



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



# Metody zarządzania ryzykiem finansowym w projektach innowacyjnych przedsiębiorstw – symulacja Monte Carlo i opcje realne

dr Tomasz Krawczyk

DELab UW | Enterprise Europe Network | ul. Dobra 56/66, 00-312 Warszawa  
tel. +48 (22) 55 27 606 | [delab.uw.edu.pl](http://delab.uw.edu.pl) | [een@uw.edu.pl](mailto:een@uw.edu.pl)



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



# Co to jest ryzyko?

- Ryzyko jest to potencjalny stopień zagrożenia lub szansy w osiągnięciu oczekiwanych korzyści przez przedsiębiorcę. Jest to zatem niebezpieczeństwo wystąpienie efektu niezgodnego z oczekiwaniami, a więc efekt ten może być gorszy niż oczekiwany (np. mniejsza sprzedaż, mniejsze zyski lub strata) lub lepszy niż oczekiwany ( np. większy zysk).

Źródło: Ostrowska E.: Ryzyko projektów inwestycyjnych. PWE. Warszawa 2002.



UNIwersytet  
Warszawski

DELAB



# Co to jest symulacja Monte Carlo?

Metoda Monte Carlo umożliwia przeprowadzenie symulacji, która pozwala uzyskać odpowiedź z pewnym przybliżeniem.

Podstawową ideą symulacji metodą Monte Carlo jest utworzenie odpowiednio licznej próbki wartości wyjściowej, przy zastosowaniu różnych danych wejściowych a następnie oszacowaniu odpowiednich wartości statystyk z próby w celu wnioskowania.

Źródło: Krawczyk T.: Metoda Monte Carlo w procesie inwestycyjnym. WITKOM. Warszawa 2013 r.



UNIwersYTET  
WARSAWski

DELAB

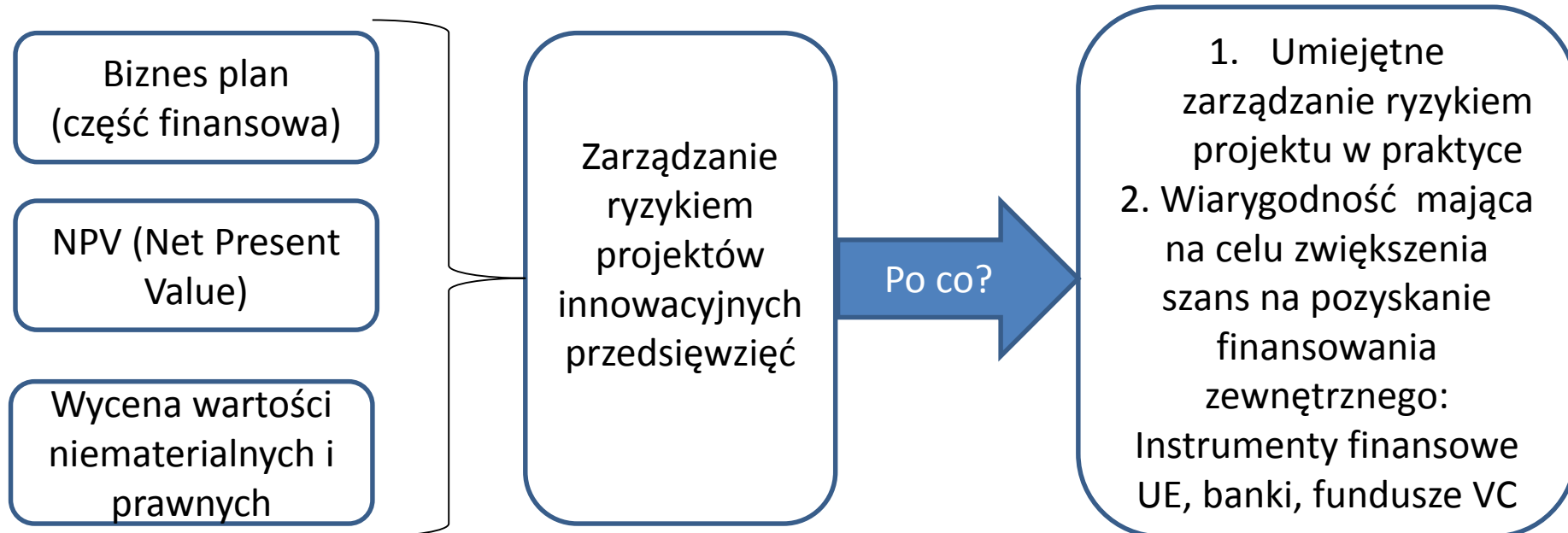


# Co to są opcje realne?

Opcja realna jest to prawo (ale nie obowiązek) do zmiany decyzji w zakresie projektu inwestycyjnego w sytuacji, gdy pojawią się nowe informacje. Opcje realne koncentrują się na inwestycjach rzeczowych takich jak inwestycje w projekty badawczo-rozwojowe, rozbudowy zaplecza produkcyjnego, rozbudowy kanałów dystrybucyjnych, zastosowania określonych technologii wytwórczych, bezpośrednich inwestycji z szczególnym uwzględnieniem zakresu działania funduszy podwyższonego ryzyka – Venture Capital.

Źródło: Rogowski W.: Opcje realne w przedsięwzięciach inwestycyjnych. SGH. Warszawa 2008 r.

# Po co stosować metody Monte Carlo i opcje realne w projekcie innowacyjnego przedsięwzięcia?





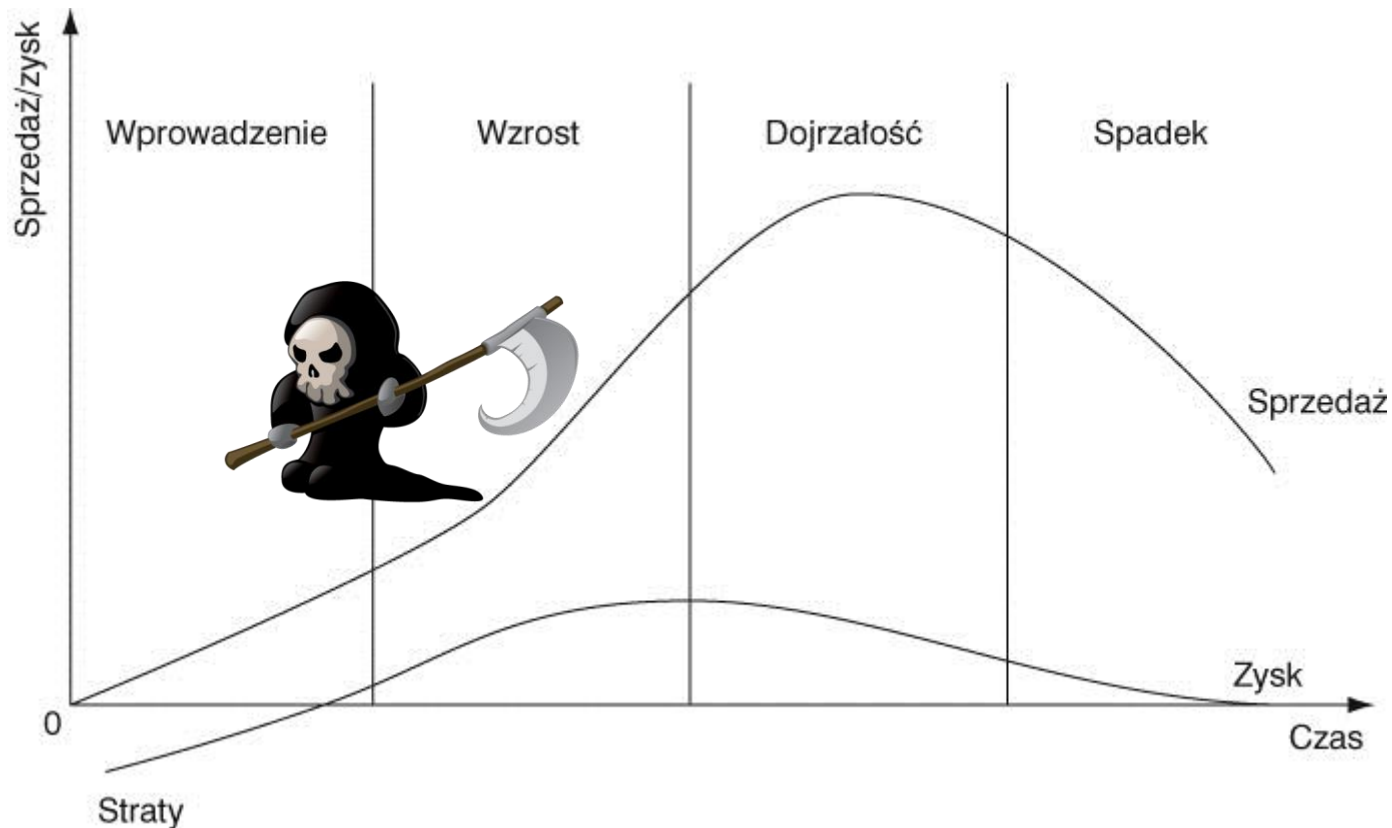
# Jaki jest związek pomiędzy innowacyjnym przedsięwzięciem a planem finansowym ?

## Cykl życia innowacyjnego produktu!!!





## Cykl życia produktu a zyski



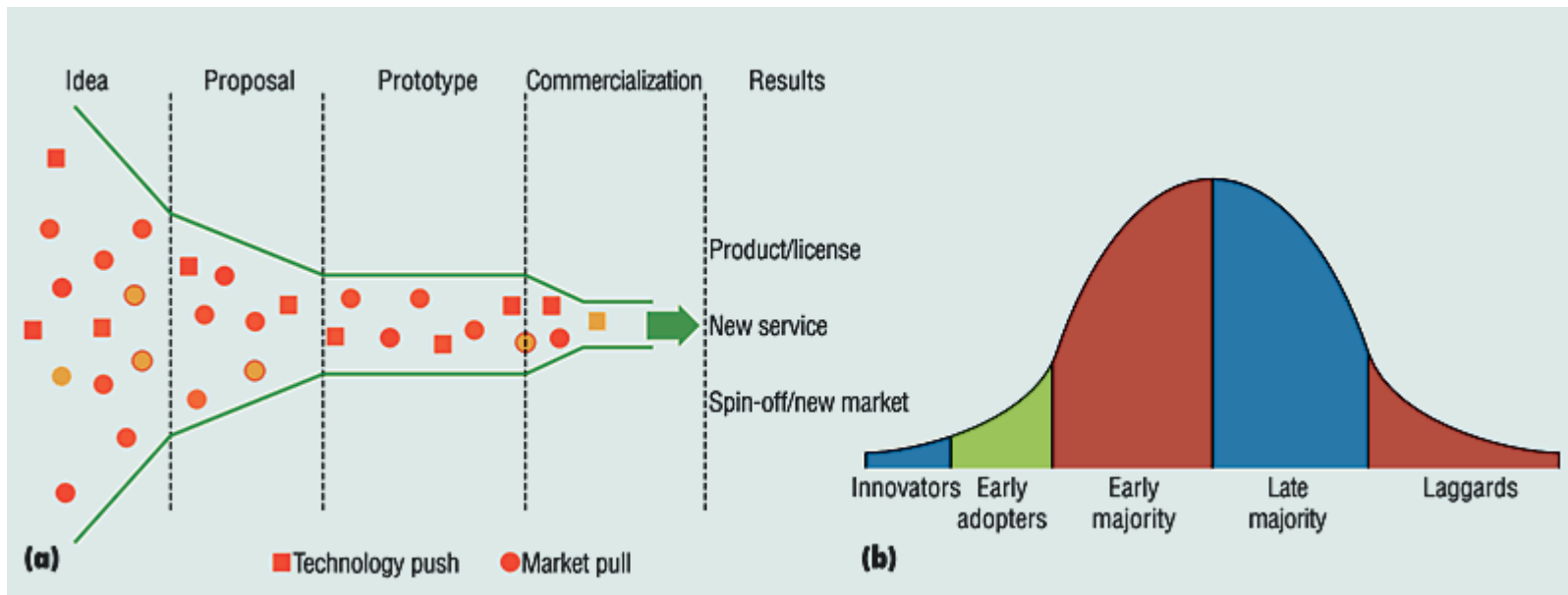


UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



## Opracowanie innowacyjnego produktu, procesu, usługi obarczone jest ryzykiem







UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



Innowacje = ryzyko

Potrzebne są zatem metody oceny i  
zarządzania ryzykiem

Metoda Monte Carlo + Biznes Plan  
Innowacyjnego przedsięwzięcia = Ocena  
i zarządzanie ryzykiem inwestycyjnym  
innowacyjnego przedsięwzięcia



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



# Dlaczego warto stosować symulację Monte Carlo w biznes planie?

- Pozwala budować różnego rodzaju scenariusze w oparciu o finansową część biznes planu.
- Wpisuje się w cykl życia produktu (rozkład normalny).
- Umożliwia budowę planów naprawczych.

Narzędzia główne Wstawianie Układ strony Formuły Dane Recenzja Widok NumXL

Wklej Wytnij Kopiuj Malarz formatów Schowek Czcionka Wyrównanie Liczba

Zawijaj tekst Scal i wyśrodkuj Liczbowe Formatowanie warunkowe Formatuj jako tabelę Style Komórki

Σ Autosumowanie Wypełnienie Wyczyść Sortuj i Znajdź i filtruj zaznacz Edycja

C5 =ROZKŁAD.NORMALNY.ODW(LOS(),B26;B27)

|    | A                                      | B                 | C                 | D                 | E                 | F                 |
|----|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | Plan sprzedaży oferowanych produktów   | 2013              | 2014              | 2015              | 2016              | 2017              |
| 2  | Liczba sprzedawanych produktów         |                   |                   |                   |                   |                   |
| 3  | Lek neurologiczny                      | 500 000           | 800 000           | 900 000           | 1 000 000         | 1 100 000         |
| 4  | Lek onkologiczny                       | 200 000           | 210 000           | 215 000           | 220 000           | 223 000           |
| 5  | Lek onkologiczny symulacja Monte Carlo |                   | 256 524           |                   |                   |                   |
| 6  | Lek gastrologiczny                     | 2 000 000         | 3 000 000         | 3 500 000         | 4 000 000         | 4 500 000         |
| 7  | Lek diabetologiczny                    | 120 000           | 125 000           | 127 000           | 130 000           | 140 000           |
| 8  | Zestaw witamin                         | 50 000            | 60 000            | 70 000            | 75 000            | 78 000            |
| 9  | Dermokosmetyk                          | 6 000             | 8 000             | 7 000             | 9 000             | 10 000            |
| 10 | Ceny sprzedaży                         |                   |                   |                   |                   |                   |
| 11 | Lek neurologiczny                      | 18,00 zł          | 18,70 zł          | 20,00 zł          | 21,00 zł          | 23,00 zł          |
| 12 | Lek onkologiczny                       | 800,00 zł         | 830,00 zł         | 840,00 zł         | 850,00 zł         | 855,00 zł         |
| 13 | Lek gastrologiczny                     | 7,00 zł           | 7,50 zł           | 8,00 zł           | 8,20 zł           | 8,40 zł           |
| 14 | Lek diabetologiczny                    | 23,00 zł          | 24,00 zł          | 24,50 zł          | 26,00 zł          | 27,00 zł          |
| 15 | Zestaw witamin                         | 11,00 zł          | 12,00 zł          | 12,50 zł          | 12,70 zł          | 12,90 zł          |
| 16 | Dermokosmetyk                          | 50,00 zł          | 51,00 zł          | 51,50 zł          | 62,00 zł          | 62,00 zł          |
| 17 | Wartość sprzedaży                      |                   |                   |                   |                   |                   |
| 18 | Lek neurologiczny                      | 9 000 000,00 zł   | 14 960 000,00 zł  | 18 000 000,00 zł  | 21 000 000,00 zł  | 25 300 000,00 zł  |
| 19 | Lek onkologiczny                       | 160 000 000,00 zł | 212 914 719,03 zł | 180 600 000,00 zł | 187 000 000,00 zł | 190 665 000,00 zł |
| 20 | Lek gastrologiczny                     | 14 000 000,00 zł  | 22 500 000,00 zł  | 28 000 000,00 zł  | 32 800 000,00 zł  | 37 800 000,00 zł  |
| 21 | Lek diabetologiczny                    | 2 760 000,00 zł   | 3 000 000,00 zł   | 3 111 500,00 zł   | 3 380 000,00 zł   | 3 780 000,00 zł   |

Narzędzia główne Wstawianie Układ strony Formuły Dane Recenzja Widok NumXL

Wklej Wytnij Kopiuj Malarz formatów Schowek

Czcionka tekstu 11 Czcionka

Zawijaj tekst Wyrównanie

Liczbowe Liczba

Formatowanie warunkowe Formatuj jako tabelę Style komórki

Wstaw Usuń Format Komórki

Autosumowanie Wypełnienie Wyczyść Edycja

C5 =ROZKŁAD.NORMALNY.ODW(LOS(),B26;B27)

|    | A                      | B           | C                       | D                | E                        | F             |
|----|------------------------|-------------|-------------------------|------------------|--------------------------|---------------|
| 25 |                        |             | Przychód Maksymalny     | 283 218          | pierwiastek z n          | 32            |
| 26 | Średnia                | 224 000     | Przychód Minimalny      | 148 321          | s/pierwiastek z n        | 654,3237772   |
| 27 | Odchylenie standardowe | 20091,45755 | Średnia                 | 224 051,44       | s/pierwiastek z n * 1,96 | 1282,474603   |
| 28 |                        |             | Odchylenie standardowe  | 20691,53463      | +                        | 225 333,91 zł |
| 29 |                        |             | Współczynnik zmienności | 9,24%            | -                        | 222 768,96 zł |
| 30 |                        |             |                         |                  |                          |               |
| 31 | n                      | Przychody   | Przedział               | Rozkład normalny | Częstość                 |               |
| 32 | 1                      | 256 524     | 152 000                 | 4,48846E-08      | 1                        |               |
| 33 | 2                      | 194 826     | 152 500                 | 4,88106E-08      | 0                        |               |
| 34 | 3                      | 227 572     | 153 000                 | 5,3049E-08       | 0                        |               |
| 35 | 4                      | 227 692     | 153 500                 | 5,76218E-08      | 0                        |               |
| 36 | 5                      | 237 878     | 154 000                 | 6,25522E-08      | 0                        |               |
| 37 | 6                      | 233 881     | 154 500                 | 6,78649E-08      | 0                        |               |
| 38 | 7                      | 192 568     | 155 000                 | 7,35858E-08      | 0                        |               |
| 39 | 8                      | 241 868     | 155 500                 | 7,97424E-08      | 0                        |               |
| 40 | 9                      | 233 983     | 156 000                 | 8,63636E-08      | 0                        |               |
| 41 | 10                     | 215 398     | 156 500                 | 9,34801E-08      | 0                        |               |
| 42 | 11                     | 251 143     | 157 000                 | 1,01124E-07      | 0                        |               |
| 43 | 12                     | 217 939     | 157 500                 | 1,09329E-07      | 0                        |               |
| 44 | 13                     | 227 019     | 158 000                 | 1,1813E-07       | 0                        |               |
| 45 | 14                     | 204 245     | 158 500                 | 1,27566E-07      | 0                        |               |
| 46 | 15                     | 243 100     | 159 000                 | 1,37675E-07      | 0                        |               |
| 47 | 16                     | 221 650     | 159 500                 | 1,48185E-07      | 0                        |               |



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



## Dlaczego warto stosować symulację Monte Carlo w NPV?

- Zmienność w obszarze przepływów pieniężnych

Net Present Value - Wartość zaktualizowana netto

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Gdzie dodatnie  $I$  oznacza wielkość początkowego nakładu,

$C_i$  są to dodatnie przepływy pieniężne

$i$  – kolejne okresy czasowe .

Microsoft Excel ribbon with tabs: Plik, Narzędzia główne, Wstawianie, Układ strony, Formuły, Dane, Recenzja, Widok, Deweloper, Dodatki.

Font: Arial, Size: 10. Bold (B), Italic (I), Underline (U), Text color (A), Background color (fill), Paragraph (list, indent, alignment), Styles (Zawijaj tekst, Scal i wyśrodkuj), Numbers (Ogólne, % 000, 0,00, 0,0), Conditional formatting (Formatow. warunk., Formatuj jako tabelę, Style komórki), Cells (Wstaw, Usuń, Format), Editing (Autosumowanie, Wypełnij, Wyczyść, Sortuj i filtruj, Znajdź i zaznacz).

|    | A                  | B         | C         | D           | E         | F         | G         | H        | I         | J         | K        |          |
|----|--------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| 1  |                    |           |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 2  | Rok                | 2025      | 2026      | 2027        | 2028      | 2029      | 2030      | 2031     | 2032      | 2033      | 2034     |          |
| 3  | 0                  | 1         | 2         | 3           | 4         | 5         | 6         | 7        | 8         | 9         | 10       |          |
| 4  | Cash-Flow          | 300,00    | 350,00    | 550,00      | 700,00    | 900,00    | 750,00    | 700,00   | 600,00    | 400,00    | 300,00   |          |
| 5  | Random CF          | 358,98327 | 313,40091 | 374,170478  | 636,60545 | 373,17419 | 867,66152 | 1125,487 | 712,70122 | 336,01384 | 630,2195 |          |
| 6  | Dyskonto           | 0,91      | 0,83      | 0,75        | 0,68      | 0,62      | 0,56      | 0,51     | 0,47      | 0,42      | 0,39     |          |
| 7  | D(CF)              | 326,34843 | 259,00902 | 281,1198182 | 434,81009 | 231,71181 | 489,77231 | 577,5526 | 332,48038 | 142,50267 | 242,9769 |          |
| 8  |                    | -1000     | -673,65   | -414,64     | -133,52   | 301,29    | 533,00    | 1 022,77 | 1 600,32  | 1 932,80  | 2 075,31 | 2 318,28 |
| 9  | -1000              | 358,98327 | 313,40091 | 374,170478  | 636,60545 | 373,17419 | 867,66152 | 1125,487 | 712,70122 | 336,01384 | 630,2195 |          |
| 10 |                    |           |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 11 | Wkład              | 1 000,00  |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 12 | Średnia CF         | 555,00    |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 13 | Odchyl stand CF    | 210,09257 |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 14 | r                  | 10%       |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 15 | Suma D(CF)         | 3 318,28  |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 16 | NPV                | 2 318,28  |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 17 | NPV funkcja excela | 2 318,28  |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |
| 18 | IRR                | 43%       |           |             |           |           |           |          |           |           |          |          |



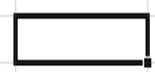
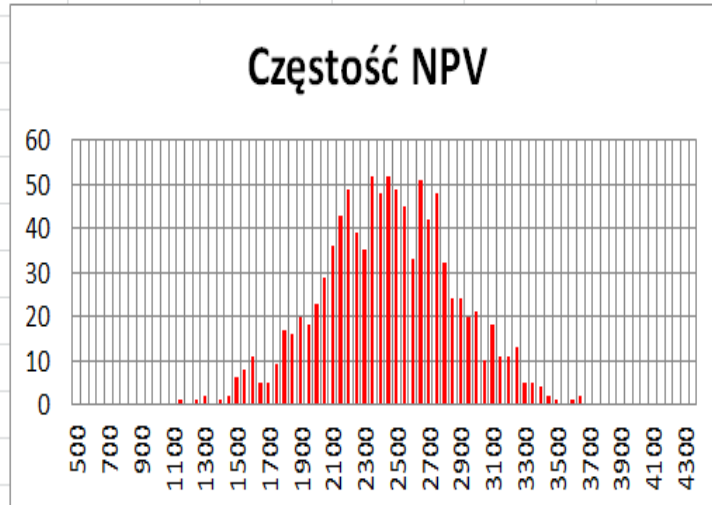
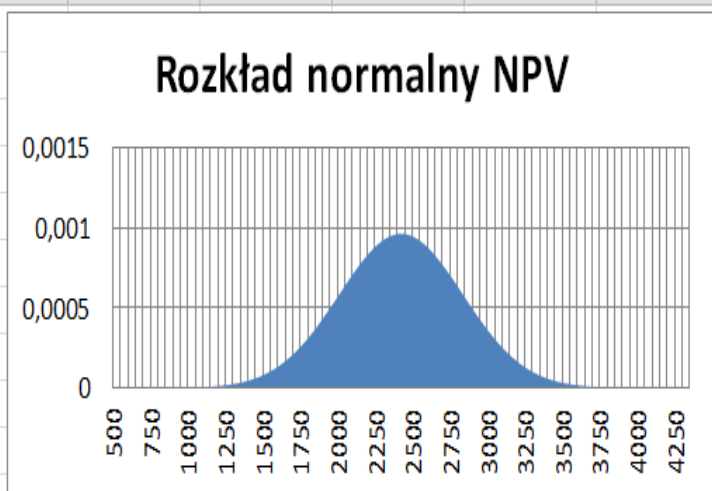
Microsoft Excel ribbon showing the 'Formuły' (Formulas) tab. The ribbon includes options for text alignment, number formatting, and cell styles. The active cell is H26, containing the formula  $\text{=Współczynnik\_zmiennosci\_s/średnie\_NPV}$ .

|    | A                  | B         | C         | D           | E        | F | G | H                                     | I        |
|----|--------------------|-----------|-----------|-------------|----------|---|---|---------------------------------------|----------|
| 17 | NPV funkcja excela | 2 241,44  |           |             |          |   |   |                                       |          |
| 18 | IRR                | 46%       |           |             |          |   |   |                                       |          |
| 19 |                    |           |           |             |          |   |   |                                       |          |
| 20 | Próbka n           | NPV       | Przedział | Rozkład     | Częstość |   |   | Dane:                                 |          |
| 21 | 1                  | 2 241,44  | 500       | 1,83644E-08 | 0        |   |   | NPV MAX                               | 3 632,03 |
| 22 | 2                  | 1 775,241 | 550       | 3,2077E-08  | 0        |   |   | NPV MIN                               | 1 111,46 |
| 23 | 3                  | 2 850,761 | 600       | 5,52118E-08 | 0        |   |   | Średnie NPV                           | 2 423,92 |
| 24 | 4                  | 1 831,892 | 650       | 9,36467E-08 | 0        |   |   | Odchylenie standardowe NPV            | 412,6004 |
| 25 | 5                  | 2 734,377 | 700       | 1,56522E-07 | 0        |   |   | n=1000                                | 1000     |
| 26 | 6                  | 2 377,804 | 750       | 2,57798E-07 | 0        |   |   | Współczynnik zmienności s/średnie NPV | 17,02%   |
| 27 | 7                  | 1 712,642 | 800       | 4,18415E-07 | 0        |   |   | Pierwiastek z n                       | 31,62278 |
| 28 | 8                  | 2 652,569 | 850       | 6,69202E-07 | 0        |   |   | s/pierwiastek z n                     | 13,04757 |
| 29 | 9                  | 2 547,145 | 900       | 1,0547E-06  | 0        |   |   | 1,96*s/pierwiastek z n                | 25,57324 |
| 30 | 10                 | 2 952,223 | 950       | 1,63804E-06 | 0        |   |   | Średnie NPV +1,96* s/pierwiastek z n  | 2 449,50 |
| 31 | 11                 | 2 418,993 | 1000      | 2,50692E-06 | 0        |   |   | Średnie NPV -1,96* s/pierwiastek z n  | 2 398,35 |
| 32 | 12                 | 3 059,367 | 1050      | 3,78076E-06 | 0        |   |   |                                       |          |
| 33 | 13                 | 2 336,671 | 1100      | 5,61875E-06 | 0        |   |   |                                       |          |
| 34 | 14                 | 2 725,226 | 1150      | 8,22855E-06 | 1        |   |   |                                       |          |
| 35 | 15                 | 2 681,094 | 1200      | 1,18719E-05 | 0        |   |   |                                       |          |

Microsoft Excel ribbon with tabs: Plik, Narzędzia główne, Wstawianie, Układ strony, Formuły, Dane, Recenzja, Widok, Deweloper, Dodatki. The 'Narzędzia główne' tab is active, showing options for text, alignment, numbers, styles, and cells.

Q24

|    |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---------------------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|    | G | H                                     | I        | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
| 13 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 |   | Dane:                                 |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 |   | NPV MAX                               | 3 632,03 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |   | NPV MIN                               | 1 111,46 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   | Średnie NPV                           | 2 423,92 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   | Odchylenie standardowe NPV            | 412,6    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   | n=1000                                | 1000     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   | Współczynnik zmienności s/średnie NPV | 17,02%   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   | Pierwiastek z n                       | 31,6228  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 |   | s/pierwiastek z n                     | 13,0476  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 |   | 1,96*s/pierwiastek z n                | 25,5732  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30 |   | Średnie NPV +1,96* s/pierwiastek z n  | 2 449,50 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 31 |   | Średnie NPV -1,96* s/pierwiastek z n  | 2 398,35 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 32 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 33 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34 |   |                                       |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

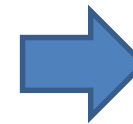






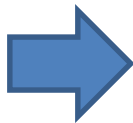
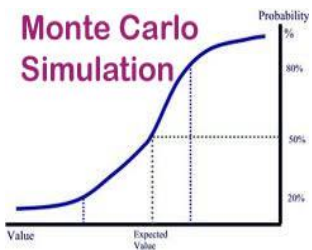
- W przypadku przepływów pieniężnych możemy także zastosować symulację Monte Carlo

Wariant 1



$$NPV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Wariant 2



$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$



$$NPV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



# Dlaczego warto stosować opcje realne?

- Brak elastyczności NPV (przepływy pieniężne)
- Stateczność NPV (częstkowe wyniki projektu)
- Możliwość kompleksowego zarządzania ryzykiem projektów innowacyjnych produktów i usług poprzez wartości niematerialne i prawne takie jak np. patent, know-how, wycena prac badawczo-rozwojowych.



# Jak wyceniamy opcję realną?

- Stosujemy model Blacka-Scholesa lub model dwumianowy

Model Blacka-Scholesa

$$C = VN(d_1) - Xe^{-r_f T} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V}{X}\right) + T\left(r_f + \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{V}{X}\right) + T\left(r_f - \frac{\sigma^2}{2}\right)}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Model dwumianowy

$$q = \frac{e^{r_f \cdot \Delta t} - d}{u - d}$$

$$C = \frac{q \cdot C_u + (1 - q) \cdot C_d}{e^{r_f \cdot \Delta t}}$$

$$P = \frac{q \cdot P_u + (1 - q) \cdot P_d}{e^{r_f \cdot \Delta t}}$$

Źródło: Rogowski W.: Opcje realne w przedsiębiorstwach inwestycyjnych. SGH. Warszawa 2008 r.

Project - VBAProject

- atpvbaen.xls (ATPVBAEN.XLAM)
- Internet\_Assistant (HTML.XLAM)
- SOLVER (SOLVER.XLAM)
- VBAProject (BSreal1.xlsm)
  - Arkusz1 (Arkusz1)
  - Arkusz2 (Arkusz2)
  - Arkusz3 (Arkusz3)
  - Arkusz4 (Arkusz4)
  - Module1
  - Module2
  - Module3
  - ThisWorkbook
- VBAProject (FUNCRES.XLAM)

Properties - Module2

Module2 Module

Alphabetic | Categorized

(Name) Module2

(General)

BlackScholesCall11

```

Function BlackScholesCall11(BiezacaWartoscPrzeplywow, CenaWykonaniaOpcji, StopaWolnaOdRyzyka, OkresWygasniecia, Ryzyko)
    d = (Log(BiezacaWartoscPrzeplywow / CenaWykonaniaOpcji) + OkresWygasniecia * _
        (StopaWolnaOdRyzyka + 0.5 * Ryzyko ^ 2)) / _
        (Ryzyko * Sqr(OkresWygasniecia))
    BlackScholesCall = BiezacaWartoscPrzeplywow * Application.NormSDist(d) - _
        Exp(-StopaWolnaOdRyzyka * OkresWygasniecia) * CenaWykonaniaOpcji * _
        Application.NormSDist(d - Ryzyko * Sqr(OkresWygasniecia))
    Application.MacroOptions Macro = "BlackScholesCall", Description:=sFn_Description, Category:=1
End Function

```

Immediate

&lt;Ready&gt;

Locals

&lt;Ready&gt;

Expression

Value

Type

Watches

Expression

Value

Type

Context



Visual Basic Makra Zarejestruj makro Użyj odwołań względnych Bezpieczeństwo makr Kod

Wstaw Tryb projektowania Właściwości Wyświetl kod Uruchoom okno dialogowe Formanty

Źródło Właściwości mapy Importuj Pakiety rozszerzenia Eksportuj Odśwież dane XML



A1 =

|    | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | = |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Wstawianie funkcji

Wyszukaj funkcję:

Wpisz krótki opis tego, co chcesz zrobić, a następnie kliknij przycisk **Przejdź**

Lub wybierz kategorię:

Wybierz funkcję:

- BlackScholesCall
- BlackScholesCall11
- CopyFileTemplate
- Formname
- Get\_name
- GetDivID
- HTMLConvert

**BlackScholesCall(BiezacaWartoscPrzeplywow,...)**

Pomoc niedostępna.

[Pomoc dotycząca tej funkcji](#)

OK Anuluj



Narzędzia główne

Wstawianie

Układ strony

Formuły

Dane

Recenzja

Widok

Deweloper

Dodatki

Wklej

Wytnij

Kopiuje

Malarz formatów

Schowek

Czcionka tekstu 11

Czcionka

Wyrównanie

Zawijaj tekst

Scal i wyrównaj

Liczba

Ogólne

Liczba

Formatowanie warunkowe

Formatuj jako tabelę

Style komórek

Style

Wstaw

Usuń

Format

Komórki

Σ Autosumowanie

Wypełnienie

Wyczyść

Sortuj i Znajdź i filtruj

Zaznacz

Edycja



VDB =BlackScholesCall(B1;B2;B4;B3;B5)

|    | A  | B                                 | C | D | E | F | G |
|----|--|-----------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1  | Cena wykonania opcji (nakład inwestycyjny) X=        | 900                               |   |   |   |   |   |
| 2  | bieżąca wartość oczekiwana przepływów gotówkowych S= | 1200                              |   |   |   |   |   |
| 3  | okres wygaśnięcia t=                                 | 3                                 |   |   |   |   |   |
| 4  | stopa wolna od ryzyka r=                             | 5%                                |   |   |   |   |   |
| 5  | ryzyko   | 40%                               |   |   |   |   |   |
| 6  |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 7  | W  | =BlackScholesCall(B1;B2;B4;B3;B5) |   |   |   |   |   |
| 8  |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 9  |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 10 |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 11 |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 12 |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 13 |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 14 |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 15 |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 16 |  |                                   |   |   |   |   |   |
| 17 |  |                                   |   |   |   |   |   |

Argumenty funkcji

BlackScholesCall

BieżacaWartoscPrzeplywow B1 = 900

CenaWykonaniaOpcji B2 = 1200

StopaWolnaOdRyzyka B4 = 0,05

OkresWygasniecia B3 = 3

Ryzyko B5 = 0,4

= 200,3843109

Pomoc niedostępna.

Ryzyko

Wynik formuły = 200,3843109

[Pomoc dotycząca tej funkcji](#)

OK

Anuluj



Narzędzia główne

Wstawianie

Układ strony

Formuły

Dane

Recenzja

Widok

Wklej

Wytnij

Kopiuj

Malarz formatów

Schowek

Arial 10

**B** *I* U

Czcionka

Zawijaj tekst

Scal i wyśrodkuj

Wyrównanie

Ogólne

\$ % 000

Liczba

Formatowanie warunkowe

Formatuj jako tabelę

Style komórek

Style

Wstaw

Usuń

Format

Komórki

Σ Autosumowanie

Wypełnienie

Wyczyść

Sortuj i Znajdź i filtruj

Zaznacz

Edycja

C24

|    | A             | B  | C           | D | E | F   | G  | H        | I | J       | K | L | M | N | O | P | Q | R |          |
|----|---------------|--|-------------|---|---|-----|----|----------|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| 1  | <b>ETAP 1</b> | Wartości drzewa dwumianowego w przedsięwzięciu inwestycyjnym |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 2  | $\sigma$      | =  | 7,75%       |   |   | u   | =  | 1,080565 |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 3  | r             | =  | 2%          |   |   | d   | =  | 0,925441 |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 4  | k.u           | =  | 4%          |   |   | exp | =  | 2,7183   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 5        |
| 5  | t             | =  | 5           |   |   | q   | =  | 0,8112   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | P        |
| 6  | NPV           | =  | 10 mld USD  |   |   | p   | =  | 0,1888   |   | 4       |   |   |   |   |   |   |   |   | 14,73179 |
| 7  | Nakłady       | =  | 2,8 mld USD |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 8  |               |  |             |   |   |     | 3  |          |   | 13,6334 | K |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 9  |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | R        |
| 10 |               |  |             |   | 2 |     |    | 12,61692 | G |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 12,61692 |
| 11 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 12 |               |  | 1           |   |   |     |    | 11,67622 | D |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 11,67622 |
| 13 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | S        |
| 14 | 0             |  | 10,80565443 | B |   |     |    | 10,80565 | H |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 10,80565 |
| 15 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 16 | 10            | A  |             |   |   |     | 10 | E        |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 10       |
| 17 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | M        |
| 18 |               |  | 9,25441403  | C |   |     |    | 11,54208 | I |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 9,254414 |
| 19 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | T        |
| 20 |               |  |             |   |   |     |    | 8,564418 | F |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 8,564418 |
| 21 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | N        |
| 22 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 8,564418 |
| 23 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | U        |
| 24 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 7,925867 |
| 25 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | J        |
| 26 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 7,925867 |
| 27 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | O        |
| 28 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 7,334925 |
| 29 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | W        |
| 30 |               |  |             |   |   |     |    |          |   |         |   |   |   |   |   |   |   |   | 6,788044 |

Microsoft Excel ribbon with tabs: Narzędzia główne, Wstawianie, Układ strony, Formuły, Dane, Recenzja, Widok. The ribbon contains various toolbars for font settings, alignment, numbers, and data manipulation.

|    | A             | B                                     | C           | D | E        | F   | G        | H        | I | J        | K        | L | M | N | O | P | Q | R |          |
|----|---------------|---------------------------------------|-------------|---|----------|-----|----------|----------|---|----------|----------|---|---|---|---|---|---|---|----------|
| 1  | <b>ETAP 2</b> | Kalkulacja wewnętrznej wartości opcji |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 2  | $\sigma$      | =                                     | 7,75%       |   |          | u   | =        | 1,080565 |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 3  | r             | =                                     | 2%          |   |          | d   | =        | 0,925441 |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 4  | k.u           | =                                     | 4%          |   |          | exp | =        | 2,7183   |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | 5        |
| 5  | t             | =                                     | 5           |   |          | q   | =        | 0,8112   |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | P        |
| 6  | NPV           | =                                     | 10 mld USD  |   |          | p   | =        | 0,1888   |   | 4        |          |   |   |   |   |   |   |   | 7,806885 |
| 7  | Nakłady       | =                                     | 2,80        |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 8  |               |                                       |             |   |          |     |          | 3        |   | 7,016051 | K        |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 9  |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | R        |
| 10 |               |                                       |             |   | 2        |     | 6,28418  | G        |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | 6,28418  |
| 11 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 12 |               |                                       | 1           |   | 5,606876 | D   |          |          |   | 5,606876 | L        |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 13 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | S        |
| 14 | 0             |                                       | 4,980071193 | B |          |     | 4,980071 | H        |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | 4,980071 |
| 15 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 16 | 7,20          | A                                     |             |   |          |     | 4,4      | E        |   |          | 4,4      | M |   |   |   |   |   |   |          |
| 17 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | T        |
| 18 |               |                                       | 3,863178102 | C |          |     |          | 5,5103   | I |          |          |   |   |   |   |   |   |   | 3,863178 |
| 19 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 20 |               |                                       |             |   |          |     | 3,366381 | F        |   |          | 3,366381 | N |   |   |   |   |   |   |          |
| 21 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | U        |
| 22 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | 5,706624 |
| 23 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 24 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   | 2,906624 | J        |   |   |   |   |   |   |   |          |
| 25 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | 2,481146 |
| 26 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | O        |
| 27 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | W        |
| 28 |               |                                       |             |   |          |     |          |          |   |          |          |   |   |   |   |   |   |   | 2,087391 |





Narzędzia główne

Wstawianie

Układ strony

Formuły

Dane

Recenzja

Widok

Wklej

Wynij

Kopiuuj

Malarz formatów

Schowek

Arial 10

**B** *I* U

Czcionka

Zawijaj tekst

Scal i wyrównaj

Wyrównanie

Ogólne

\$ % 000

Liczba

Formatowanie warunkowe

Formatuj jako tabelę

Style komórki

Style

Wstaw

Usuń

Format

Komórki

Σ Autosumowanie

Wypełnienie

Wyczyść

Sortuj i Znajdź i filtruj

Znalez i zaznacz

Edycja

A16  $f_x = (H5 * C14 + H6 * C18) * H4^A - C3$ 

|    | A             | B                                    | C          | D | E | F        | G        | H        | I | J        | K        | L | M | N | O | P        | Q | R | S |  |
|----|---------------|--------------------------------------|------------|---|---|----------|----------|----------|---|----------|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|--|
| 1  | <b>ETAP 3</b> | Kalkulacja całkowitej wartości opcji |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 2  | $\sigma$      | =                                    | 7,75%      |   |   | u        | =        | 1,080565 |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 3  | r             | =                                    | 2%         |   |   | d        | =        | 0,925441 |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 4  | k.u           | =                                    | 4%         |   |   | exp      | =        | 2,7183   |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 5  | t             | =                                    | 5          |   |   | q        | =        | 0,8112   |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 6  | NPV           | =                                    | 10 mld USD |   |   | p        | =        | 0,1888   |   |          | 7,806885 | P |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 7  | Nakłady       | =                                    | 2,8        |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 8  |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   | 7,370438 | K        |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 9  |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 10 |               |                                      |            |   |   |          | 6,955704 | G        |   |          |          |   |   |   |   | 6,28418  | R |   |   |  |
| 11 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 12 |               |                                      |            |   |   | 6,561647 | D        |          |   |          | 5,918347 | L |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 13 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 14 |               |                                      | 6,24833501 | B |   |          |          | 5,570953 | H |          |          |   |   |   |   | 4,980071 | S |   |   |  |
| 15 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 16 | 5,943879      | A                                    |            |   |   | 5,449414 | E        |          |   |          | 4,674716 | M |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 17 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 18 |               |                                      | 5,27197028 | C |   |          |          | 5,5103   | I |          |          |   |   |   |   | 3,863178 | T |   |   |  |
| 19 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 20 |               |                                      |            |   |   | 5,073747 | F        |          |   |          | 4,127914 | N |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 21 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 22 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   | 3,74135  | J        |   |   |   |   | 5,706624 | U |   |   |  |
| 23 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 24 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          | 2,481146 | O |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 25 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |
| 26 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   | 2,087391 | W |   |   |  |
| 27 |               |                                      |            |   |   |          |          |          |   |          |          |   |   |   |   |          |   |   |   |  |

Notowania / Etap 1 / Etap 2 / **Etap 3**

Gotowy

110%



UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



# Czy symulacja Monte Carlo może być zastosowana w opcji realnej?

- Bezpośrednio w parametrze  $\sigma$  - ryzyka przepływów pieniężnych.
- Pośrednio, poprzez zastosowanie w modelach szeregów czasowych (GARCH, EWMA).

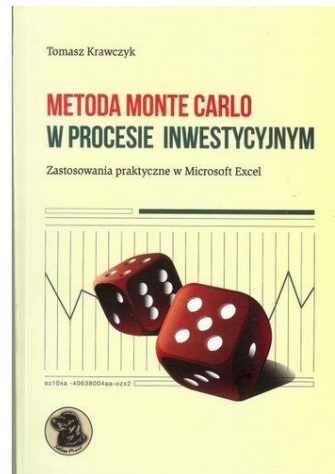
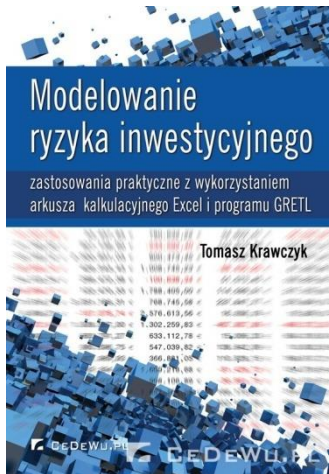


UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



# Zalecana literatura





UNIWERSYTET  
WARSZAWSKI

DELAB



# Dziękuję za uwagę

Tomasz Krawczyk

[tj.krawczyk@uw.edu.pl](mailto:tj.krawczyk@uw.edu.pl)

DELab UW | Enterprise Europe Network

| ul. Dobra 56/66, 00-312 Warszawa

tel. +48 (22) 55 27 606

| [delab.uw.edu.pl](http://delab.uw.edu.pl) | [een@uw.edu.pl](mailto:een@uw.edu.pl)