

# ZASTOSOWANIE CHMURY OBLICZENIOWEJ W PRZEDSIĘBIORSTWIE

Jerzy LIPSKI

**Streszczenie:** Technologia IT „chmury obliczeniowej” staje się atrakcyjną alternatywą dokonywania złożonych i pracochłonnych obliczeń związanych z procesami uruchomienia i przygotowania produkcji a także *Business Intelligence*. Artykuł przedstawia możliwości wykorzystania tej technologii w wielu obszarach aktywności przedsiębiorstw przemysłowych. Jako przykład opisano projekt aplikacji wspomagającej dobór parametrów przepychania otworów kulka. W procesie obliczeń wykorzystano wieloparametryczny nieliniowy model w sieci neuronowej umieszczony w chmurze.

**Słowa kluczowe:** Cloud computing, Software as a Service (SaaS)

## 1. Koncepcja chmury jako technologii informatycznej

Koncepcja chmury obliczeniowej (ang. *cloud computing*) zaspokaja coraz większe zapotrzebowanie zasobów informatycznych w przedsiębiorstwach. Rosnące wymagania sprzętowe kolejnych generacji programów analizujących i optymalizujących procesy wytwarzania oraz procesy ekonomiczne, powodują lawinowy wzrost kosztów ich obsługi. Rośnie zapotrzebowanie na pamięci danych, ponieważ powstające systemy *data mining* współpracujące z systemami ERP czy CRM potrzebują ich w dużych ilościach do opracowania analiz i sugerowania decyzji. Wprowadzane systemy *Business Intelligence* na poziomie operacyjnym pracujące w czasie rzeczywistym wymagają dużych mocy obliczeniowych. Modelowanie złożonych i wielowymiarowych zjawisk ekonomicznych oraz procesów technologicznych także wymaga zaangażowania znacznych zasobów obliczeniowych.

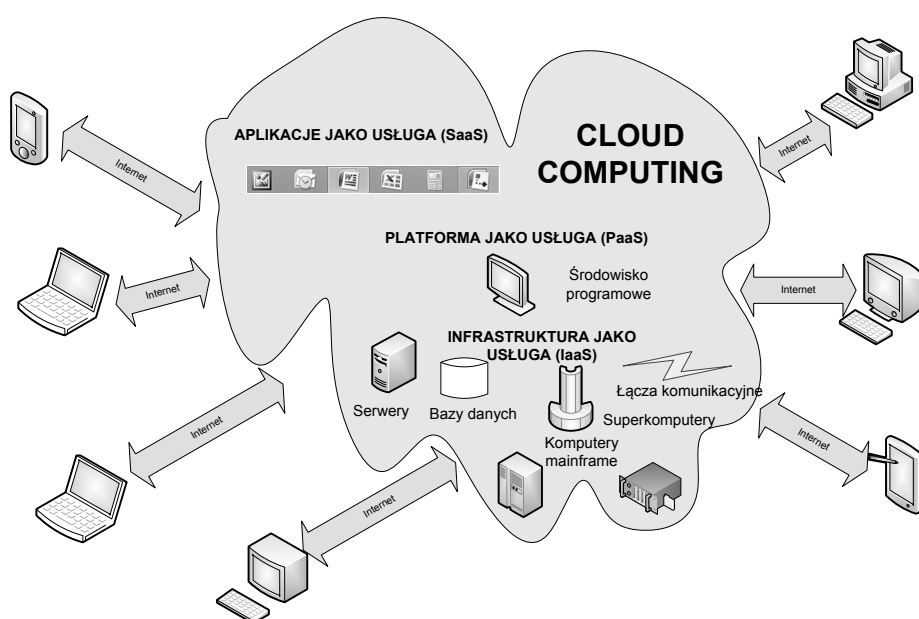
Badania kosztów utrzymania infrastruktury komputerowej w firmach wskazują na zjawisko ekonomii skali. Szacuje się, że koszty zakupu i utrzymania centrum przetwarzania danych, gdzie pracuje 100 tys. serwerów, są o połowę niższe w porównaniu z ośrodkiem obliczeniowym wykorzystującym tylko 1000 serwerów [3]. Ponadto mechanizmy pozwalające na skalowanie wydajności i pojemności systemu w zależności od potrzeb, przemawiają za modelem kupowania usług obliczeniowych zamiast inwestowania w sprzęt i oprogramowanie pracujące lokalnie.

Model chmury obliczeniowej jest często określanej w literaturze jako IPS od angielskich nazw trzech rodzajów usług :

- *Infrastructure as a Service (IaaS)* – infrastruktura jako usługa, która polega na udostępnianiu na masową skalę zasobów komputerowych przez Internet. Większość dostawców tej usługi dostarcza kompletne platformy przetwarzania dla maszyn wirtualnych użytkowników. Obejmuje to: system operacyjny, pamięć masową, pamięć operacyjną i moc przetwarzania. Przedsiębiorca korzystający z tej usługi płaci tylko za to, z czego korzysta. Oznacza to niewątpliwą korzyść dla budżetu firmy [5];
- *Platform as a Service (PaaS)* – usługa, która proponuje programistom kompletne

środowisko projektowe, w którym można kodować, hostować i dostarczać aplikacje. Środowisko projektowe obejmuje również odpowiednią infrastrukturę oraz narzędzia do projektowania oprogramowania. Przykładami takich usług mogą być Google App Engine czy Microsoft Windows Azure;

- *Software as a Service (SaaS)* – dostarcza funkcjonalne oprogramowanie za pośrednictwem przeglądarki internetowej. Oprogramowanie takie nie korzysta z zasobów obliczeniowych lokalnych i nie musi być instalowane u użytkownika końcowego. Przedsiębiorca, klient, zakłada konto na jednej, dużej instancji oprogramowania, która pracuje w wirtualizowanej infrastrukturze. Przykładem takich usług mogą być Microsoft Business Productivity Suite, Google Mail czy Salesforce.com;



Rys. 1. Model funkcjonalny chmury obliczeniowej

Koncepcja chmury obliczeniowej ma szansę zmienić fundamentalne wzorce, według których komputery i ich oprogramowanie były wykorzystywane. Dotychczas aby uruchomić program, korzystając z jego funkcjonalności, należało kupić sprzęt odpowiedniej klasy i zainstalować na nim kupiony program. Trzeba było także wziąć pod uwagę system operacyjny, dla którego uruchamiana aplikacja musiała być przeznaczona, przejść przez proces instalacji a w końcu osobiście aktualizować i zabezpieczać sprzęt oraz oprogramowanie przed utratą lub nieuprawnionym użyciem. Dzięki chmurze skorzystanie z dowolnego programu oferowanego w tym modelu wymaga tylko zakupu uprawnień lub zaprojektowania i umieszczenia własnego programu na platformie utworzonej przez usługodawcę.

Zabezpieczenie danych, zarówno tych, z których korzysta program jak i tych, które generuje w wyniku działania, jest rolą usługodawcy. Podobnie to usługodawca aktualizuje używane oprogramowanie, oraz dba, aby nie zabrakło mocy obliczeniowej do realizacji

zadań stawianych przez użytkownika dołączając kolejne klastery oraz rezerwując zasoby pamięci.

Z przytoczonych cech chmury obliczeniowej można wyciągnąć wniosek, że pojawił się nowy produkt na rynku IT pozwalający na wdrożenie wielu odmian działalności biznesowej. Można np. kupić specjalistyczny program i udostępnić go w chmurze jako usługę dla określonego kręgu użytkowników. Można taki program napisać korzystając z udostępnianych narzędzi i także udostępnić go na warunkach wolnorynkowych. Można tworzyć specjalistyczne bazy wiedzy, aktualizować je na bieżąco i udostępnić za opłatą szerokiej rzeszy użytkowników. Można także budować aplikacje eksperckie analizujące i wspomagające decyzje w bardzo wielu dziedzinach np. techniki, biznesu czy medycyny. W miarę powiększania się grona zainteresowanych eksploatacją udostępnionego oprogramowania można skalować system zwiększając zakupione zasoby.

Podstawową cechą opisywanej technologii IT, jest brak wiedzy użytkownika chmury o fizycznej lokalizacji danych i oprogramowania. Fakt ten może nieco niepokoić i rodzi obawy czy powierzone chmurze cenne dane, przetwarzane gdzieś na anonimowych wirtualnych serwerach nie znikną w wyniku przypadkowej awarii lub czy nie zostaną skopiowane przez konkurencję. Obawy te w pewnym stopniu ograniczają rozwój tej technologii [4]. Firmy świadczące usługi obliczeniowe w chmurze starają się przekonywać swoich klientów o zabezpieczeniu ich danych np. przez wielokrotne kopiowanie w różnych lokalizacjach oraz zapewnienie dostępu przez redundancję sprzętową i programową. Nie zmienia to jednak faktu, że praca w chmurze opiera się na wielodzierzawności, co oznacza że wielu różnych użytkowników końcowych współdzieli tę samą usługę i zasoby. Maszyny wirtualne pracujące w sąsiedztwie środowiska użytkownika mogą być potencjalnie wykorzystane do ataku na innych dzierżawców, śledzić komunikacje prowadzoną przez system lub rozpoznawać adresy IP oraz zasoby innych użytkowników. Oczywiście firmy dostarczające usługi obliczeniowe w chmurze podejmują starania aby wyeliminować takie potencjalne zagrożenia [3, 4].

## 2. Programowanie w chmurze obliczeniowej

Powstało obecnie wiele systemów o różnej funkcjonalności pozwalających na projektowanie aplikacji przeznaczonych do uruchamiania w chmurze. Do najczęściej wykorzystywanych należą:

- *Amazon EC2* - pozwala na uruchamianie w chmurze aplikacji w różnych systemach operacyjnych takich jak Linux, Solaris Windows Server. Umożliwia także przechowywanie i zarządzanie danymi przy wykorzystaniu DB2, Informix, MySQL lub Oracle. Akceptuje języki programowania takie jak: Perl, Python, Ruby, Java, C++ oraz C#. Napisane programy mogą działać na bardzo różnych wirtualnych serwerach takich jak np. IIS Microsoftu, Oracle, IBM lub Apache;
- *IBM Computing on Demand* – proponuje pakiet usług sieciowych z wykorzystaniem narzędzi WebSphere, DB2 oraz Lotus.
- *Microsoft Azure* – działa w środowisku Windows i korzysta ze standardowych technologii usług sieciowych oraz zaprojektowanego przez Microsoft interfejsu programowania aplikacji **API** (ang. *Application Programming Interface*);
- *App Engine Google* – pozwala na pisanie aplikacji w języku Python lub Java oraz budowy interfejsów użytkownika z zastosowaniem HTTP, CSS i AJAX;

Wspólną cechą wymienionych systemów jest schemat procesu powstawania aplikacji w chmurze zawierający kilka charakterystycznych etapów [1]:

- Założenie własnego konta u usługodawcy,
- Ściągnięcie i skonfigurowanie zestawu narzędzi deweloperskich SDK (*ang. Software Development Kit*),
- Zaprojektowanie aplikacji w konkretnym środowisku programistycznym,
- Przetestowanie programu na maszynie lokalnej,
- Umieszczenie programu w chmurze.

### **3. Potencjalne obszary zastosowania technologii obliczeń w chmurze**

Analizując potrzeby w zakresie przetwarzania informacji we współczesnych przedsiębiorstwach [2] o charakterze produkcyjnym, usługowym lub handlowym można znaleźć wiele obszarów, w których ta technologia znacząco zmniejszy koszty, poprawi konkurencyjność oraz usprawni działanie szeregu procedur przetwarzania informacji. W niektórych obszarach wręcz umożliwi zastosowanie znanych ale czasochłonnych i zasobochłonnych metod optymalizacyjnych, których nie można było wykorzystać z braku odpowiedniego sprzętu lub oprogramowania.

#### **3. 1. Podejmowanie decyzji strategicznych w procesach zarządzania firmą i strategią marketingową**

Oprogramowanie do zarządzania firmą służy do realizacji dwu celów: automatyzacji bieżącej działalności firmy oraz dostarczania syntetycznej informacji kierownictwu. Realizacja drugiego ze zdefiniowanych celów wymaga generowania raportów opartych na bazach danych z systemów transakcyjnych. Wobec ciągłego wzrostu zjawiska konkurencji na globalnych rynkach wzrasta zapotrzebowanie na informację niestandardową będącą wynikiem wieloprzekrojowych analiz. Kluczowe znaczenie dla kształtowania pozycji przedsiębiorstwa na rynku ma zapewnienie menadżerom łatwego i szybkiego dostępu do informacji zarządczej tj. takiej, która może stanowić podstawę do podejmowania decyzji biznesowych przy ograniczonym prawdopodobieństwie ryzyka. Klasyczne systemy transakcyjne są tworzone w celu przyspieszenia procesów obsługi powtarzających się operacji, takich jak księgowanie, wprowadzanie zamówień, rozliczanie płatności, obsługa magazynów itp. Systemy bazodanowe zarządzające tymi operacjami mają obecnie najczęściej charakter lokalny i ze względu na ograniczenia zasobów nie są w stanie sprostać zadaniom analitycznym. Powstała koncepcja hurtowni danych, czyli baz danych, tak spreparowanych, aby spełniały zadania przygotowania informacji decyzyjnych.

Powstały także kategorie oprogramowania *Business Intelligence* oraz *Business Analytics* korzystające z hurtowni danych i wykorzystujące złożone i zasobochłonne metody analityczne wielowymiarowe (OLAP – *On-line Analytical Processing*) oraz służące do raportowania. Te kategorie aplikacji szczególnie dobrze nadają się do umieszczenia w chmurze ze względu na skalowalność zasobów systemu obliczeniowego. Najlepszym rozwiązaniem jest umieszczenie w chmurze zarówno aplikacji i baz danych do bieżącej obsługi transakcyjnej i analitycznych. Ograniczenie potrzeb infrastruktury informatycznej firmy do prostych terminali pozwalających na wizualizację oraz drukowanie raportów i formularzy w dużym stopniu zmniejszy koszty inwestycyjne w obszarze IT oraz obsługi przedsiębiorstwa. Jednocześnie należy oczekiwać poprawy jakości zarządzania i trafności podejmowanych decyzji biznesowych.

### 3. 2. Wspomaganie procesów przygotowania produkcji w chmurze

Przygotowanie produkcji jest niezwykle istotnym okresem w procesie powstawania nowego oraz modernizacji starego produktu. W pierwszej fazie tego procesu muszą być podjęte decyzje co do charakteru wyrobu proponowanego do produkcji oraz zweryfikowane przypuszczenia o potencjalnym zapotrzebowaniu klientów na ten wyrób. Niezwykle ważne jest także zebranie informacji o pożądanych jego cechach. Zbiór tych cech determinuje przyszłe decyzje konstrukcyjne i technologiczne. Podjęcie decyzji o produkcji danego wyrobu musi być poprzedzone analizą ekonomiczną, uwzględniającą bardzo wiele czynników, takich jak stopień konkurencyjności rynku, zasoby materialne i niematerialne przedsiębiorstwa, przewidywane nakłady i stopę zwrotu. Ta faza, podjęcia decyzji o charakterze produktu i jego cechach, może być skutecznie wspomagana przez programy analizujące statystyki ankiet lub wyniki sprzedaży określonych grup wyrobów. Takie aplikacje mogą być dzierżawione lub napisane docelowo i umieszczone w chmurze. Dane do analiz mogą być w łatwy sposób zapisane w zasobach pamięciowych z dowolnego miejsca ich powstawania poprzez łącza internetowe.

Następną fazą, która może być realizowana przy wydajnej pomocy technologii obliczeń w chmurze może być powstawanie konstrukcji wyrobu. Celem tych działań jest możliwie jednoznaczne określenie konstruowanego obiektu przy założeniu, że będzie on spełniał większość oczekiwań przyszłych użytkowników oraz wykorzystywał minimum nakładów i zasobów do jego produkcji. Systemy CAD (*ang. Computer Added Design*), jako aplikacje o dużych wymaganiach sprzętowych i zasobowych, są drogie i zakup ich na stanowiska stacjonarne może okazać się nieopłacalny wobec alternatywy wdzierżawienia tylko na czas powstawania konstrukcji i jej modernizacji. Ponadto, użytkowane wraz z nimi aplikacje wspomagające np. dobór materiałów konstrukcyjnych, optymalizację konstrukcji czy symulacje kinematyczne, dynamiczne, cieplne itp., wymagają dużych mocy obliczeniowych, które stają do dyspozycji konstruktora pracującego w chmurze. Biorąc pod uwagę, że producenci oprogramowania CAD i CAE (*ang. Computer Added Engineering*) dosyć często wprowadzają nowe wersje i nowe funkcje w tych aplikacjach, korzystanie z nich w chmurze sprawia, że każdy konstruktor pracuje zawsze na aktualnej i tej samej wersji oprogramowania.

Trzeba podkreślić, że systemy CAD są stosowane w procesie przygotowania produkcji w szerszym zakresie niż tylko w fazie powstawania konstrukcji. Istotne znaczenie dla prowadzenia marketingu produktu ma jego wizualizacja w różnych mediach obecnie szeroko dostępnych. Produkty wytwarzane wielkoseryjnie i skierowane na rynek masowego odbiorcy muszą być w atrakcyjny sposób wypromowane na stronach internetowych, w telewizji i prasie specjalistycznej. Wizualizacja produktu będącego często we wczesnej fazie konstrukcyjnej (prototypowej) jest obecnie możliwa poprzez zastosowanie symulacji, wizualizacji i animacji przy użyciu programów CAID (*ang. Computer Added Industrial Design*), cyfrowe prototypowanie, przygotowywanie ofertowych prezentacji fotorealistycznych itp. Zastosowanie tych technik pozwala na zmniejszenie ryzyka inwestycji w produkty nieakceptowane przez rynek. Dotyczy to szczególnie produktów o wysokim poziomie nakładów inwestycyjnych, zawierających kosztowne rozwiązania technologiczne, takich jak np. samochody lub sprzęt gospodarstwa domowego. Korzystanie z oprogramowania umieszczonego w chmurze może znacząco zmniejszyć nakłady inwestycyjne i eksploatacyjne w tej fazie przygotowania produkcji.

Następująca po konstrukcyjnej faza technologiczna przygotowania produkcji jest z nią informacyjnie silnie powiązana. Technolog ma do dyspozycji szereg aplikacji, które

pobierają informacje z różnych źródeł. Aplikacje te służą do osiągnięcia celów technologicznych, a zatem między innymi do:

- doboru maszyn technologicznych do planowanych operacji;
- doboru narzędzi;
- doboru oprzyrządowania technologicznego;
- doboru metod kontroli i narzędzi do jej realizacji;
- doboru normatywnych lub optymalnych parametrów obróbki;
- obliczenia czasów potrzebnych na realizację poszczególnych etapów procesu technologicznego;
- symulacji kinematyki procesu obróbki w celu wyeliminowania potencjalnych kolizji.

Jednakże głównym źródłem informacji potrzebnych do opracowania technologii jest model geometryczny w formie cyfrowej wygenerowany przez system CAD. Technolog może rozpocząć swoją pracę już w trakcie powstawania konstrukcji (tzw. model *CE ang. Concurrent Engineering*) opracowując technologię już zaprojektowanych fragmentów konstrukcji. Warunkiem jest całkowita kompatybilność formatów danych jakich używają programy stosowane przez konstruktora i technologa. Taką kompatybilność może zapewnić dostawca usług IPS w chmurze. Ponadto, biorąc pod uwagę, że autoryzowany dostęp do danych (zawsze aktualnych) i oprogramowania jest w tej technologii IT możliwy praktycznie z każdego punktu na świecie. Staje się możliwa koncepcja rozproszonych biur konstrukcyjnych i technologicznych o w pełni skalowalnej liczbie stanowisk pracy konstruktorów i technologów. Każde z tych stanowisk ma pełny dostęp do potrzebnych informacji i oprogramowania wspomagającego zgodnie z podziałem zadań. Skalowalność liczby stanowisk przekłada się na koszty opracowania konstrukcji i technologii i może być źródłem dużych oszczędności.

W fazie organizacyjnej przygotowania produkcji trzeba tak zaprojektować przebieg procesów wytwórczych w czasie i przestrzeni, aby zminimalizować wartość produkcji w toku i maksymalnie wykorzystać istniejące zasoby produkcyjne. Przy tym nie można zapominać o podstawowym warunku dobrej organizacji jakim jest niedopuszczenie do przerwy w procesach technologicznych, spowodowanych brakiem komponentów lub awariami maszyn i oprzyrządowania technologicznego. Oprogramowanie przeznaczone do harmonogramowania i optymalizacji obciążenia stanowisk roboczych wymaga dużej mocy obliczeniowej, zwłaszcza jeżeli produkcja ma miejsce w tzw. elastycznych systemach produkcyjnych. Procesy obliczeniowe w tych przypadkach mogą być realizowane w chmurze na dedykowanych aplikacjach a rezultaty tych obliczeń mogą być na bieżąco wdrażane.

### **3. 3. Wspomaganie procesów diagnostycznych przez obliczenia w chmurze**

Prawidłowo wykonywane procesy diagnostyczne maszyn technologicznych i oprzyrządowania przy wsparciu przez wyspecjalizowane aplikacje eksperckie pozwalają na przewidywanie i zapobieganie awaryjnym przerwom w procesie produkcyjnym. Wykrycie potencjalnych zagrożeń wymaga zbierania informacji w trakcie monitorowania pracy tych maszyn. Sygnały o różnym charakterze fizycznym (drgania, temperatura, ciśnienie, naprężenia itp.) mogą być interpretowane przez porównanie z wzorcami. Na tej podstawie można, stosując różne metody analizy cyfrowej ciągów czasowych, określić stan maszyny technologicznej lub jej komponentu. Jedną z metod takich analiz jest budowa modeli referencyjnych opartych na sieciach neuronowych, które w trakcie uczenia

analizowały sygnały z wielu punktów pomiarowych umieszczonych na maszynie. Powstałe w ten sposób modele można przypisać do konkretnych stanów technicznych i wykorzystać w przyszłej diagnostyce.

Technologia chmury obliczeniowej pozwala na umieszczanie przez producenta maszyny technologicznej (a także innych maszyn i urządzeń mających wbudowany system monitorowania np. pojazdów, samolotów, dźwigów itp.) modeli diagnostycznych wyrobu. Model ten może być w sposób ciągły aktualizowany w miarę nabywania nowych doświadczeń przez producenta co jest niezwykle cenne dla użytkowników. Pozwala bardzo szybko określić przyczyny zaistniałej awarii a w wielu przypadkach przewidzieć możliwość awarii zanim nastąpiła.

### **3. 4. Dobór optymalnych parametrów procesów technologicznych**

W przypadku wielu technologii o efektach ich stosowania, zarówno ekonomicznych jak i jakościowych, decyduje dobór parametrów. Właściwy dobór tych parametrów dla danego procesu technologicznego jest możliwy, w wielu przypadkach, jedynie na drodze doświadczalnej. Jeżeli technolog nie ma doświadczenia z obróbką nowego materiału lub z wykorzystaniem nowego narzędzia to jest zdany jedynie na metodę prób i błędów, która w warunkach przemysłowych może okazać się kosztowna. Technologia chmury obliczeniowej otwiera nowe możliwości udostępniania komercyjnego wiedzy na temat optymalizacji i doboru parametrów w zakresie takich technologii jak: obróbka skrawaniem metali i niemetalu, przetwarzanie tworzyw sztucznych, obróbka powierzchniowa metali, obróbka cieplna i cieplno-chemiczna, cięcie i łączenie metali itp.

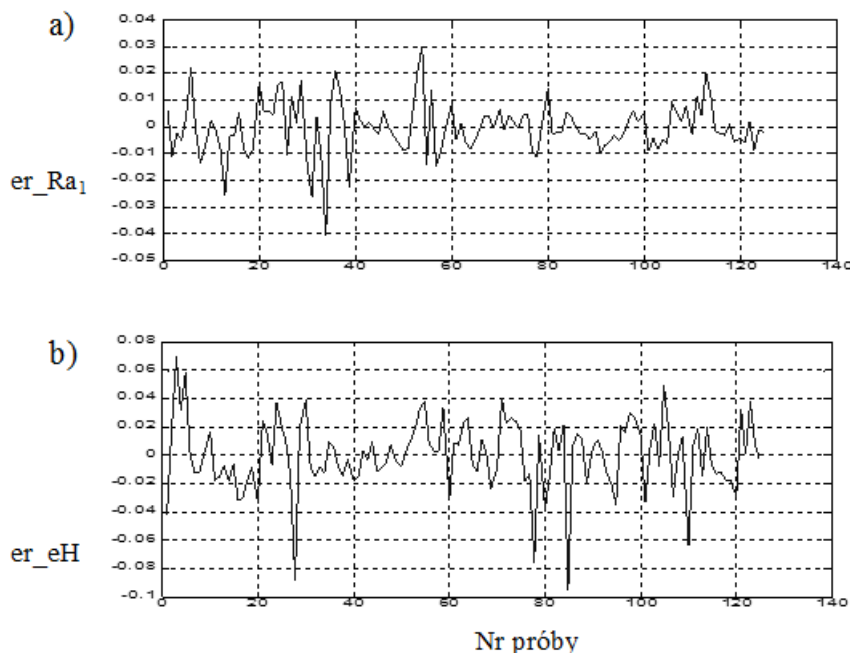
Usługa w chmurze w tym przypadku polega na udostępnieniu funkcjonalności systemu eksperckiego, który wykorzystuje wyniki przeprowadzonych badań w zakresie możliwych do zdefiniowania parametrów obróbki. Użytkownik podaje rodzaj procesu oraz podstawowe parametry, które determinują proces i otrzymuje przewidywane parametry wyjściowe. W zaawansowanych rozwiązaniach takich aplikacji użytkownik może zażądać znalezienia w przestrzeni parametrów takiego ich zestawu, który będzie optymalizował zadaną funkcję celu przy narzuconych ograniczeniach. Wartość funkcji celu może być np. kosztem operacji technologicznej. Do budowy takich aplikacji bardzo dobrze nadają się sieci neuronowe, w których można zapamiętać model zależności między parametrami wejściowymi do procesu a jego rezultatem w postaci zbioru parametrów wyjściowych. Model taki szczególnie dobrze odwzorowuje związki nieliniowe w przestrzeni wielowymiarowej.

Z punktu widzenia informatyka programisty, zapisanie istotnych informacji, które mają być wykorzystane w aplikacji eksperckiej w formie modelu sieci neuronowej upraszcza proces ich wykorzystania. Sieci są zawarte w repozytorium bibliotek .dll i dołączane do właściwego programu eksperckiego na podstawie wstępnych danych wprowadzonych przez użytkownika. To użytkownik wybierając rodzaj technologii definiuje model. Po dołączeniu odpowiedniej biblioteki sieć działa jak wieloparametryczna procedura przekazując odpowiedź zawierającą prognozę co do efektów planowanego procesu technologicznego. Niewątpliwą zaletą takiej formy usługi informatycznej jest możliwość ciągłego ulepszania jakości modelu, na podstawie bieżących wyników badań i umieszczania doskonalszej wersji w repozytorium. Ponieważ, biorąc pod uwagę bieżące wydajności komputerów pracujących w centrach obliczeniowych w chmurze, czas uzyskania odpowiedzi mierzy się w milisekundach, tak skonstruowany system ekspercki może obsłużyć bez spopstrzegalnych opóźnień wielu klientów.

#### 4. Przykładowy system ekspercki wspomagający dobór parametrów procesu obróbki powierzchniowej otworów przez przepychanie kulą

Technologia, dla której został opracowany system ekspercki i umieszczony w chmurze jest szczególnie trudna do opanowania, zwłaszcza gdy są wymagane końcowe efekty w postaci parametru chropowatości i stopnia umocnienia powierzchni obrabianego otworu. Obróbka polega na przepychaniu przez otwór wstępnie obrobiony metodami obróbki skrawaniem kulki stalowej o znanej średnicy. Efektem takiej technologii jest zmniejszenie chropowatości otworu i umocnienie przez zgniot warstwy wierzchniej. Z doświadczeń wynika, że istotny wpływ na efekt końcowy ma średnica kulki ( $d_0$ ), wstępna chropowatość otworu ( $Ra_0$ ) oraz względny wcisk czyli stosunek różnicy średnic kulki i wstępnego otworu do wartości nominalnej średnicy kulki ( $W_w$ ). Efekt końcowy zależy także od rodzaju materiału poddanego tej obróbce.

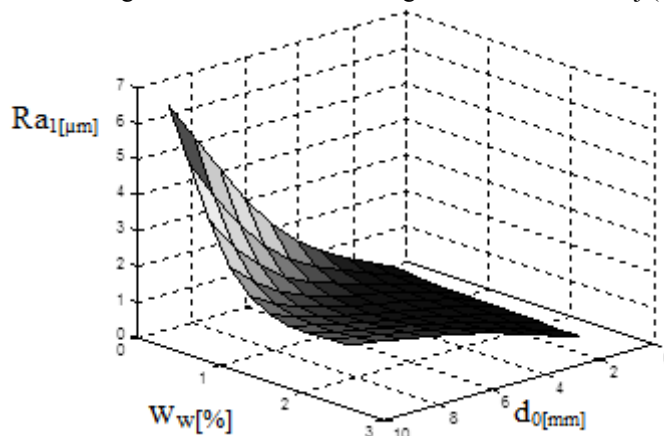
Przeprowadzono kilkadziesiąt prób przepychania dla różnych parametrów, tak aby równomiernie rozmieścić punkty doświadczenia w przestrzeni danych (średnica kulki, chropowatość początkowa, wcisk). Otrzymane wynikowe chropowatości i twardości powierzchni (przeliczone na stopień umocnienia) wraz z odpowiednimi parametrami wejściowymi posłużyły do uczenia sieci neuronowej. Dla potrzeb eksperymentu zaprojektowano w programie Matlab sieć z wsteczną propagacją błędów i jedną warstwą ukrytą zawierającą 8 neuronów. Sieć została nauczona i poddana walidacji na wyodrębnionym podzbiórze danych, który nie był użyty do uczenia. Błąd w procesie walidacji nie przekraczał 8% (rys.2.) Procedurę symulacyjną wykorzystującą strukturę zaprojektowanej sieci wraz z wartościami wag poddano kompilacji do postaci .dll.



Rys. 2 . Wykresy ilustrujące błędy względne prognozowania a) wartości chropowatości  $er_{Ra}$  oraz b) umocnienia  $er_{eH}$

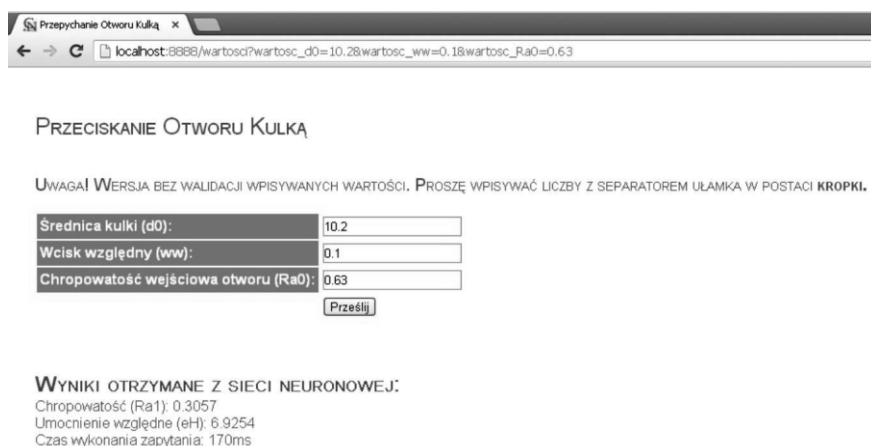


Wykorzystując tą bibliotekę, dla celów eksperymentalnych, napisano w środowisku Visual Studio w C# interfejs lokalny użytkownika oraz dołączono skompilowaną bibliotekę. Korzystając z własności sieci neuronowych, które uogólniają wyniki zapytań przez budowanie niejawnych związków funkcyjnych w przestrzeni uczenia, można przy pomocy tego interfejsu zadawać pytania dotyczące przewidywanych efektów przepychania. Rozwiązanie to jednak nie spełniało założeń pracy w chmurze. Pozwoliło jednak na wykreślenie przestrzennego obrazu modelu zawartego w sieci neuronowej (rys.3).



Rys. 3. Przykładowa ilustracja graficzna modelu zawartego w sieci neuronowej dla ustalonej wartości chropowatości początkowej  $Ra_0=32\mu\text{m}$

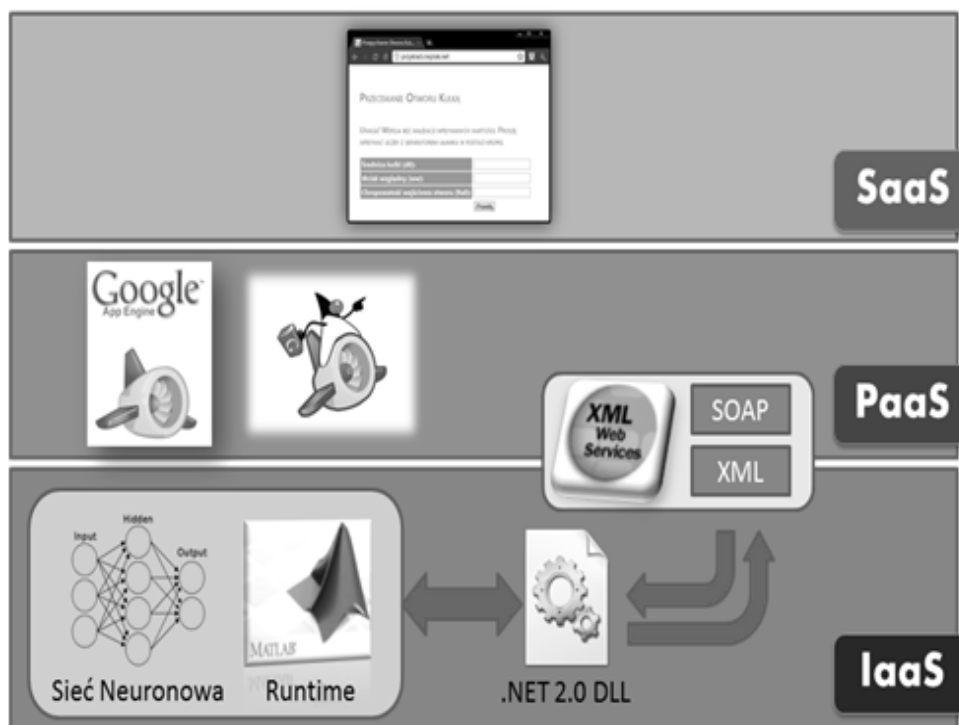
Aby móc umieścić aplikację w chmurze założono konto w platformie deweloperskiej Google App Engine. Wynika to z faktu, że pracując w chmurze trzeba wynająć przestrzeń do przechowywania danych oraz moc obliczeniową z której program będzie korzystał. Konto App Engine zapewnia dostęp do podstawowych zasobów oraz możliwość dokupienia (co dla tak małego programu nie było potrzebne). Obraz interfejsu widzianego w przeglądarce klienta przedstawiono na rys.4.



Rys. 4. Interfejs systemu eksperckiego zaprojektowany w Javie

Google App Engine umożliwia pisanie aplikacji działających w chmurze napisanych w dwu językach w Pythonie lub w Javie. W omawianym projekcie zastosowano Javę zarówno do budowy interfejsu i klienta jak i programu w chmurze. Wykorzystano wszystkie trzy warstwy usług tak jak zilustrowano to na rys. 5.

- *Infrastructure as a Service (IaaS)* – infrastruktura jako usługa, która polega na udostępnianiu zasobów komputerowych przez Internet. Obejmuje to: system operacyjny, pamięć masową, pamięć operacyjną i moc przetwarzania.
- *Platform as a Service (PaaS)* – usługa, która proponuje programistom kompletne środowisko projektowe, w którym można kodować, hostować i dostarczać aplikacje. Środowisko projektowe obejmuje również odpowiednią infrastrukturę oraz narzędzia do projektowania oprogramowania.
- *Software as a Service (SaaS)* – dostarcza funkcjonalne oprogramowanie za pośrednictwem przeglądarki internetowej. Oprogramowanie takie nie korzysta z zasobów obliczeniowych lokalnych i nie musi być instalowane u użytkownika końcowego.



Rys. 5. Ilustracja wykorzystania trzech form usług w chmurze dla realizacji systemu eksperckiego

## Wnioski

Przedstawiona w artykule technologia IT Cloud computing wyróżnia się funkcjonalnie następującymi cechami:

- usługi oraz dane są dostępne przez Internet w praktycznie dowolnym miejscu na

- świecie także przez urządzenia mobilne;
- umożliwia olbrzymią skalowalność – pula zasobów jest konfigurowalna do wymagań użytkownika (pasmo sieciowe, moc przetwarzania, pamięć operacyjna, przestrzeń dyskowa);
- zapewniona jest wielodzierżawność tzn. jedna instancja oprogramowania jest udostępniana wielu kontom użytkowników;
- usługi są zabezpieczone przez szeroki schemat uwierzytelniania;
- korzystanie z usług w większości wymaga opłat za użytkowanie lub abonamentu;
- brak lokalizacji oprogramowania i danych.

Wymienione cechy powodują, że przeniesienie obliczeń wykonywanych dotychczas stacjonarnie do wirtualnych centrów obliczeniowych da efekt zwiększenia dostępu do zaawansowanego oprogramowania przy ograniczonych zasobach finansowych. Powinno to spowodować lepsze wykorzystanie potencjalnych możliwości istniejących aplikacji i nowych tworzonych jako usługi dla wielu odbiorców. Wskazane w artykule obszary zastosowania ilustrują znaczenie tej technologii IT dla dalszego rozwoju procesów wspomagania prac inżyniera oraz organizatora produkcji.

#### **Literatura**

1. Mark C. Chu-Carroll.: Google App Engine. Wydawnictwo Helion, Gliwice, rok. 2011.
2. Orłowski C., Lipski J., Loska A.: Informatyka i komputerowe wspomaganie prac inżynierskich. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa rok 2012.
3. Woody Leonhard.: Office 365 i Google Apps dla biznesu. Networld, (9/173), wrzesień 2011, str. 24-30.
4. Muszyński J.: Bezpieczeństwo w chmurze. Networld, (11/184), listopad 2011, str. 42-48.
5. Pawłowicz W.: IaaS – zalety i wady wieku dojrzewania. Networld, (11/184), listopad 2011, str. 50-55.

Dr hab. inż. Jerzy Lipski prof. Politechniki Lubelskiej  
 Katedra Organizacji Przedsiębiorstwa  
 Politechnika Lubelska  
 20-618 Lublin, ul. Nadbystrzycka 38  
 tel./fax: (81) 538 44 80  
 e-mail: j.lipski@pollub.pl