

# Cloud Computing w praktyce inżynierskiej

## Cloud Computing in engineering practice

ANDRZEJ JASKULSKI\*

DOI: 10.17814/mechanik.2015.5-6.207

Zaprezentowano przykładowe scenariusze procesu projektowania obiektów mechanicznych z wykorzystaniem wybranych narzędzi i usług przetwarzania w chmurze – *Cloud Computing*. Omówiono wariant projektowania bazujący wyłącznie na *Cloud Computing* oraz wariant z elementami przetwarzania w chmurze. Na podstawie badań własnych porównano efektywność obu scenariuszy.

**SŁOWA KLUCZOWE:** przetwarzanie w chmurze, usługi przetwarzania w chmurze, narzędzia przetwarzania w chmurze, efektywność przetwarzania w chmurze, projektowanie obiektów mechanicznych, Auto CAD 360, Fusion 360, Simulation Mechanical 360

*The paper presents examples of the mechanical objects designing process scenarios involving selection of tools and services with use of Cloud Computing methods. A scenario exclusively based on Cloud Computing technique is compared against that using a limited range of Cloud Computing elements. Comparative assessment of the effectiveness of both scenarios is presented with reference to our proprietary research programs.*

**KEYWORDS:** Cloud Computing, Cloud Computing services, Cloud Computing tools, Cloud Computing effectiveness, mechanical design, Auto CAD 360, Fusion 360, Simulation Mechanical 360

Definicje, a także zalety i wady *Cloud Computing* oraz wymagania sprzętowe dla tego rodzaju technik omówiono w [7÷9]. Analiza zalet i wad przetwarzania w chmurze [9] prowadzi do wniosku, że jego stosowanie jest celowe przede wszystkim wtedy, gdy:

- program CAD/CAE wykonuje zadania silnie i długotrwale obciążające procesor (np. rendering, obliczenia MES, rozpoznawanie elementów w skomplikowanych modelach), uniemożliwiając równoległe wykorzystywanie komputera do innych zadań;
- konieczne jest używanie wielu programów albo dane wykorzystywane przez program często się zmieniają;
- rozproszony (geograficznie) zespół konstruktorów musi czerpać ze wspólnej bazy danych;
- zapotrzebowanie na szeroko rozumiane obliczenia jest silnie zmienne w czasie.

Obecnie na rynku dominują następujący producenci stacjonarnych systemów CAD/CAE dla branży mechanicznej (w kolejności według udziału w rynku rozwiązań globalnych [1,2]): **Autodesk** – 31% (Autodesk Inventor, AutoCAD), **Dassault Systèmes** – 21% (SolidWorks, CATIA), **Siemens PLM Software** – 15% (SolidEdge, NX – dawniej: UNIGRAPHICS), **Parametric Technology Corporation** – 11% (Creo – następca Pro/E). Dalej zaprezentowano koncepcje zastosowania technik i narzędzi *Cloud Computing* – wraz z oceną ich przydatności – w małym zakładzie produkcyjnym branży mechanicznej. W przykładach analizowano rozwiązania firmy Autodesk ze względu na ich dostępność (podstawowe wersje usług Autodesk są zwykle darmowe, a wersje bardziej zaawansowane można nieodpłatnie testować przez 30÷90 dni).

### Cloud Computing na przykładzie rozwiązań firmy Autodesk

Według firmy Autodesk idea *Cloud Computing* sprowadza się do następującego „układu równań” [10]

$$\begin{array}{l} 1 \text{ komputer} \times 10\,000 \text{ s} = 1 \$ \\ 10\,000 \text{ komputerów} \times 1 \text{ s} = 1 \$ \end{array}$$

Chodzi więc o możliwość wykonania w ciągu sekundy obliczeń, których przeprowadzenie na komputerze stacjonarnym trwałoby kilka godzin.

■ **Usługi i narzędzia Cloud Computing.** Oferta firmy Autodesk obejmuje m.in.:

- środowiska integrujące **Autodesk 360** i **Autodesk 360 Mobile** – wspomagające pracę zespołową, w tym wymianę danych – posiadające podstawowe mechanizmy zarządzania dokumentacją PDM (*product data management*), udostępniane za pomocą przeglądarki internetowej;
- usługi przechowywania danych (do 25 GB bez opłat);
- usługi przeglądania 2D/3D w ramach rozproszonego zespołu, bez konieczności dysponowania systemami CAD, za pomocą których utworzono dane projektowe;
- usługi i programy na urządzeniach mobilnych do modelowania 2D/3D (o różnym zakresie) z wykorzystaniem: przeglądarki internetowej – **AutoCAD 360 Web** [4, 5], **Autodesk Design Review**; aplikacji mobilnej – **AutoCAD 360 Mobile** [4, 5]; terminala instalowanego lokalnie – **Autodesk Fusion 360** [6].

■ **Terminale i programy mobilne (SaaS).** Producent oferuje m.in.:

- **Autodesk Fusion 360** [6] – hybrydowy (FBM/SFM) system modelowania 3D z elementami redagowania dokumentacji, o możliwościach zbliżonych do systemu stacjonarnego Autodesk Inventor;
- **AutoCAD 360 Mobile** [4, 5] – system nieparametrycznego modelowania 2D w ograniczonym zakresie, na tablety i smartfony z systemami operacyjnymi OS i Android (pracuje na plikach DWG);
- **Configurator 360** – system wspomagający projektowanie konstrukcji na zamówienie – ETO (*engineer-to-order*) [3];
- **ForceEffect** (dla systemów OS i Android) i **ForceEffect Motion** (dla systemu OS) – programy mobilne do analiz statycznych realizowanych metodą graficzną (*free body diagrams*) oraz animacji 2D mechanizmów.

■ **Usługi obliczeniowe (SaaS).** Umożliwiają wykonywanie czasochłonnych i wymagających wysokiej klasy sprzętu operacji obliczeniowych, takich jak: rendering – Autodesk 360 Rendering, optymalizacja – Autodesk 360 Optimization for Autodesk Inventor, symulacja – Autodesk Simulation Mechanical 360, Autodesk Simulation Flex.

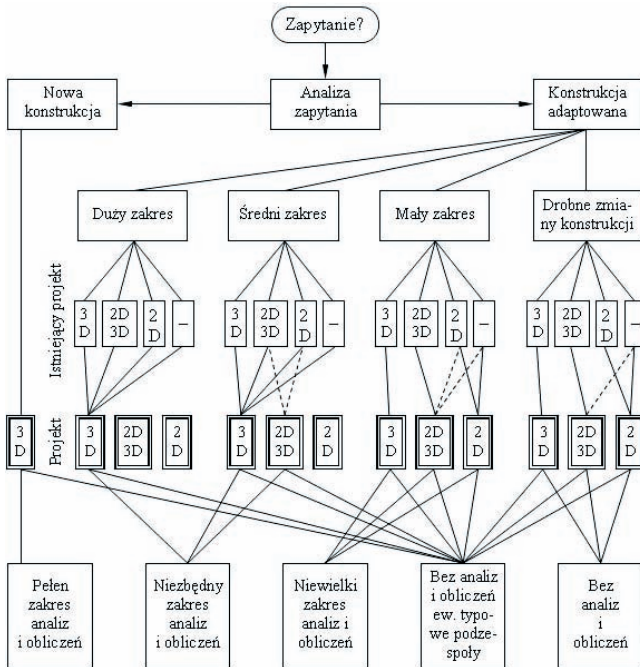
■ **Narzędzia dla deweloperów.** Narzędzia dla zaawansowanych użytkowników i deweloperów to przede wszystkim wbudowane środowiska automatyzacji i modyfikacji interfejsu typu API za pomocą języka JavaScript i Python (Autodesk Fusion 360). Zalecane uniwersalne środowiska programowania: Amazon Web Services, Google App Engine oraz Microsoft Windows Azure.

### Metodyka projektowania w ujęciu narzędziowym z wykorzystaniem Cloud Computing

Na rys. 1 pokazano przykładową metodykę projektowania w małym zakładzie produkcyjnym branży mechanicznej według kryterium narzędziowego [3]. Istotną część programu produkcji stanowią konstrukcje na zamówienie, wykonywane zgodnie z podejściem typu ETO [3].

Rozważmy możliwości wybranych wariantów realizacji takiego procesu projektowania z wykorzystaniem *Cloud Computing*.

\* Dr hab. inż. Andrzej Jaskulski, prof. UWM (andjas@uwm.edu.pl) – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

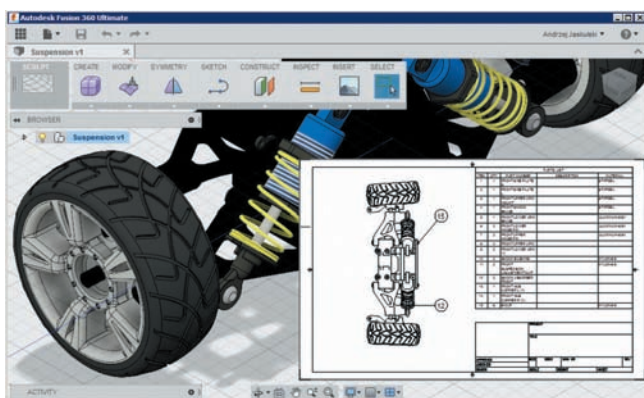


Rys. 1. Metodyka projektowania według kryterium narzędziowego [3]

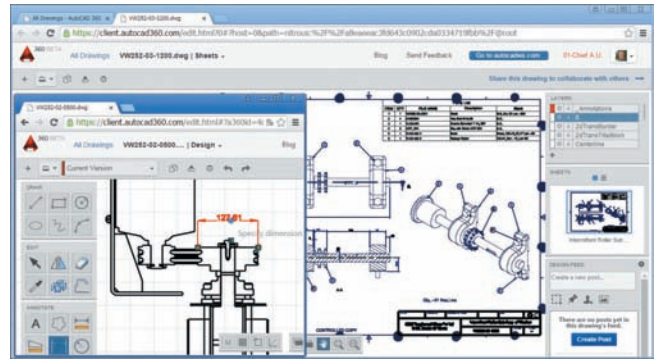
■ **Czyste przetwarzanie w chmurze.** Oznacza brak stacjonarnych systemów CAD/CAE i wykonywanie wszystkich etapów procesu projektowania za pomocą narzędzi i usług *Cloud Computing*.

W przypadku **nowej konstrukcji** (projekt 3D na rys.1) w grę wchodzi zastosowanie narzędzia **Autodesk Fusion 360** (rys. 2), ewentualnie **Mockup 360** do modelowania oraz **Autodesk Simulation Mechanical 360** i **Autodesk Simulation CFD 360** do analiz. Dla obiektu typu silnik elektryczny/ prądnica o średnicy korpusu rzędu 300 mm czas tworzenia modelu 3D za pomocą Autodesk Fusion 360 jest dłuższy o ok. 30%, a czas redagowania dokumentacji 2D – o 80% w porównaniu z wykorzystaniem stacjonarnego systemu Autodesk Inventor Professional. Zarówno model 3D, jak i dokumentacja 2D są też nieco mniej funkcjonalne. Pojedyncza modyfikacja projektu za pomocą narzędzi *Cloud Computing* trwałaby o 260% dłużej niż analogiczna operacja wykonana z użyciem narzędzi stacjonarnych. Wniosek nasuwa się sam: czyste przetwarzanie w chmurze to wariant możliwy do wdrożenia, lecz mało atrakcyjny (mimo niewątpliwych początkowych oszczędności na zakupie drogich stacjonarnych narzędzi CAD).

W przypadku **adaptacji konstrukcji** (rys. 1), zwłaszcza gdy zmiany są niewielkie i dotyczą modeli 2D, efektywność procesu przeprowadzonego wyłącznie z użyciem narzędzi *Cloud Computing* – np. usługi lub aplikacji mobilnej **AutoCAD 360** (rys. 3) – jest porównywalna z metodą standardową.



Rys. 2. Model 3D i rysunek 2D automatycznie wygenerowany w systemie Autodesk Fusion 360

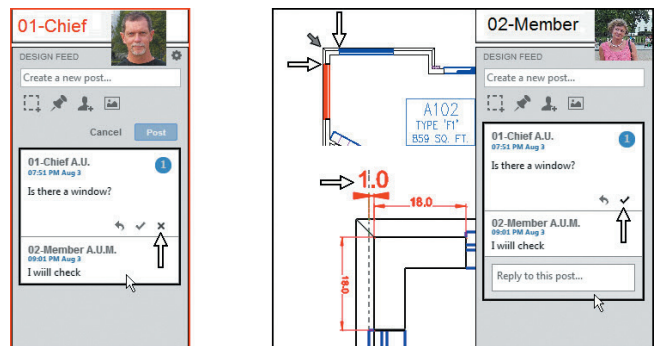


Rys. 3. Model 2D i rysunek 2D w systemie AutoCAD 360 Web

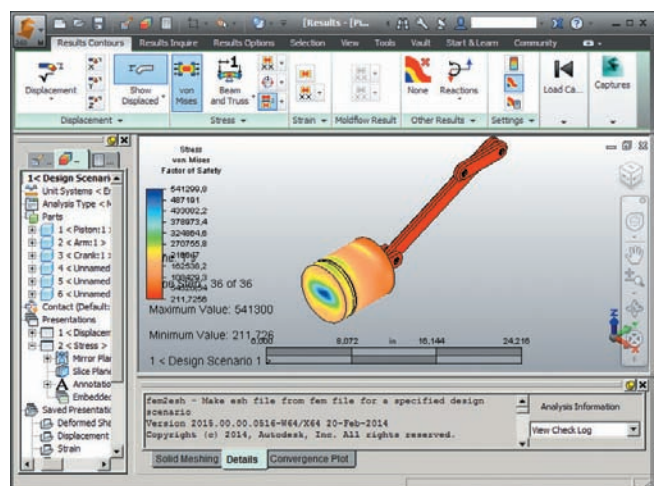
Szacowane roczne koszty usług typu *Cloud Computing* dla opisywanego przypadku stanowią ok. 50% kosztów zakupu licencji na oprogramowanie stacjonarne (bez uwzględnienia kosztów ewentualnej subskrypcji).

■ **Projektowanie z elementami Cloud Computing.** O ile projektowanie bazujące na czystym przetwarzaniu w chmurze jest na ogół albo niewykonalne, albo nieracjonalne, o tyle stosowanie jego elementów na poszczególnych etapach procesu projektowego wydaje się nieodzowne [7, 8]. Dotyczy to przede wszystkim:

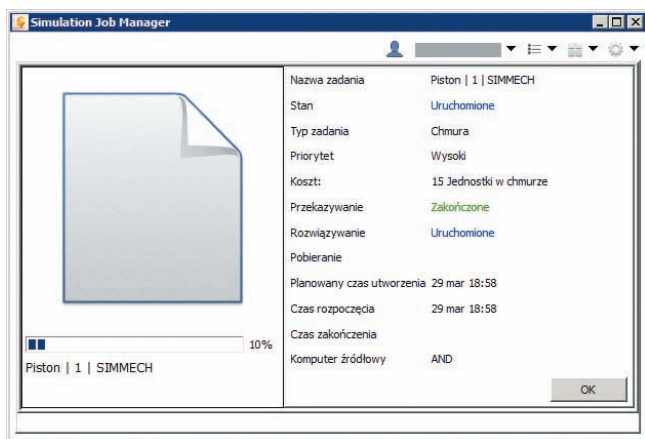
- konsultacji z klientem i współpracy zespołu konstruktorów (rys. 4) – **Autodesk 360, A360, 3D Experience, AutoCAD 360** [4, 5], **Autodesk Fusion 360** [6];
- przechowywania danych projektowych i zarządzania nimi – **Autodesk 360, A360 Drive**;
- długotrwałych obliczeń wytrzymałościowych, analiz przepływów itp. – **Autodesk 360 Optimization for Autodesk Inventor, Autodesk Simulation Mechanical 360** (rys. 5), **Autodesk Simulation Flex, Autodesk Simulation Job Manager** (rys. 6);



Rys. 4. AutoCAD 360: współpraca zespołu konstruktorów



Rys. 5. Wyniki analizy przeprowadzonej za pomocą Autodesk Simulation Mechanical 360



Rys. 6. Zarządzanie analizami w chmurze – Autodesk Simulation Job Manager

- przygotowywania wysokiej jakości wizualizacji (renderingu) – **Autodesk 360 Rendering**.

### Realna wartość współczesnych narzędzi *Cloud Computing*

Opracowywanie oraz wdrażanie metod i narzędzi typu *Cloud Computing* jest bardzo trudnym zadaniem. Ogromna liczba dostępnych aplikacji i usług, ich ograniczenia, a także niechęć niektórych producentów do demonstrowania realnej wartości oferowanych rozwiązań, to obecnie podstawowe problemy dotyczące przetwarzania w chmurze. W związku

z tym na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim prowadzone są badania efektywności, celowości stosowania i metod wdrażania technik *Cloud Computing*. Wybrane wyniki tych badań zaprezentowano na konferencji szkoleniowej Autodesk University 2013 [4].

### LITERATURA

1. „2009 CAD Report”, Jon Peddie Research, strona internetowa: [http://jonpeddie.com/publications/cad\\_report](http://jonpeddie.com/publications/cad_report) (dostęp: marzec 2015).
2. „2012 CAD Report”, Jon Peddie Research, strona internetowa: [http://jonpeddie.com/publications/cad\\_report](http://jonpeddie.com/publications/cad_report) (dostęp: marzec 2015).
3. Jaskulski A. „*Metodyka komputerowo wspomaganego projektowania maszyn przemysłu rolno-spożywczego w małym zakładzie produkcyjnym*”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2009.
4. Jaskulski A. „Autodesk 360 with AutoCAD 360 Web/Mobile: How Powerful Are These Tools?”, zajęcia laboratoryjne na Autodesk University 2013 Las Vegas. Materiały do pobrania na stronie internetowej: <http://au.autodesk.com/au-online/classes-on-demand/class-catalog/2013/autodesk-360/ac2241-1> (dostęp: marzec 2015).
5. Jaskulski A. „*AutoCAD 2015/LT2015/360+. Kurs projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D*”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014.
6. Jaskulski A. „*Autodesk Inventor Professional 2015PL/2015+/Fusion 360. Metodyka projektowania*”. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2014.
7. Jaskulski A. „Współczesne systemy CAD/CAE dla branży mechanicznej”. *Mechanik*, nr 10 (2014): s. 856–859.
8. Jaskulski A. „Systemy CAD/CAE – przewidywane kierunki rozwoju”. *Mechanik*, nr 11 (2014): s. 958–959.
9. Jaskulski A. „*Cloud Computing* w projektowaniu obiektów mechanicznych”. *Mechanik* nr 12 (2014), s. 1046–1047.
10. TEDxBerkeley – Carl Bass – „The New Rules of Innovation”, strona internetowa: <https://www.youtube.com/watch?v=YKV3rhzvaC8> (dostęp: marzec 2015). ■