

Podstawy modelowania w języku UML

dr hab. Bożena Woźna-Szcześniak, prof. UJD

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Długosza w Częstochowie

Wykład 7

Diagram maszyny stanowej

- **Maszyna stanowa** (ang. state machine) to zbiór **stanów** przyjmowanych przez obiekt w odpowiedzi na zdarzenia zachodzące w czasie jego życia, a także reakcje obiektu na te zdarzenia.
- Rodzaje maszyn stanowych:
 - **maszyny zachowania** - reprezentują przejścia między stanami wielu obiektów w szerszym kontekście zachowania systemu, podsystemu czy też przypadku użycia.
 - **maszyny protokołowe** - reprezentują dozwolone przejścia pomiędzy stanami danego obiektu.

Diagram maszyny stanowej - stany I

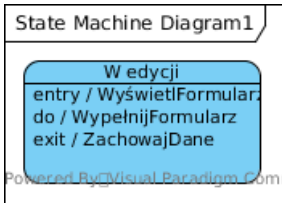
- **Stan** (ang. state) - modeluje moment w zachowaniu obiektu, w którym pewien warunek jest prawdziwy.
- Stany są reprezentowane przez prostokąty z zaokrąglonymi narożnikami. Każdy stan ma swoją nazwę.
- Stan może być:
 - aktywny - gdy przechodzimy do niego przy użyciu przejścia
 - nieaktywny - gdy wychodzimy z niego



- Ze stanem mogą być związane akcje, wykonywane w określonym momencie:
 - **entry** - akcja wykonywana podczas, gdy obiekt przyjmuje dany stan; akcja taka jest wykonywana jeden raz.

Diagram maszyny stanowej - stany II

- **do** - akcja wykonywana nieprzerwanie w czasie, gdy obiekt przebywa w tym stanie.
- **exit** - akcja wykonywana podczas, gdy obiekt opuszcza dany stan; akcja taka jest wykonywana jeden raz.



- **event** - reprezentuje akcję wykonywaną w momencie nadejścia zdarzenia określonego typu.
- **include** - wywołanie zagnieżdżonej maszyny stanu.

Diagram maszyny stanowej - stany III

- **Stan początkowy** (ang. initial state) - stan, od którego zaczyna funkcjonować maszyna stanowa.
 - Stan początkowy jest pseudostanem, gdyż nie posiada wszystkich atrybutów właściwych stanowi. Oznacza to, że jest to element nietrwały, przejściowy, który używany jest tylko do zapewnienia połączeń pomiędzy stanami (tutaj rozpoczęcia diagramu) bez wymogu akcji.
 - Ponieważ stan początkowy jest pseudostanem, przejście ze stanu początkowego do stanu pierwszego nie może zawierać zdarzenia uruchamiającego.

Stan początkowy

Diagram maszyny stanowej - stany IV

- **Stan końcowy** (ang. final state) - stan, jaki jest przyjmowany w sytuacji zakończenia działania maszyny stanowej.
- Ze stanu końcowego nie ma przejścia do stanu następnego.



Diagram maszyny stanowej - tranzycje

- Przejście (ang. transition) to związek pomiędzy dwoma stanami, wskazujący, że obiekt znajdujący się w pierwszym stanie wykona pewną akcję i przejdzie do drugiego stanu ilekroć znajdzie określone zdarzenie i będą spełnione określone warunki.
- Przejście jest niepodzielne, tzn. nie można go przerwać, i trwa minimalny okres czasu.

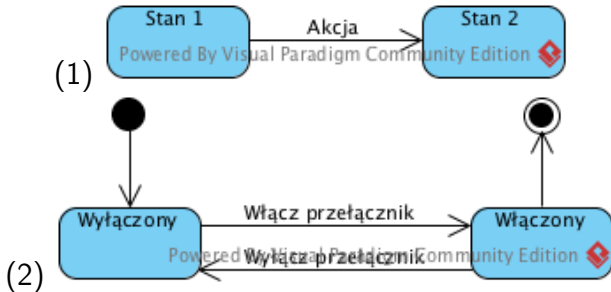


Diagram maszyny stanowej - tranzycje

Notacja opisu przejścia:

wyzwalacz[warunek dozoru]/akcja
trigger[guard condition]action

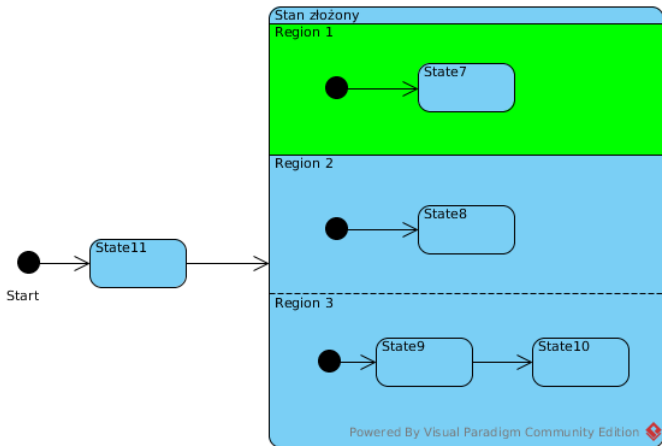
- **Wyzwalacz/zdarzenie** uruchamiające (ang. trigger) to zdarzenie, którego otrzymanie oznacza uruchomienie przejścia pod warunkiem spełnienia warunku dozoru.
- **Warunek dozoru** (ang. guard condition) to wyrażenie logiczne, które musi być spełnione, by przejście mogło być zrealizowane.
- **Akcja** jest niepodzielną procedurą, która jest wykonywana podczas przejścia. Akcja może mieć bezpośredni wpływ na obiekt, który jest właścicielem maszyny stanowej.

Diagram maszyny stanowej - tranzycje

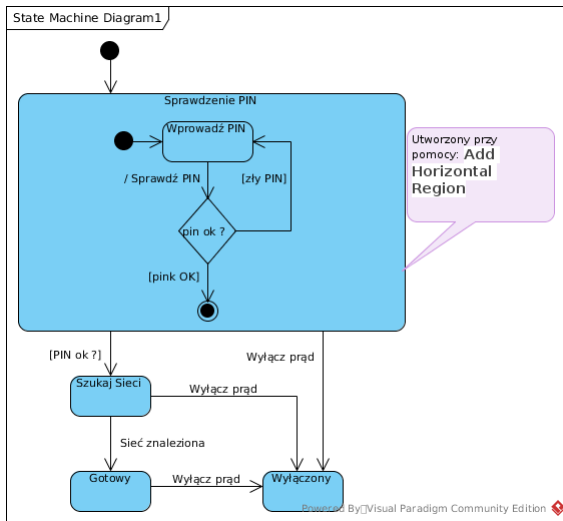


Stany złożone - region

- Stan złożony (ang. composite state) - stan zawierający jeden lub większą liczbę regionów.
- Stan złożony zawiera swój własny zestaw stanów i regionów.

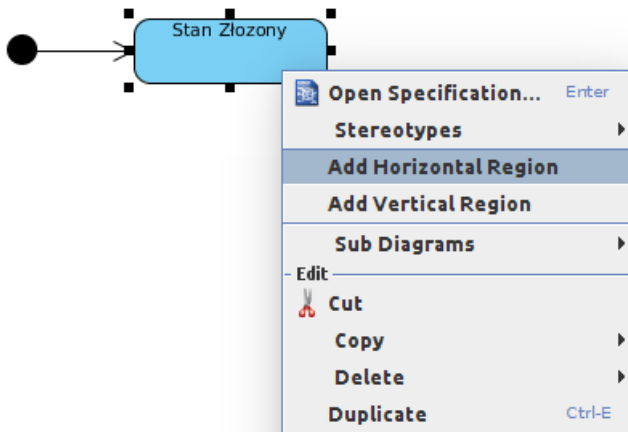


Stany złożone - region



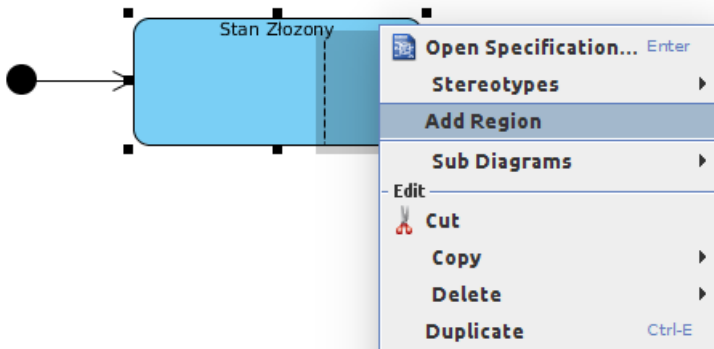
Stany złożone - region

- Aby utworzyć region, należy zaznaczyć stan, kliknąć prawym przyciskiem myszy i z menu podręcznego wybrać **Add Horizontal Region** lub **Add Vertical Region**.



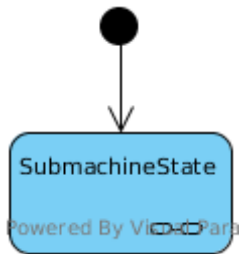
Stany złożone - region

- Po utworzeniu regionu w stanie złożonym, aby dodać jeszcze jeden region, należy zaznaczyć stan, kliknąć prawym przyciskiem myszy i z menu podręcznego wybrać **Add region**



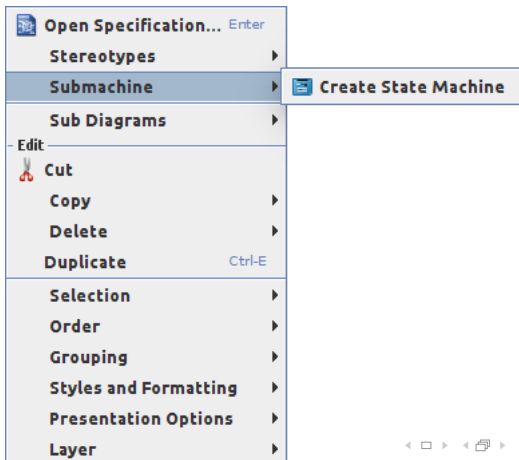
Submachine state

- **Podmaszyna stanowa** (ang. submachine state) jest maszyną stanową wstawianą jako stan do innej maszyny stanowej.
- Ta sama maszyna stanowa może być wprowadzana więcej niż jeden raz.



Submachine state

- Aby dodać do maszyny stanową do stanu **Submachine state** należy zaznaczyć ten stan, kliknąć prawym przyciskiem myszy i z menu podręcznego wybrać **Submachine -> Create state machine**



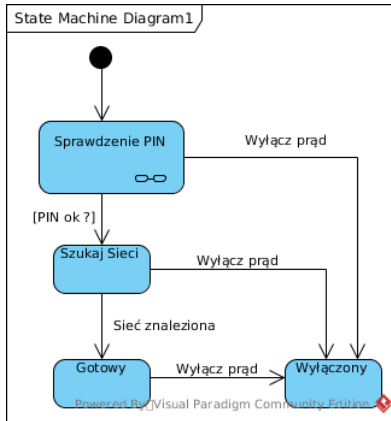
Submachine state

- Po utworzeniu **podmaszyny** stan **submachine** zmienia się na:



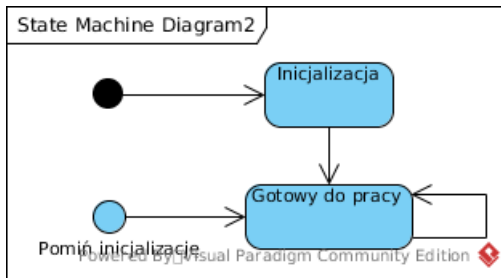
- Aby zobaczyć podmaszynę stanową, należy wydać polecenie: **Submachine -> Open state machine.**

Submachine state



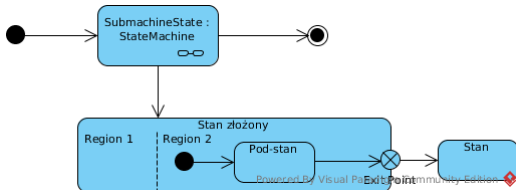
Punkt wejściowy (ang. entry point)

- Punkt wejściowy (ang. entry point) to punkt wejścia do maszyny stanowej z pominięciem standardowego stanu początkowego.



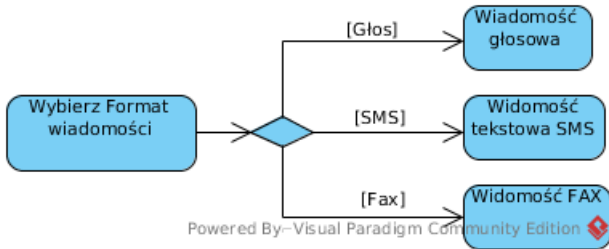
Punkt wyjścia

- Pseudostan **punkt wyjścia** (ang. exit point) to alternatywny punkt wyjścia z maszyny stanowej lub stanu złożonego.
- Wejście do punktu wyjścia każdego regioniu stanu złożonego lub maszyny stanowej wskazywanej przez stan typu "submachine" zakłada wyjście z tego stanu złożonego lub maszyny stanowej i odpalenie przejścia, które ma ten punkt wyjścia jako źródła w maszynie stanowej zawierającej daną podmaszynę lub stan złożony.



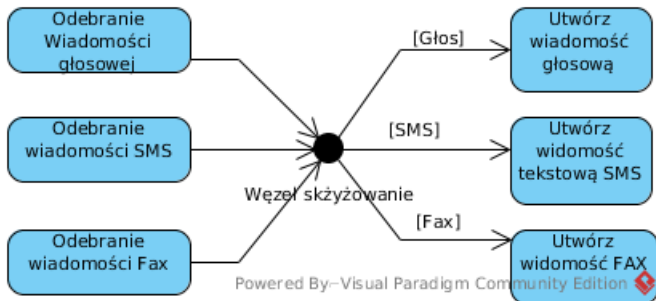
Węzeł wyboru

- Węzeł wyboru, to element umożliwiający dokonanie wyboru spośród kilku możliwości.
- Węzeł wyboru jest reprezentowany przez romb.
- Węzeł wyboru może mieć jedno wejście dla przepływu sterującego i minimalnie dwa wyjścia przepływów.



Węzeł skrzyżowanie (ang. junction)

- Węzeł skrzyżowanie stosowany jest do łączenia jednej lub wielu tranzycji wejściowych oraz ich rozdzielenie na jedną lub szereg tranzycji wyjściowych.
- Węzeł skrzyżowanie realizuje statyczne rozgałęzienie warunkowe, w przeciwieństwie do węzła wyboru, które realizuje dynamiczne rozgałęzienie warunkowe.



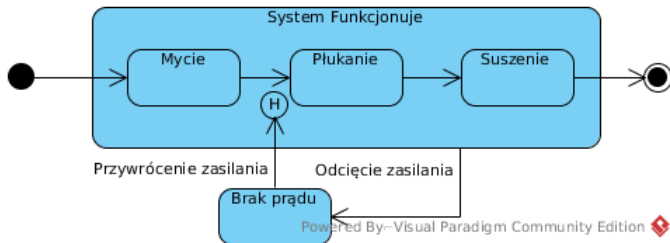
Węzeł zniszczenia (ang. terminate)

- Wejście do stanu zniszczenia wskazuje, że linia życia danej maszyny stanu się zakończyła.
- Stan zniszczenia reprezentowany jest przez krzyż.



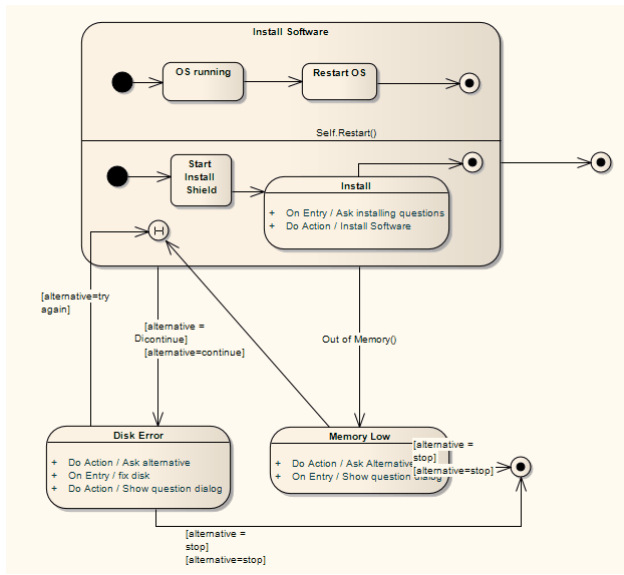
Stan płytkie wznowienie (ang. shallow history)

- Stan **płytkie wznowienie** służy do zapamiętania ostatniego aktywnego stanu maszyny stanowej, w której została ona przerwana.
- Stan **płytkie wznowienie** **nie przechowuje** informacji o podstanach ostatniego aktywnego stanu maszyny stanowej, w której została ona przerwana.
- Stan płytkie wznowienie reprezentowany jest przez literę H w kółeczku.



Stan płytkie wznowienie - Źródło:

www.sparxsystems.com/enterprise_architect_user_guide/10/standard_uml_models/historystate.html



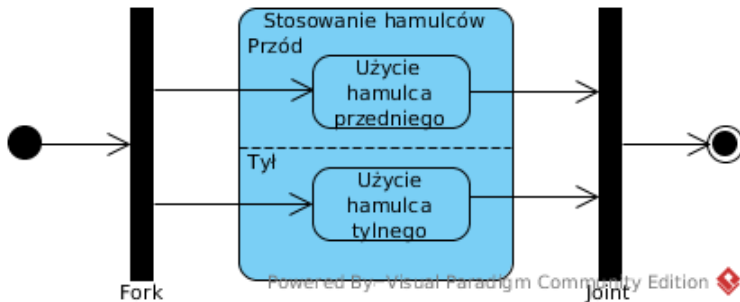
Stan głębokie wznowienie (ang. deep history)

- Stan **głębokie wznowienie** służy do zapamiętania ostatniej konfiguracji aktywnego stanu złożonego.
- Stan **głębokie wznowienie** wskazuje na ostatni aktywny stan obiektu przed wznowieniem, przechowując zarazem informacje o podstanach tego stanu.
- Stan głębokie wznowienie reprezentowany jest przez literę H z gwiazdką w kółeczku.

Węzeł rozwidlenia i scalenia I

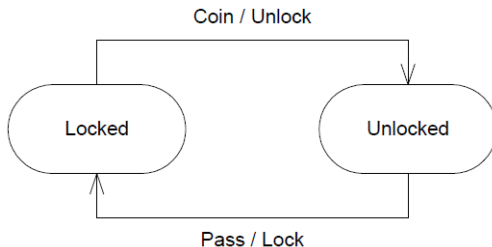
- Węzeł **rozwidlenia** (ang. fork node) pozwala na reprezentację współbieżności stanów. W zależności od sytuacji może być użyty jako linia pionowa lub pozioma.
- Węzeł **rozwidlenia** stosowany jest, gdy w czasie wykonywania sekwencyjnej ścieżki występuje podzielenie ścieżki na równoległe (minimum dwie) ścieżki, których przepływy są wykonywane w tym samym czasie.
- Węzeł **rozwidlenia** nie jest elementem synchronizującym, a jedynie wskazującym początek przepływów równoległych.
- Do zsynchronizowania ścieżek można użyć węzła **scalenia** (ang. join node), którego notacja jest identyczna jak węzła rozwidlenia.

Węzeł rozwidlenia i scalenia II



Bramka obrotowa w metrze - tryb normalny I

Bramką obrotową w metrze może zarządzać bardzo prosty diagram maszyny stanowej (DMS).



Rysunek: 1. DMS dla bramki obrotowej w metrze

- Okrągłe prostokąty to **stany**, a strzałki to **przejścia**, ponieważ opisują, w jaki sposób DMS przechodzi z jednego stanu do drugiego.

Bramka obrotowa w metrze - tryb normalny II

- Bramka ma tylko dwa stany: **Odblokowany (Unlocked)** i **Zablokowany (Locked)**.
- Etykieta przejścia składa się z dwóch części oddzielonych ukośnikiem:
 - pierwsza to nazwa **zdarzenia** uruchamiającego przejście.
 - Drugi to nazwa **akcji**, która ma zostać wykonana po uruchomieniu przejścia.
- Przejścia w DMS dla bramki w metrze oznaczają:
 - Jeśli bramka jest w stanie **Zablokowany** i wystąpi zdarzenie **Moneta (Coin)**, wówczas bramka przechodzi w stan **Odblokowany** i wykonywana jest akcja **Odblokuj(Unlock)**.

Bramka obrotowa w metrze - tryb normalny III

- Jeśli bramka jest w stanie **Odblokowany** i wystąpi zdarzenie **Przejdź(Pass)**, wówczas bramka przechodzi w stan **Zablokowany** i wykonywana jest akcja **Zablokuj (Lock)**.
- Powyższy DMS opisuje jak działa bramka, **gdy wszystko idzie zgodnie z planem**. Załóżmy, że bramka obrotowa rozpoczyna się w stanie zablokowanym. Kiedy klient chce przejść przez kołowrót, musi wpłacić monetę. Powoduje to wystąpienie zdarzenia **Moneta (Coin)**. Zdarzenie **Moneta (Coin)** w stanie Zablokowany powoduje przejście bramki do stanu Odblokowany i wywołuje akcję **Odblokuj(Unlock)**. Następnie klient przechodzi przez bramkę. Powoduje to wystąpienie zdarzenia **Przejdź(Pass)**. Zdarzenie **Przejdź(Pass)** w stanie

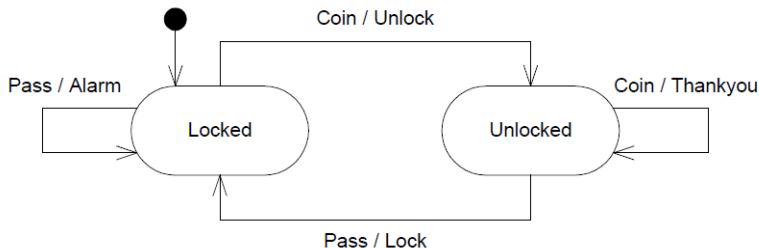
Bramka obrotowa w metrze - tryb normalny IV

Odblokowany powoduje powrót bramki do stanu
Zablokowany i wywołanie akcji **Zablokuj (Lock)**.

Bramka obrotowa w metrze - wystąpienie sytuacji nietypowej I

- Co zrobić, jeśli bramka jest w stanie Zablockowany, a użytkownik i tak przechodzi przez nią?
 - Należy ogłosić jakiś alarm.
 - Przejście, które obsługuje to zdarzenie, nie zmienia stanu. Bramka pozostaje w stanie Zablockowany.
- Innym nietypowym stanem jest sytuacja, w której bramka obrotowa jest już odblokowana, a klient wpłaca kolejną monetę. W takim przypadku np. zapalamy małą lampkę „dziękuję”.
- Model dla dwóch możliwych nietypowe zdarzeń:

Bramka obrotowa w metrze - wystąpienie sytuacji nietypowej II



Rysunek: 2. DMS dla bramki obrotowej z nietypowymi zdarzeniami.

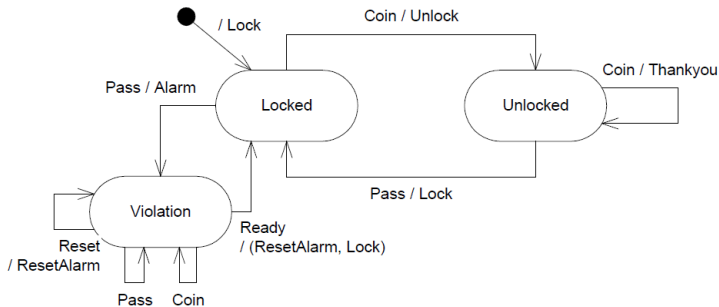
- Na rysunku 2 czarna kropka (stan początkowy) ze strzałką wskazuje stan Zablokowany. Oznacza to, że stan Zablokowany jest stanem początkowym dla tego DMS. Kiedy DMS zostanie aktywowany po raz pierwszy, rozpocznie swoje działanie w stanie Zablokowany.

Bramka obrotowa w metrze - obsługa alarmów I

Lepszy sposób obsługi alarmów.

- Pozostawianie maszyny w stanie Zablokowany nie jest najlepszym podejściem do postępowania w sytuacji jeśli ktoś sforsował wejście przez bramkę obrotową.
- Należy wówczas wejść w jakiś stan naruszenia, w którym bramka pozostanie dopóki serwisant nie zasygnalizuje, że bramka jest gotowa do dalszej pracy - rysunek 3.

Bramka obrotowa w metrze - obsługa alarmów II



Rysunek: 3. DMS dla bramki obrotowej ze stanem naruszenia.

- Z DMS na rysunku 3 wynika, że jedynym wyjściem ze stanu naruszenia jest zdarzenie **Ready**. Przejście to zapewnia wyłączenie alarmu i ponowne zablokowanie bramki.
- Dodane jest również specjalne zdarzenie, które technik może wykorzystać do wyłączenia alarmu podczas pracy na bramce obrotowej - **Reset/ResetAlarm**.
- Zdarzenia **Pass** i **Coin**, w stanie **Naruszenie (Violation)** są ignorowane.
- Do przejścia, które łączy stan początkowy ze stanem Zablokowany dodano akcję **Lock**. Jest to pierwsze przejście, które następuje po uruchomieniu DMS, a dodana akcja gwarantuje, że bramka zostanie zablokowana podczas uruchamiania.

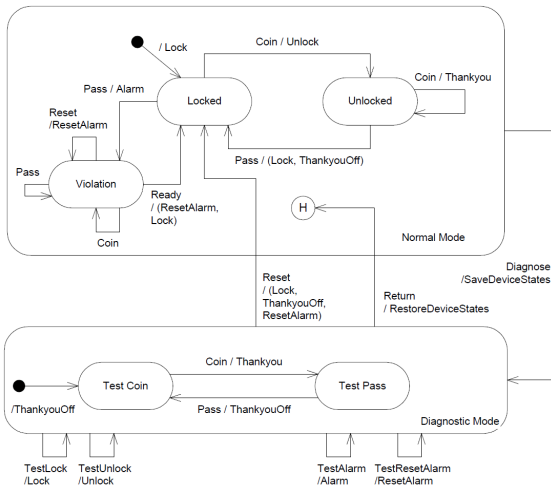
Bramka obrotowa w metrze - obsługa alarmów IV

- Jako zachowanie domyślne oczekuje się, że DMS zadeklarują jakiś błąd krytyczny, gdy wystąpią zdarzenia, dla których nie ma przejść.

Bramka obrotowa w metrze - tryb diagnostyczny I

- Jest bardzo prawdopodobne, że konserwatorzy będą chcieli wprowadzić bramkę w specjalny tryb konserwacji, aby sprawdzić jego działanie.
- W tym trybie technik powinien mieć możliwość sterowania różnymi funkcjami bramki i testowania jego czujników.
- Rysunek 4 przedstawia możliwy projekt.

Bramka obrotowa w metrze - tryb diagnostyczny II



Rysunek: 4. DMS dla bramki obrotowej z trybem diagnostycznym.

Bramka obrotowa w metrze - tryb diagnostyczny III

- Duże okrągłe prostokąty otaczające stany to **stany złożone**. W systemie dla bramki obrotowej występują dwa **stany złożone**. Są to **tryb normalny** i **tryb diagnostyczny**.
- Stany i przejścia dla normalnego działania bramki są zawarte w stanie złożonym **tryb normalny (Normal mode)**. Nic się w nich nie zmieniło, poza tym, że dodana została akcja wyłączającą lampkę podziękowania, gdy użytkownik przechodzi przez bramkę.

Bramka obrotowa w metrze - tryb diagnostyczny IV

- W tryb diagnostyczny wchodzi się poprzez zdarzenie **Diagnozuj (Diagnose)** - przejście oznaczone tym zdarzeniem wychodzi ze stanu złożonego **Tryb Normalny**, a nie z żadnego z jego stanów podrzędnych. Oznacza to, że niezależnie od tego, w jakim stanie podrzędnym trybu normalnego się znajdujemy, opuścimy ten stan podrzędny i wejdziemy w stan złożony **tryb diagnostyczny**. Wywołana zostanie również akcja **SaveDeviceStates**, której zadaniem jest zapamiętanie stan lampki dziękuję, blokady i alarmu.

Bramka obrotowa w metrze - tryb diagnostyczny V

- Technik może przetestować czujnik monet i lampkę podziękowania, wrzucając monetę. Wymusi to przejście do stanu **Test Pass** i włączy lampkę z podziękowaniami. Technik może następnie przetestować czujnik wykrywający przejście klienta. Spowoduje to zgaszenie lampki dziękuję i powrót do stanu **Test Coin**.
- W każdej chwili technik może również przetestować alarm i zamek (Lock). Testy te nie zmieniają bieżącego podstanu trybu diagnostycznego.
- Gdy technik zakończy wszystkie testy, może przywrócić bramkę do normalnego trybu na jeden z dwóch sposobów:
 - Może zainicjować zdarzenie **Reset**, które przywróci kołowrót do stanu zablokowanego z wyłączonym alarmem i zgaszoną lampką podziękowania.

Bramka obrotowa w metrze - tryb diagnostyczny VI

- Może potwierdzić zdarzenie **Return**. Powoduje to przejście, które przywraca stan urządzeń, a następnie przechodzi do **pseudostanu historii**. Pseudo-stan historii to małe kółko z literą H w środku. Wskazuje, że podstan w trybie normalnym, który ma zostać wprowadzony, jest tym podstanem w trybie normalnym, który został ostatnio opuszczony. W ten sposób zdarzenie Return przestawi bramkę obrotową w dokładnie taki sam stan, w jakim znajdowała się przed wejściem w tryb diagnostyczny.

Pomoce

- Maszyna stanowa w VP:
<http://www.visual-paradigm.com/VPGallery/diagrams/State.html>
- Zawartość stanu w VP: <http://www.visual-paradigm.com/tutorials/showdetailedstate.jsp>
- Michał Wolski: <http://www.michalwolski.pl/diagramy-uml/diagram-maszyny-stanowej>