

# Bogdan Skorupa

---

## Zastosowanie programu SMath Studio w nauczaniu przedmiotów geodezyjnych

---

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 35-36, 59-65

---

2011

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Bogdan Skorupa

## **Zastosowanie programu SMath Studio w nauczaniu przedmiotów geodezyjnych**

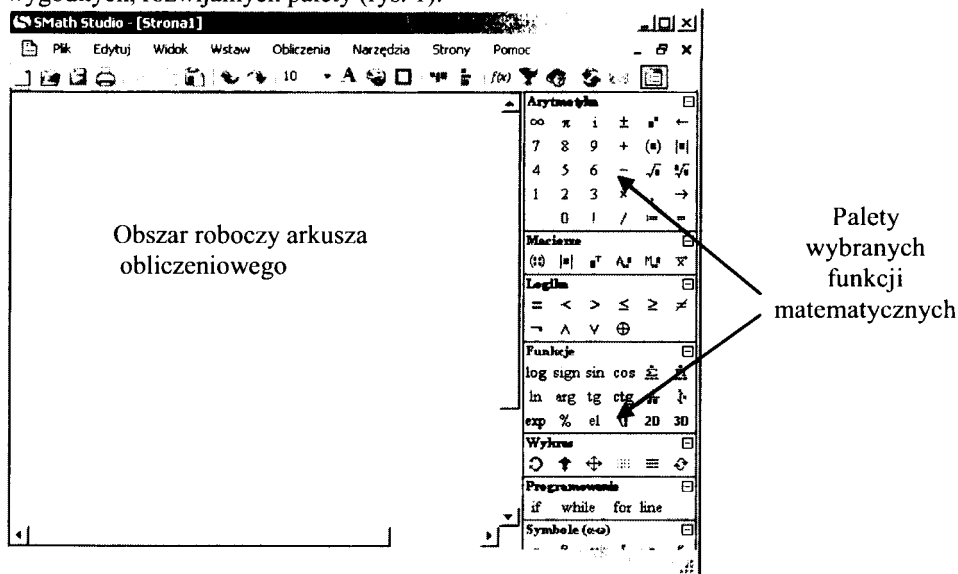
### **Wprowadzenie**

Praktyka zawodowa współczesnego inżyniera geodety wymaga stosowania różnorodnego, specjalistycznego oprogramowania. Proces kształcenia powinien zapewnić nabycie umiejętności świadomej obsługi tych programów oraz prawidłowej interpretacji wyników obliczeń. Aby to osiągnąć niezbędna jest wiedza na temat etapów procesu obliczeniowego oraz zastosowanych w nim algorytmów numerycznych. Przystawianie tej wiedzy przez studentów odbywa się zazwyczaj na drodze samodzielnego modelowania zestawu podstawowych zagadnień, dających wyobrażenie o najczęściej stosowanych procedurach obliczeniowych. Użycie w tym celu kalkulatora inżynierskiego nie zawsze wystarcza, zwłaszcza w zagadnieniach geodezji wyższej i satelitarnej. Powszechna dostępność sprzętu komputerowego umożliwia znaczne poszerzenie palety zagadnień, które można modelować samodzielnie, przy użyciu arkuszy kalkulacyjnych lub programów matematycznych ogólnego przeznaczenia. Najczęściej wybierane programy to Excel, Matlab lub Mathcad. Szczególnie dwa ostatnie oferują szeroki zakres możliwości obliczeniowych. Pośród przykładów zastosowania tych programów w kształceniu na kierunkach geodezyjnych na szczególną uwagę zasługuje projekt kształcenia na odległość w zakresie geodezji satelitarnej rozwijany na Uniwersytecie Maine, w oparciu o program Mathcad [Lazio P., 2005]. Warto również polecić materiały dydaktyczne bazujące na środowisku Matlab, ilustrujące zastosowania algebry liniowej w geodezji [Strang G., Borre K., 1997] udostępnione na stronie internetowej Uniwersytetu Alborg (<http://kom.aau.dk/~borre/>). Należy jednak zaznaczyć, że użyte w wyżej wymienionych projektach programy są kosztowne, co w praktyce uniemożliwia instalację legalnych kopii na komputerach osobistych studentów. Częściowym rozwiązaniem problemu dostępności oprogramowania jest tzw. licencja kampusowa. Pozwala ona jednak na uruchamianie oprogramowania tylko na komputerach zarejestrowanych w sieci uczelnianej. Stanowi to poważne ograniczenie zwłaszcza dla studentów trybu niestacjonarnego. Inny przykład to zastosowanie programu Mathcad w wersji Explorer (Osada E., 1998). Ta wersja programu służy do odczytywania i modyfikowania arkuszy obliczeniowych Mathcada, nie pozwala jednak na zapisanie zmodyfikowanego arkusza na dysku komputera.

Przytoczone powyżej problemy przemawiają za stosowaniem w dydaktyce tzw. wolnego oprogramowania, udostępnianego bezpłatnie, niekiedy nawet wraz z kodem źródłowym. Programem tego typu jest SMath Studio. Jest rozwijany zaledwie od 2 lat, lecz można przypuszczać, że szybko zyska szerokie grono użytkowników dzięki intuicyjnemu, w pełni graficznemu interfejsowi oraz dostępności aż w 18 wersjach językowych. Dostępne są wersje tego programu dla systemów Win, Lin oraz Win mobile.

### Cechy funkcjonalne programu SMath Studio

Program SMath Studio jest obecnie jedynym bezpłatnym narzędziem tego typu, oferującym w pełni graficzny interfejs oraz szeroka gamę możliwości obliczeniowych. Jego funkcjonalność można porównać do Mathcada, choć oczywiście nie zapewnia jeszcze tak rozbudowanych możliwości. SMath Studio można pobrać bezpłatnie ze strony internetowej (<http://www.smathstudio.com/>). Opis funkcji matematycznych wraz z przykładami zastosowania jest dołączony do programu i dostępny w podmenu Pomoc. Ponadto instrukcja obsługi programu i szczegółowy opis dostępnych funkcji można znaleźć w publikacjach zamieszczonych na stronie internetowej projektu SMath Studio. Zawarte w nich informacje są wyczerpujące, dlatego w niniejszym opracowaniu skupiono się na wybranych cechach funkcjonalnych programu, które decydują o jego użyteczności jako pomocy dydaktycznej. Jedną z takich cech to możliwość zapisu równań matematycznych w formie graficznej. Większość podstawowych funkcji jest dostępna w programie SMath Studio w postaci wygodnych, rozwijalnych palety (rys. 1).



Rys. 1 Okno główne programu SMath Studio

Jest to duże udogodnienie, bowiem taka forma wprowadzania równań matematycznych zwalnia użytkownika z konieczności pamiętania skrótów klawiszowych lub uczenia się specjalnej składni. Równania można swobodnie przemieszczać w obrębie arkusza roboczego, a o kolejności obliczeń decyduje odległość równania od górnej krawędzi arkusza. Forma graficzna zapisu równań staje się szczególnie użyteczna w przypadku prezentacji wyników obliczeń symbolicznych (rys. 2).

$$N(\varphi) = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin(\varphi)^2}}$$

$$\frac{d}{d\varphi} N(\varphi) \rightarrow \frac{a \cdot e^2 \cdot \cos(\varphi) \cdot \sin(\varphi)}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin(\varphi)^2} \cdot \sqrt{1 - e^2 \cdot \sin(\varphi)^2}^2}$$

Rys. 2 Realizacja obliczeń symbolicznych w programie SMath Studio – fragment arkusza obliczeniowego.

Jak każdy zaawansowany program matematyczny, SMath Studio daje możliwość definiowania funkcji użytkownika (rys. 3).

```

a = 6378137.0
b = 6356752.31425

e =  $\sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}}$ 
e = 0.081819

Długość promienia południka:

M(φ) =  $\frac{a(1 - e^2)}{\left(1 - e^2 \cdot \sin(\varphi)^2\right)^{\frac{3}{2}}}$ 

M(50) = 6372955.925736

```

Rys. 3 Definiowanie funkcji użytkownika

Istotnym udogodnieniem w przypadku SMath Studio jest możliwość definiowania funkcji w postaci sekwencji podstawień (rys. 4).

Średni promień krzywizny:

$$R(\varphi) = \left( \begin{array}{l} N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \cdot \sin(\varphi)^2}} \\ M = \frac{a(1 - e^2)}{\left(1 - e^2 \cdot \sin(\varphi)^2\right)^{\frac{3}{2}}} \\ \sqrt{N \cdot M} \end{array} \right)$$

Rys. 4 Definiowanie funkcji użytkownika, jako sekwencji podstawień

Dostępność funkcji odczytu i zapisu danych w plikach dyskowych jest szczególnie dogodna w przypadku częstych w geodezji obliczeń na macierzach.

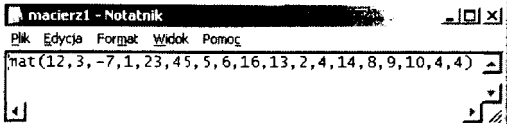
W Smath Studio odczyt i zapis macierzy odbywa się za pomocą funkcji *rfile* i *wfile* (rys. 5). Przy czym macierz musi być zapisana w pliku tekstowym. Jako separatora używa się znaku spacji. (rys. 5B).

A

$$a = \begin{pmatrix} 12 & 3 & -7 & 1 \\ 23 & 45 & 5 & 6 \\ 16 & 13 & 2 & 4 \\ 14 & 8 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

Eksport macierzy a do pliku tekstowego o nazwie macierz1  
`wfile(a, macierz1)=1`

B



C

Import macierzy z pliku tekstowego  
`c=rfile(macierz1)`

$$c = \begin{pmatrix} 12 & 3 & -7 & 1 \\ 23 & 45 & 5 & 6 \\ 16 & 13 & 2 & 4 \\ 14 & 8 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

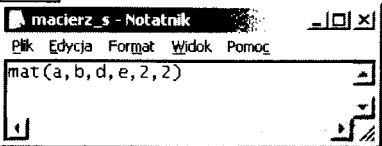
Obliczenie macierzy transponowanej

$$c^T = \begin{pmatrix} 12 & 23 & 16 & 14 \\ 3 & 45 & 13 & 8 \\ -7 & 5 & 2 & 9 \\ 1 & 6 & 4 & 10 \end{pmatrix}$$

Rys. 5 Operacje na macierzach liczbowych.

Warto dodać, że SMath Studio może również wykonywać obliczenia symboliczne na macierzach (rys. 6). Polecenie wykonania przekształceń symbolicznych jest dostępne przy użyciu skrótu klawiszowego „Ctrl+.”.

A



B

Wczytanie macierzy z pliku tekstowego o nazwie macierz\_s  
`c=rfile(macierz_s)`

$$c \rightarrow \begin{pmatrix} a & b \\ d & e \end{pmatrix}$$

Obliczenie odwrotności macierzy c

$$c^{-1} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{e}{b \cdot d - a \cdot e} & \frac{b}{b \cdot d - a \cdot e} \\ \frac{d}{b \cdot d - a \cdot e} & \frac{a}{b \cdot d - a \cdot e} \end{pmatrix}$$

Rys. 6 Operacje symboliczne na macierzach:

A – format zapisu macierzy w zbiorze tekstowym,

B – import macierzy ze zbioru tekstowego *macierz\_s* oraz obliczenie odwrotności macierzy.

Polecenia *wfile* i *rfile* służą do zapisywania i odczytywania ze zbiorów tekstowych zarówno wartości numerycznych jak i symbolicznych. Tą drugą cechą

można wykorzystać w celu tworzenia bibliotek funkcji użytkownika (rys. 7). Polecenie *wfile* pozwala na zapisanie w zbiorze tekstowym jedynie definicji funkcji, zaś przypisanie nazwy funkcji odbywa się na etapie wywołania. Wymusza to zastosowanie zasady zapisu jednej funkcji w jednym pliku, podobna jak w programie Matlab.

A

Długość średniego promienia krzywizny:

$$R(\varphi) = \frac{N}{M} = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \cdot \sin(\varphi)^2}} \cdot \frac{a \cdot (1-e^2)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{N \cdot M}}$$

Eksport funkcji  $R(\varphi)$  do pliku tekstowego o nazwie  $R\_Od\_Fi$

```
wfile(R(φ), R_Od_Fi)=1
```

B

```
Import definicji funkcji R(φ)
ze zbioru tekstowego R_Od_Fi

R(φ)=rfile(R_Od_Fi)

Półośie elipsoidy obrotowej:
a=6378137.0
b=6356752.31425

Pierwszy mimośród
e=√(a²-b²)/a

Długość średniego promienia krzywizny
w punkcie o szerokości elipsoidalnej φ
φ=50

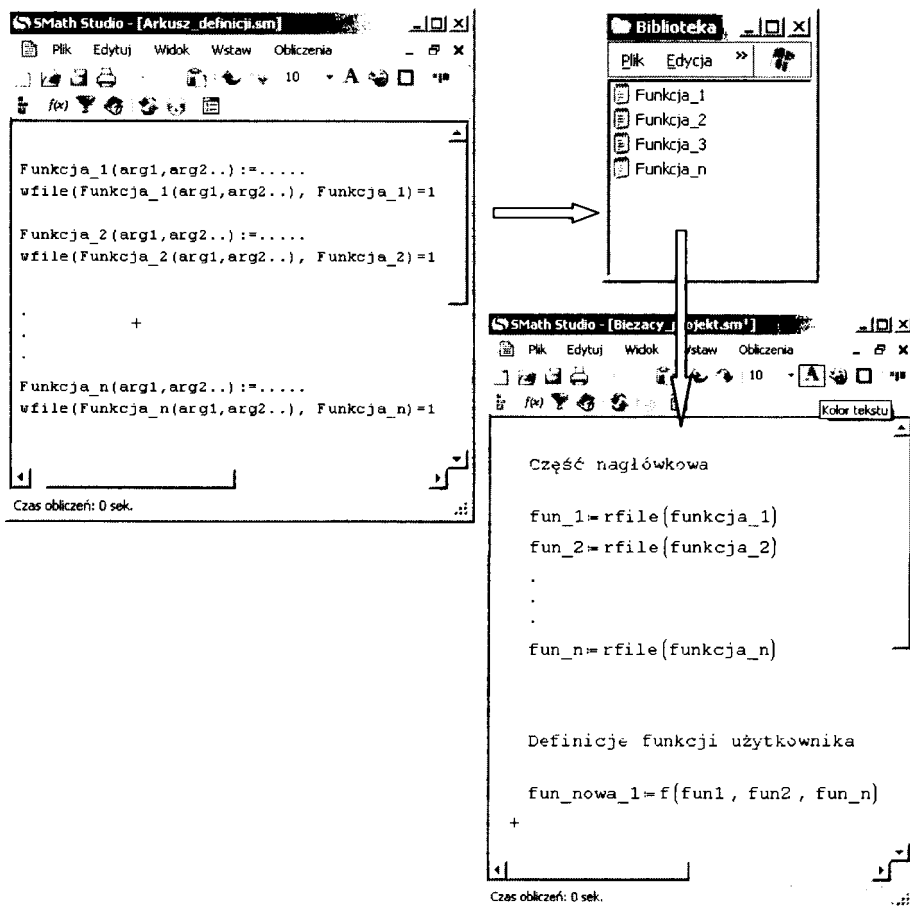
R(φ)=6381822.816574
```

Rys. 7 Zastosowanie poleceń *rfile* i *wfile* do tworzenia bibliotek funkcji użytkownika:

A – fragment arkusza zawierającego definicję i polecenie zapisania funkcji  $R(\varphi)$  w zbiorze tekstowym  $R\_Od\_Fi$ ,

B – import funkcji  $R(\varphi)$  ze zbioru tekstowego  $R\_Od\_Fi$  i obliczenie jej wartości dla zadanych argumentów  $a$ ,  $b$ ,  $e$  oraz  $\varphi$ .

Powyższe cechy poleceń *wfile* i *rfile* skłaniają do zaproponowania pewnego schematu postępowania podczas tworzenia bibliotek funkcji użytkownika (Rys. 8). Definicje funkcji użytkownika mogą znajdować się w jednym lub kilku arkuszach SMath Studio. Definicje poszczególnych funkcji zapisywane są przy użyciu polecenia *wfile*, w osobnych zbiorach tekstowych. Ze względów praktycznych celowe byłoby aby nazwy tych zbiorów kojarzyły się z nazwami zapisanych w nich funkcji. Użytkownik korzystający z biblioteki, w celu utworzenia własnej bardziej zaawansowanej funkcji, tworzy arkusz projektu SMath Studio, zawierający część nagłkową, w której przy pomocy polecenia *rfile* wczytuje definicje funkcji z odpowiednich zbiorów tekstowych. Korzystając z wczytanych funkcji definiuje własną funkcję w dalszej części arkusza. W razie potrzeby, utworzona funkcja może być zapisana w zbiorze tekstowym przy użyciu polecenia *wfile*.



### Uwagi końcowe

Zdaniem Autora program SMath Studio może być zastosowany jako pomoc dydaktyczna w realizowaniu programów nauczania takich przedmiotów jak geodezja wyższa i satelitarna czy kartografia matematyczna. Pozwala na to jego funkcjonalność oraz to, że program jest dostępny bezpłatnie. Program SMath Studio jest obecnie intensywnie rozwijany i modyfikowany. Jego twórca, młody rosyjski programista Andrey Ivashov, udostępnia wybrane biblioteki dll tworzące program, wraz z przykładami modyfikacji zawartych w nich funkcji. Daje to użytkownikom programu możliwość czynnego uczestnictwa w rozwijaniu projektu SMath Studio. Zatem rozwój tego programu w pewnym stopniu może zależeć od zainteresowania środowiska użytkowników. Ewentualne uwagi na temat sposobu funkcjonowania programu lub zawartych błędów można kierować bezpośrednio do twórcy programu, za pośrednictwem forum internetowego (<http://en.smath.info/forum/>).

**Literatura**

1. Lazio P. (2005): *GPS Geodesy and Applications (GPS-GAP) – an Internet based geodesy and GPS educational application*, Surveying and Land Information Science, Vol. 65, No. 2, 2005, str. 95-98.
2. Osada E. (1998): *Analiza, wyrównanie i modelowanie geo-danych*, Wyd. Akademii Rolniczej we Wrocławiu.
3. Pyka K. (2007): *Wykorzystanie wolnego i otwartego oprogramowania w dydaktyce na przykładzie systemów informacji przestrzennej, fotogrametrii i teledetekcji*, Acta Scientifica Academiae Ostroviensis, zeszyt 27, str. 71-76, WSBiP, Ostrowiec Św.
4. Strang G., Borre K. (1997): *Linear algebra, geodesy and GPS*, Wellesley-Cambridge Press, Wellesley MA.