STATISTICAL ARBITRAGE · บทที่ 22

Options-Based Stat Arb

IV Surface · Box Spread · Cross-venue IV · Vol Risk Premium

ต่อยอดจาก Put-Call Parity (บทที่ 18)

แก่นของบทนี้ — อ่านก่อน

แทนที่ราคา P_A, P_B → ใช้ **Implied Volatility IV_A, IV_B**
ε_IV = IV_A − β·IV_B ยังคง mean-revert เหมือน ε ราคา — ใช้ pipeline เดิมทั้งหมด (ADF, half-life, z-score)
แหล่งกำไรใหม่: IV mispricing จาก skew, cross-venue, vol risk premium

`ε_IV = IV_A − β·IV_B | Pipeline: ADF → half-life → z-score (เหมือน ch3–ch10)`

Prerequisites — ต้องเข้าใจก่อนอ่านบทนี้

- **ch3** OU process, half-life, mean-reversion — ε_IV fit OU เหมือนกัน
- **ch4 §4.2b** OLS β = Cov/Var — β_IV คำนวณแบบเดียวกัน
- **ch5** ADF + Pair Selection Pipeline — ใช้กับ IV pairs ได้ตรงๆ
- **ch10** z-score entry/exit — เหมือนกันทุกประการ
- **ch12** Kelly sizing — f* × 0.3 สำหรับ short vol strategy
- **ch18 §18.8** ε_PCP — starting point สำหรับ options-based ε
- **pm-part1** PCP fundamentals + synthetic construction

Glossary — คำศัพท์ Options ที่ใช้ในบทนี้

- **ATM (At-the-Money)**: strike K = spot price S — เป็น strike ที่ liquid ที่สุด
- **Straddle**: Long Call(K) + Long Put(K) — กำไรเมื่อ vol สูง ไม่สนทิศทาง
- **Vega**: sensitivity ของ option price ต่อ IV change — Long option = Long Vega
- **Gamma**: sensitivity ของ delta ต่อ S change — Short straddle = Short Gamma
- **Delta hedge**: ซื้อ/ขาย underlying เพื่อให้ net delta ≈ 0 (ป้องกัน directional risk)
- **Vol Smile/Skew**: IV ที่แตกต่างกันตาม strike K — OTM puts มักมี IV สูงกว่า OTM calls
- **25Δ**: options ที่มี absolute delta = 0.25 — OTM แต่ยัง liquid พอ

22.1 IV เป็น Process ใหม่ — สร้าง ε บน Vol Surface

Implied Volatility (IV) คือค่า σ ที่แทนลงใน Black-Scholes แล้วได้ราคา option ที่ตลาดซื้อขายจริงพอดี — IV ไม่ใช่ historical volatility แต่คือ *market's forward-looking expectation of volatility* ณ ขณะนั้น

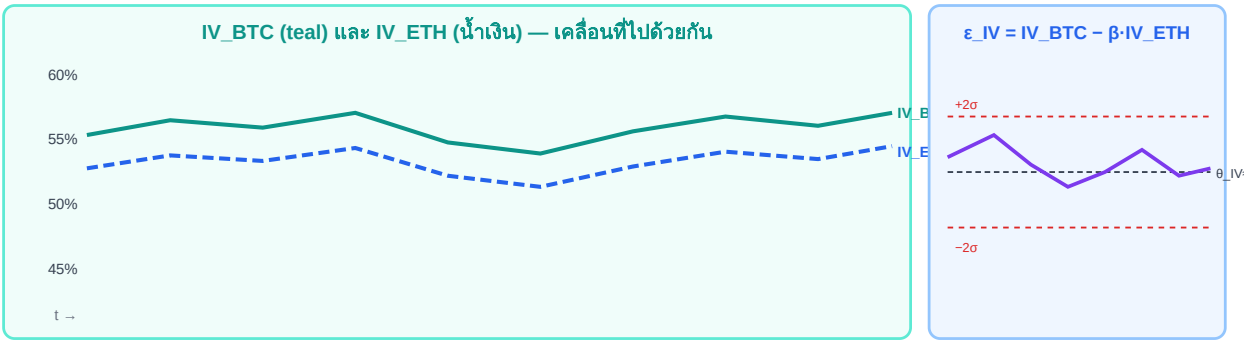
จุดสำคัญ: IV ของ asset ที่มีความสัมพันธ์กัน (เช่น BTC และ ETH) ควรเคลื่อนที่ไปด้วยกัน — เมื่อ crypto market มี risk-off event ทั้งสองจะพุ่งขึ้นพร้อมกัน และเมื่อตลาดสงบ ทั้งสองจะลดลงพร้อมกัน ด้วยเหตุนี้:

สมการหลัก — IV SPREAD PROCESS

$$\varepsilon_{IV,t} = IV_A(K,T,t) - \beta \cdot IV_B(K,T,t)$$

โดยที่ K คือ strike (เลือก ATM เพื่อ liquidity สูงสุด), T คือ **constant-maturity** (เช่น 30d interpolated — ไม่ใช่ fixed-calendar expiry ที่ T หดทุกวัน), t คือ timestamp
β_IV คำนวณจาก OLS: β_IV = Cov(IV_A, IV_B) / Var(IV_B) — เหมือนกับ บทที่ 4 §4.2b ทุกประการ
θ_IV = E[ε_IV] = ค่ากลางของ spread (อาจไม่ใช่ 0 เพราะ structural premium ต่างกัน)

	ε ราคา	ε_IV
Input	log P_A, log P_B	IV_A(K,T), IV_B(K,T)
สร้างด้วย	OLS β (ch4)	OLS β_IV
mean ของ ε	θ ≈ 0 (log-price)	θ_IV (vol level differential)
mean-revert เพราะ	cointegration (ch5)	vol surfaces ของ correlated assets linked
test ด้วย	ADF + half-life + z-score	ADF + half-life + z-score — เหมือนกัน
trade ด้วย	z-score บน ε (ch10)	z-score บน ε_IV — pipeline เดิมทั้งหมด



ซ้าย: IV_BTC (teal) และ IV_ETH (น้ำเงิน) เคลื่อนที่ไปด้วยกัน | ขวา: ε_IV oscillates รอบ θ_IV ≈ 3% ภายใน ±2σ band

ทำไม IV ของ BTC กับ ETH ควร Cointegrate?

- BTC และ ETH ขับเคลื่อนโดย **crypto market sentiment** เดียวกัน — ความกลัวหรือความโลภกระทบทั้งคู่พร้อมกัน
- Institutional vol sellers มักขาย **volatility ทั้งสองพร้อมกัน** เพราะ hedge ด้วย BTC และ ETH ในสัดส่วนใกล้เคียงกัน
- Risk-off event (เช่น regulatory news, macro shock) กระทบ **IV ทั้งคู่พร้อมกัน** ในทิศทางเดียว
- → ε_IV = IV_BTC − β·IV_ETH stationary ได้ ถ้า pair เลือกถูก และ β calibrate ด้วย OLS บน window ที่เหมาะสม

§22.1 ใช้ IV ของ assets ต่างกัน → §22.2 ดู case พิเศษที่ ε ควรเป็น 0 อย่างแน่นอน: Box Spread ▶

22.2 Box Spread Stat Arb — ε_box

Box Spread คือ synthetic bond ที่สร้างจาก options 4 legs โดยรวม long bull call spread กับ short bull put spread ที่ K เดียวกัน สิ่งที่ได้คือ fixed payoff = K2 − K1 ณ expiry ไม่ว่า underlying จะเป็นเท่าไหร่

พื้นฐาน: Bull Call Spread คืออะไร?

Bull Call Spread = Long Call(K1) + Short Call(K2) ที่ K1 < K2 — payoff = max(S−K1, 0) − max(S−K2, 0) ซึ่งมีค่าสูงสุด = K2−K1

Box Spread = Long Bull Call Spread (K1,K2) + Short Bull Put Spread (K1,K2) = ผลรวมที่ได้ K2−K1 แน่นอนทุก scenario ไม่ว่า S จะเป็นเท่าไหร่ → Box = synthetic zero-coupon bond ที่ maturity = K2−K1

FAIR VALUE ของ BOX SPREAD

$$V_box = (K2 - K1) \cdot e^{-rT}$$

Market box price = (C_K1 − P_K1) − (C_K2 − P_K2)
ε_box = Market_box − (K2 − K1)·e^{−rT}

เนื่องจาก payoff ของ box = K2 − K1 แน่นอน fair value จึงต้องเป็น present value ของ spread นั้น
ε_box ควร = 0 ในตลาดที่ไม่มี friction — เมื่อ ε_box ≠ 0 คือ arbitrage opportunity

```
# สูตร Box Spread
Market box price = (C_K1 − P_K1) − (C_K2 − P_K2)
Fair box value   = (K2 − K1) · e^{−rT}
ε_box            = Market_box − Fair_box
```

ε_box	ความหมาย	Action
> 0 (แพงไป)	ตลาดประเมิน box สูงกว่า fair value	Short box: **Sell C(K1) + Buy P(K1) + Buy C(K2) + Sell P(K2)**
< 0 (ถูกไป)	ตลาดประเมิน box ต่ำกว่า fair value	Long box: **Buy C(K1) + Sell P(K1) + Sell C(K2) + Buy P(K2)**

≈ 0	Fair — ไม่มีความไม่สมดุล	ไม่มีสัญญาณ รอ

ตัวอย่างหลัก: BTC Box Spread บน Deribit

ข้อมูล:

K1 = 90,000, K2 = 100,000 (spread = $10,000)

T = 7 วัน = 7/365, r = 5%/ปี

Deribit quotes: C(90k) = $6,200, P(90k) = $1,050, C(100k) = $2,400, P(100k) = $2,350

```
# คำนวณ Market Box Price
Market box = (C_K1 − P_K1) − (C_K2 − P_K2)
           = (6200 − 1050) − (2400 − 2350)
           = 5150 − 50
           = $5,100

# คำนวณ Fair Box Value
Fair box   = 10000 × e^{−0.05×7/365}
           = 10000 × 0.99904
           = $9,990

# ε_box
ε_box = 5100 − 9990 = −$4,890
```

→ ε_box **ลบมาก** → ตลาดประเมิน box ต่ำกว่า fair value $4,890

→ ถ้า total friction ≤ $4,890 → **Long box**: Buy (C_K1−P_K1), Sell (C_K2−P_K2) รับกำไร $4,890 ณ expiry

หมายเหตุ: ε_box = −$4,890 นี้ใหญ่ผิดปกติและเกิดจากการที่ option quotes ที่ให้ไปนั้น **ละเมิด PCP โดยตั้งใจ** เพื่อสาธิต — ราคาเหล่านี้ไม่สามารถ coexist พร้อมกันในตลาดจริงได้ ในตลาดปกติ ε_box จะอยู่ที่ ±$50–200 เท่านั้น และ arb trader จะเข้ากดให้เป็น 0 ทันที

ข้อจำกัดของ Box Spread Arb

- ต้องการ **4 legs พร้อมกัน** → friction สูง 4× เทียบกับ single leg trade
- Liquidity ของ deep ITM/OTM options **ต่ำมาก** → bid-ask กว้าง → ε_box ที่ profitable จริงหายาก
- ดีที่สุดกับ **near-ATM options ที่ liquid** — strike ที่ volume สูง
- Crypto: ใช้ Deribit เพราะ **European options** (ไม่มี early exercise risk) — American options จะทำให้ fair value ซับซ้อนขึ้น

- ε_box ≠ 0 ที่คงอยู่มักเกิดจาก execution friction ไม่ใช่ market error — ต้องวัด friction จริงก่อน

ดูพื้นฐาน Box Spread เพิ่มเติม: *arb-part1* · *arb-part2* · *arb-part3*

Box Spread วัด mispricing ที่ PCP level → §22.3 ขยับขึ้นดู mispricing บน vol surface: IV Skew ▶

22.3 IV Skew Stat Arb — Risk Reversal (RR_25Δ)

IV Skew หมายถึง IV ของ options ที่ strike ต่างกันนั้นไม่เท่ากัน — put ที่ strike ต่ำมักมี IV สูงกว่า call ที่ strike สูง เพราะ demand ซื้อ protective put สูงกว่า ปรากฏการณ์นี้สะท้อนอยู่ใน **vol smile curve ที่เอียงซ้าย**

ทำไมต้องวัด IV ข้ามสไตรก์? — PCP Constraint

Put-Call Parity (บทที่ 18 §18.1) บังคับว่า IV_call(K,T) = IV_put(K,T) สำหรับ **K เดียวกัน, T เดียวกัน** เสมอ — ถ้าต่างกัน จะมี riskless arbitrage ทันที ดังนั้น ε_skew จึงวัดไม่ได้ที่ K เดียวกัน
→ "Skew" ต้องวัดโดยเปรียบ IV *ข้ามสองสไตรก์ที่ต่างกัน*
→ วิธีมาตรฐานของตลาด: **Risk Reversal 25Δ** — เปรียบ IV ที่ 25Δ put (strike ต่ำ) กับ IV ที่ 25Δ call (strike สูง)

RISK REVERSAL 25Δ — นิยาม IV SKEW มาตรฐาน

`RR_25Δ = IV_call(Δ=+0.25) − IV_put(Δ=−0.25)`

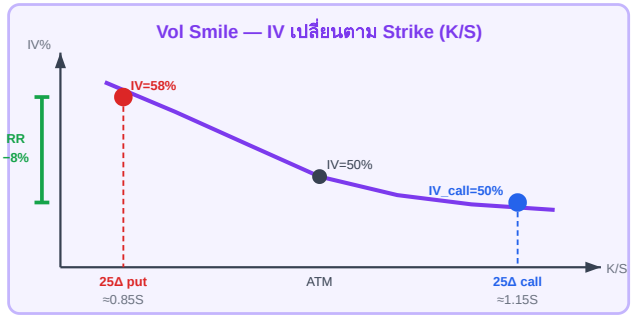
25Δ put: strike ≈ 80–90% ของ spot (OTM put ทางซ้ายของ smile curve)
25Δ call: strike ≈ 110–120% ของ spot (OTM call ทางขวาของ smile curve)

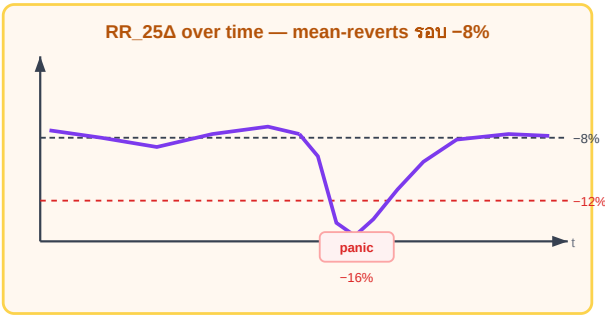
ปกติ: RR_25Δ ≈ −5% ถึง −10% สำหรับ BTC (กว้างกว่า FX/equity เพราะ downside skew เรื้อรัง)
Panic spike: RR_25Δ ลงถึง −15% ถึง −25% แล้ว mean-revert กลับ

ε_RR = RR_25Δ − θ_RR (θ_RR = mean ปกติ เช่น −8% สำหรับ BTC)

หมายเหตุ: ตลาด FX ใช้ convention ตรงข้าม (RR = IV_call − IV_put > 0 เมื่อ call แพงกว่า) — บทนี้ใช้ convention เดียวกับ equity/crypto ที่ RR < 0 เมื่อ put skew มี

ทฤษฎีบังคับว่า IV_call = IV_put ที่ K เดียวกัน → ในตลาดจริง smile curve เอียงทำให้ IV ต่างกันข้ามสไตรก์ → **เทรด gap นั้นเมื่อ spike ผิดปกติ**





ซ้าย: Vol smile เอียงซ้าย (pure skew) — 25Δ put (K≈85%S) IV=58% > 25Δ call (K≈115%S) IV=50% → RR_25Δ = IV_call−IV_put = 50%−58% = −8% | ขวา: RR_25Δ mean-reverts รอบ −8% spike ลงถึง −16% ระหว่าง panic แล้วกลับ

สถานการณ์	RR_25Δ	ε_RR = RR − θ_RR	Action
Normal	≈ −5% ถึง −10% (BTC)	ε_RR ≈ 0	ไม่มีสัญญาณ — รอ
Panic: put demand พุ่ง	spike ลง −12% ถึง −20%	ε_RR ≪ 0, z < −2	Long RR: Buy 25Δ Call + Sell 25Δ Put
Post-panic: normalize	กลับ −3% ถึง −5%	ε_RR ≈ 0	Close position รับกำไรจาก reversion

ตัวอย่างหลัก: BTC 25Δ Risk Reversal — Panic Event

สภาวะปกติ: BTC spot S = $95,000, T = 30 วัน

```
# 25Δ put: strike ≈ 85% ของ spot = $80,750  (IV สูงกว่า ATM เพราะ demand ป้องกัน downside)
# 25Δ call: strike ≈ 115% ของ spot = $109,250 (IV ต่ำกว่า ATM)

IV_put(25Δ)  = 58%
IV_call(25Δ) = 50%
RR_25Δ       = IV_call − IV_put = 50% − 58% = −8%  ← normal (BTC range −5% ถึง −10%)

Historical θ_RR = −8%, σ_RR = 2%
ε_RR = −8% − (−8%) = 0%   z_RR = 0 → ไม่มีสัญญาณ
```

ช่วง panic (flash crash −15%):

```
# Spot ลงเหลือ ≈ $80,750 → 25Δ strikes ขยับตาม
IV_put(25Δ)  = 73%   # put demand พุ่งแรง — ผู้คนแห่ซื้อ downside protection
```

```
IV_call(25Δ) = 57%   # call IV ขึ้นน้อยกว่ามาก
RR_25Δ       = IV_call − IV_put = 57% − 73% = −16%  ← spike!

ε_RR = −16% − (−8%) = −8%
z_RR = −8% / 2% = −4.0  ← >> 2σ → Signal!
```

ทำไม Long RR? — เหตุผลเบื้องหลังการเทรด

ในช่วง panic: put IV พุ่งสูงผิดปกติ → put *ราคาแพง* relative to fair value
→ **ขาย put** (เก็บ premium ที่แพงเกินไป) + **ซื้อ call** (ถูกกว่า relative)
→ รอ panic ผ่านไป → skew normalize → RR กลับ −8% → ปิด position รับกำไร

⚠️ Long Call + Short Put = net **positive delta** (long underlying exposure)
→ **ต้อง delta-hedge:** ขาย BTC futures จำนวน ≈ net_delta units ทันทีที่เปิด position
→ ไม่เช่นนั้นจะเป็นการ bet ทิศทาง ไม่ใช่ skew arb

```
Action: Long RR — Buy 25Δ Call + Sell 25Δ Put บน Deribit
         + Short BTC-PERP ≈ net_delta units (delta hedge)
→ รอ panic subsides → RR_25Δ กลับ −8% → Close ทุก leg
→ กำไร ≈ Δ_ε_RR × Vega (per 1% IV change)
```

IV Skew Selection Algorithm: *vp-part4*

§22.3 เปรียบ IV ข้ามสไตรก์ใน exchange เดียว → §22.4 เปรียบ IV ของ option เดียวกันข้าม exchanges ▶

22.4 Cross-venue IV Stat Arb — Deribit ↔ Bybit

สำหรับ underlying เดียวกัน (BTC), strike K เดียวกัน, expiry T เดียวกัน — IV ควรเท่ากันระหว่าง exchanges ในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติ IV แตกต่างกันได้จาก liquidity structure และ market maker behavior ที่ต่างกัน

E CROSS-VENUE — PROCESS เดิม PIPELINE เดิม

`ε_xvenue = IV_Deribit(K,T) − β·IV_Bybit(K,T)`

β ≈ 1 (same underlying) แต่มี small deviation จาก structural liquidity premium
→ ใช้ OLS คำนวณ β_IV จาก historical data เหมือน บทที่ 4 §4.2b
→ ε_xvenue มี θ_IV บวก = structural alpha (Deribit IV สูงกว่าเรื้อรัง)

Apply Full Stat Arb Pipeline (ต่อจากบทก่อน)

1. **Scatter plot** IV_Deribit vs IV_Bybit → ρ ≥ 0.85? (ch5)
2. **OLS β_IV** = Cov(IV_D, IV_B) / Var(IV_B) (ch4 §4.2b)
3. **ADF** บน ε_xvenue → p < 0.05? (ch5)
4. **Half-life** → อยู่ใน target horizon? (ch3)
5. **z-score** entry/exit (ch10)

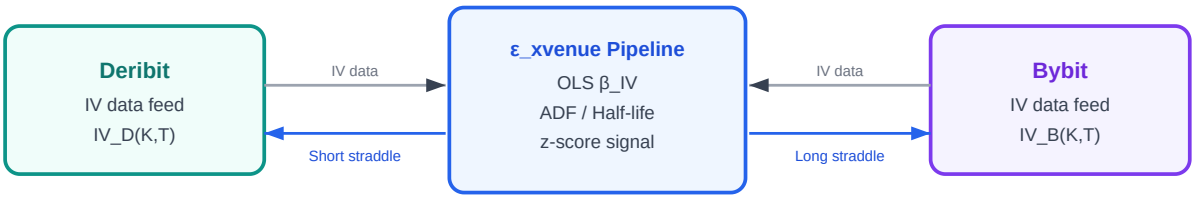
ตัวอย่างหลัก: BTC IV Cross-venue — 90 วัน Hourly Data

```
# Pipeline Results
β_IV      = 0.98   # Deribit ≈ Bybit แต่สูงกว่าเล็กน้อย
θ_IV      = +0.8%  # Deribit IV สูงกว่า Bybit 0.8% โดยเฉลี่ย
σ_IV      = 1.2%   # standard deviation ของ ε_xvenue
Half-life = 8 ชม.  # φ = 0.92 → OU process
ADF p     = 0.021  # ✅ stationary

# Entry Signal
ε_xvenue > θ + 2×σ = 0.8% + 2.4% = 3.2%
→ Deribit แพง relative → Short Deribit straddle + Long Bybit straddle
```

```
# Exit Signal
ε_xvenue < θ + 0.5×σ = 0.8% + 0.6% = 1.4%
```

Cross-venue IV Stat Arb Architecture



Pipeline รับ IV feed จากทั้ง Deribit และ Bybit → คำนวณ ε_xvenue → ส่ง trade signal: Short straddle (Deribit) + Long straddle (Bybit)

ทำไม Deribit IV > Bybit IV เรื้อรัง

- **Deribit** = dominant crypto options exchange → vol sellers มากกว่า → bid-ask แคบกว่า → IV คำนวณได้แม่นยำกว่า
- **Bybit** = newer options market → market makers demand higher premium เพราะ uncertainty สูงกว่า → IV underpriced relative to Deribit
- → ε_xvenue มี **positive drift θ_IV = structural alpha** — ε_xvenue = θ + noise
- → mean-revert รอบ θ_IV บวก ไม่ใช่ 0

Cross-venue concept: *eye-part3*

§22.1–22.4 เปรียบ IV ระหว่างสองสิ่ง → §22.5 เปรียบ IV กับ realized volatility ที่เกิดขึ้นจริง ▶

22.5 Vol Risk Premium — IV − RV

Vol Risk Premium (VRP) คือปรากฏการณ์ที่ Implied Volatility (IV) สูงกว่า Realized Volatility (RV) โดยเฉลี่ยอย่างต่อเนื่อง — เพราะผู้ซื้อ options ยินดีจ่ายเพิ่มเป็น insurance premium แหล่งกำไรคือการ *ขาย volatility* รับ IV เมื่อ IV สูงกว่า RV ที่คาด

RV_Nd (Realized Volatility N วัน) = annualized standard deviation ของ daily log-returns ใน N วันที่ผ่านมา: RV = √(252/N · Σ r_t²) โดย r_t = log(S_t/S_{t-1})

VRP PROCESS — MEAN-REVERSION แหล่งที่สาม

ε_VRP = IV_t − RV_t (ปกติ > 0 = positive alpha เรื้อรัง)

เมื่อ ε_VRP spike สูงผิดปกติ (panic-driven IV explosion) → ขาย vol รอ normalize
เมื่อ ε_VRP ลบ (vol surprise — realized > implied) → ซื้อ vol ป้องกัน
→ ใช้ z-score บน ε_VRP เหมือนกับ ε ราคา — pipeline เดิมทั้งหมด

	BTC/ETH Options	S&P500 Options
Average VRP	10–20% (IV − RV)	3–5%
Regime: normal	ε_VRP ≈ +15%	ε_VRP ≈ +4%
Regime: crisis	ε_VRP → −20% (IV explodes)	ε_VRP → −30% ★
Mean-reversion τ½	≈ 5–15 วัน	≈ 10–20 วัน
★ S&P500 ε_VRP ลบมากกว่าในช่วง crisis เพราะ IV_normal ต่ำกว่า BTC มาก (VIX ≈ 15% vs BTC IV ≈ 60%) เมื่อ realized vol พุ่งพร้อมกัน อัตราส่วน RV/IV ของ S&P500 จึงเกิน 1 ได้มากกว่า		
Trade	Short straddle เมื่อ z > 2σ	Short straddle เมื่อ z > 2σ

ตัวอย่างหลัก: BTC VRP Signal — Normal vs Bull Run

สภาวะปกติ:

```
IV_30d      = 65%
RV_30d      = 48%  # realized ใน 30 วันที่ผ่านมา
ε_VRP       = 65% − 48% = +17%
```

```
Historical mean ε_VRP = +13%, σ_VRP = 6%
z_VRP = (17% − 13%) / 6% = +0.67  ← ไม่ถึง 2σ → ยังไม่ trade
```

ช่วง bull run (IV พุ่งไม่สมเหตุผล):

```
IV_30d      = 90%
RV_30d      = 55%
ε_VRP       = 90% − 55% = +35%

z_VRP = (35% − 13%) / 6% = +3.67  ← >> 2σ → Signal!

Action: ขาย vol → Short straddle BTC (Sell ATM Call + Sell ATM Put)
         หรือ Short variance swap (ถ้ามี)
Position size: Kelly f* × 0.3 (conservative เพราะ tail risk)
```

ความเสี่ยง VRP Trade — อ่านก่อนเทรด

- **Tail risk:** vol spike ใน crisis ทำ loss ไม่จำกัด — Short straddle = Short gamma = unlimited downside
- **Black swan:** RV พุ่งเกิน IV ได้ — ε_VRP negative หนัก ทำให้ loss ใหญ่มาก
- **Stop-loss บังคับ:** ต้องมี stop เมื่อ ε_VRP ลดลงต่ำกว่า mean อย่างชัดเจน (เช่น z_VRP < −1)
- **Kelly sizing อนุรักษ์นิยม:** f* ≤ 30% ของ Kelly เต็ม (ch12) เพราะ left tail ของ P&L ไม่สมมาตร
- **Delta hedge ต่อเนื่อง:** Short straddle มี gamma risk — ต้อง re-hedge delta ทุก 30–60 นาที

Vol Clustering และ GARCH forecast: *vol-part4*

22.6 Friction & Breakeven สำหรับ Options

Options มี friction structure ที่ซับซ้อนและสูงกว่า perpetual futures มาก — ต้องเข้าใจ component ทุกตัวก่อนคำนวณ edge:

Component	Perp (Bybit)	Options (Deribit)
Commission	0.055% taker	0.03% taker (maker 0%)
Bid-ask spread	0.002–0.004% ของ notional	0.5–3% ของ option price (สูงมาก)
Slippage	ต่ำ (deep liquid)	สูง โดยเฉพาะ OTM options
Greeks hedge cost	ไม่มี	Delta hedge ทุกวัน (Gamma cost สะสม)
Overnight financing	Funding rate (อาจ + หรือ −)	ไม่มี (IV baked in เป็น annualized)
สรุป friction	~13 bps ทั่วไป	~100–300 bps (5–20× สูงกว่า perp)

BREAKEVEN Σ_IV FORMULA (เดิมจาก CH19 §19.7)

`Breakeven σ_IV = total_friction / (z_entry − z_exit)`

เงื่อนไข: σ_IV ≥ breakeven σ_IV → มี edge
สำหรับ options: total_friction สูงกว่า perp 5–10× → ต้องเลือกเฉพาะ signal ที่ deep enough

ตัวอย่าง: Breakeven Calculation สำหรับ Options Strategy

```
Parameters:
  z_entry       = 2.0
  z_exit        = 0.5
  total_friction = 200 bps ใน IV-space (= 2% IV change; ต้องใช้หน่วยเดียวกับ σ_IV)

Breakeven σ_IV = 200 / (2.0 − 0.5)
               = 200 / 1.5
               = 133 bps = 1.33%
```

```
→ ต้องการ σ_IV ≥ 1.33% ถึงจะ trade ได้
→ เทียบ: Perp breakeven σ ≈ 13 bps — options ต้องการ σ สูงกว่า ~10×
```

สรุป: เมื่อไหร่จึง Trade Options Stat Arb ได้

- **ε_IV หรือ ε_skew หรือ ε_VRP ≥ 1–3%** (ขึ้นอยู่กับ friction จริง) — ไม่ใช่ทุก signal
- ATM options ที่ **liquid** เท่านั้น — OTM options มี bid-ask กว้างเกินไป
- Deribit BTC/ETH เป็น venue ที่ดีที่สุดสำหรับ crypto เพราะ European + ลึกที่สุด
- ต้องวัด friction จริงล่วงหน้า — อย่าประมาณ friction ต่ำเกินไป

22.7 Practical Setup — Data, Code, Position Sizing

Data Sources

Data	Source	Free/Paid
BTC/ETH option prices + IV	Deribit API (REST + WebSocket)	Free
IV Surface historical	Deribit `/api/v2/public/get_volatility_index_data`	Free
Cross-venue comparison	Bybit Options API	Free
RV calculation	Spot price (Binance/Bybit) คำนวณเอง	Free

Pseudo-code: IV Stat Arb Pipeline

```
# 1. Fetch ATM IV จาก Deribit def get_atm_iv(currency, expiry): # Deribit API: /api/v2/public/get_order_book # หา ATM strike ที่ |delta| ≈ 0.5 # return (IV_call + IV_put) / 2 (mid IV) ... # 2. สร้าง ε_IV time series btc_iv = [get_atm_iv("BTC", expiry) for expiry in expiry_list] eth_iv = [get_atm_iv("ETH", expiry) for expiry in expiry_list] # OLS β_IV = Cov(IV_BTC, IV_ETH) / Var(IV_ETH) — ch4 §4.2b beta_iv = np.cov(btc_iv, eth_iv)[0,1] / np.var(eth_iv, ddof=1) epsilon_iv = np.array(btc_iv) - beta_iv * np.array(eth_iv) # 3. z-score (ch10) mean_iv = epsilon_iv.mean() std_iv = epsilon_iv.std() z_iv = (epsilon_iv[-1] - mean_iv) / std_iv # 4. Entry/Exit Signal if z_iv > 2.0: # BTC IV แพงเทียบกับ ETH IV → Short BTC vol, Long ETH vol # Short BTC straddle (Sell ATM call + Sell ATM put บน Deribit) # Long ETH straddle (Buy ATM call + Buy ATM put บน Deribit/Bybit) signal = "SELL_BTC_IV_BUY_ETH_IV" elif z_iv < -2.0: # BTC IV ถูกเทียบกับ ETH IV → Long BTC vol, Short ETH vol signal = "BUY_BTC_IV_SELL_ETH_IV" else: signal = "NO_SIGNAL" # รอ # 5. Exit if abs(z_iv) < 0.5: signal = "EXIT" # z กลับค่ากลาง
```

Position Sizing กับ Options — Vega-equivalent

Options position size ไม่ควรใช้ dollar-notional เหมือน perp เพราะ sensitivity ต่อ IV ต่างกัน — ต้องใช้ **Vega-equivalent**:

Vega-Neutral Sizing

- **Vega** ≈ $S \cdot \sqrt{T} \cdot N'(d_1)/100$ — ค่าเปลี่ยนของ option price ต่อ 1 percentage-point IV change (BS Vega มาตรฐาน = $S \cdot \sqrt{T} \cdot N'(d_1)$ คือ per 1.00 change ใน σ; หาร 100 เพื่อให้ได้ per 1% move; √T คือ annualized แล้ว | ATM approximation: $N'(d_1) \approx 0.40$)
- Target: **Vega_A ≈ β_IV · Vega_B** ระหว่างสองขา (Vega-neutral)
- ตัวอย่าง: ถ้า Vega_BTC = $200/% และ Vega_ETH = $50/% และ β_IV = 1.05 → ต้องการ BTC: 1 lot, ETH: 200/(50×1.05) ≈ 3.81 lots → rounded = 4 lots
- **Kelly adjustment:** f* × 0.3 เพราะ tail risk ของ short options (ch12)

```python
# Vega-neutral position sizing
def vega_neutral_size(vega_a, vega_b, beta_iv, kelly_fraction=0.3):
    # ratio เพื่อให้ Vega_A = beta_iv * Vega_B
    ratio = vega_a / (vega_b * beta_iv)
    # ใช้ lots_b = 1 เป็น base → คำนวณ lots_a
    lots_b = 1.0
    lots_a = lots_b * ratio
    # Kelly: ลด size ลง 70% สำหรับ short vol strategy
    return {
        "lots_a": lots_a * kelly_fraction,
        "lots_b": lots_b * kelly_fraction
    }
```

22.8 เชื่อมหนังสือทั้งชุด

บทนี้ต่อยอดจากหลายบทในตำราชุดนี้โดยตรง — ทุก concept เดิมยังใช้ได้ เพียงแต่ *input เปลี่ยนจากราคาเป็น IV*:

หนังสือ / บท	Content ที่ใช้ใน ch22
pm-part1	PCP fundamentals, synthetic construction — พื้นฐาน options ทั้งหมด
arb-part1/arb-part2/arb-part3	Box Spread concept — §22.2 ขยายเพิ่ม stat arb layer บน top
vol-part4	Vol Clustering, IV mean reversion — basis ทางทฤษฎีของ §22.5 VRP
vp-part4	IV Skew Selection Algorithm — §22.3 ใช้โดยตรง
eye-part3	Cross-venue IV gap as arb signal — §22.4 ขยาย full pipeline
statarb-ch3	OU process, half-life — ε_IV ก็ fit OU เหมือนกัน
statarb-ch4	OLS β_IV = Cov/Var — §22.1, §22.4
statarb-ch5	ADF + Pair Selection Pipeline — §22.4 ใช้ full pipeline
statarb-ch10	z-score entry/exit — ใช้กับ ε_IV เหมือนกันทุกประการ
statarb-ch12	Kelly sizing — f* × 0.3 สำหรับ short vol (§22.5, §22.7)
statarb-ch18 §18.8	PCP — §18.8 ε_PCP คือ starting point ที่ ch22 ต่อยอด
statarb-ch19	Breakeven σ framework — §22.6 ขยาย to options friction

บทสรุป: Options Stat Arb = Same Pipeline, New Input

แก่นของ ch22 คือ **ไม่ต้องเรียน pipeline ใหม่** — เพียงแต่เปลี่ยน input จากราคา log(P) เป็น IV และ understand ว่า IV process มี 4 แหล่ง alpha ใหม่:

1. **§22.1** ε_IV = IV cross-asset spread (BTC vs ETH IV)
2. **§22.2** ε_box = Box spread deviation จาก fair value
3. **§22.3** ε_RR = deviation ของ RR_25Δ จาก mean θ_RR (cross-strike IV asymmetry)
4. **§22.4** ε_xvenue = Cross-exchange IV gap

5. **§22.5** ε_VRP = IV − RV premium spike

ทั้งหมดนี้ใช้ ADF, half-life, z-score, Kelly เหมือนกันทุกประการ

แบบฝึกหัด

โจทย์ 22.1 — ε_IV Pipeline

BTC ATM IV (30d) วันนี้ = 62%, ETH ATM IV (30d) = 56%
Historical parameters: β_IV = 1.05, θ_IV = +3%, σ_IV = 2%

(ก) คำนวณ ε_IV,today
(ข) คำนวณ z-score
(ค) ควร trade ไหม? ถ้าใช่ เปิด position ไหน?

▶ ดูคำตอบ

โจทย์ 22.2 — Breakeven IV

Options strategy parameters: total_friction = 250 bps, z_entry = 2.0, z_exit = 0.5
Observed σ_IV ของ ε_IV = 1.8%

(ก) คำนวณ Breakeven σ_IV
(ข) σ_IV = 1.8% ≥ breakeven? trade ได้ไหม? margin of safety เป็นอย่างไร?

▶ ดูคำตอบ

โจทย์ 22.3 — VRP Signal

IV_30d = 80%, RV_30d = 45%
Historical parameters: mean ε_VRP = 15%, σ_VRP = 8%

(ก) คำนวณ ε_VRP และ z-score
(ข) แนะนำ action พร้อม position sizing และ stop-loss

▶ ดูคำตอบ

โจทย์ 22.4 — Box Spread (§22.2)

BTC options บน Deribit: K1 = 90,000, K2 = 95,000 (spread = $5,000), T = 14 วัน, r = 5%/ปี

Quotes: C(90k) = $6,200 · P(90k) = $1,050 · C(95k) = $3,800 · P(95k) = $2,750

Total friction per box = $40

(ก) คำนวณ Fair box value

(ข) คำนวณ Market box price และ ε_box

(ค) ควร Long box หรือ Short box? ระบุ 4 legs และ net edge หลัง friction

▶ ดูคำตอบ

โจทย์ 22.5 — Risk Reversal (§22.3)

BTC S = $90,000, T = 30 วัน. Historical: θ_RR = −8%, σ_RR = 2%

Observe: IV_put(25Δ) = 71%, IV_call(25Δ) = 60%

(ก) คำนวณ RR_25Δ และ ε_RR

(ข) คำนวณ z_RR — ควร trade ไหม?

(ค) ถ้า trade: ระบุ legs และอธิบายว่าต้อง delta-hedge อย่างไร

▶ ดูคำตอบ

Ch.22 Options-Based Stat Arb | ← Ch.21: MT5 Swap Arb