

# Finanse obliczeniowe - Duży projekt

## Wycena skomplikowanych opcji barierowych metodą PDE

Piotr Bochnia, Paweł Marcinkowski

28 maja 2014

- ▶ Opcje z barierą monitorowaną dyskretnie
- ▶ Opcje z barierą monitorowaną w oknie czasowym
- ▶ Opcje paryskie

# Opcje z barierą monitorowaną dyskretnie

Niech  $0 \leq T_1 < T_2 < \dots < T_L \leq T$  będą punktami monitorowania bariery.

- ▶ *Up and out* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\forall t \in \{T_1, \dots, T_L\} S_t < U\}}$
- ▶ *Up and in* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\exists t \in \{T_1, \dots, T_L\} S_t \geq U\}}$
- ▶ *Down and out* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\forall t \in \{T_1, \dots, T_L\} S_t > L\}}$
- ▶ *Down and in* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\exists t \in \{T_1, \dots, T_L\} S_t \leq L\}}$
- ▶ *Double Knock-out* z wypłatą  
 $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\forall t \in \{T_1, \dots, T_L\} L < S_t < U\}}.$
- ▶ *Knock-in Knock-out* z wypłatą  
 $X = f(S_T) \cdot \left( \mathbb{1}_{\{\exists t \in \{T_1, \dots, T_L\} S_t \leq L\}} \wedge \forall t \in \{T_1, \dots, T_L\} S_t < U \right).$

# Opcje z barierą monitorowaną w oknie czasowym

Niech  $0 \leq \tau_1 < \tau_2 \leq T$  będą punktami odpowiednio początku i końca okna, którym monitorowana jest bariera.

- ▶ *Up and out* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\forall t \in [\tau_1, \tau_2] S_t < U\}}$
- ▶ *Up and in* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\exists t \in [\tau_1, \tau_2] S_t \geq U\}}$
- ▶ *Down and out* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\forall t \in [\tau_1, \tau_2] S_t > L\}}$
- ▶ *Down and in* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\exists t \in [\tau_1, \tau_2] S_t \leq L\}}$
- ▶ *Double Knock-out* z wypłatą  $X = f(S_T) \cdot \mathbb{1}_{\{\forall t \in [\tau_1, \tau_2] L < S_t < U\}}$
- ▶ *Knock-in Knock-out* z wypłatą  
$$X = f(S_T) \cdot \left( \mathbb{1}_{\{\exists t \in [\tau_1, \tau_2] S_t \leq L\}} \wedge \mathbb{1}_{\{\forall t \in [\tau_1, \tau_2] S_t < U\}} \right)$$

Jednobarierowe opcje paryskie są kontraktami, w których własność *in* lub *out* jest aktywowana nie w momencie dotknięcia bariery lecz po pewnym ustalonym z góry czasie przebywania ceny instrumentu bazowego nad lub pod barierą (czas barierowy). Opcje typu paryskiego dzielą się na dwie klasy:

- ▶ *Parisian* - W momencie, gdy cena akcji jest równa barierze, czas barierowy jest zerowany.
- ▶ *Parasian* - Czas barierowy jest sumą wszystkich przebywań poza barierą.

Wypłata z opcji jest równa wypłacie z opcji europejskiej po spełnieniu warunków zależnych od typu bariery (analogicznie do tradycyjnych opcji barierowych) i zero w przeciwnym przypadku.

# Funkcje do wyceny

- ▶ DM\_Out
- ▶ DM\_in
- ▶ Double\_KO
- ▶ KIKO
- ▶ Window\_out
- ▶ Window\_in
- ▶ Window\_DoubleKO
- ▶ Window\_KIKO
- ▶ CalculatePriceGreeksParisianOut
- ▶ CalculatePriceGreeksParisianIn

# Input - Argumenty funkcji (1)

- ▶ F\_bid - kurs forward bid
- ▶ F\_ask - kurs forward ask
- ▶ barrier - wysokość bariery (w przypadku opcji jednobarierowych, wyrażona w walucie kwotowania)
- ▶ Lbarrier - wysokość dolnej bariery (w przypadku opcji dwubarierowych, wyrażona w walucie kwotowania)
- ▶ Ubarrier - wysokość górnej bariery (w przypadku opcji dwubarierowych, wyrażona w walucie kwotowania)
- ▶ strike - kurs wykonania opcji
- ▶ barrier\_type - typ bariery (w przypadku opcji jednobarierowych, poprawne wartości: *up*, *down*)
- ▶ payoff\_type - typ opcji (poprawne wartości: *put*, *call*)

## Input - Argumenty funkcji (2)

- ▶ `issue_date` - data zawarcia kontraktu (np. '21-May-2014')
- ▶ `expire_date` - data zapadalności kontraktu (np. '21-May-2014')
- ▶ PPO - liczba dni roboczych od daty zawarcia kontraktu do dnia zapłaty premi opcyjnej (*Premium Payment Offset*)
- ▶ OSO - liczba dni roboczych od daty zapadalności opcji do dnia rozliczenia kontraktu (*Option Settlement Offset*)
- ▶ `price_type` - typ obliczanej ceny (poprawne wartości: *bid*, *ask*)



# Input - Parametry przekazywane przez zmienne globalne

- ▶  $M_t$  - liczba punktów siatki w wymiarze czasowym
- ▶  $M_x$  - liczba punktów siatki w wymiarze przestrzennym
- ▶  $\Delta\sigma$  - przyrost volatylity opcji używany do obliczania współczynnika *vega*

7-elementowy wektor zawierający na kolejnych pozycjach odpowiednio:

1. cenę opcji
2. deltę spot
3. deltę forward
4. gammę spot
5. gammę forward
6. thetę
7. vegę

# Funkcje do wyceny - Opcje z barierą monitorowaną dyskretnie

- ▶ `DM_OUT(F_BID, F_ASK, BARRIER, STRIKE, MONITORING_DATES, ISSUE_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, BARRIER_TYPE, PAYOFF_TYPE)`
- ▶ `DM_IN(F_BID, F_ASK, BARRIER, STRIKE, MONITORING_DATES, ISSUE_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, BARRIER_TYPE, PAYOFF_TYPE)`
- ▶ `DOUBLEKO(F_BID, F_ASK, LBARRIER, UBARRIER, STRIKE, MONITORING_DATES, ISSUE_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, PAYOFF_TYPE)`
- ▶ `KIKO(F_BID, F_ASK, LBARRIER, UBARRIER, STRIKE, MONITORING_DATES, ISSUE_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, PAYOFF_TYPE)`

# Funkcje do wyceny - Opcje z barierą monitorowaną dyskretnie - Dodatkowe argumenty

- ▶ `monitoring_dates` - wektor zawierający daty monitorowania barier w kolejności chronologicznej

# Funkcje do wyceny - Opcje z barierą monitorowaną w oknie czasowym

- ▶ `WINDOW_OUT(F_BID, F_ASK, BARRIER, STRIKE, ISSUE_DATE, WINDOW_START_DATE, WINDOW_END_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, BARRIER_TYPE, PAYOFF_TYPE)`
- ▶ `WINDOW_IN(F_BID, F_ASK, BARRIER, STRIKE, ISSUE_DATE, WINDOW_START_DATE, WINDOW_END_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, BARRIER_TYPE, PAYOFF_TYPE)`
- ▶ `WINDOW_DOUBLEKO(F_BID, F_ASK, LBARRIER, UBARRIER, STRIKE, ISSUE_DATE, WINDOW_START_DATE, WINDOW_END_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, PAYOFF_TYPE)`
- ▶ `WINDOW_KIKO(F_BID, F_ASK, LBARRIER, UBARRIER, STRIKE, ISSUE_DATE, WINDOW_START_DATE, WINDOW_END_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, PAYOFF_TYPE)`

# Funkcje do wyceny - Opcje z barierą monitorowaną w oknie czasowym - Dodatkowe argumenty

- ▶ `window_start_date` - data początku okna czasowego, w którym monitorowane są bariery
- ▶ `window_end_date` - data końca okna czasowego, w którym monitorowane są bariery

# Funkcje do wyceny - Opcje paryskie

- ▶ `CALCULATEPRICEGREEKSPARISIANOUT(F_BID, F_ASK, BARRIER, DAY_HAT, STRIKE, ISSUE_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, BARRIER_TYPE, PAYOFF_TYPE, ISASIAN)`
- ▶ `CALCULATEPRICEGREEKSPARISIANIN(F_BID, F_ASK, BARRIER, DAY_HAT, STRIKE, ISSUE_DATE, EXPIRE_DATE, PPO, OSO, PRICE_TYPE, BARRIER_TYPE, PAYOFF_TYPE, ISASIAN)`

# Funkcje do wyceny - Opcje paryskie - Dodatkowe argumenty

- ▶ `day_hat` - czas przebywania poza barierą konieczny do aktywacji bariery (w przypadku opcji paryskich, wyrażony w dniach)
- ▶ `isAsian` - parametr określający typ opcji paryskiej 0 - *Parisian*, 1 - *Parasian* (poprawne wartości: 0, 1)



# Modelowanie opcji paryskich

