

Afledte VIX-produkter Logrer halen med hunden?

Brøgger, Søren Bundgaard

Document Version
Final published version

Published in:
Finans/Invest

Publication date:
2018

License
Unspecified

Citation for published version (APA):
Brøgger, S. B. (2018). Afledte VIX-produkter: Logrer halen med hunden? *Finans/Invest*, (3), 28-35.

[Link to publication in CBS Research Portal](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us (research.lib@cbs.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Download date: 04. Jul. 2025



Afledte VIX-produkter: logrer halen med hunden?

VIX-indekset er genstand for stor opmærksomhed som et fremadskuende mål for volatilitet på aktiemarkedet og har i medierne fået betegnelsen 'frygtens indeks'. Efter en introduktion til VIX-indekset giver denne artikel en beskrivelse af mekanikken i børsnoterede VIX-produkter og analyserer deres indflydelse på det underliggende marked. Produkterne har på den ene side drastisk forbedret likviditeten i VIX futures-markedet, men de har på den anden side et destruktivt potentiale. Sidstnævnte var evident 5. februar 2018, hvor en række børsnoterede volatilitetsprodukter kollapsede efter en ekstrem stigning i VIX og futures på VIX, som delvis var et resultat af produkternes egne hedging-strategier.

AF FORFATTER



Ph.d. studerende **Søren Bundgaard Brøgger**
Center for Financial Frictions, CBS
E-mail: sbb.fi@cbs.dk

Søren Bundgaard Brøgger er ph.d.-studerende på CBS og driver desuden virksomheden *Delta Derivatives Advisory*, som yder uafhængig rådgivning om derivater. Søren har tidligere været senior dealer i Danske Bank Markets.

Note: Artiklen er i vidt omfang baseret på et arbejdspapir af undertegnede, Brøgger (2018). Data, eksempler m.v. er primært hentet herfra. Forfatteren takker redaktøren samt Karoline Kroman Eriksen for rettelser og kommentarer. Desuden rettes en tak til Rune Madsen og Rasmus Andersen fra Runestone Capital for værdifuld markedsinsigt.

Det amerikanske VIX-indeks oplevede mandag den 5. februar 2018 sin største daglige stigning nogensinde. VIX kan fortolkes som markedets forventning til volatiliteten i det amerikanske aktiemarked over de næste 30 dage og anvendes bredt som indikator for usikkerheden på de finansielle markeder. Indekset danner desuden grundlag for en lang række afledte produkter, herunder et særdeles aktivt futures-marked.

den omtalte mandag lukkede VIX i 37,3, en stigning på 116% i forhold til fredagens værdi, mens korte VIX-futures steg med 96%. Det voldsomme spring i VIX og VIX-futures har givet anledning til en del forundring, eftersom det tilsyneladende blev udløst af en relativt moderat korrektion i det amerikanske aktiemarked.

Denne artikel beskriver VIX-indekset og markedet for børsnoterede VIX-produkter med fokus på interaktionen mellem disse produkter, det underliggende VIX-futuresmarked og VIX-indekset selv. Selvom VIX-produkterne har haft en positiv indflydelse på markedet i form af mere likviditet, så har de inverse og gearede varianter samtidig et destruktivt potentiale. Det er således sandsynligt, at mekanikken i disse produkter var en væsentlig årsag til "eksplosionen" i VIX-komplekset i forbindelse med mini-krakket den 5. februar 2018.

Afledte produkters destabiliserende potentiale

Flere iagttagere har peget på et relativt ukendt hjørne af markedet – de såkaldte *inverse VIX-produkter* – som årsagen til de ekstreme bevægelser i VIX-komplekset den omtalte dag. Inverse VIX-produkter er børsnoterede finansielle produkter, som

tillader investorerne at spekulere i faldende volatilitet. For at forstå hvilken rolle disse produkter spiller i markedet, er det nødvendigt at forstå mekanikken i produkterne.

En bank eller asset manager tager som udgangspunkt ikke den anden side i et væddemål med investorerne, når den udsteder og sælger et finansielt produkt. I stedet vil udstederen søge at afdække eksponeringen i markedet. Inverse produkter adskiller sig fra andre passive produkter ved, at udstederen er tvunget til at rebalancere afdækningen på daglig basis. Inverse produkter har med andre ord et *dynamisk hedgingbehov*. For udstederen er der tale om en såkaldt "kort-gamma"-position: hun er tvunget til at købe mere afdækning i stigende markeder og sælge afdækning fra i faldende markeder. Hvis markedet for inverse produkter bliver for stort relativt til det underliggende marked, så kan afdækningen af disse produkter i sig selv drive dynamikken i det underliggende marked og drastisk forstærke selv små udsving.

Sådanne feedback-effekter er ekstremt ikke-lineære. For VIX-produkternes vedkommende var perioden frem til februar 2018 præget af en ligevægt, hvor markedet var i stand til at absorbere flowet fra VIX-produkterne med relativt begrænsede omkostninger for investorerne til følge. Mandag den 5. februar brød markedet imidlertid sammen efter en periode med betydelige inflows til inverse VIX-produkter; et pludseligt fald i S&P 500 om eftermiddagen udløste en selvforstærkende proces, som betød, at VIX-produkternes hedging-behov langt oversteg kapaciteten i markedet. De to dominerende inverse produkter, XIV og SVXY, tabte henholdsvis 96% og 90% af deres markedsværdi dagen før; XIV blev efterfølgende likvideret, mens SVXY fremadrettet har sin gearingratio for at minimere størrelsen af de daglige rebalanceringer.

VIX-indekset

VIX-indekset repræsenterer markedets forventning til volatiliteten i det amerikanske aktiemarked over de næste 30 dage baseret på S&P 500-indeksoptioner. Beregningen udnytter, at værdiansættelse af optioner er baseret på en forventning til volatiliteten fra handelsdagen og frem til optionens udløb. Den forventede volatilitet kan ikke aflæses direkte i markedet, men er implicit i priserne på handlede optioner. Ved at invertere en prisfastsættelsesmodel som Black-Scholes kan man således uddrage et estimat på volatiliteten baseret på prisen på en enkelt option. Dette er imidlertid en u hensigtsmæssig metode,

TABEL 1: De forskellige vol-indeks som beregnes af Cboe

Ticker	Horisont (dage)	Værdi (18. april 2018)
VXST	9	14,64
VIX	30	15,60
VIX3M	93	16,80
VXMT	180	17,93

Note: Tabellen viser de forskellige vol-indeks som beregnes af Cboe samt deres værdier den 18. april 2018. Kilde: Bloomberg.

idet estimatets validitet afhænger af Black-Scholes-modelens gyldighed. VIX-beregningen udnytter i stedet et resultat fra matematisk finansiering, som siger, at kendskab til alle (i praksis: mange) optionspriser på tværs af strikes fastlægger en sandsynlighedsfordeling for de underliggende afkast på udløbstidspunktet, jf. Breeden og Litzenberger (1978). Ved at benytte mange optioner med forskellige strikes kan man derfor beregne et estimat på volatiliteten og et hvilket som helst andet moment i fordelingen, som både er baseret på optionspriser (dvs. fremadskuende) og samtidig er uafhængig af specifikke modelantagelser. Den faktiske beregning foretages af Chicago Board Options Exchange (Cboe).¹

Der er ikke noget magisk ved de 30 dage i VIX-beregningen; sideløbende med VIX beregner Cboe et 9-dages indeks (VXST), et 93-dages indeks (VIX3M) samt et 180-dages indeks (VXMT). Af historiske årsager er VIX det mest udbredte volatilitetsindeks. Tabel 1 viser de forskellige indekser den 18. april 2018.

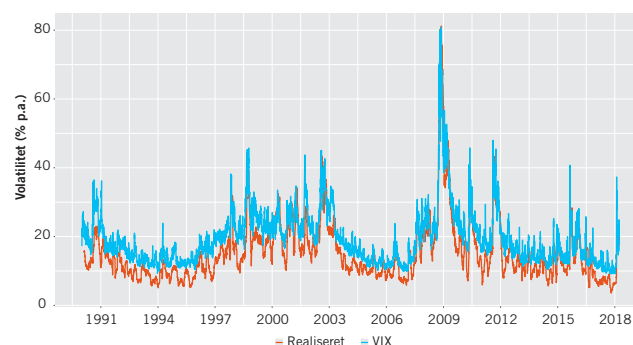
Volatiliteten (eller blot: vol'en) refererer som bekendt til standardafvigelsen af de årlige afkast. De fleste markedsdeltagere forholder sig intuitivt til fordelingen af de daglige afkast, og det kræver derfor en hurtig beregning at konvertere et vol-indeks til en intuitivt brugbar størrelse. Idet standardafvigelsen vokser med kvadratroden af tiden, fås den daglige volatilitet svarende til en given værdi af VIX ved at dividere med kvadratroden af antallet af handelsdage på et år. Eksempelvis svarer $VIX = 15,60$ i tabellen til en daglig volatilitet på $15,60/\sqrt{252} \approx 1,00\%$.

Med andre ord indregner markedet en standardafvigelse på omkring 1% af de daglige aktieafkast over den næste måned.²

Selvom VIX måler forventningen til volatiliteten over de kommende 30 dage, så kan VIX i vid udstrækning forklares af den faktisk realiserede volatilitet over de seneste 30 dage. Intuitivt kan man tænke på VIX som den realiserede volatilitet over de seneste 30 dage plus et risikotillæg, som køberne af de underliggende optioner betaler for den "forsikring", som optionerne repræsenterer. Det ses tydeligt i Figur 1, som plotter VIX sammen med 30-dages realiseret volatilitet fra 1990 og frem til i dag: VIX er, i store træk, en parallelforskydning opad af realiseret vol.

På det seneste er det blevet fremført, at VIX-indekset ikke

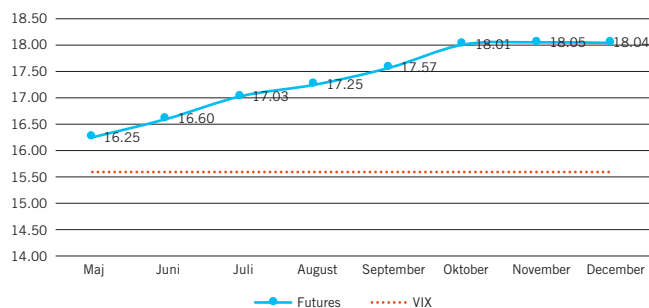
1. Detaljerne i VIX-beregningen er udeladt, idet de ikke er væsentlige for det efterfølgende og i øvrigt er udmærket beskrevet andre steder; se f.eks. Arnold og Earl (2007).
2. The rule of 16 er en nyttig tommelfingerregel: et VIX-niveau på 16 svarer til en daglig standardafvigelse på 1%, 32 svarer til 2% osv.

FIGUR 1: Realiseret volatilitet over de seneste 30 dage mod VIX-indekset

Note: Figuren plotter den realiserede volatilitet over de seneste 30 dage mod VIX-indekset, som måler forventningen til volatiliteten over de kommende 30 dage. Realiseret volatilitet er beregnet som standardafvigelsen af de procentvise afkast på S&P 500 i et løbende vindue på 30 kalenderdage. Kilde: Yahoo Finance og egne beregninger.

(længere) fungerer efter hensigten, eftersom indekset gennem de seneste år har været faldende på trods af markant politisk usikkerhed rundt om i verden, jf. eksempelvis Wigglesworth (2017). Der er i vid udstrækning tale om en fejlfortolkning: i modsætning til en aktiekurs, som i princippet diskonterer den samlede fremtid, så diskonterer VIX udelukkende de næste 30 dage. Usikkerhed, som afvikles over en længere horisont end 30 dage, er således ikke nødvendigvis indregnet i VIX, og derfor bør det ikke undre, at diffuse politiske risici ikke direkte afspejles i VIX.

Endelig skal fremhæves et aspekt, som er væsentligt for det efterfølgende. Selvom VIX er baseret på markedspriser, så repræsenterer VIX ikke i sig selv prisen på et finansielt aktiv eller en portefølje, dvs. det er ikke muligt at "købe og sælge VIX" i nogen meningsfuld forstand. Årsagen er, at de optioner, som indgår i VIX-beregningen, ændres kontinuerligt afhængigt af udviklingen i aktiemarkedet, dvs. prisen på de optioner, som indgår i dagens VIX-beregning, er ikke nødvendigvis den samme som prisen på de optioner, som indgår i morgendagens beregning. Implikationen er, at VIX-indekset i sig selv ikke er egnet som underliggende i afledte produkter, eftersom udstederne ikke kan afdække eksponeringen ved at købe eller sælge VIX.

FIGUR 2: VIX futures-kurven den 18. april 2018.

Note: Figuren plotter VIX-futureskurven (den blå kurve) og den aktuelle værdi af VIX-indeks (den røde stiplede linje) den 18. april 2018. Kilde: <http://www.vixcentral.com>.

Børsnoterede VIX-produkter

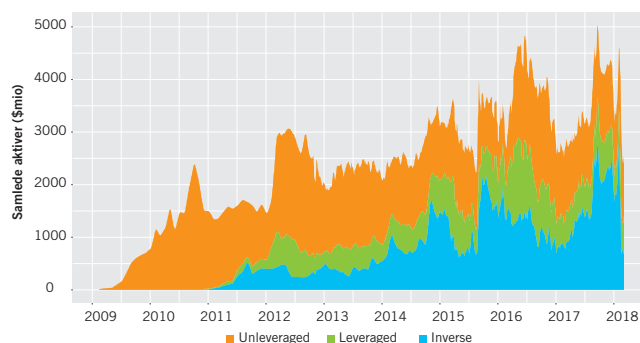
Da Chicago Board Options Exchange i 1993 introducerede VIX, var formålet dels at destillere markedets forventninger til fremtidig volatilitet til ét enkelt tal, dels at skabe en standard, som kunne ligge til grund for *volatilitetsderivater*, jf. Whaley (1993). Futureskontrakter skrevet på VIX blev introduceret af Cboe i 2004. Der findes kontrakter med løbetider fra 1 til 9 måneder, men likviditeten er hovedsageligt koncentreret i de nærmeste to kontrakter.³ VIX futures er *cash-settled* baseret på en særlig udgave af VIX-beregningen⁴ på udløbsdagen: købere af VIX futures tjener penge, hvis VIX-indekset på udløbsdagen er højere end futures-prisen på indgåelsestidspunktet og omvendt. Figur 2 viser futures-kurven den 18. april 2018. Køber man den nærmeste kontrakt, satser man på, at VIX-indekset overstiger 16,25 på udløbsdagen. Figuren foregriber samtidig attraktionen ved de inverse produkter: som sælger af VIX futures starter man "i pengene", dvs. hvis VIX er uændret på udløbstidspunktet, så tjener man forskellen mellem futures og spot (afstanden fra den blå kurve ned til den røde linje), eftersom futures-prisen nødvendigvis konvergerer til spot på udløbsdagen.

VIX-futures lignede et flop i de første år efter introduktionen med meget begrænset omsætning og svigtende interesse fra institutionelle investorer. Det ændrede sig imidlertid i 2009, da Barclays Capital skabte det første børsnoterede volatilitetsprodukt indekseret til VIX futures, *iPath S&P 500 VIX Short-Term Futures Exchange-Traded Note* (VXX). En investering i VXX svarer til at købe en kombination af de to nærmeste futureskontrakter (nærmere beskrevet nedenfor) og er således positioneret for *højere* volatilitet. Siden er mange andre produkter kommet til, og der er i dag mere end 25 forskellige børsnoterede VIX-produkter. Omsætningen i VIX-futuresmarkedet er fulgt med op: i januar 2010 var den gennemsnitlige daglige volumen i den nærmeste kontrakt omkring 6000, mens den i januar 2018 var omkring 125.000. Eriksen (2018) beregner desuden udviklingen i en række likviditetsmål for VIX-futuresmarkedet og viser, at væksten i VIX-produkterne har været sammenfaldende med et markant fald i det effektive bid/ask-spænd i de første to kontrakter. Der er således ingen tvivl om, at børsnoterede VIX-produkter har haft en positiv indvirkning på likviditeten i markedet.

Figur 3 plotter de samlede aktiver investeret i børsnoterede VIX-produkter over tid fordelt på ikke-gearede, gearede og inverse produkter. Markedet nåede et højdepunkt i slutningen af 2017 med omkring \$5 mia. investeret, heraf ca. \$3 mia. i inverse og gearede produkter. Inverse produkter har generelt tegnet sig for en stor del af det samlede marked i modsætning til f.eks.

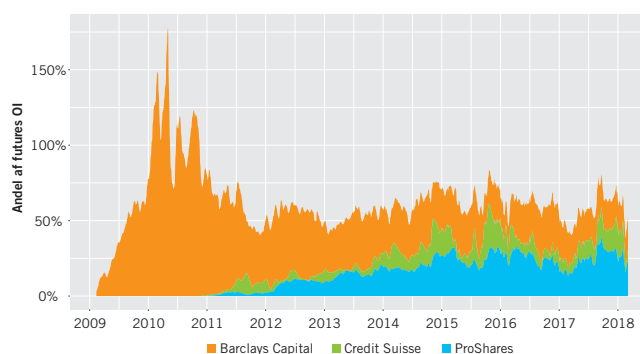
3. Udløbsdatoerne er baseret på cyklussen for det underliggende optionsmarked. S&P 500-optioner udløber den tredje fredag i måneden, og VIX futures udløber derfor den tredje onsdag i måneden – 30 dage før udløb af de underliggende optioner, som indgår i VIX. Dette muliggør, at investorerne kan rulle deres hedges fra VIX-futures over i de underliggende optioner på udløbsdagen for futureskontrakterne. Det er desuden muligt at handle ugentlige kontrakter med op til seks ugentlige kontrakter på ethvert givet tidspunkt, men likviditeten i disse er begrænset.
4. Det særlige består i, at beregningen på udløbsdagen er baseret på handlede optionspriser i modsætning til den normale VIX-beregning, som er baseret på kvoterede priser.

FIGUR 3: Samlede investeringer i børsnoterede VIX-produkter



Note: Samlede investeringer i børsnoterede VIX-produkter fordelt på ikke-gearede, gearede og inverse produkter fra januar 2009 og til og med februar 2018. Kilde: Bloomberg.

FIGUR 4: VIX-produkternes andel af det underliggende VIX-futuresmarked



Note: Figuren viser futuresmarked (open interest i de to første kontrakter) under antagelse af, at eksponeringen i produkterne afdækkes i futures-markedet. Kilde: Bloomberg og egne beregninger.

aktiemarkedet, hvor inverse og gearede produkter kun spiller en mindre rolle. Det store fald i den samlede markedsværdi i slutningen af perioden skyldes de inverse produkters kollaps den 5. februar 2018 (se nedenfor).

Selvom markedet for børsnoterede VIX-produkter er relativt lille sammenlignet med aktiemarkedet, så er det exceptionelt stort relativt til det underliggende VIX-futuresmarked. Figur 4 plotter andelen af det samlede futuresmarked (open interest), som VIX-produkterne skal bruge til at afdække deres eksponering. Siden 2010 har VIX-produkterne i gennemsnit tegnet sig for omkring halvdelen af futuresmarkedet, periodisk væsentligt mere.⁵

Figur 4. De fleste VIX-produkter er indekseret til det såkaldte S&P 500 VIX Short-Term Futures Index (SPVXSP), som re-

5. Det kan synes paradoksalt, at den samlede andel i 2010 oversteg 100%, men her skal man være opmærksom på, at produkter udstedt som exchange-traded notes (ETN'er) – hvilket omfatter produkterne udstedt af Barclays og Credit Suisse – ikke nødvendigvis afdækker eksponeringen én-til-én.

FIGUR 5: Sammenligning af VXX (lang vol) og VIX-indekset



Note: Øverste del af figuren plotter den daglige procentvise ændring i VXX mod den daglige procentvise ændring i VIX, mens nederste del viser prisudviklingen i VXX mod VIX siden børsintroduktionen. Kilde: Yahoo Finance og egne beregninger.

præsenterer en dynamisk portefølje bestående af de to nærmeste futureskontrakter. SPVXSP udregnes som et vægtet gennemsnit af priserne på de to nærmeste futureskontrakter, hvor vægtene justeres på daglig basis, således at indekset hver dag har en effektiv løbetid på 30 dage. For at holde løbetiden konstant sælges ved udgangen af hver handelsdag en fraktion af den nærmeste kontrakt, og en tilsvarende fraktion købes i den næste kontrakt. For eksempel, pr. 1. marts 2018 består SPVXSP af positioner i marts- og aprilkontrakterne med udløb 21. marts hhv. 18. april 2018. Positionen i martskontrakten rulles gradvist over i aprilkontrakten, indtil indekset er fuldt investeret i aprilkontrakten på udløbsdagen for martskontrakten. Derefter gentages proceduren med april- og majkontrakterne osv.

Brugen af futureskontrakter har to væsentlige egenskaber for investor:

- VIX-futures korrelerer ikke perfekt med VIX-indekset, dvs. når VIX-indekset stiger med x , så stiger futures-prisen typisk med $y < x$. Jo længere tid til udløb af futureskontrakterne, jo svagere bliver korrelationen; dette er formentlig årsagen til, at langt de fleste VIX-produkter er indekseret til de to nærmeste futureskontrakter. Den ikke-perfekte korrelation er et resultat af *mean reversion* i VIX-indekset: en stigning eller et fald i VIX udlignes over tid, hvilket er indregnet i futures-priserne.
- Futureskontrakterne skal løbende "rulles" for at bevare en konstant løbetid, dvs. en fraktion af eksponeringen i den korteste kontrakt skal lukkes og en tilsvarende eksponering åbnes i den næste. Da VIX-futuresmarkedet normalt er kendetegnet ved *contango* som i Figur 2, så skaber "rullet"

en negativ carry for produkter, som satser på stigende volatilitet, eftersom investor hver dag sælger en lille smule af den korteste (billige) kontrakt og køber en tilsvarende mængde af den næste (dyrere) kontrakt. Produkter, som satser på faldende volatilitet (inverse produkter), har af samme årsag en positiv carry. Denne effekt kan på længere sigt fuldkommen dominere afkastprofilen.

Figur 5 illustrerer de to egenskaber ovenfor med udgangspunkt i VXX, det største børsnoterede VIX-produkt målt på investerede aktiver. VXX søger at replikere det daglige afkast i SPVXSP og er altså *lang volatilitet*. Den øverste del af figuren plotter det daglige afkast i VXX mod det daglige afkast i VIX. Sammenhængen har et "beta" på 0,45 og udviser betydelig varians omkring den bedste rette linje. Den nederste del af figuren plotter prisudviklingen i VXX mod udviklingen i VIX. For at øge læsbarheden er begge serier indekseret til et startniveau på 100 på tidspunktet for børsnoteringen af VXX. Mens VIX-indekset er stationært i den forstand, at det tenderer mod et langsigtssniveau, som hverken er nul eller uendelig, så er VXX derimod præget af en kraftig negativ tendens. Den negative tendens er drevet af det daglige futures-rul, hvor VXX sælger den nærmeste kontrakt til en lav pris og køber den næste kontrakt til en højere pris. VXX har således tabt over 99,9% af sin værdi siden noteringen i 2009 og er af samme årsag fast inventar på diverse "Worst Investments in the World"-lister.⁶

Inverse VIX-produkter

I november 2010 introducerede Credit Suisse det første inverse VIX-produkt, *VelocityShares Daily Inverse VIX Short-Term Exchange-Traded Note* (XIV). Inverse VIX-produkter spekulerer i faldende volatilitet gennem salg af VIX futures. Konkret lover produkterne at levere det daglige afkast i SPVXSP med *modsat* fortegn:

$$V_{t+1} = V_t (1 - r_{t+1} + f_t) \quad (1)$$

hvor V_{t+1} er værdien af produktet på dag $t+1$, r_{t+1} er det daglige afkast på SPVXSP-indekset, og $f_t (<0)$ er gebyrer og tilskrevne renter fra dag t til dag $t+1$.⁷ For at replikere værdiprocessen i Ligning (1) skal udstederne sælge de nærmeste to VIX futures i henhold til deres vægt i SPVXSP. De inverse produkter vender "contango-fælden" på hovedet: det daglige futures-rul genererer et *positivt carry* for de inverse produkter, idet rullet indebærer, at de gradvist tilbagekøber den nærmeste (billige) kontrakt og sælger den næste (dyrere) kontrakt. Figur 6 viser prisudviklingen for XIV fra noteringen i november 2010 til og med februar 2018. Prisen har en positiv trend, drevet af en kombination af

6. Se eksempelvis <http://www.etf.com/sections/features/11613-the-five-worst-etf-investments-ever.html>.

7. Bemærk at produkterne har både en indre værdi og en pris. Beregningsmetoden for den indre værdi er fremsat i prospektet, mens prisen sættes i markedet. For produkter udstedt i ETF-format er udstederen forpligtet til at udstede og tilbagekøbe certifikater til en pris givet ved indre værdi, hvilket binder markedsprisen til den indre værdi gennem en simpel arbitrage. For produkter udstedt som ETN'er, dvs. usikrede gældsbeviser, er udstederen ikke forpligtet til at udstede eller tilbagekøbe certifikater, og derfor kan markedsprisen for disse produkter sommetider afvige betydeligt fra indre værdi.

futures-rul og faldende volatilitet, frem til 5. februar 2018, hvor XIV kollapsede sammen med en række andre "short-vol"-produkter på markedet.

Inverse VIX-produkter er ikke blot spejlbilleder af de lange VIX-produkter. Det skyldes, at inverse produkter kræver en daglig rebalancering for at bevare en gearingsratio på -1. Mekanikken illustreres bedst ved et simpelt eksempel. Antag at prisen på en aktie er \$100, og vi *shorter* 1 aktie. Den kommende dag falder kursen med 20% til \$80. Værdien af vores position stiger med \$20 til \$120, dvs. en stigning på 20%. Gearingen relativt til futures-prisen er således:

$$\frac{\% \text{-ændring i short position}}{\% \text{-ændring i underliggende aktie}} = \frac{20\%}{-20\%} = -1$$

Dagen efter falder prisen igen med 20%, dvs. fra \$80 til \$64. Værdien af vores position stiger med \$16 eller 13,33% (\$16/\$120). Gearingen er nu:

$$\frac{13,33\%}{-20\%} = -0,67$$

Gearingen er altså for lav, givet et target på -1, og vi skal derfor *shorte* flere aktier for bringe gearingen tilbage på -1.

For de inverse VIX-produkter betyder denne dynamik, at udstederne skal sælge VIX-futureskontrakter i faldende markeder og købe tilbage i stigende markeder for at holde gearingen på -1. Der er åbenlyst en omkostning såvel som et destabiliserende potentiale her: hvis de inverse produkter bliver "for store" relativt til det underliggende marked, vil deres rebalancering kunne forstærke mindre udsving i markedet og øge volatiliteten.

Inverse VIX-produkter: før 5. februar 2018

Dette afsnit analyserer de inverse VIX-produkters indflydelse på futures-markedet fra november 2010 og frem til januar 2018.⁸ De inverse produkters kollaps den 5. februar 2018 behandles separat i næste afsnit.

Udstederne foretager deres rebalancering umiddelbart op til markedsluk kl. 16:15 EST, eftersom den daglige værdi af produkterne (NAV) opgøres på baggrund af lukkekurserne. Afdækningen af produkterne vil derfor forstærke bevægelser i markedet op mod luk, idet udstederne køber futureskontrakter, når markedet er oppe, og sælger, når markedet er nede. I det omfang at et sådant (mekanisk) prispres er midlertidigt, vil volatiliteten af de daglige futures-afkast være højere, når priserne samples på lukketidspunktet frem for tidligere på dagen. Figur 7 viser, at dette faktisk er tilfældet. I figuren plottes standardafvigelsen af de daglige afkast på den nærmeste futures-kontrakt i et 1-års rullende vindue, når de daglige afkast måles fra luk-til-luk (16:15 EST til 16:15 EST) henholdsvis fra middag-til-middag (12:15 EST til 12:15 EST). Forskellen i de to volatilitetsmål er betydelig, i gennemsnit omkring 10% p.a.

Denne "ekstra" volatilitet har en omkostning for investorerne i VIX-baserede produkter. For at estimere denne er vi nødt til

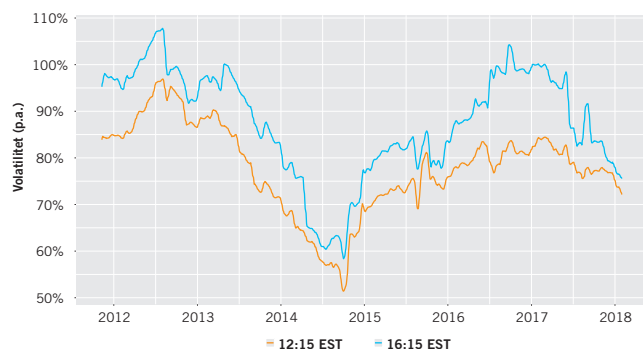
8. Der fokuseres i artiklen på inverse VIX-produkter på grund af deres størrelse og betydning for markedet. Gearede VIX-produkter giver imidlertid anledning til den samme destabiliserende dynamik, og deres indflydelse er inkluderet i regressionerne nedenfor.

FIGUR 6: Prisudviklingen for XIV



Note: Figuren viser prisudviklingen for XIV (inverst VIX-produkt) fra introduktionen i november 2010 og frem til februar 2018. Kilde: Bloomberg.

FIGUR 7: Standardafvigelsen på den nærmeste VIX futures-kontrakt for priser samlet kl. 12:15 EST hhv. kl. 16:15 EST (markedsluk)



Note: Standardafvigelsen (1-års rullende) af de daglige afkast på den nærmeste VIX-futureskontrakt, når priserne samples henholdsvis kl. 12:15 EST og kl. 16:15 EST (markedsluk). Kilde: Cboe og egne beregninger.

TABEL 2: Estimer fra prispres- og reverseringsregressionerne

Prispres- og reverseringsregressioner		
Kontrolvariable	Nej	Ja
Prispres (b_1)	0,398***	0,263***
Reversering (b_2)	-0,698***	-0,318***
Antal dage i sample	1.770	1.770

Note: Estimer fra de beskrevne prispres- og reverseringsregressioner. *** indikerer signifikans på 1%-niveau. Regressionerne er baseret på intradag quote og trade data fra november 2010 til januar 2018. Kilde: Cboe og egne beregninger.

at kvantificere effekten af rebalanceringen i et regressionssetup. I lighed med tidligere studier antages, at rebalanceringen foretages i den sidste halve time op til luk, dvs. i tidsrummet fra 15:45 EST til 16:15 EST. Her følges Brøgger (2018), og følgende regression estimeres:

$$\Delta S_{(t;15:45 \rightarrow 16:15)} = a_1 + b_1 \times \text{Rebalancering}_t + \gamma_t' \times C_t + \varepsilon_t$$

Venstresiden er ændringen i SPVXSP-indekset fra 15:45 til 16:15 på dag t , rebalanceringsvariablen på højresiden er det samlede antal futureskontrakter, som de inverse og gearede VIX-produkter skal købe eller sælge på dag t for at bevare deres

gearing, målt relativt til den daglige volumen i futures-markedet, og C_t er en vektor med kontrolvariable.⁹ Regressionskoefficienten b_1 måler, i hvilket omfang den daglige rebalancering påvirker afkastet i den sidste halve time op til luk. $b_1 > 0$ betyder, at VIX-produkternes rebalancering forstærker afkastet op til luk.

Et prispres drevet af rebalanceringshandler bør være midlertidigt, idet det ikke er informativt for den fremtidige udvikling i VIX. For at undersøge dette estimeres ligeledes følgende regression:

$$\Delta S_{t;16:15 \rightarrow 15:45} = a_2 + b_2 \times \text{Rebalancering}_{t-1} + \gamma'_t \times C_t + \varepsilon_t$$

Venstresiden er her ændringen i SPVXSP-indekset fra 16:15 på dag $t-1$ til 15:45 den næste dag t , mens rebalanceringsvariablen på højresiden er målt på dag $t-1$. Regressionskoefficienten b_2 måler, i hvilket omfang *gårsdagens* rebalancering påvirker afkastet fra gårsdagens luk og frem til 15:45 den efterfølgende dag. $b_2 < 0$ betyder, at et eventuelt prispres fra dagen før udlignes (helt eller delvist) den efterfølgende dag.

Tabel 2 opsummerer regressionsresultaterne. Koefficienterne skal fortolkes som ”antal VIX point pr. daglig volumen”. I gennemsnit over perioden svarer VIX-produkternes rebalancering til knap 10% af daglig volumen. Lad os først fokusere på prispreskoefficienten: $b_1 > 0$ som forventet, dvs. rebalanceringen skaber et prispres i den sidste halve time. Uden kontrolvariable vil rebalancering svarende til 10% af daglig volumen flytte futures-indekset med $10\% \times 0,398 = 0,040$ point i den sidste halve time; med kontrolvariable falder effekten til $10\% \times 0,263 = 0,026$ point. Til sammenligning er det gennemsnitlige bid/askspænd godt 0,05 point.

Lad os dernæst betragte reverseringskoefficienten: $b_2 < 0$ som forventet, dvs. et prispres som følge af rebalancering udlignes over den kommende dag. Uden kontrolvariable er reverseringen væsentlig større end prispreset selv; det skyldes, at vi ikke kontrollerer for ændringen i VIX selv, som udviser kraftig mean reversion. Med kontrolvariable falder størrelsen til nogenlunde samme niveau som prispreskoefficienten selv, men med modsat fortegn, og en statistisk test kan ikke afvise, at $b_1 + b_2 = 0$, når kontrolvariable inkluderes.

Samlet set betyder resultaterne ovenfor, at VIX-produkterne presser prisen midlertidigt op eller ned mod slutningen af dagen. Investorerne i disse produkter er effektivt købere på lukkeprisen, når markedet er oppe, og sælgere på lukkeprisen, når markedet er nede. Denne dynamik betyder, at investorerne bærer en implicit omkostning, eftersom de på daglig basis køber på et midlertidigt inflateret (sælger på et midlertidigt deflateret) niveau. Vi kan bruge estimerne ovenfor til at approksimere størrelsen af omkostningerne som følge af VIX-produkternes prispres givet størrelsen af de daglige rebalanceringer (som let

kan beregnes, jf. Brøgger (2018)). En sådan beregning viser, at investorerne i inverse og gearede VIX-produkter i snit har betalt omkring 1,8% p.a. i implicitte omkostninger.¹⁰ Til sammenligning ligger de løbende administrationsomkostninger for disse produkter i intervallet 0,95% til 1,65%. Der er altså tale om en betydelig omkostning, om end ikke ekstrem og væsentlig mindre, end man umiddelbart kunne frygte.

Volpocalypse: 5. februar 2018

Den 5. februar 2018 oplevede VIX og VIX-futures den største daglige stigning nogensinde. Det er bemærkelsesværdigt, at markedsbevægelserne den pågældende dag i vid udstrækning var begrænset til amerikanske aktier: rente- og valutamarkedene var stort set upåvirkede. Det tyder på, at tekniske faktorer spillede en rolle. En lang række iagttagere har således peget på VIX-produkternes rebalancering som årsagen til den store stigning i VIX-futures og VIX-indekset selv. Nogle går endnu videre og hævder, at VIX-produkternes store efterspørgsel efter volatilitet sent om eftermiddagen kan have accelereret faldet i aktiemarkedet.

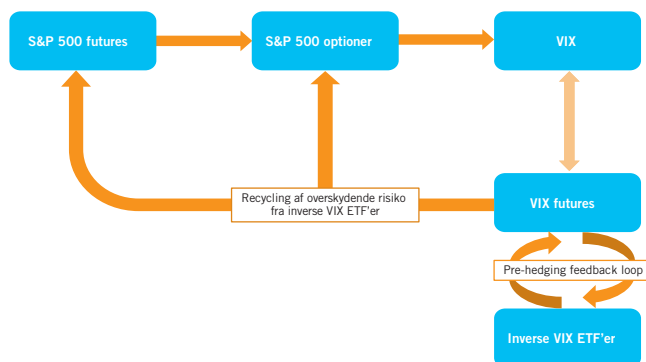
Figur 8 illustrerer den underliggende dynamik. Et pludseligt fald i aktiemarkedet (S&P 500) får optionshandlerne til at hæve prisen på optioner, hvilket mekanisk leder til en stigning i VIX. Stigningen i VIX afspejles naturligt i VIX-futuresmarkedet. Udstederne af de inverse VIX-produkter ser de stigende priser på VIX-futures og begynder præventivt at købe op i markedet for at holde deres gearing under kontrol. Deres opkøb får futures-priserne til at stige yderligere, hvilket igen øger rebalanceringsbehovet et cetera. Denne dynamik forklarer feedback-looptet mellem VIX-futures og VIX-produkterne nederst til højre i figuren. Feedback tilbage til aktiemarkedet opstår, hvis market makers i VIX-futures ikke kan finde købere nok på den anden side af markedet og derfor afhænder den overskydende risiko ved at sælge S&P 500-futures (da VIX og S&P 500 er stærkt negativt korrelerede, kan market makers teoretisk afdække en kort position i VIX futures ved at sælge aktiefutures). Salgspresset i S&P 500-futures får aktiemarkedet til at falde yderligere, hvilket genstarter hele processen.

Bank for International Settlements (2018) mener at se evidens for en ”spill-over”-effekt fra VIX-futures til S&P 500, idet sidstnævnte ser ud til at *lagge* førstnævnte mod slutningen af dagen. Det er imidlertid tvivlsomt om flowet fra VIX-produkterne, trods alt, har været stort nok til at flytte aktiemarkedet. Lad os lave en simpel ”back-of-the-envelope”-betragtning. Omsætningen i den mest likvide S&P 500 futures-kontrakt (E-mini-kontrakten med udløb i marts) var ca. 4 mio. den 5. februar 2018. Med et gennemsnitligt indeksniveau på 2.700 og en kontraktstørrelse på USD 50 svarer det til 4 mio. $\times$ 2.700 $\times$ USD 50 = USD 540 mia. i nominel værdi, som blev handlet den pågældende dag. Den samlede nominelle værdi af inverse og gearede VIX-produkter var omkring USD 3 mia. umiddelbart før kursfaldet. Antages en VIX/S&P 500-gearing på 5, dvs. et fald i S&P 500 på 1% svarer til en stigning i VIX på 5%, så skal VIX-produkterne sælge S&P 500 futures for 5 $\times$ USD 3 mia. = USD 15 mia. for at afdække *hele deres eksponering* i S&P 500 futures. Det svarer til under 3% af omsætningen på dagen

9. Som kontrolvariable anvendes ændringen i VIX selv fra 15:45 til 16:15 (kontrollerer for ankomst af ny information), realiseret volatilitet (beregnet som summen af kvadrerede 1-minuts afkast fra 9:30 til 15:45) samt antallet af udestående VIX-calloptioner fratrukket antallet af udestående VIX-putoptioner (kontrollerer for option-hedging aktivitet, som kan generere en lignende dynamik). For detaljer henvises til Brøgger (2018).

10. Der henvises desuden til Brøgger (2018), sektion 4.5.

FIGUR 8: Dynamikken mellem aktiefutures og optioner, VIX og VIX-futures samt de inverse VIX-produkter den 5. februar 2018

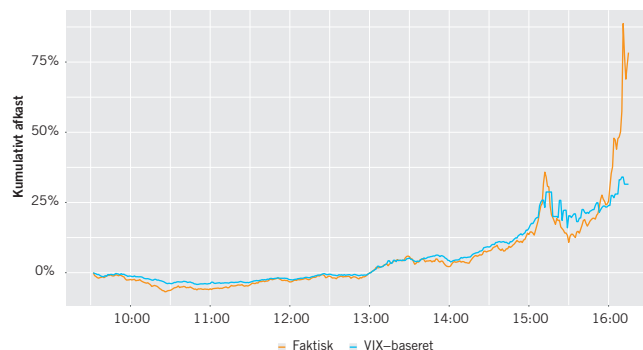


(USD 15 mia. / USD 540 mia.), hvilket ikke umiddelbart burde flytte markedet betydeligt.¹¹ På den anden side: i elektroniske markeder kan selv mindre salgsordrer flytte markedet, hvis de ankommer i stressede scenarier, samtidig med at marked makers slukker for deres algoritmer.

Under alle omstændigheder var stigningen i VIX større end forventet baseret på faldet i S&P 500, mens stigningen i VIX-futures var større end forventet baseret på stigningen i VIX (dette udsagn præciseres nedenfor). Det er således stigningen i VIX og VIX-futures, som først og fremmest kræver en forklaring. Intradag-mønstret i futures-priserne peger klart i retning af VIX-produkternes rebalancering som den underliggende årsag. Figur 9 plotter det kumulative intradag-afkast på SPVXSP-indekset (som er et vægtet gennemsnit af priserne på de nærmeste to futures) sammenlignet med det afkast, vi ville forvente baseret på ændringen i VIX selv.¹² Det ses, at de to serier følges ad indtil ca. kl. 15:15, hvor volatiliteten i futures-markedet pludselig vokser, og i de sidste 15 minutter op mod luk stiger futures-priserne markant mere, end stigningen i VIX berettiger. Stigningen i volatiliteten af futures-priserne den sidste time før luk og det ekstreme spike i det sidste kvarter er konsistent med udstedernes hedging-aktivitet.

Intradag-dynamikken i VIX-indekset selv tyder også på en påvirkning fra VIX-produkterne. Figur 10 plotter intradag-udviklingen i den officielle VIX-beregning, baseret på midt-priser, samt alternative VIX-beregninger baseret på henholdsvis budpriser (bid) og udbudspriser (ask). Stigningen i VIX efter kl. 15:00 er i høj grad drevet af udbudssiden: VIX baseret på udbudspriser stiger markant hurtigere end VIX baseret på budpriser, specielt umiddelbart før futures-luk kl. 16:15. Dette er konsistent med en stor efterspørgsel efter at købe volatilitet, som kan henføres til VIX-produkterne selv eller deres hedge-mod-

FIGUR 9: Det kumulative intradag-afkast på SVXSP-indekset den 5. februar 2018



Note: Det kumulative intradag-afkast på SVXSP-indekset, som er et vægtet gennemsnit af priserne på de nærmeste to futureskontrakter, samt det beregnede afkast baseret på den historiske relation til (cash) VIX. Kilde: Bloomberg og egne beregninger.

parter. Hvis sidstnævnte ikke har været i stand til at afdække deres eksponering i futures-markedet, så har den næstbedste strategi formentlig været at lægge en ordre ind på striben af optioner, som indgår i VIX-indekset. Denne efterspørgsel har ramt udbudssiden og naturligt hævet udbudspriserne, i takt med at handlerne har bevæget sig op gennem ordrebogen. Eftersom VIX-indekset pr. konstruktion svarer til gennemsnittet af bud- og udbuds-VIX, så vil en sådan likviditetsdrevet stigning i udbudspriserne umiddelbart slå igennem i VIX-beregningen.

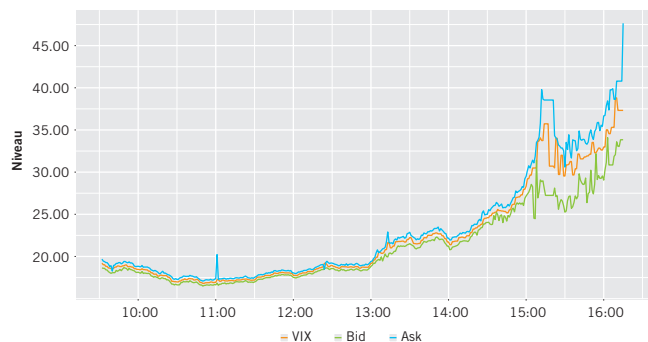
XIV og SVXY

Til slut er det interessant at betragte, hvorledes markedspriserne på de dominerende inverse produkter, XIV og SVXY, udviklede sig i løbet af dagen. Rationelt burde priserne følge SPVXSP-afkastet i Figur 9 med omvendt fortegn, jf. Ligning (1). Figur 11 viser intradag-afkastet for XIV og SVXY: den røde kurve (PX) svarer til markedsprisen, mens den blå kurve (IV) svarer til indre værdi beregnet på baggrund af priserne på de underliggende VIX-futures. Det er bemærkelsesværdigt, hvorledes de to kurver divergerer mod slutningen af dagen, for XIV's vedkommende allerede tidligere på dagen. Da klokken nærmede sig 16:15, stod det eksempelvis klart, at XIV havde tabt omkring 95% af sin værdi – alligevel var markedsprisen kun nede med ca. 20%. Det svarer til en præmie på ca. 1600% over indre værdi. Prisen på SVXY følger indre værdi noget bedre, men følger dog heller ikke med ned mod slutningen af dagen.

Forklaringen på de ekstreme præmier til indre værdi er formentlig tilstedeværelsen af et stort retail-segment, som ikke har haft adgang til live priser på VIX-futures (og som formentlig ikke har været i stand til at beregne indre værdi, selv hvis de havde). Ifølge Bloomberg blev der handlet ekstraordinært mange XIV-certifikater til kunstigt høje værdier mellem 15:00 og 16:00 (se fx Levine (2018)). Køberne var formentlig private investorer, som havde hørt om stigningen i VIX og instinktivt ønskede at sælge vol i forventning om et hurtigt fald tilbage (i sig selv en fornuftig strategi havde prisen været rigtig). Episoden rejser naturligt spørgsmålet om det hensigtsmæssige i, at man kan købe og sælge komplekse produkter på samme måde, som man køber og sælger aktier. Hvis man er i tvivl om retail-segmentets naivitet, hvad angår disse produkter, skal man blot kon-

11. Tak til Rune Madsen for at pointere dette.

12. Det VIX-baserede afkast findes ved først at udregne et intradag "VIX-beta" for SPVXSP og dernæst multiplicere dette med intradag-afkastet på VIX-indekset selv. VIX-beta er fundet som regressionskoefficienten i en regression af 5-minutters ændringer i SPVXSP-indekset på 5-minutters ændringer i cash-VIX over de seneste tre måneder op til den 5. februar 2018.

FIGUR 10: Intradag-udviklingen i (cash) VIX den 5. februar 2018

Note: Intradag-udviklingen i (cash) VIX. Den røde kurve viser den officielle VIX-beregning, baseret på midt-priser, mens de grønne og blå kurver er alternative beregninger baseret på henholdsvis budpriser (bid) og udbudspriser (ask). Kilde: Bloomberg.

sultere reddit-tråden dedikeret til XIV.¹³ Dette er i sig selv et interessant studie i *behavioural finance* og indeholder mange guldkorn. Jeg vil slutte med ét af dem (frit oversat):

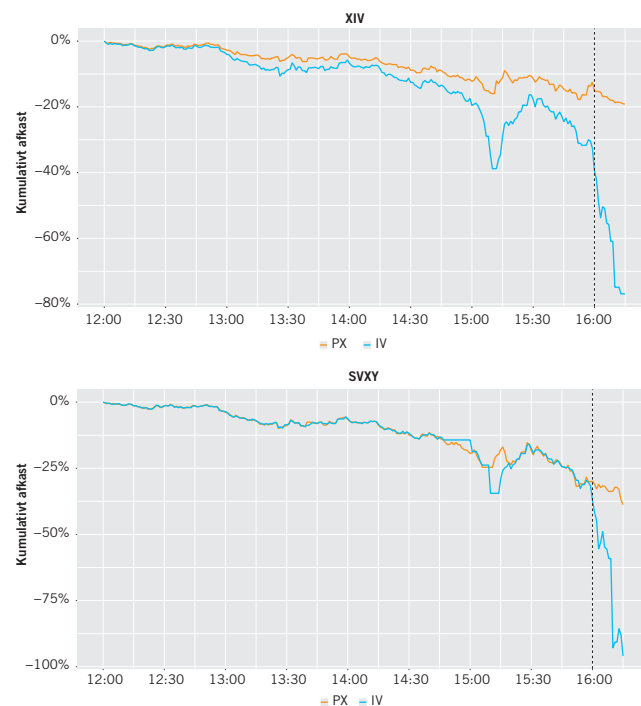
“Hvordan kan noget som er oppe med 300% på et år pludselig gå i nul? Hvem skulle have troet det?” – reddit-bruger.

Konklusion

Artiklen har redegjort for, hvorledes inverse og gearede VIX-produkter har påvirket VIX-futuresmarkedet siden introduktionen af de første produkter i 2010. Indtil kollapset den 5. februar 2018 har markedet generelt været i stand til at håndtere de daglige flows fra disse produkter. Den 5. februar brød markedet imidlertid sammen, og dynamikken i intradag-afkast peger på, at VIX-produkterne havde en markant indflydelse på den ekstreme stigning i VIX-futuresmarkedet og, formentlig, også på VIX-indekset selv. Der er (mindst) tre lektioner her:

1. Markedet er i stand til at håndtere selv meget store daglige flows fra afledte produkter, så længe disse er uinformerede og ikke kommer som en overraskelse for deltagerne i markedet.
2. Kapaciteten har en øvre grænse, som klart blev overskredet den 5. februar.
3. Deltagere i VIX-futuresmarkedet bør være opmærksomme på dynamikken omkring luk og tilpasse deres handelsmønstre derefter.

Fremadrettet er sandsynligheden for et sammenbrud à la 5. februar væsentligt reduceret. XIV, og en række mindre produkter, eksisterer ikke længere, og udstederne af de overlevende inverse og gearede produkter har i vidt omfang valgt at ændre strukturen i deres produkter med det formål at minimere størrelsen af de daglige rebalanceringer. ProShares har eksempelvis valgt at halvere gearingen af SVXY fra -1 til -0,5, hvilket vil reducere størrelsen af de daglige rebalanceringer med ca. 2/3. Andre udstedere har valgt at indeksere deres produkter til futures med længere løbetider, som i sagens natur er mindre volatile. En forsigtig forudsigelse herfra vil derfor være, at inverse VIX-pro-

FIGUR 11: Intradag-afkastet for de to dominerende inverse VIX-produkter, XIV og SVXY

Note: Figurerne viser intradag-afkastet for de to dominerende inverse VIX-produkter, XIV og SVXY, baseret på markedspriser (rød) samt underliggende futures (blå). Kilde: Bloomberg og egne beregninger.

dukter også fremover vil være populære investeringsobjekter, eftersom deres grundlæggende appel fortsat er intakt. Dog bør man overveje, hvorvidt det er hensigtsmæssigt, at private investorer kan købe og sælge disse produkter med samme lethed som en aktie.

Referencer

- Arnold, Tom og John H. Earl, 2007: *Calculating the VIX in Excel*. Arbejdspapir.
- Bank for International Settlements, 2018: *BIS Quarterly Review – March 2018*.
- Breeden, Douglas T. og Robert H. Litzenberger, 1978: Prices of State-contingent Claims Implicit in Option Prices. *The Journal of Business*, 51, s. 621-651.
- Brøgger, Søren B., 2018: *Leveraged ETPs and the VIX futures market*. CBS arbejdspapir.
- Eriksen, Karoline K., 2018: *Betting against VIX – Magic Money Tree or Ticking Time Bomb*. MSc thesis. Københavns Universitet.
- Levine, Matt, 2018: Inverse Volatility Products Almost Worked. *Bloomberg View*. 9. februar 2018.
- Whaley, Robert E., 1993: Derivatives on Market Volatility – Hedging Tools Long Overdue. *Journal of Derivatives*, 1, s. 71-84.
- Wigglesworth, Robin, 2017: The fearless market ignores perils ahead. *Financial Times*. 18. april 2017. ■

13. <https://www.reddit.com/r/tradeXIV/>