBm / 100 %	
16			-43 dBm / 100 %	-42 dBm / 100 %	
17				-56 dBm / 100 %	
18				-50 dBm / 98 %	
19				-53 dBm / 100 %	
20				-60 dBm / 98 %	

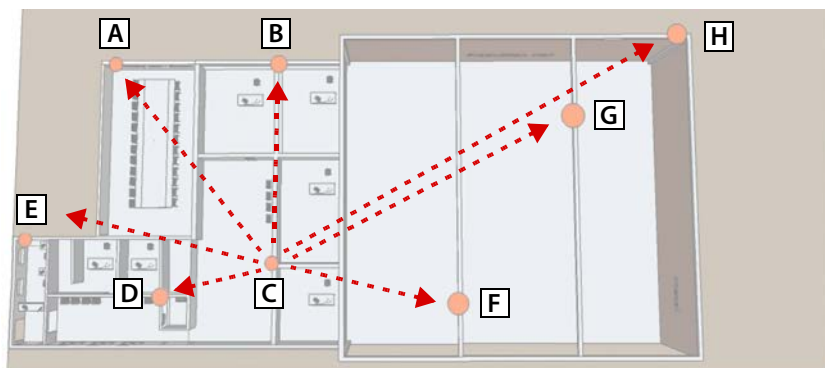
Punkty pomiaru, w których odbierane są dwie stacje bazowe o sygnale co najmniej -65 dBm, znajdują się w strefie przejściowej między dwoma stacjami bazowymi, w których możliwy jest handover (zaznaczone w tabeli na szaro).

Pomiar nakładania się sygnałów do synchronizacji w sąsiadujących stacjach bazowych

Dla synchronizacji stacji bazowych DECT niezbędne jest, aby siła sygnału między dwoma sąsiadującymi stacjami bazowymi nie była niższa, niż -70 dBm. Wartość ta obowiązuje wynosi przy dobrych warunkach otoczenia → str. 40.

Podczas pomiarów wykonywać następujące czynności:

- ▶ Pozostawić stację bazową w ostatnim miejscu pomiaru i przejść z słuchawką do planowanej pozycji stacji bazowej, która ma się synchronizować z pierwszą stacją bazową.
Aby ocenić synchronizację w niezawodny sposób, należy się udać z słuchawką dokładnie do pozycji planowanej stacji bazowej (a więc ew. również skorzystać z drabiny, aby przeprowadzić pomiar na właściwej wysokości).
- ▶ Sprawdzić, czy sygnał w granicy -70 dBm charakteryzuje się jakością na poziomie 100% prawidłowych ramek. Jeżeli tak nie jest, należy zmienić pozycję stacji bazowej w taki sposób, aby warunek ten był spełniony.
- ▶ Zamontować stację bazową do pomiarów w tym miejscu i wykonać pomiary tak samo, jak dla pierwszej pozycji.
- ▶ Wprowadzić wyniki do schematu podstawowego oraz protokołu pomiarów.
- ▶ Przeprowadzić teraz pomiar dla wszystkich planowanych miejsc montażu.



Przykładowy protokół pomiaru nakładania się sygnałów dla synchronizacji

Punkt pomiaru	BS A	BS B	BS C	BS D	BS E	BS F	BS G	BS H
A		-52 dBm/ 100%	-40 dBm/ 100%	-58 dBm/ 100%	----	----	----	----
B	-50 dBm/ 100%		-48 dBm/ 100%	----	-70 dBm/ 92%	----	----	-60 dBm/ 93%
C	-42 dBm/ 100%	-46 dBm/ 100%		-50 dBm/ 100%	----	----	----	----
D	-60 dBm/ 100%	----	-48 dBm/ 100%		-64 dBm/ 100%	----	----	----
E	----	-68 dBm/ 94%	----	-62 dBm/ 100%		----	----	----
F	----	----	----	----	----		-52 dBm/ 100%	-56 dBm/ 100%
G	----	----	----	----	----	-50 dBm/ 100%		-54 dBm/ 100%
H	----	-62 dBm/ 100 %	----	----	----	-56 dBm/ 100%	-53 dBm/ 100%	

Z pomiaru wynika, że siła sygnału wystarczy do synchronizacji stacji bazowych A - E i H. Stacja bazowa E odbiera tylko stację bazową D w odpowiedniej jakości. Stacja bazowa H odbiera w wystarczającej jakości tylko stacje bazowe B, G i H.

Zalecaną hierarchią synchronizacji byłoby tu:

- Sync-Level 1 Stacja bazowa C
- Sync-Level 2 Stacje bazowe A, B i D
- Sync-Level 3 Stacje bazowe E i H
- Sync-Level 4 Stacje bazowe G i F

Analiza pomiarów

Prezentacja graficzna wyników pomiaru na schemacie podstawowym może przedstawiać strefy nakładania się poszczególnych planowanych stacji bazowych. Na podstawie wyników pomiaru kolejnych stacji należy sprawdzić, czy w danych strefach jest potrzebna kolejna stacja bazowa.

- ▶ Na podstawie wyników pomiarów w razie potrzeby ustalić nowe pozycje stacji bazowych i skontrolować je poprzez kolejne pomiary.
Należy przy tym uwzględnić, że przesunięcie miejsca montażu ma wpływ również na inne wyniki pomiarów. Przy przesunięciu miejsca montażu należy zawsze uwzględnić, jaki ma to wpływ na synchronizację stacji bazowych.
- ▶ Wprowadzić ustalone optymalne miejsca montażu do stacji bazowych do projektu (ew. uwzględniając wysokość i inne warunki budowlane). Zaleca się, aby dodatkowo udokumentować fotograficznie dokumentację pozycji montażowych.
- ▶ W szczególności sprawdzić pomieszczenia lub strefy silnie izolujące sygnał radiowy (np. dźwigi osobowe, stropy żelbetowe itp.) oraz uzupełnić ew. plan zgodnie z kolejnymi stacjami bazowymi.

Po zakończeniu pomiarów i ustaleniu pozycji stacji bazowych można zamontować system telefoniczny. Zostało to opisane w instrukcjach obsługi N870 IP PRO Multicell System.



Zalecenie

Po montażu i uruchomieniu sieci DECT jeszcze raz sprawdzić jakość rozmów, roaming i handover za pomocą telefonów systemu.

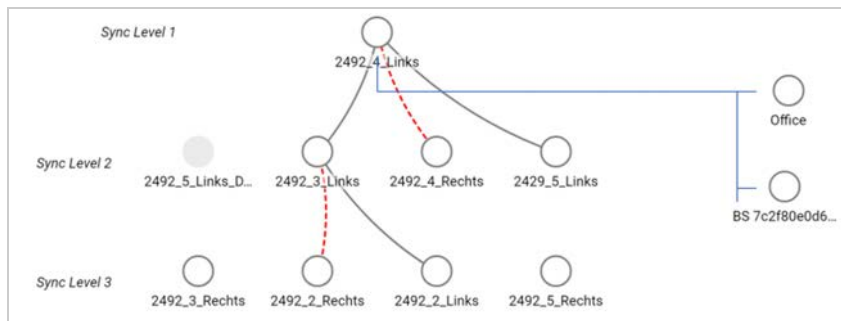
Interfejs sieciowy N780 IP PRO zawiera różne środki pomocnicze służące do kontroli pracy oraz diagnostyki występujących problemów.

Strona **Stan** → **Statistics** → **Stacje bazowe**

zawiera liczniki różnych zdarzeń występujących w stacjach bazowych, np. aktywnych połączeń radiowych, przychodzących handoverów, wychodzących handoverów oraz nieoczekiwane przerwanych połączeń.












Ponadto na tej stronie można wyświetlać widok graficzny zależności między stacjami bazowymi, poziomem synchronizacji oraz informacje na temat jakości połączeń.

Przykład:



Przeprowadzenie pomiarów

Przedstawienie:

Połączenia		Zakres RSSI 43–100, dobry – doskonały
		Zakres RSSI 0–42, słaby
		Brak dostępnych danych
Status stacji bazowych		Aktywne i zsynchronizowane
		Inny status (kliknij symbol, aby wyświetlić więcej informacji)
		Wyłączony
Tryb synchronizacji		DECT, synchronizacja wewnętrzna
		DECT, synchronizacja zewnętrzna
		LAN, synchronizacja wewnętrzna
		LAN, synchronizacja zewnętrzna
		RFPI, synchronizacja zewnętrzna

Instalacje DECT w szczególnych otoczeniach

W rozdziałach **Projektowanie sieci DECT** i **Przeprowadzenie pomiarów** opisano wszystkie warunki i etapy planowania sieci DECT. Oprócz opisanych tam przykładów i zastosowań, w niniejszym rozdziale znajdują Państwo wskazówki dotyczące specjalnych wymagań budowlanych lub topograficznych.

Sieci DECT rozciągające się na wielu piętrach

Jeżeli sieć DECT ma pokrywać wiele pięter budynku, przy planowaniu liczby i położenia stacji bazowych należy uwzględnić następujące rozważania:

- Z jakiego materiału są stropy?
W przypadku żelbetonu między stacją bazową a telefonem może znajdować się maksymalnie jeden strop. Elementy wyposażenia, ściany działowe pomieszczeń itp. mogą jeszcze bardziej zakłócać transmisję radiową.
Poprzez pomiary należy ustalić, gdzie będą wymagane kolejne stacje bazowe.
- W jakim zakresie ma być zapewniony handover między piętrami?
W takim wypadku stacje bazowe muszą być rozmieszczone tak, aby zasięg pokrywał w całości również klatki schodowe. Należy uwzględnić też, że ew. drzwi lub ściany przeciwpożarowe mogą znacznie ograniczyć zasięg radiowy.
Uzupełnić schemat pomiarów o płaszczyzny pionowe planowanego obszaru zasięgu i ustalić pionowy zasięg sieci DECT.
- Handover między piętrami nie jest wymagany
W takim wypadku można wykorzystać klastry (bardziej ekonomiczne rozwiązanie). W przypadku rozmieszczenia klastra na każdym piętrze, stacje bazowe klastra są ze sobą zsynchronizowane i możliwy jest handover. Między piętrami wprowadzić nie ma możliwości realizacji funkcji handover, jednak funkcje telefonii IP (konfiguracja VOIP, książki telefoniczne...) są dostępne we wszystkich klastrach.

Klatki schodowe i dźwigi osobowe

Klatki schodowe mają często silnie tłumiące ściany (np. żelbeton), dodatkowo dostęp do klatek schodowych może być ograniczony przez drzwi przeciwpożarowe. Dlatego projektowanie sieci DECT podlega tu szczególnym warunkom.

Jeżeli na klatkach schodowych ma być zasadniczo możliwe telefonowanie przez sieć DECT, to najekonomicznym wariantem jest instalacja jednej (lub ew. kilku) stacji bazowych tworzących oddzielny klaster.

Jeżeli wymagany jest handover na klatce schodowej, należy sprawdzić położenie klatki schodowej względem korytarzy (przejścia, drzwi, drzwi przeciwpożarowe), zmierzyć siłę sygnału i ewentualnie przewidzieć jedną lub kilka stacji bazowych dających pokrycie klatki schodowej.

Prowadzenie rozmów telefonicznych w dźwigach osobowych zazwyczaj jest niemożliwe z powodu silnie tłumiących i/lub odbijających sygnały radiowe materiałów. Jeżeli mimo to jest to wymagane, można sprawdzić, czy instalacja oddzielnej stacji bazowej w szybie dźwigu pozwoli osiągnąć wystarczającą siłę sygnału i jakość rozmów.

Większa ilość budynków

Planowane instalacji DECT dla kilku budynków lub oddzielnych części budynku wymaga wyjaśnienia kilku następujących punktów:

- Czy ma być możliwe prowadzenie rozmów telefonicznych tylko wewnątrz czy na całym terenie, czyli również na zewnątrz?
- Na jakim obszarze ma być zapewniony handover?

Oddzielne części budynku mogą być ze sobą połączone oddzielnymi klastrami (podsieciami) z systemem DECT. W takim wypadku musi być jedynie zapewnione okablowanie różnych budynków lub części budynku przez LAN. Można wszędzie korzystać ze wszystkich telefonów systemu DECT, ale nie wszędzie będzie możliwy handover.

Na zewnątrz

Zasięg sieci DECT na zewnątrz budynku można często uzyskać instalując stację bazową w pobliżu okna. Warunkiem jest, by szyba okna nie zawierała metalu (szyby lustrzane, zbrojone).

Jeżeli nie można osiągnąć pokrycia terenu zewnętrznego poprzez stacje bazowe w budynku, możliwy jest też montaż stacji bazowych na zewnątrz. Stacja bazowa powinna wówczas znajdować się w miejscu zabezpieczonym przed warunkami pogodowymi w oddzielnej obudowie zewnętrznej (dostępnej u innych producentów). Należy przy tym uwzględnić wartości graniczne temperatury roboczej stacji bazowych (od +5° do 40 °).

Instalacja jest możliwa na maszcie (niemetalowym), dachu lub ścianie domu. Należy uwzględnić, że musi być dostępne przyłącze LAN, ponieważ zapewnia ono zasilanie elektryczne urządzenia, a ponadto wymagane jest połączenie z managerem DECT.

Zasięg w budynku wynosi do 300 m, ale może być ograniczony ew. przez inne budynki, ściany lub drzewa. Stacja bazowa zamontowana na zewnątrz może pokrywać również inne części budynku wewnątrz, jeżeli ich ściany nie tłumią nadmiernie sygnału radiowego.

Podczas pomiarów strefy zewnętrznej należy pamiętać, że pogoda, np. deszcz lub śnieg, mogą znacząco wpływać na nadawanie i odbieranie sygnału. W razie potrzeby przeprowadzić później pomiary w innych warunkach. Jeżeli zasięg ma być stabilny, należy uwzględnić odpowiedni zapas siły sygnału. Również zmiana wegetacji (pojawienie się liści na drzewach, rośnięcie krzewów) ma wpływ na zasięg sygnału.

Handover na całym terenie

Jeżeli handover ma być zapewniony na całym terenie i we wszystkich budynkach, należy starannie zaplanować i zmierzyć przejścia między strefą wewnętrzną a zewnętrzną.

Przykład: Dostęp do budynku jest możliwy tylko przez metalowe drzwi tłumiące sygnał w 100%. W takim wypadku w momencie przejścia przez otwarte drzwi musi być zapewniony handover między najbliższą stacją bazową wewnątrz oraz stacją bazową pokrywającą teren na zewnątrz. Obie stacje bazowe muszą być zsynchronizowane i (przy otwartych drzwiach) zapewniać niezbędny zapas pokrycia.

Indeks

C	
Charakterystyka budynku	30
Charakterystyka materiału	34
Czynniki zakłócające	34
inne sieci radiowe	35
przeszkody	34
D	
Diagnostyka	47
Diagnostyka, stacje bazowe	47
DLS (DECT over LAN Sync)	19
DSCP (Differentiated Services Codepoint)	17
Duża instalacja	6
E	
Erlang	31
G	
Gigaset N780 IP PRO	3
zasilanie elektryczne	30
Grade of Service (GoS)	31
H	
Handover	7
Hierarchia synchronizacji	14
Hot spot	
zakłócenia	33
I	
Instalacja	
duża	6
mała	5
średnia	5
Instalacje	5
Integrator	3, 5
wbudowany	7
wirtualny	6
Integrator DECT	3, 5
Integrator wirtualny	6
J	
Jakość połączenia	42
Jitter	20
Jitter opóźniania pakietów	18
Jitter w sieci	20
K	
Kategoria usług	31
Klaster	7
L	
LAN Master/Slave	17
M	
Mała instalacja	5
Manager DECT	3
stosowanie większej liczby	29
Materiały budowlane	
zmniejszenie zasięgu	34
Minimalny odstęp	30
N	
Nakładanie się	12
Natężenie ruchu	
obliczanie przybliżone	32
obliczenie w erlangach	31
O	
Odchylenie PTP	20
Optymalna wysokość montażu	30
P	
Planowanie synchronizacji	14
PoE (Power over Ethernet)	30
Pojemność	11
Pomiar	
przeprowadzenie	39
przygotowanie	27
Poziom synchronizacji	15
Protokół pomiarów	44, 46
Przebieg pomiaru	43
Przykład synchronizacji	
duża, DECT-DECT-DECT	24
duża, DECT-DECT-LAN	25
duża, LAN-domena PTP-LAN	26
mała/średnia, mieszane DECT-LAN	23
Przykładowa synchronizacja	
mała/średnia, tylko DECT	21
mała/średnia, tylko LAN	22
PTP (Precise Time Protocol)	19
Punkt dostępu	33
R	
Roaming	7
Rysunek projektowy	36
S	
Sieć radiowa DECT	9
projektowanie	27
warunki techniczne	29
Sieć telefoniczna	
wymagania	27

Indeks

Siła sygnału odbiorczego	41
wartości graniczne	41
Siła sygnału, odbiór	41
Słuchawka	4
Średnia instalacja	5
Stacja bazowa	4, 7
pozycjonowanie	37
wskazówki dotyczące montażu	38
Zdarzenia	47
Stacja bazowa DECT	4, 7
Stacje bazowe	
minimalny odstęp	30
planowanie lokalizacji	36
Synchronizacja	
bezprowadowo	15
over the air	14
przez LAN	14, 17
wymagania	14, 17
Synchronizacja LAN	13, 17
selektywna względem klastrów	19
zalety	17
Synchronizacja Master/Slave	14
System Gigaset N780 IP Multicell	3
pojemność	28
System telefoniczny	4
System telefoniczny VoIP	3
System wielokomórkowy	3
Szerokie pasmo	28

W

Wartości graniczne	40
Wąskie pasmo	28
Wbudowany integrator	7
Współczynniki zakłócenia	
charakterystyka materiału	34
Wydajność	
wymiarowanie	31
Wynik pomiaru	47
Wyrównanie obciążenia	7
Wytyczne dotyczące montażu	30

Z

Zasięg radiowy	10
optymalny	10
Zasięg sygnału	29
Zasięg sygnału radiowego	10
Zestaw słuchawki	7
Zmniejszenie zasięgu	34

Wydane przez

Gigaset Communications GmbH
Frankenstr. 2a, 46395 Bocholt, Niemcy,

© Gigaset Communications GmbH 2020

Zależnie od dostępności.

Wszystkie prawa zastrzeżone. Prawa do modyfikacji zastrzeżone.

www.gigaset.com