STATISTICAL ARBITRAGE · บทที่ 13

Perpetual Basis Strategy: Trade ความผิดปกติของ Funding

Basis = perp − spot index — เบี่ยงเกิน fair value เมื่อไหร่ให้เทรด

ตัวอย่างหลัก: Bybit BTC Perp ↔ Spot Index

แก่นของบทนี้ — อ่านก่อน

ราคา perpetual futures ควรอยู่ใกล้ spot index เพราะมีกลไก funding rate ดึงให้กลับ แต่ในช่วงที่ sentiment รุนแรง basis เบี่ยงเกิน fair value ชั่วคราว — นี่คือโอกาส trade ที่มีขอบเขตชัดเจน

`Basis_fair ≈ spot × rate_per_8h × (hours_left/8) | entry เมื่อ |Basis_actual − Basis_fair| > k × σ_basis`

13.1 กลไก Funding Rate

Perpetual futures ไม่มี expiry — กลไกที่ทำให้ราคาใกล้ spot คือ **funding rate** ที่จ่ายระหว่าง long และ short ทุกรอบ:

กลไก Funding Rate ทำงานอย่างไร

- ทุก 8 ชั่วโมง (Bybit) หรือทุก 1 ชั่วโมง (Lighter) คำนวณ funding rate จาก basis และ interest rate
- ถ้า perp > spot (basis > 0): **longs จ่าย shorts** — ดึงให้ longs ปิด position → ราคา perp ลง
- ถ้า perp < spot (basis < 0): **shorts จ่าย longs** — ดึงให้ shorts ปิด position → ราคา perp ขึ้น
- Funding amount = position_size × funding_rate × (interval / 8h)

ตัวอย่าง: Bybit BTC Funding

Funding rate = +0.05% (longs จ่าย shorts) ทุก 8 ชั่วโมง = +0.15%/วัน = +4.5%/เดือน
Long BTC perp $100,000 → จ่าย $50 ทุก 8 ชั่วโมง ≈ $150/วัน
นี่คือ "cost of carry" สำหรับ long perp ในช่วง bullish market

สูตร funding rate มาตรฐาน (Bybit-style):

```
funding_rate = clamp( premium_index + clamp(interest_rate - premium_index, -0.05%, +0.05%), -0.75%, +0.75% ) premium_index = (P_perp - P_spot_index) / P_spot_index ← basis เป็น % interest_rate = 0.01% (Bybit กำหนด fixed = 0.01% ต่อรอบ 8h)
```

13.2 Basis = Perp − Spot: นิยามและ Fair Value

ในทางปฏิบัติ basis วัดเป็น absolute price หรือ percentage:

นิยาม BASIS

`Basis_t = P_perp_t − P_spot_index_t`

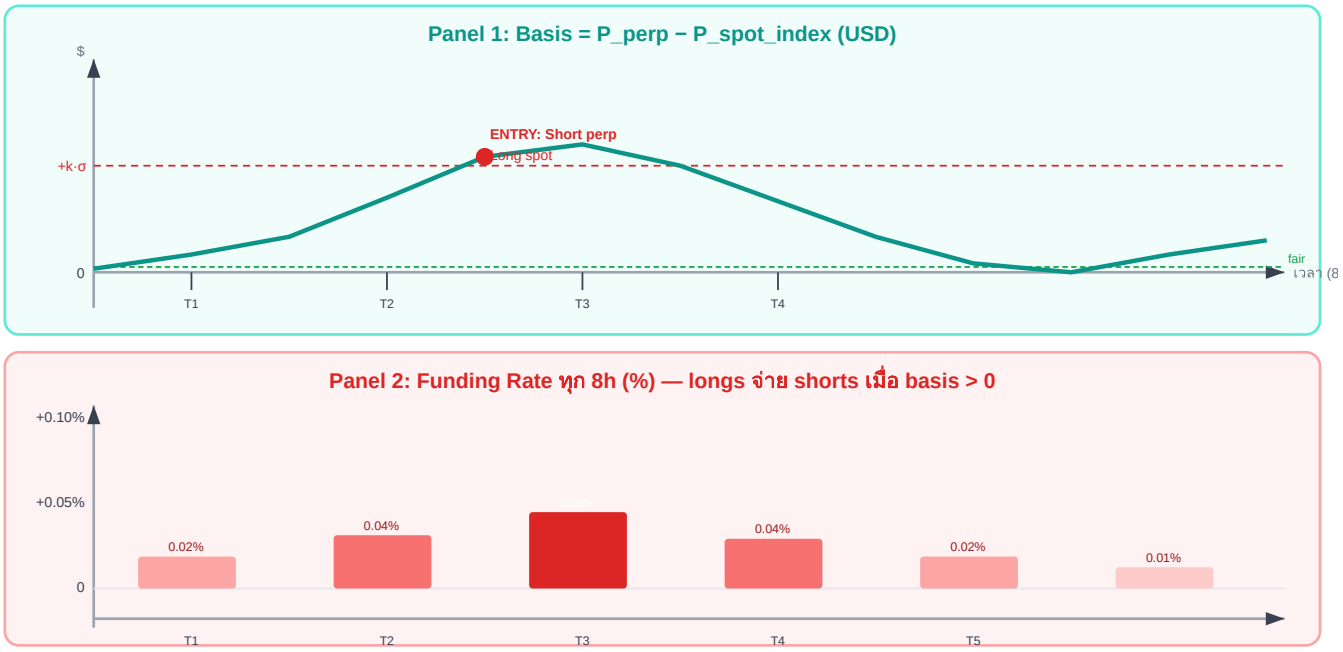
P_perp = mark price ของ perpetual futures
P_spot_index = weighted average ของราคา spot จาก multiple exchanges
Basis_fair = ค่าที่ basis "ควร" เป็น ตาม funding rate model

สำหรับ perpetual ที่ไม่มี expiry fair value basis ถูกขับเคลื่อนด้วย **funding rate** ไม่ใช่ cost of carry ของ money market — basis ที่ fair คือค่าที่ทำให้ funding payment ในรอบถัดไปสมดุล prorate ตามเวลาที่เหลือจนถึง funding ครั้งหน้า:

```
Basis_fair = P_spot × rate_per_8h × (hours_left / 8) rate_per_8h = funding rate ต่อรอบ 8 ชั่วโมง (Bybit default ≈ 0.01%) hours_left = เวลาที่เหลือจนถึง funding ครั้งถัดไป (หน่วย: ชั่วโมง) ตัวอย่าง: P_spot = $65,000, rate_per_8h = 0.01% = 0.0001, hours_left = 4 Basis_fair = 65,000 × 0.0001 × (4 / 8) = 65,000 × 0.0001 × 0.5 ≈ $3.25
```

Fair value basis มักใกล้ศูนย์มากสำหรับ BTC perp เพราะ rate_per_8h ต่ำและเหลือเวลาไม่กี่ชั่วโมง — basis เบี่ยงเกินจากการ sentiment หรือ imbalance ของ demand

13.3 SVG Diagram: Basis Timeline และ Funding Rate



Panel บน: basis สูงขึ้นจนเกิน threshold → Entry signal | Panel ล่าง: funding rate สูงสุดที่ T3 ตรงกับ basis สูงสุด

13.4 Entry/Exit Rules

กฎการเข้าและออก basis trade แบ่งตาม direction ของ basis deviation:

เงื่อนไข	Direction	Action	เหตุผล
basis > fair + k×σ_basis	Basis บวกสูงเกิน	Short perp + Long spot	Perp แพงเกินไป รอ basis กลับลง
basis < fair − k×σ_basis	Basis ลบต่ำเกิน	Long perp + Short spot	Perp ถูกเกินไป รอ basis กลับขึ้น
basis → fair value	กลับปกติ	ปิดทั้งสองขา	Mean reversion สำเร็จ take profit
funding payment ≥ target yield	ได้ yield แล้ว	ปิดทั้งสองขา	เก็บ funding เพียงพอแล้ว
|basis| > 3×σ_basis (blow-up)	เกิน stop-loss	ปิด emergency	Basis ไม่กลับ — regime เปลี่ยน

สองแหล่ง P&L ของ Basis Trade

1. **Basis convergence:** กำไรเมื่อ basis กลับมา fair value (capital gain จาก spread)
2. **Funding income:** ถ้า short perp ในช่วง basis > 0 → รับ funding payment ทุก 8h ขณะ hold position

Trade ที่ดีจะมีทั้งสองแหล่ง — basis กลับ + funding เข้ากระเป๋าระหว่างรอ

ความเสี่ยงของ Basis Trade

- **Basis blow-up:** ในช่วง mania (เช่น bull run รุนแรง) basis อาจขยายไปเรื่อยๆ ก่อนกลับ
- **Spot execution risk:** การ short spot อาจมีปัญหา borrow cost หรือ availability
- **Funding flip:** funding rate อาจกลับทิศ ทำให้ long perp ต้องจ่ายแทน
- **Index divergence:** spot_index อาจ diverge จาก exchange ที่ใช้ hedge จริง

13.5 Cost Breakdown Table

ก่อน trade ต้องรู้ต้นทุนทุกประเภท เพื่อคำนวณ net edge:

ประเภทต้นทุน	ค่าปกติ (Bybit BTC)	ผลต่อ P&L	หมายเหตุ
Taker fee (entry)	0.055% per leg	−0.11% รวมสองขา	ใช้ limit order ลดเหลือ −0.01% (maker)
Taker fee (exit)	0.055% per leg	−0.11% รวมสองขา	รวม round-trip: −0.22%
Bid-ask spread	~$1–5 (BTC perp)	≈ −0.002–0.008%	ขึ้นกับ liquidity ณ เวลานั้น
Slippage	0.01–0.05%	−0.01 ถึง −0.05%	ขึ้นกับขนาด order vs market depth
Funding cost (long)	±0.01–0.10% ทุก 8h	+ หรือ − ขึ้นกับทิศ	กำไรถ้า short perp ในช่วง basis+
Spot borrow (short spot)	0.01–0.05%/วัน	−ต่อวันที่ถือ	ค่าเช่า BTC สำหรับ short บน spot margin — Bybit เรียก ~0.01%/วัน; ถ้า hedge ผ่าน inverse perp ไม่มีต้นทุนนี้
รวม round-trip	**≈ −0.25 ถึง −0.40% ต่อ trade (ไม่รวม funding income)**		

Breakeven Analysis: Basis ต้องกว้างแค่ไหนถึงคุ้ม?

ถ้า total cost ≈ 0.35% per round-trip → basis ต้อง deviate จาก fair value อย่างน้อย 0.35% จึงจะ breakeven

ถ้า $\sigma_{basis} = 0.15\%$ → entry threshold $k = 0.35/0.15 \approx 2.3\sigma$

ในทางปฏิบัติใช้ $k \geq 2.5\sigma$ เพื่อ buffer สำหรับ slippage และ execution uncertainty

13.6 Pseudo-code: perp_basis_signal()

```
def perp_basis_signal(perp_price, spot_index, rate_per_8h, time_to_funding_h, # ✅ FIX: ชัดเจนว่าหน่วยเป็น ชั่วโมง hist_sigma, k=2.0): # คำนวณ basis จริง basis = perp_price - spot_index # คำนวณ fair value basis จาก funding rate (prorate ตามเวลาที่เหลือ) # ✅ FIX: rate_per_8h × (เวลาที่เหลือ/8) — unit สอดคล้องกันทั้งหมด # ❌ เดิม: rate * (time_to_funding / (8 * 3600)) — ปนหน่วย seconds กับ per-8h fair_basis = spot_index * rate_per_8h * (time_to_funding_h / 8.0) # คำนวณ z-score ของ basis deviation zscore = (basis - fair_basis) / hist_sigma # Signal logic if zscore > k: return "SHORT_PERP_LONG_SPOT", zscore # basis สูงเกิน elif zscore < -k: return "LONG_PERP_SHORT_SPOT", zscore # basis ต่ำเกิน return "NO_SIGNAL", zscore
```

การคำนวณ hist_sigma ของ Basis

`hist_sigma` ควรคำนวณจาก rolling std ของ (basis − fair_basis) ในช่วง 7–30 วัน

ไม่ควรใช้ σ คงที่ เพราะ basis volatility เปลี่ยนตาม market regime

ในช่วง sideways: σ ต่ำ → threshold ต่ำ → เข้าง่ายขึ้น

ในช่วง trending: σ สูง → threshold สูง → เข้ายากขึ้น (ป้องกัน false signal)

การเพิ่ม Funding Yield Forecast ใน Signal

```
def basis_trade_expected_pnl(basis_entry, fair_basis, hist_sigma, funding_rate, hold_hours, position_size, spot_price): # P&L จาก basis convergence (mean reversion) basis_move = basis_entry - fair_basis # คาดว่า basis จะกลับมา fair basis_pnl = basis_move * position_size / spot_price # P&L จาก funding (short perp receives funding) n_payments = hold_hours / 8 # จำนวนรอบ funding (ทุก 8h) funding_pnl = funding_rate * position_size * n_payments # ต้นทุน round-trip (fee + slippage) total_cost = position_size * 0.0035 # ≈ 0.35% return basis_pnl + funding_pnl - total_cost
```

13.7 Running Example: Bybit BTC Perp Basis Trade

Running Example: Bybit BTC Perp Basis Trade — ตัวเลขทีละขั้น

สถานการณ์: วันที่ BTC ราคา pump แรง longs เปิดมาก basis บวกสูงผิดปกติ

ข้อมูล Input	ค่า	ที่มา
P_perp (Bybit mark price)	$67,450	Bybit API
P_spot_index	$67,100	Bybit spot index (avg หลาย exchanges)
Basis_actual	$350 (+0.521%)	67,450 − 67,100
rate_per_8h (Bybit funding)	0.01% = 0.0001	Bybit default funding rate per 8h interval
time_to_funding_h	3.5 ชั่วโมง	เวลาถึง funding ถัดไป (หน่วย: ชั่วโมง)
Basis_fair	67,100 × 0.0001 × (3.5/8.0) ≈ $2.94	spot × rate_per_8h × (hours_left/8) ✅
hist_sigma (30d rolling)	$85 (0.127%)	std ของ (basis − fair_basis)
z-score	(350 − 2.94) / 85 ≈ **+4.1σ**	ENTRY SIGNAL!
funding_rate (current)	+0.065%	Bybit funding history

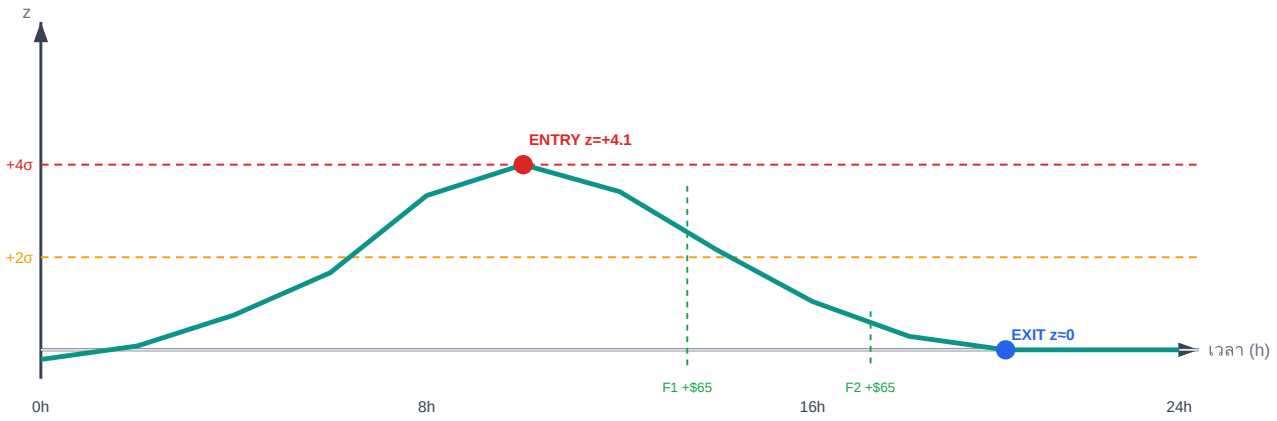
Execution Plan และ P&L

```
Entry (z = +4.1σ, basis = +$350): Short Bybit BTC perp : $100,000 notional at $67,450 Long spot BTC (หรือ spot index hedge): $100,000 at $67,100 Hold 16 ชั่วโมง (2 รอบ funding): Funding received (short perp, longs pay us): = 0.065% × $100,000 × 2 รอบ = $130 Exit (basis กลับ fair: basis ≈ $20): ปิด Short perp และ Long spot — กำไรมาจาก basis ที่แคบลง Position size = $100,000 / $67,450 ≈ 1.483 BTC Basis convergence P&L = (basis_entry − basis_exit) × size = ($350 − $20) × 1.483 ≈ $489 ต้นทุน: Taker fee (entry + exit, 2 legs each) = 0.22% × $100,000 = $220 Slippage estimate = 0.03% × $100,000 = $30 Net P&L: = $489 (basis convergence) + $130 (funding income) − $220 (taker fees) − $30 (slippage) = +$369 → +0.37% บน $100,000 ใน 16 ชั่วโมง ≈ Annualized ~20% (ถ้า trade frequency ≈ 1 trade/วัน)
```

สรุป: โครงสร้าง P&L ของ Basis Trade นี้

- **Basis convergence:** $489 — แหล่งกำไรหลัก (basis เบี่ยง 4σ กลับมา fair)
- **Funding income:** $130 — bonus ระหว่างรอ mean reversion
- **ต้นทุนรวม:** $250 — fee + slippage
- **Net: +$369** ใน 16 ชั่วโมง — measurable edge ที่ repeatable

Z-score Timeline ของ Trade นี้



Basis z-score ขึ้นถึง +4.1σ → เข้า trade → กลับมา 0 ใน 16 ชั่วโมง รับ 2 รอบ funding ระหว่างทาง

13.8 แบบฝึกหัด

โจทย์ 13.1 — คำนวณ Fair Basis และ Z-score

ข้อมูล: P_perp = $42,300, P_spot_index = $42,100

rate_per_8h = 0.01% (Bybit default), time_to_funding_h = 5.5 ชั่วโมง

hist_sigma ของ (basis − fair_basis) = $60, k = 2.0

ถาม: คำนวณ fair_basis, z-score และระบุว่ามี signal หรือไม่ถ้า k = 2.0

▶ ดูคำตอบ

โจทย์ 13.2 — คำนวณ Net P&L ของ Basis Trade

Trade: Short perp $80,000 + Long spot $80,000

Entry basis = +$280, Exit basis = +$15

Hold 24 ชั่วโมง (3 รอบ funding), funding_rate = +0.05% ต่อรอบ

Taker fee = 0.055% per leg, 4 legs total, slippage = 0.025%

สมมติ spot_price entry ≈ $42,100

ถาม: คำนวณ net P&L ทีละส่วน

▶ ดูคำตอบ

โจทย์ 13.3 — Basis Blow-up: เมื่อ Trade ขาดทุน

คุณ Short perp ที่ basis = +$300 (z = +3.0σ, hist_sigma = $100)

แต่แทนที่ basis จะกลับ basis กลับขยายไปเรื่อยๆ

Stop-loss กำหนดไว้ที่ z = +5.0σ, position size = $50,000, spot_price ≈ $67,000

ถาม: (1) Stop-loss trigger ที่ basis เท่าไร? (2) ขาดทุนเท่าไรเมื่อ stop-loss ถูก trigger?

▶ ดูคำตอบ