STATISTICAL ARBITRAGE · บทที่ 24 — บทเสริม CASE STUDIES

Case Studies: เมื่อ Model พัง

LTCM 1998 | Quant Quake 2007 | Amaranth 2006

สามกรณีที่ stat arb strategies ล้มละลาย — และบทเรียนที่ยังใช้ได้วันนี้

แก่นของบทนี้ — ความล้มเหลวที่ซ้ำกัน 3 รูปแบบ

Stat arb ล้มเหลวในสามรูปแบบที่ซ้ำซาก: **(1) correlation collapse** ภายใต้ stress (LTCM), **(2) factor crowding → cascade liquidation** (Quant Quake), **(3) liquidity illusion** — ขนาด position ใหญ่กว่าตลาด (Amaranth)

$$\text{Model risk} = \underbrace{\rho_{\text{stress}} \neq \rho_{\text{normal}}}_{\text{LTCM}} + \underbrace{\text{Crowding}}_{\text{Quant Quake}} + \underbrace{\frac{\text{Position}}{\text{Market depth}} \gg 1}_{\text{Amaranth}}$$

24.1 LTCM 1998 — The Original Blow-up

LTCM (Long-Term Capital Management) ก่อตั้งปี 1994 โดย John Meriwether (อดีต Salomon Brothers) ร่วมกับ Myron Scholes และ Robert Merton ซึ่งได้รับ Nobel Prize สาขาเศรษฐศาสตร์ ปี 1997 และทีม PhD จาก Salomon Brothers กองทุนใช้ **relative-value arbitrage** ใน fixed income และ equity volatility spreads ด้วย leverage สูงมาก

ข้อมูลสำคัญ

รายการ	ข้อมูล
Peak AUM	$125B assets, $1.25 trillion notional derivatives exposure
ผลตอบแทน 1994–1997	+20%, +43%, +41%, +17%
Leverage	~25:1 (equity $4.7B vs assets $125B)
เหตุการณ์สำคัญ	สิงหาคม 1998: Russia default on ruble debt → spreads widened globally
ขาดทุน	เดือนสิงหาคม 1998 เดือนเดียว: **-44%**
การช่วยเหลือ	Fed จัด bailout กับ 14 ธนาคาร รวม $3.6B
จุดจบ	ปิดกองทุนปี 2000

การวิเคราะห์ความล้มเหลวของ Model

LTCM assume ว่า **correlation matrix** ระหว่าง strategies คงที่จากประวัติศาสตร์ปกติ ในช่วงตลาดปกติ ρ ระหว่าง pair strategies ≈ 0.2–0.3 ทำให้ portfolio diversification ดูดี แต่เมื่อ Russia default เกิดขึ้น ทุก strategy กลายเป็น "flight to quality" trade เดียวกัน $\rho \to 0.9+$ ทุก position ขาดทุนพร้อมกัน

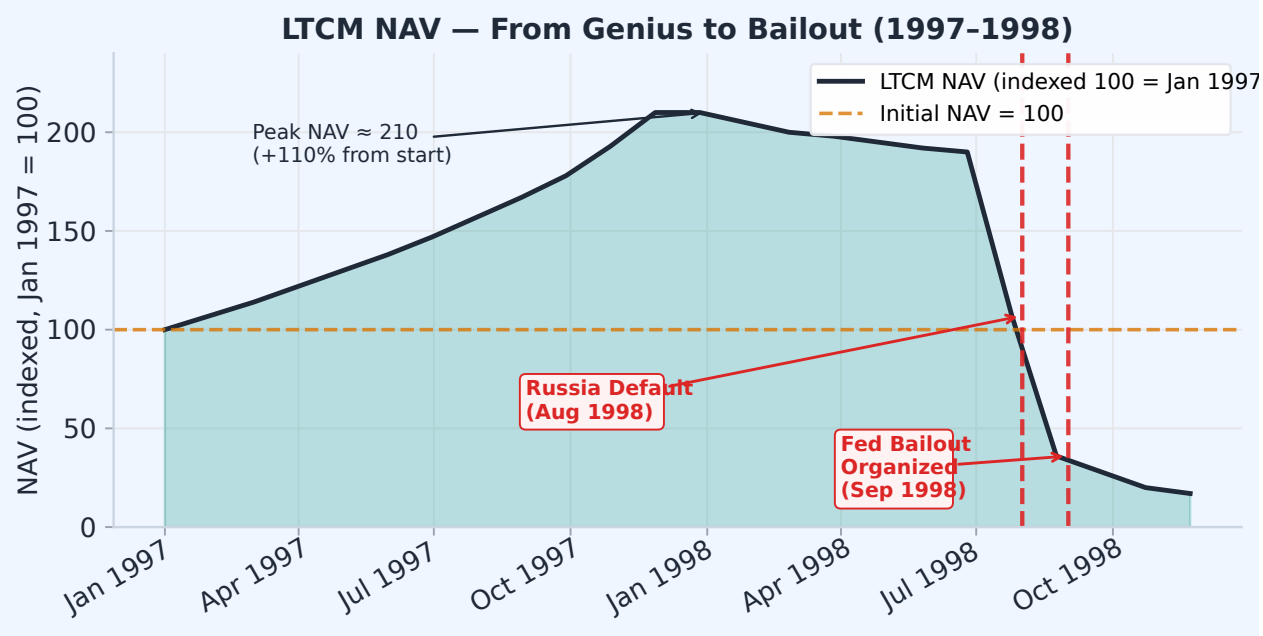
สมการที่แสดงให้เห็น diversification หายไปเมื่อ correlation พุ่งสูง:

$$\sigma_p^2 = \sum_i w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} w_i w_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j \xrightarrow{\rho_{\text{stress}} \to 1} \left(\sum_i w_i \sigma_i \right)^2$$

เมื่อ $\rho \to 1$ ทุก pair portfolio variance ไม่ได้ลดลงจาก diversification อีกต่อไป — กลายเป็น sum of individual volatilities ซึ่งใหญ่กว่ามาก

On Leverage — เมื่อ Leverage พบ Stress

LTCM operated at ~25:1 leverage. With $4.7B equity and $125B assets, a **4% adverse move in asset values wipes out equity entirely**. ใน normal market ไม่มีทาง 4% adverse move พร้อมกัน — แต่ใน stress scenario มันเกิดขึ้น LTCM's VaR model บอกว่า max daily loss ≈ $35M แต่ actual peak daily loss ≈ $553M (**15× ของ VaR!**) Leverage คือ force multiplier ของทั้ง return และ disaster



LTCM NAV (indexed Jan 1997 = 100) — จาก peak ≈ 210 ในต้นปี 1998 ลงสู่ 17 ภายในปลายปี การ diversify ระหว่าง strategies ไม่ได้ช่วยเมื่อ correlation collapse

24.2 Quant Quake — August 2007

สัปดาห์แรกของสิงหาคม 2007 กองทุน quant ชั้นนำหลายแห่ง ได้แก่ Goldman Sachs GAM, Citadel, AQR, Renaissance, D.E. Shaw **ขาดทุนพร้อมกันอย่างไม่คาดฝัน** ทั้งที่ยังไม่มีเหตุการณ์ใหญ่ในตลาด (Lehman ยังไม่ล้ม, Bear Stearns ยังไม่ล้ม)

What Happened — กลไก Cascade

1. กองทุนหนึ่งต้องการ reduce leverage → เริ่ม unwind positions
2. ราคาหุ้นที่ quant funds ถืออยู่ลดลง
3. Risk models ของ funds อื่นส่ง alert → ขาย
4. Cascade ลงไปเรื่อยๆ — US equity quant ทั้งหมดถือ "ปัจจัย" เดียวกัน: value + momentum + mean reversion + statistical arbitrage
5. เมื่อหนึ่งขาย ทุกคนขาย

ตัวเลขสำคัญ

Fund/Metric	ผลกระทบ
Goldman Sachs GAM	ขาดทุน ~$1.5B ใน 3 วัน
Sector-wide	ประมาณ $100B+ AUM ขาดทุน
Recovery	ส่วนใหญ่ recover ภายใน 2 สัปดาห์ (fundamentals ไม่เปลี่ยน)
Permanent loss	บางกองทุน liquidate ก่อน recovery → permanent loss

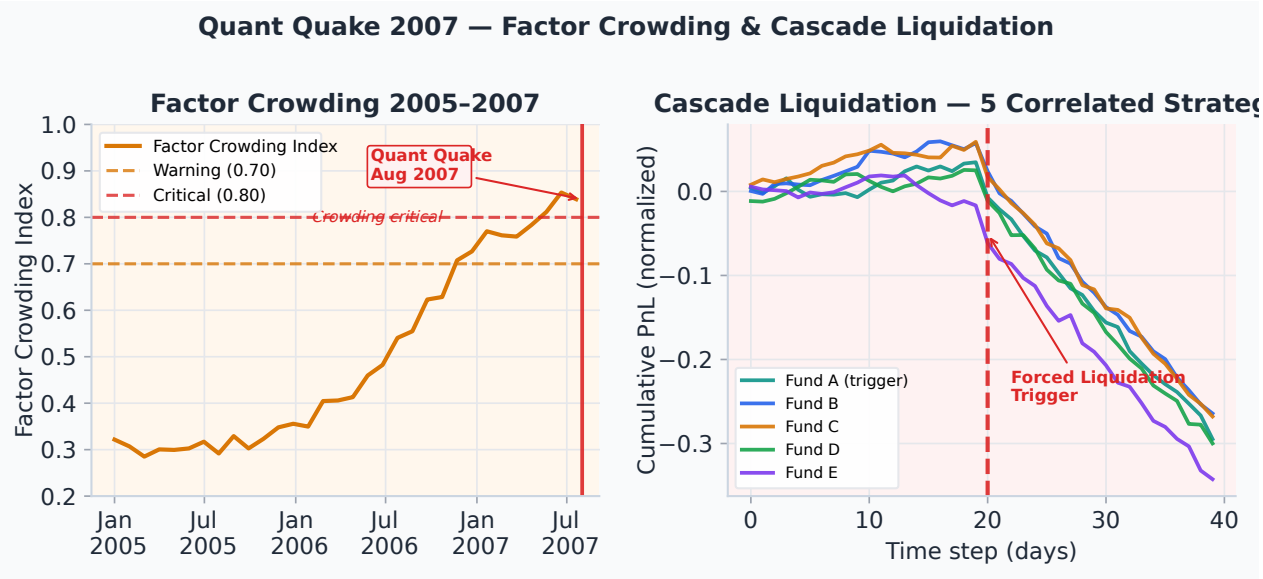
Model Failure — Crowding ที่ไม่ถูกวัด

Factor models ไม่รู้ว่ากี่คนถือ trade เดียวกัน รู้แต่ correlation ระหว่าง stocks ไม่รู้ position overlap ระหว่าง managers — นี่คือ blind spot ที่ทำให้ cascade รุนแรง:

$$\text{Cascade risk} \propto \frac{\text{AUM}_{\text{factor}} \cdot \text{Corr}_{\text{holdings}}}{\text{Market depth}} \quad \text{ยิ่ง corr สูง} + \text{depth ต่ำ} \rightarrow \text{ยิ่งเร็ว}$$

> **4 วิธีตรวจ Factor Crowding**
>
> 1. **Short interest ratio** in factor stocks — ถ้าสูงผิดปกติ → หลายคนถือ position เดียวกัน

2. **Bloomberg factor crowding score** — ตัวชี้วัดสำเร็จรูป
3. **Return correlation between known quant funds** — proxy ผ่าน public 13F filings
4. **ถ้า correlation ระหว่าง "uncorrelated" strategies ของตัวเองสูงขึ้น** → warning signal ที่ actionable ที่สุด



ซ้าย: Factor crowding index ไต่ขึ้น sigmoid ตั้งแต่ปี 2005 จนถึง critical level ก่อน Quant Quake | ขวา: Cascade simulation — 5 strategies ที่ดูเหมือน uncorrelated ขาดทุนพร้อมกันทันทีที่ trigger เกิดขึ้น

24.3 Amaranth 2006 — Liquidity Illusion ใน Natural Gas

Amaranth Advisors (กองทุน hedge fund ขนาด $9.7B) เดิมเป็น convertible arb fund แต่ Brian Hunter ผู้จัดการ portfolio ด้าน energy สร้างผลตอบแทนสูงมากจาก natural gas spreads ในปี 2005 (hurricane Katrina ทำให้ gas spike) → ได้รับ allocation มากขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็น core strategy ของกองทุน

Position ที่ใหญ่เกินกว่าตลาดรองรับ

- **Strategy:** Long March 2007 natural gas futures, Short April 2007 futures (bet on winter premium — March should trade at premium to April)
- **ขนาด position:** ประมาณ 100,000 contracts
- **เทียบกับตลาด:** ใหญ่กว่า average daily volume ของ NYMEX nat gas อย่างมีนัยสำคัญ
- **ปัญหาหลัก:** "ถ้าขาย ราคาก็ตกจากการขายของตัวเอง"

Blow-up กันยายน 2006

ราคา natural gas ลดลงจาก $8/MMBtu → $4 (mild winter forecast + high inventory) March-April spread ที่ Amaranth long ลดลงอย่างรวดเร็ว พอพยายาม unwind position ก็พบว่า position ใหญ่มาก ขายแต่ละ lot ทำให้ราคาลงอีก → self-reinforcing loop

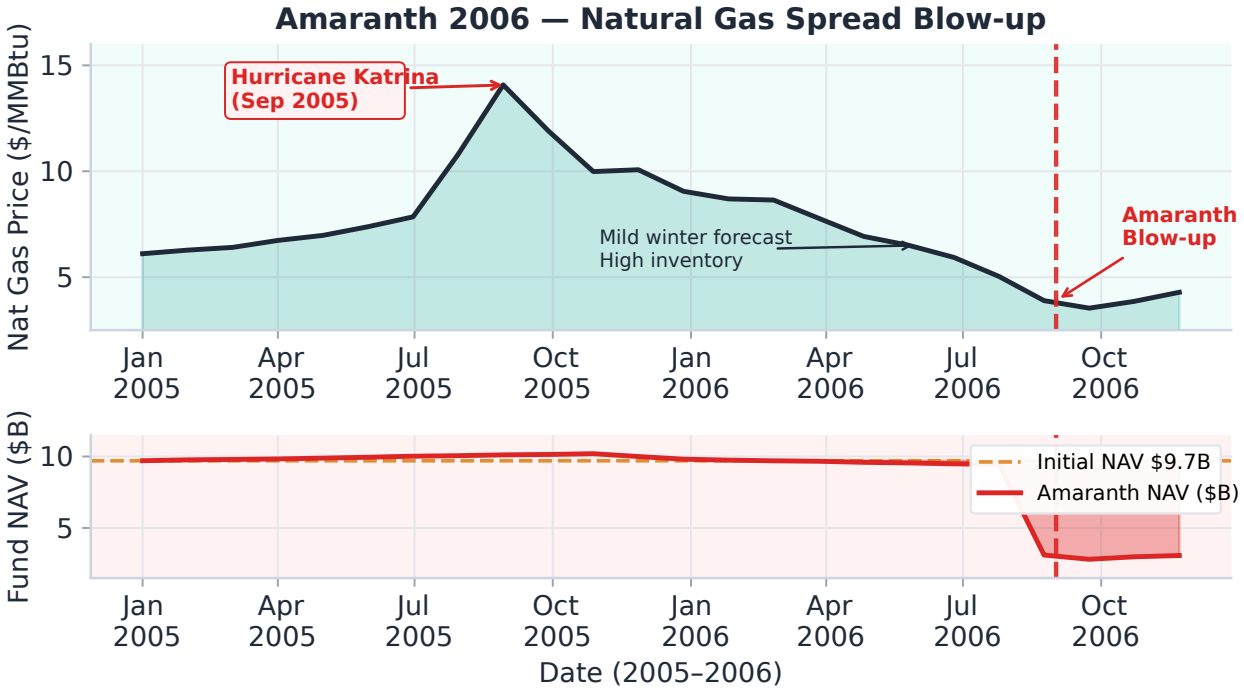
Market impact cost จาก position ขนาดใหญ่:

$$\text{Slippage} \approx \frac{\text{Position size}}{\text{ADV}} \cdot \sigma_{\text{daily}} \quad \text{ถ้า } \frac{\text{Position}}{\text{ADV}} > 5\% \rightarrow \text{significant market impact}$$

Amaranth's Position Size vs Market

Amaranth's nat gas position was estimated at **9% of US open interest**. ตาม square-root market impact model, liquidating 9% of open interest costs approximately **3× normal slippage** — แต่ในช่วง panic, impact multiplier สูงกว่า **10×**

สัปดาห์เดียว (ต้นกันยายน 2006): **ขาดทุน $6.6B = 68% ของ AUM ทั้งหมด**
กองทุนปิดใน 2 สัปดาห์ถัดมา



บน: ราคา natural gas (/MMBtu) — spike จาก Hurricane Katrina ปี 2005 แล้วลดลงสู่ระดับต่ำในปี 2006 | ล่าง: Amaranth Fund NAV พุ่งขึ้นในปี 2005 แล้ว collapse $6.6B ภายในสัปดาห์เดียวในกันยายน 2006

24.4 สรุปบทเรียน — 3 Patterns ที่ซ้ำซาก

Event	Root Cause	Warning Signal	Risk Control
LTCM 1998	Correlation collapse under stress	VaR spike + funding stress	Stress-test $\rho \to 1$ scenario
Quant Quake 2007	Factor crowding + cascade liquidation	Short interest, factor purity, inter-strategy correlation	Position overlap monitoring
Amaranth 2006	Position size > market depth	ADV ratio > 5%	Hard ADV cap per strategy

🏛️ **Practitioner Note — 3 กฎที่ควรมีเสมอบนโต๊ะจริง**

1. **Max position ≤ 1% of ADV** สำหรับ exit horizon ≤ 1 วัน — ถ้า position ใหญ่กว่านี้ต้องมีแผน exit ที่ใช้เวลาหลายวัน และ mark-to-market ต้องรวม estimated impact cost
2. **Stress-test portfolio ด้วย $\rho = 0.9$ ทุก strategy pair** — ถ้า portfolio drawdown ภายใต้ scenario นี้เกิน max drawdown limit → ลด leverage ก่อนที่ event จะเกิด ไม่ใช่หลัง
3. **Monitor factor purity** — ถ้า 3 strategies ที่ออกแบบมาให้ uncorrelated เริ่ม correlate > 0.5 ใน rolling 30 วัน → warning sign ของ crowding ให้ reduce size ทันที

⚠️ **Model Risk — VaR ไม่เห็น Correlation Collapse**

VaR model ที่ใช้ historical correlation (รวม calm periods) จะ **underestimate risk ในช่วง stress อย่างรุนแรง**. LTCM's VaR model บอกว่า max daily loss ≈ $35M แต่ actual peak daily loss ≈ $553M (**15×!**). Correlation อาจ jump จาก 0.2 → 0.95 ภายใน 2 สัปดาห์ในช่วง systemic stress — ซึ่ง historical VaR ที่ใช้ data 1–2 ปีย้อนหลังจะไม่มีวันเห็น

แนวทางแก้ไข: **Stressed VaR** (Basel III requirement) — คำนวณ VaR โดยใช้ data จากช่วง crisis เท่านั้น (เช่น 2008, 2020) แทน historical window ปกติ

24.5 โจทย์ฝึกหัด

แบบฝึกหัดบทที่ 24 — Case Studies

▸ โจทย์ 1 (LTCM): ถ้า LTCM มี stress correlation ρ=0.95 แทน ρ=0.2 portfolio vol จะสูงขึ้นกี่เท่า? (assume 20 equal-weighted strategies แต่ละ σ=2%)

▸ โจทย์ 2 (Amaranth): กองทุนถือ position ใน natural gas เท่ากับ 8% ของ open interest, ADV = 80,000 contracts, position = 6,400 contracts. ถ้า square-root model impact = σ × √(position/ADV) และ σ_daily = 3% estimate impact cost

▸ โจทย์ 3 (Quant Quake): กองทุน A forced-sells $500M ใน factor stocks. Cascaded to 5 other funds ที่มี overlap 40% (= $200M each forced sell). Total forced liquidation = ? และ ratio to typical daily volume ของ US equities ($400B/day)?

Statistical Arbitrage · บทที่ 24 — บทเสริม Case Studies
LTCM 1998 · Quant Quake 2007 · Amaranth 2006
ประวัติศาสตร์ซ้ำตัวเอง — correlation collapse, crowding, และ liquidity illusion