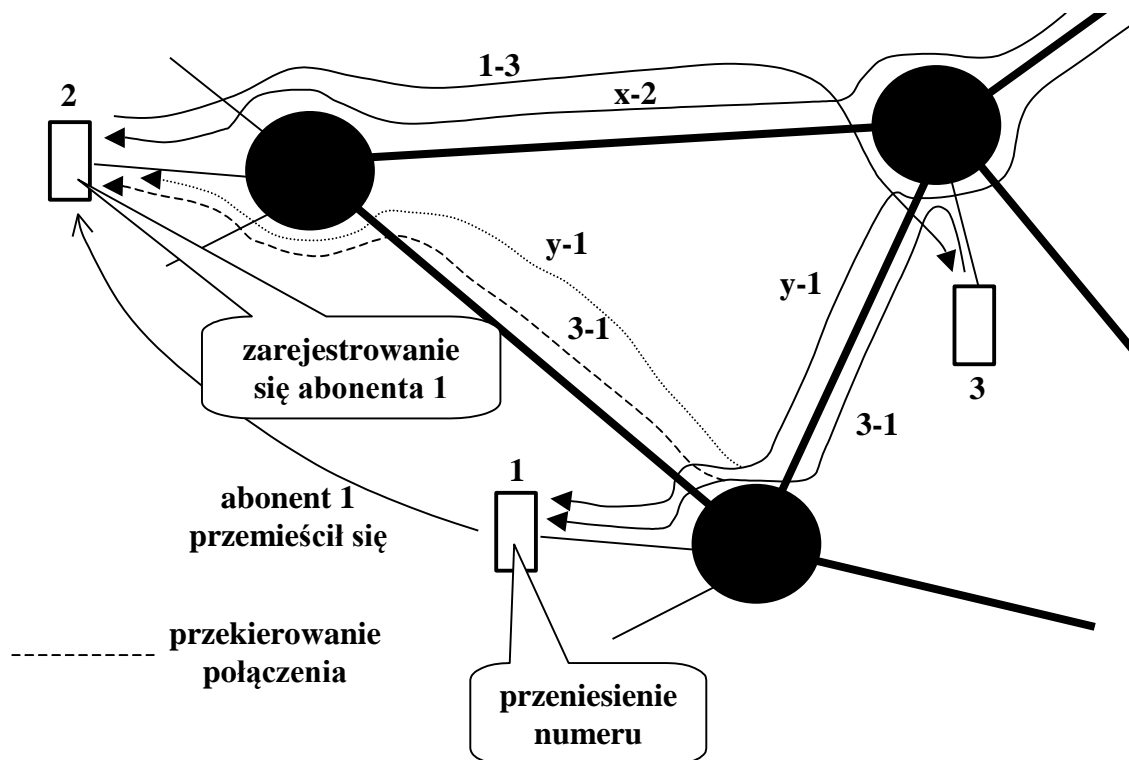


Problem przemieszczania się abonentów i jego rozwiązanie

Z chwilą, gdy abonenci chcą się przemieszczać i jednocześnie zachować możliwość realizowania połączeń to dotychczas omawiane rozwiązania mają określone ograniczenia. Otóż przypomnijmy, że terminal abonenta jest na stałe dołączony do węzła komutacyjnego przy użyciu linii (łącza) abonenckiego i stąd nazwa łącze stałe. W węźle komutacyjnym wyposażeniu LT/TE tej linii przyporządkowany jest numer (adres). Abonent przemieszczając się z miejsca do miejsca może korzystać z usług tej sieci telekomunikacyjnej jeżeli będzie miał dostęp do terminala w każdym nowym miejscu, a miejsca te są ściśle określone ulokowaniem tych terminali. Co to znaczy że chce mieć dostęp do usług? To znaczy że może być zarówno abonentem A jak i abonentem B. W pierwszym przypadku chce mieć wszystkie swoje uprawnienia jakie zaabonował, a w drugim przypadku chce być osiągalny w każdym nowym miejscu przez innych abonentów. Pamiętamy, że wszystkie informacje o abonencie są zapisane w bazie węzła komutacyjnego do którego jest dołączona jego linia abonencka. Przemieszczając się do innego miejsca nie zabiera ze sobą linii abonenckiej. Zatem skąd w nowym miejscu w którym ma on dostęp fizyczny do terminala, który może być dołączony do innego węzła komutacyjnego, sterowanie węzła komutacyjnego wie że abonent przemieścił się i to właśnie on teraz korzysta z innego terminala.



Rozwiązanie tego problemu wymaga poinformowania sterowania o nowym miejscu pobytu abonenta. Może to wykonać sam abonent na dwa sposoby:

- ze swojego aparatu przenosząc numer na nowe miejsce (nową linię),
- w nowym miejscu zgłaszając swoją obecność (rejestrując się).

W praktyce stosowane jest pierwsze podejście ponieważ jest prostsze i jest ono udostępniane pod usługą dodatkową "przenoszenie numeru". Proszę się zastanowić w jaki sposób następuje powrót do stanu początkowego?

Jednakże zauważmy, że nie rozwiązujemy podstawowego problemu jakim jest rozróżnianie na nowym miejscu podwójnego wykorzystania linii abonenckiej przez dwóch różnych abonentów - pierwotnego i tego, który przeniósł swój numer lub zarejestrował się w przypadku drugiego sposobu. Wynika to z faktu, że węzeł nie rozróżnia abonentów a tylko zakończenia LT/ET. Oczywiście można te ograniczenia ominąć ale wymaga to nowych rozwiązań.

Drugim bardzo ważnym ograniczeniem jest to że z usługi można korzystać tylko w miejscach w których znajdują się terminale a one są determinowane tym że mamy stałą linię abonencką.

Te dwa podstawowe ograniczenia spowodowały, że dla zrealizowania obsługi abonentów ruchomych konieczne było:

- zastosowanie abonenckiego łącza radiowego,
- wyposażenie abonenta w indywidualny przenośny terminal,
- wprowadzenie, najogólniej mówiąc, mechanizmów lokalizacji terminala abonenta (a dokładniej mówiąc abonenta!).

Jak później się dowiemy w konsekwencji zastosowania ogólnie dostępnego łącza radiowego (otwarta przestrzeń) konieczne było wprowadzenie jeszcze innych funkcji ale w tym miejscu naszych rozważań ich wymienienie nie jest istotne.

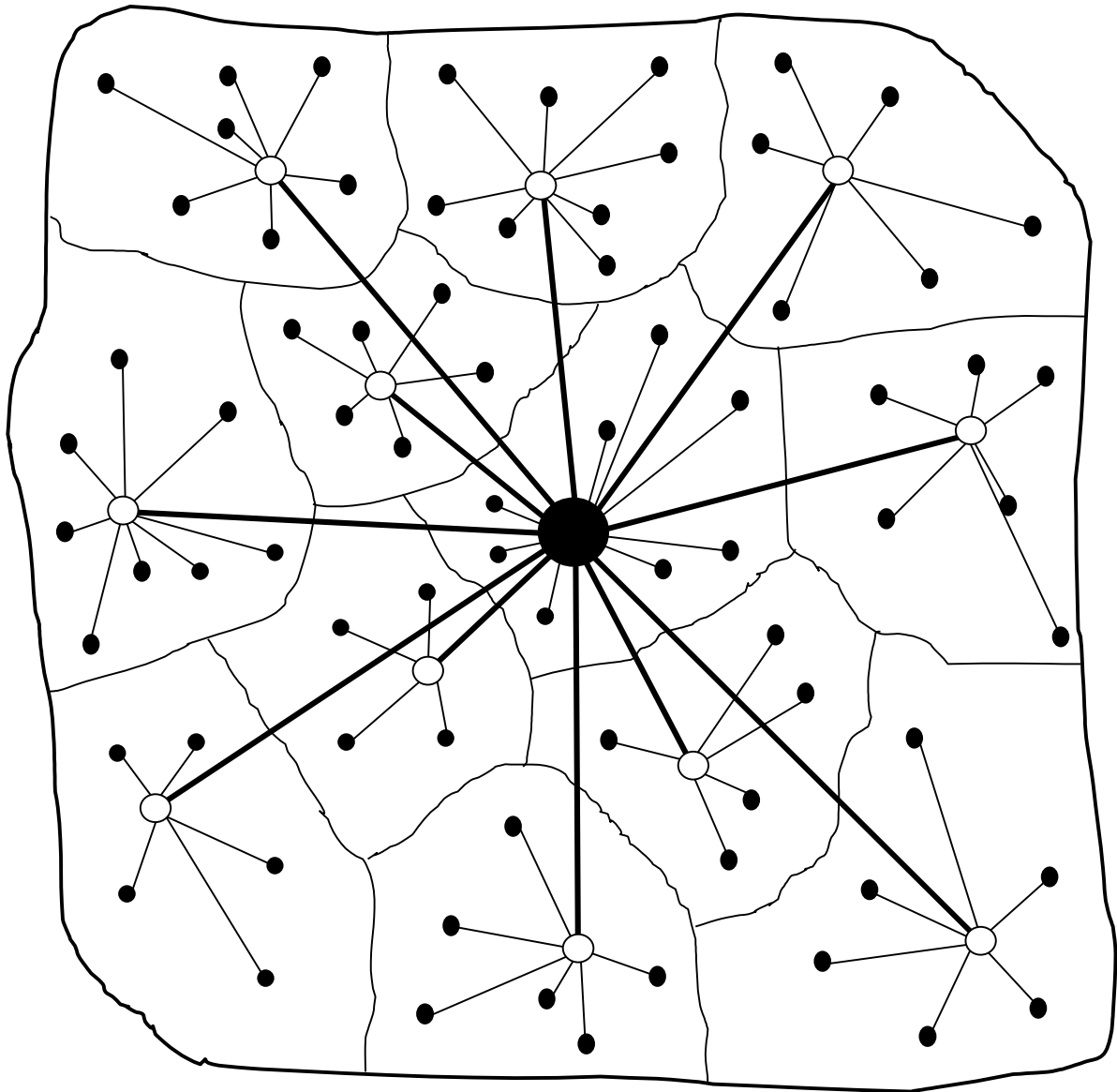
Zanim przejdziemy do omówienia ogólnych zasad realizacji obsługi abonenta ruchomego wykorzystującego łącze radiowe przeprowadzimy krótkie przypomnienie omawianej już struktury sieci stacjonarnej (abonentów stacjonarnych) i jej przekształcenie w sieć abonentów ruchomych. W ten sposób zauważymy i zrozumiemy naturalne przekształcenie się jednej sieci w drugą na skutek wprowadzenia do tej sieci w miejsce linii abonenckiej (stałej) łącza radiowego. Co więcej ta nowa funkcjonalnie sieć (przez dodanie nowych elementów funkcjonalnych) jest w całości w jej części stałej taka sama jak sieć stacjonarna. Takie podejście wynika z bardzo prostego faktu

ewolucyjnych a nie rewolucyjnych zmian w telekomunikacji. To z kolei wynika z pełnej analizy kosztów każdego nowego rozwiązania i konieczności ich minimalizacji z uwagi na istnienie rynku usług telekomunikacyjnych, na którym ostatecznie zdanie mają zawsze abonenci którzy kupią lub nie kupią te usługi.

Minimalizację kosztów można osiągnąć przez zmiany ewolucyjne a nie rewolucyjne. Jak dotychczas w telekomunikacji ta teza się sprawdzała.

Dostęp do usług i obszar pokrycia przez węzeł Komutacyjny

1. Dla abonentów stacjonarnych



część centralna węzła komutacyjnego (Host)

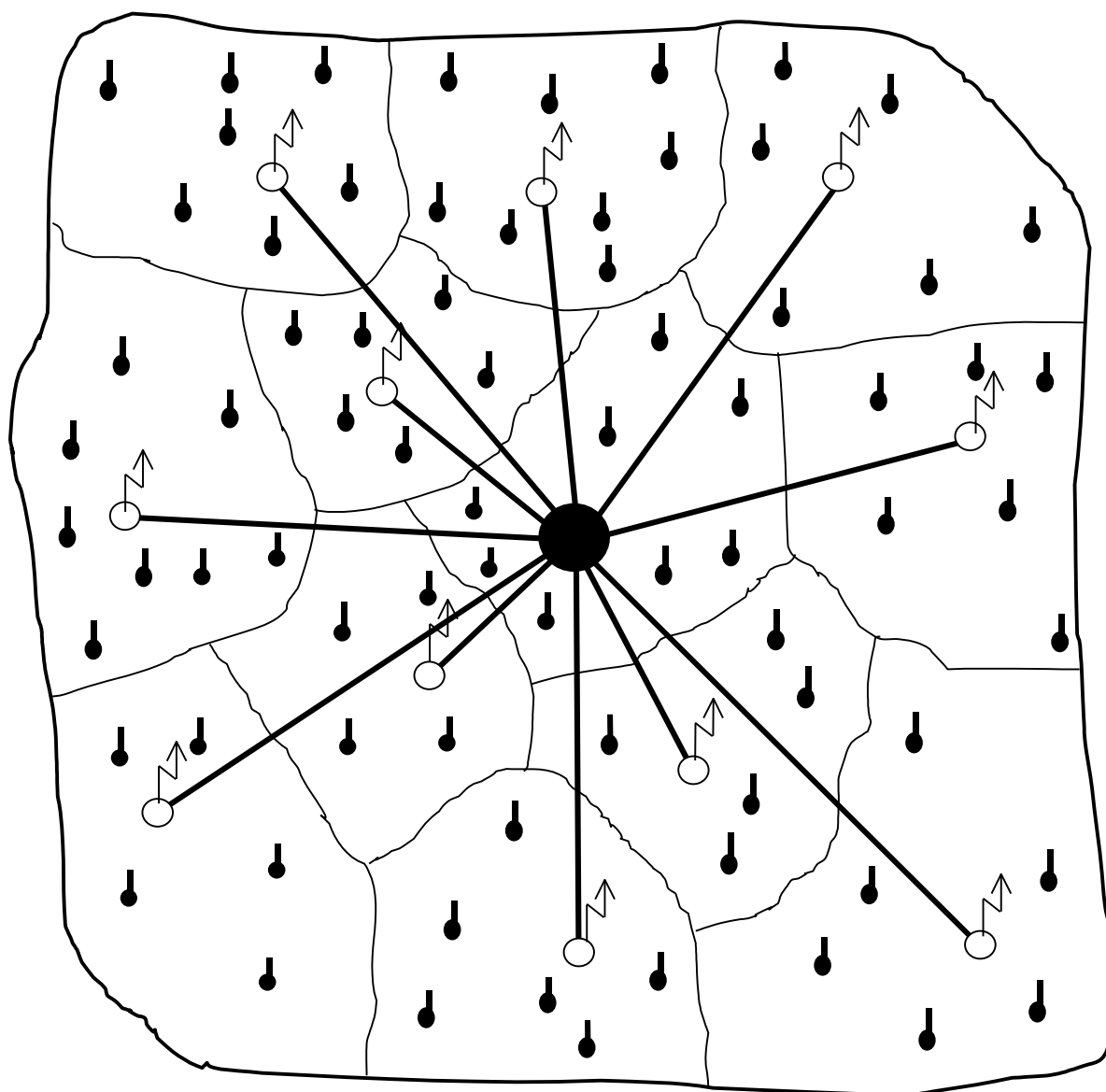


moduł wyniesiony MWK węzła komutacyjnego



zakończenie sieciowe u abonenta

2. Dla abonentów ruchomych



● węzeł komutacyjny MSC (Mobile Switching Centre)

○ stacja bazowa BTS (Base Transceiver Station)

● stacja ruchoma MS (Mobile Station)

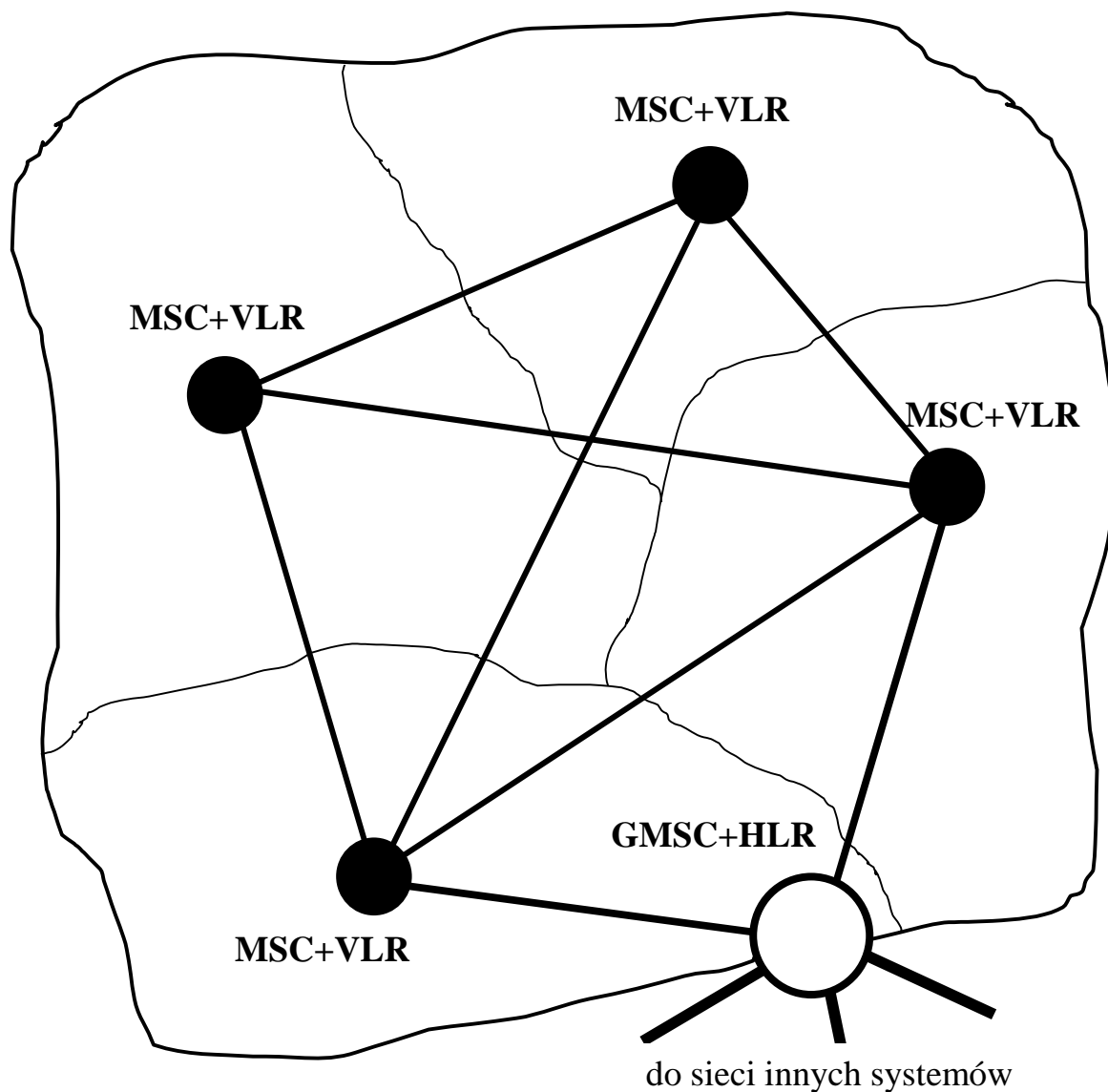
Nowe funkcje w sieci abonentów ruchomych

- **automatyczna rejestracja obecności terminala abonenta w określonym obszarze wynikająca z jego ruchliwości,**
- **lokalizacja terminala abonenta, gdy jest do niego połączenie czyli jest abonentem B,**
- **monitorowanie właściwości łącza radiowego z uwagi na przemieszczanie się abonenta oraz zmienne i przeciętnej jakości parametry kanału radiowego,**
- **zabezpieczenie przed nieuprawnionym dostępem do:**
 - **usług i**
 - **informacji,**
- **zabezpieczenie przed używaniem nieuprawnionych terminali,**
- **zapewnienie ciągłości połączenia przy zmianie obszaru:**
 - **stacji bazowej oraz**
 - **węzła komutacyjnego.**

Skutki i konsekwencje

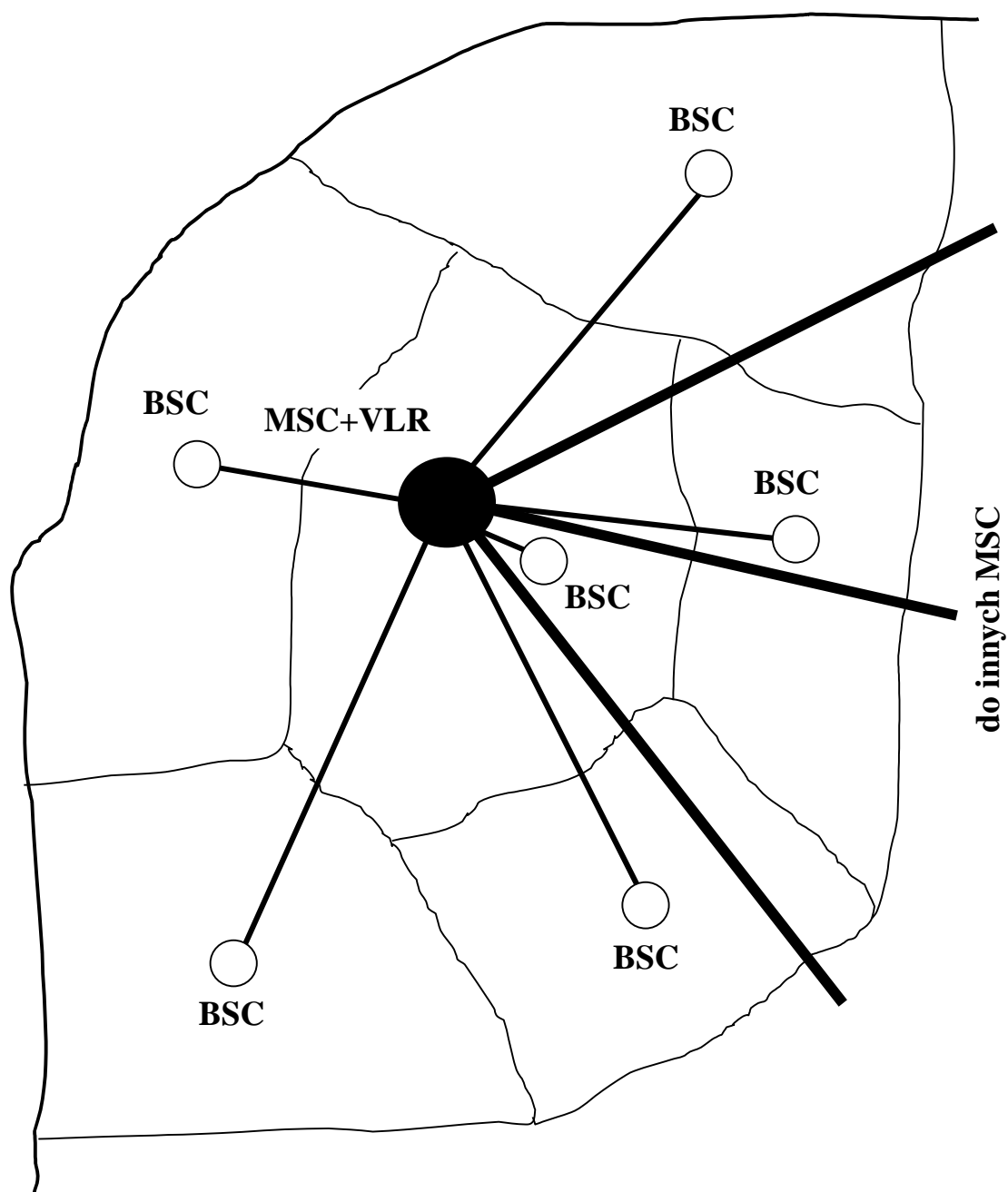
- **duża złożoność terminala abonenta i stacji bazowej oraz stosowanych procedur dla realizacji tych dodatkowych funkcji,**
- **wprowadzenie różnorodnej adresacji i numeracji abonentów w zależności od tego w jakim poziomie obsługiwany jest abonent (sieci telekomunikacyjnej, systemu komórkowego, węzła komutacyjnego),**
- **wprowadzenie dwóch dodatkowych podstawowych elementów funkcjonalnych będących bazami danych:**
 - **HLR (Home Location Register) - rejestr stacji własnych,**
 - **VLR (Visitors Location Register) - rejestr stacji wizytujących,**
- **odpowiednia lokalizacja dodatkowych funkcji i procedur w obszarach:**
 - **sieci telekomunikacyjnej,**
 - **systemu komórkowego,**
 - **węzła komutacyjnego,**
- **wprowadzenie identyfikacji abonentów oraz szyfrowania,**
- **wprowadzenie identyfikacji terminali,**
- **itd.**

Organizacja obszaru sieci na poziomie systemu komórkowego



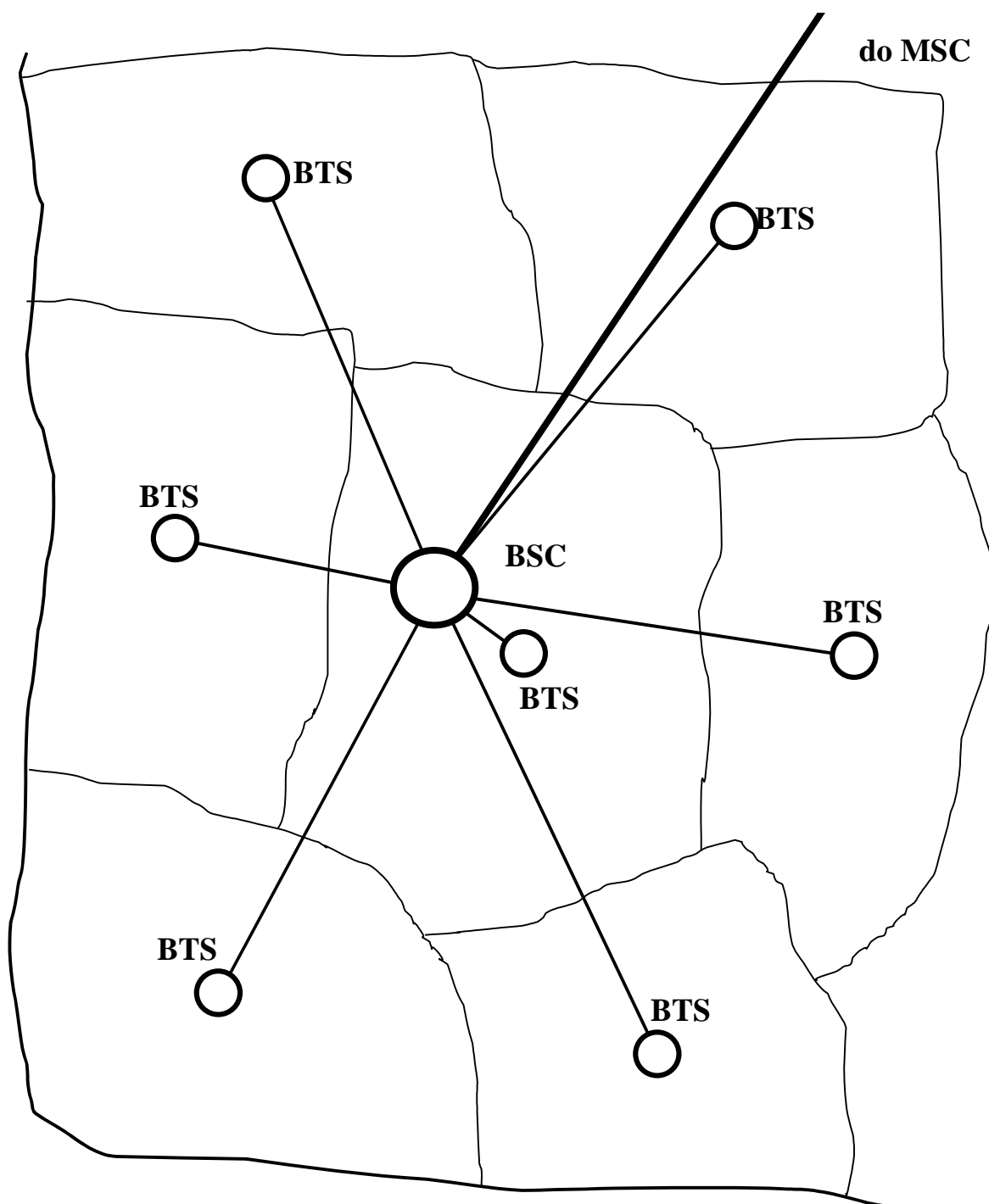
HLR (Home Location Register) - rejestr stacji własnych
VLR (Visitors Location Register) - rejestr stacji wizytujących
GMSC (Gateway Mobile Switching Centre) - brama MSC do sieci innych systemów

Organizacja obszaru sieci na poziomie węzła komutacyjnego



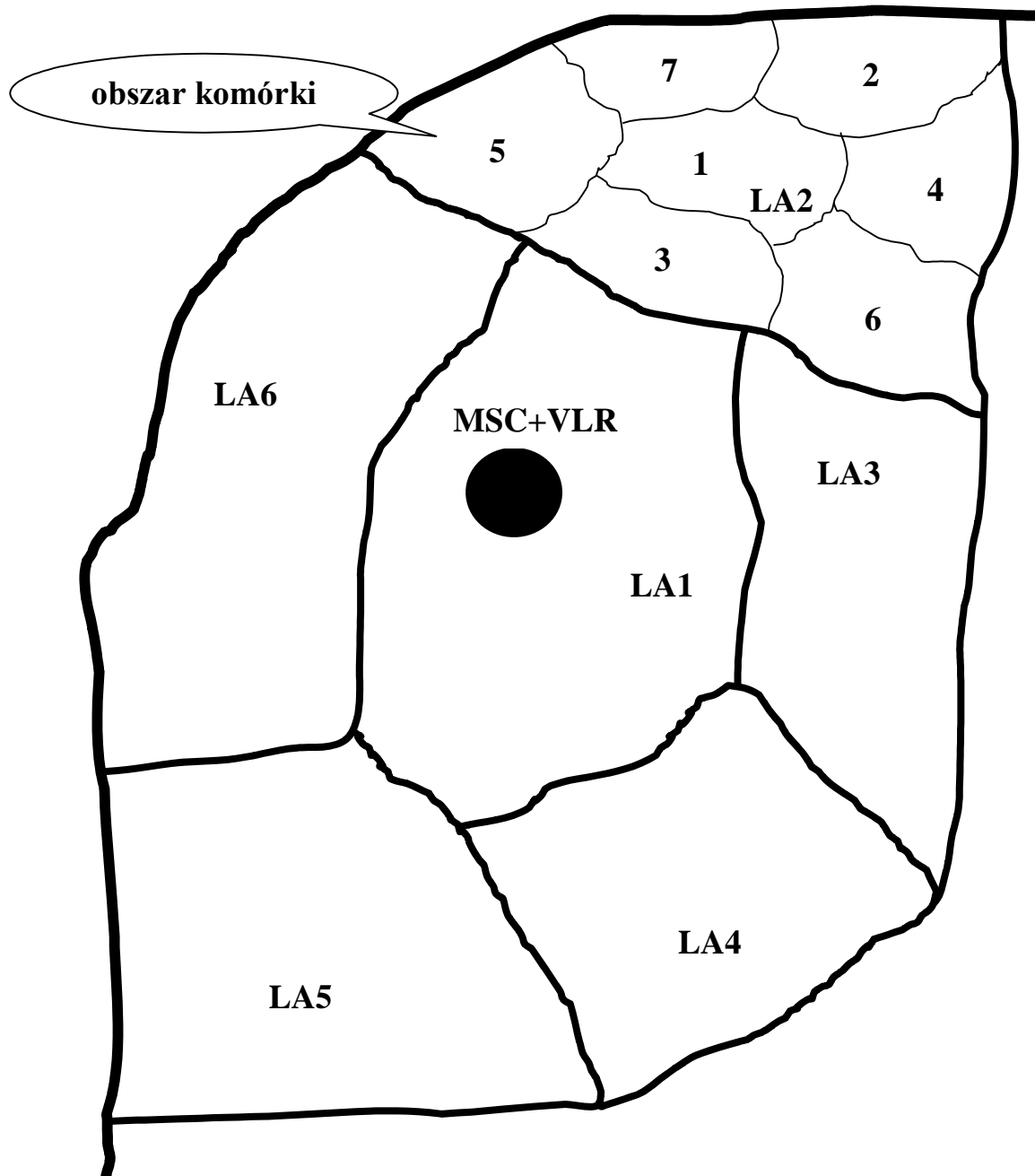
BSC (Base Station Controller) - sterownik stacji bazowych

Organizacja obszaru sieci na poziomie sterownika stacji bazowych



BTS (Base Transceiver Station) - stacja Bazowa

Obszary przywołań

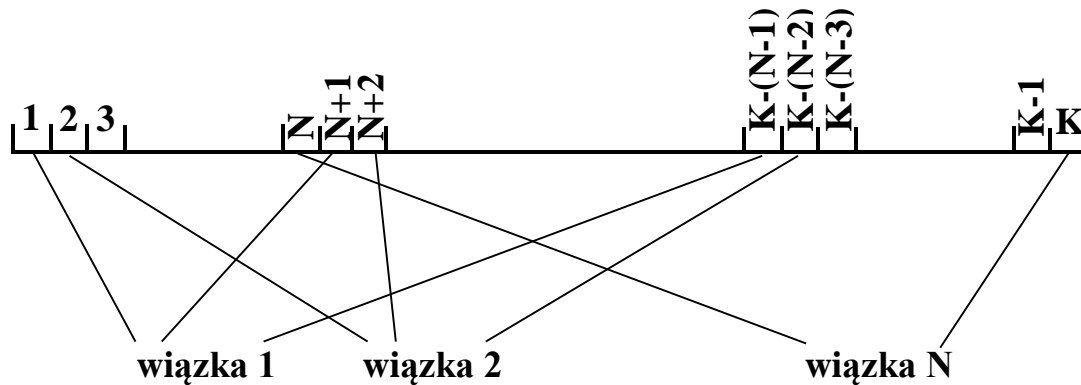


LA (Location Area) - obszar przywołań

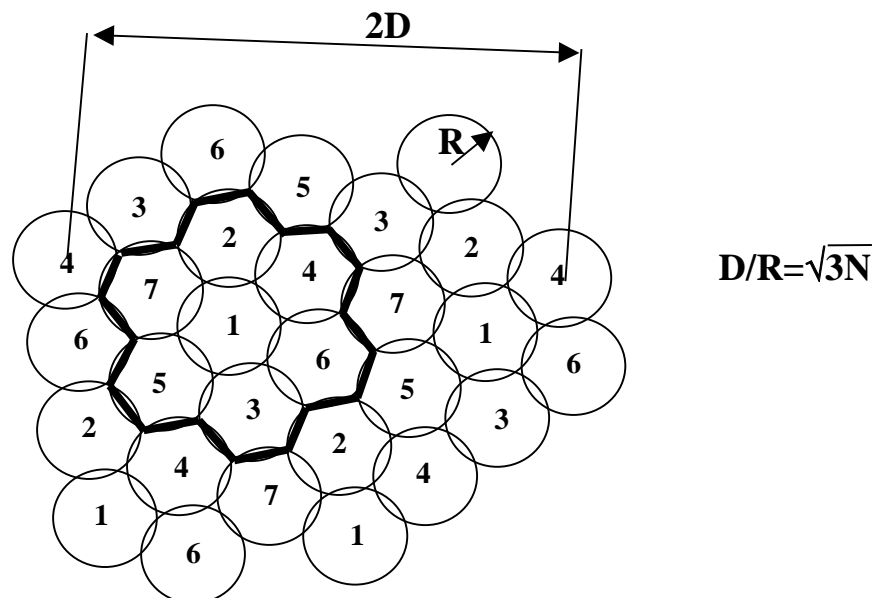
Uwaga: obszary LA w ogólności nie muszą się pokrywać z obszarem BSC, a obszary BTS z obszarem komórki

Ogólne zasady wykorzystania zasobów radiowych

- zbiór K kanałów radiowych (proszę wrócić do wykładu, gdzie była podana liczba K dla systemu GSM 900 i 1800) jest dzielony na N wiązek



- wiązka kanałów jest przydzielona do komórki i ma pojemność K/N kanałów radiowych
- N komórek tworzy grupę komórek i określa odległość między komórkami wykorzystującymi kanały radiowe na tych samych częstotliwościach



Uwaga: rysunek wykonany dla $N=7$

- przy ustalonym K i R , gdy $N \uparrow$ to $D \uparrow$ ale $K/N \downarrow$

- pojemność C systemu komórkowego definiujemy następująco

$$C = \frac{\text{sumaryczna liczba kanałow systemu}}{\text{obszar obsugiwany przez system [km}^2\text{]}}$$

- efektywność η wykorzystania zasobów radiowych definiujemy następująco

$$\eta = \frac{\text{sumaryczna liczba kanałow systemu}}{\text{pasmo systemu [MHz]} \cdot \text{obszar obslugiwany przez system [km}^2\text{]}}$$

Zasady numeracji

Systemy komórkowe wyróżniają i obsługują szereg rodzajów numeracji. Są to:

- **MSISDN (Mobile Station ISDN number)** jest to międzynarodowy numer abonenta stacji ruchomej zgodny z zaleceniem E.164, który umożliwia zidentyfikowanie każdego abonenta w całej sieci telekomunikacyjnej,
- **IMSI (International Mobile Subscriber Identity)** jest to międzynarodowy numer (identyfikator) abonenta ruchomego, który umożliwia identyfikację abonenta w sieciach komórkowych,
- **MSRN (Mobile Station Roaming Number)** jest to numer aktualnie obsługiwanego abonenta, który jest przydzielany chwilowo przez MSC/VLR aby można było zestawzić do niego połączenie na poziomie sieci węzłów komutacyjnych MSC; numer ten jest zwalniany, gdy tylko to połączenie zostanie zestawione i może być ponownie użyty do realizacji innego połączenia,
- **TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity)** jest to numer (identyfikator) tymczasowy przydzielany na czas przebywania w obszarze LA i ma znaczenie lokalne (zasady ustala operator, max. 32 bity), a został wprowadzony dla zabezpieczenia podsłuchu,
- **IMEI (International Mobile Equipment Identity)** jest to identyfikator terminala w celu zapobieżenia używania niehomologowanych, uszkodzonych lub skradzionych terminali,
- **LAI (Location Area Identity)** jest to identyfikator obszaru przywołań,
- **CGI (Cell Global Identity)** jest to identyfikator używany do rozróżnienia komórek w obszarze przywołań,
- **BSIC (Base Station Identity Code)** jest to identyfikator stacji bazowej, który umożliwia rozróżnienie sygnałów od komórek o tych samych częstotliwościach pochodzących od różnych stacji bazowych.

Uwaga: proszę porównać zasady numeracji dla abonentów sieci stacjonarnej i ruchomej i stąd wyciągnąć wnioski.

Zawartość informacyjna HLR+AC, VLR, SIM

HLR+AC

HLR

- MSISDN:
 - IMSI,
 - adres VLR

AC (Authentication Centre) – centrum identyfikacji jest bezpośrednio podporządkowane HLR dlatego też często piszemy HLR+AC lub HLR/AC

- IMSI:
 - klucz Ki,
- parametry związane z algorytmem identyfikacji i szyfrowania (A3, A8).

VLR

- IMSI:
 - MSRN,
 - TMSI,
 - LAI

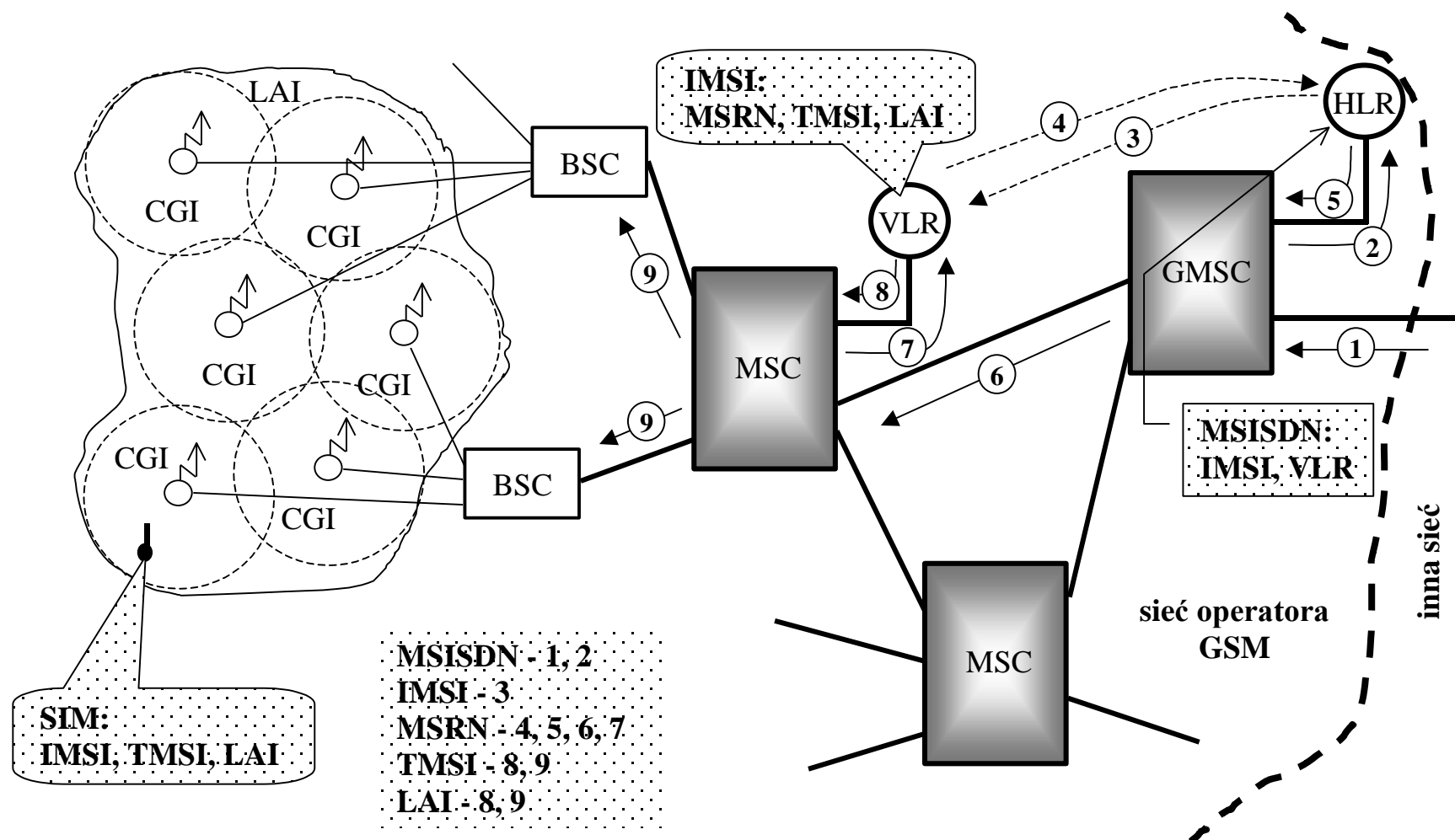
SIM (Subscriber Identity Module) – moduł identyfikatora abonenta

- numer seryjny,
- status SIM,
- klucz Ki,
- IMSI,
- parametry związane z algorytmem identyfikacji i szyfrowania (A3, A8),
- MSISDN,
- kod PIN,
- kod PUK odblokowania,
- klucz Kc (jest obliczany w MS),
- TMSI,
- LAI,
- prawa dostępu (uprawnienia),
- preferowane sieci,
- zabronione sieci,
- krótkie wiadomości.

Uwaga:

Przedstawiona zawartość informacyjna nie wyczerpuje całości.

Przeznaczenie numerów i identyfikatorów w przypadku połączenia przychodzącego do sieci operatora GSM



Przebieg drogi połączeniowej po przełączeniu

