

Skifferrevolutionen – hur den kommer att transformera de globala gas- och oljemarknaderna

ROBERTO F AGUILERA OCH MARIAN RADETZKI

Roberto F Aguilera är Associate Professor vid Curtin University, Australien. Hans forskning har framför allt handlat om fossila bränslets tillgänglighet och kostnader. r.aguilera@curtin.edu.au

Marian Radetzki är professor vid Luleå tekniska universitet. Hans forskning har sedan länge fokuserat på internationella marknader för mineraler och energi. marian@radetzki.biz

Skiffergas och skifferolja har överraskande snabbt förändrat USA:s energilandskap, med stora konsekvenser för landets importberoende och allmänna konkurrenskraft. När skifferrevolutionen sprids till resten av världen kommer den att transformera världens energikarta. Syftet med denna uppsats är att beskriva vad som utlöste revolutionen, att studera vad som hittills har uppnåtts och att spekulera om de globala konsekvenserna under kommande årtionden. Skifferresurserna har en vid geografisk spridning, och enligt vår bedömning kommer revolutionen att leda till en omfattande global produktionsökning, med pressade priser på fossila bränslen och en minskad betydelse för Mellanöstern som leverantör.

”Skifferrevolutionen” startade i USA för mindre än tio år sedan: först med en snabbt expanderande produktion av okonventionell gas, följt några år senare av en lika imponerande produktionsökning av okonventionell olja. Revolutionen är ännu helt i sin början och expertisen pekar på betydande fortsatta ökning under kommande årtionden. Omfattande skifferresurser har identifierats runtom i världen, så revolutionen kommer snart att få global omfattning. Vi börjar med att beskriva revolutionens uppkomst och hittillsvarande framgångar. Därefter spekulerar vi om sannolika konsekvenser under kommande årtionden, då vi tror att skifferrevolutionen ritar om världens energikarta. Följ oss på denna utomordentligt spännande odysse!

1. Definitioner och tekniska egenskaper

Skifferrevolutionen är ett resultat av tekniska genombrott som har gjort en mycket omfattande resursbas av gas och olja ekonomiskt tillgänglig. De resurser som ingår i våra begrepp skiffergas och skifferolja benämns på engelska *shale gas*, *coalbed methane*, *tight gas* och *tight oil*, men vi saknar svenska begrepp för dessa resursslag. De uppräknade kategorierna karaktäriseras av låg genomtränglighet, vilket ger kommersiellt otillräckliga gas- och oljeflöden vid traditionell utvinningsmetod med vertikala borrhål (Stevens 2012, s 2). För att förenkla följer vi en framväxande konvention (DERA 2012, s 17), där dessa kategorier benämns skiffergas och skifferolja.

Energisektorn nyttjar en förvirrande mängd storheter för att mäta kvantiteter och värden. För att främja enhetlighet och enkelhet tillämpar vi systematiskt de dominerande konventioner som används i *BP Statistical Review of World Energy* (BP årlig). Alla kvantiteter, såväl för gas som för olja,

Denna uppsats baserar sig på Aguilera och Radetzki (2014).

uttrycks i ton oljeekvivalenter (toe), där 1 toe = 7,3 fat olja = 1 110 m³ gas. Priser och kostnader för gas anges i USD per miljon *British thermal units* (\$/mbtu), medan priser och kostnader för olja uttrycks i USD per fat (\$/bl). 100 \$/bl (olja) är i energitermer lika med 18,5 \$/mbtu (gas).

Resurserna blev ekonomiskt tillgängliga i stor skala med hjälp av teknologier för horisontell borrhning och hydraulisk *fracking* (sprängning) för att lösgöra gas och olja från ett mycket vidare område än vad som var möjligt med traditionell vertikal borrhning. Tekniken utvecklades ursprungligen i USA på 1940-talet, men tillämpningen förblev mycket begränsad tills dessa metoder förfinades vid sekelskiftet. Geologiska och ingenjörsmässiga omständigheter, t ex den befintliga mängden av gas och olja, fyndens djup, genomtränglighet, porositet och reservoarens tryckförhållanden utgör väsentliga bestämningsfaktorer för exploateringskostnaden (Orangi m fl 2011).

Jämfört med traditionell gas- och oljeproduktion karaktäriseras exploatering av skifferresurser av hög produktion det första året och skarpa minskningar under följande år. Andra årets produktion är typiskt 40 procent lägre än det första årets, med fortsatta stora nedgångar under det årtionde till vilket produktionen normalt begränsas (IEA 2009, s 405). Många nya hål måste ständigt borraras för att trygga stabil produktion. Utbudet anpassar sig följaktligen snabbt till fallande priser, samtidigt som *payback*-perioden för investeringen i varje borrhål blir kort.

Ett antal miljöbekymmer har seglat upp med den nya teknologin för att exploatera skifferresurser. Sålunda menar Howarth m fl (2011) att mellan 4 och 8 procent av den utvunna metangasen från skifferresurser läcker till atmosfären under ett borrhåls aktiva tid och att detta är minst 30 procent mer än läckaget från konventionell gasexploatering. Andra studier kommer till mer optimistiska resultat. Till exempel hävdar Burnham m fl (2012) i en livscykelanalys att skiffergasens metanutsläpp är 6 procent lägre än utsläppen från konventionell gas och 23 respektive 33 procent lägre än från bensin och stenkol. Brantley och Meyendorff (2013) pekar på de snabba tekniska framstegen för att täta borrhålen från alla slag av läckage. På basis av data från 4 000 horisontella borrhål menar O'Sullivan och Paltsev (2012) att påståendet om ökade utsläpp av växthusgaser vid exploatering av skiffergas saknar empiriskt stöd.

Vattenförbrukningens storlek och nedsmutsningen av grundvatten har framhållits som andra miljöbekymmer vid exploatering av skifferresurser (Ripple 2011). Mot detta står dock nya metoder för återvinning av vatten med stor besparingspotential (Nicot och Scanlon 2012), medan nedsmutsning av grundvattnet (högst ett par hundra meter under marken) sällan blir aktuell vid *fracking*, som regelmässigt äger rum på mer än tusen meters djup. Detta påstående stöds av tusentals mikroseismiska mätningar (Fisher m fl 2011).

Industrin lär sig snabbt att undvika de miljömässiga fallgroparna. Bland annat IEA (2012a), US DOE (2011) och Hunter (2011) belyser också hur allt striktare regelverk bidrar till att förhindra miljöskador och att säkra

överblicksna miljömässiga utfall för skifferexploateringen när den jämförs med annan energiutvinning.

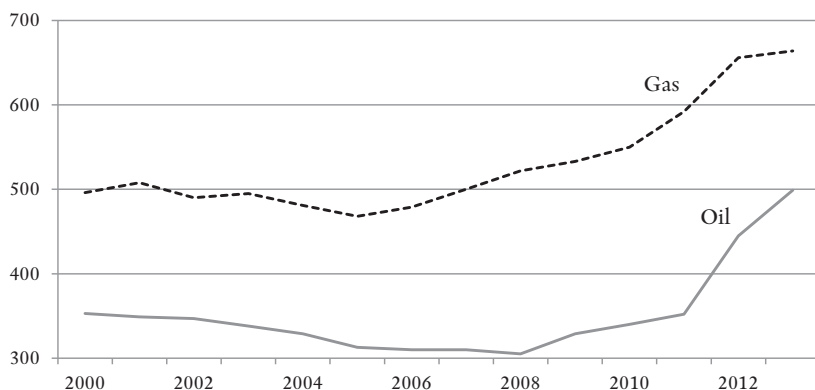
2. Revolutionens hittillsvarande resultat

Figur 1 anger produktionssiffrorna i USA sedan sekelskiftet i miljoner toe (mtoe). Utvecklingen vände 2005 respektive 2008. Gasen har erfarit en expansion på 42 procent sedan 2005; för oljan har ökningen efter 2008 uppgått till 64 procent. En helt dominerande del av dessa förändringar har sin grund i skifferexploateringen (EIA 2013a, s 79; IHS 2012, s 5). Historiska produktionsdata ger ytterligare perspektiv på utvecklingen sedan mitten av 2000-talet: Gasproduktionen har varit långsamt fallande sedan den tidigare toppen på 560 mtoe, som nåddes 1973; oljeproduktionens tidigare kulmen (530 miljoner ton, mt) inträffade 1970. Sedan gick det ständigt nedåt, till blott 305 mt år 2008. I detta perspektiv framstår utvecklingen efter vändpunkterna som spektakulär.

Vid sekelskiftet var kännedomen om skifferresurserna mycket vag. Sedan dess har kunskaperna vidgats enormt. År 2003 beräknade US National Petroleum Council landets utvinnbara resurser av skiffergas till 990 mtoe (Medlock 2012, s 7). En beräkning genomförd år 2009 av US Potential Gas Committee hade höjt siffran till 17 680 mtoe (Medlock 2012, s 7), och i december 2012 hade samma institution höjt siffran till 27 900 mtoe, motsvarande mer än hälften av landets totala gasresursbas (PGC 2013, s 3).

Redan 2008 svarade skiffergasen för mer än hälften av landets totala gasutvinning, med snittkostnader på samma nivå som för den konventionella gasen (IEA 2009, s 397). En nyare uppskattning bedömer totalkostnaden för USAs skiffergas inom intervallet 3–7 \$/mbtu, vilket placerar den i det lägre intervallet på den globala utbudskurvan för all gas (IEA 2011b). Medlock (2012, s 15) rapporterar att uppåt en fjärdedel av USA:s utvinn-

Figur 1
Produktion av gas och
olja i USA, mtoe



Anm: 2013 års siffror är baserade på EIA:s prognos från oktober 2013.

Källa: EIA (årlig).

bara resursbas (4 420 mtoe av en totalmängd på 17 680 mtoe) kan produceras till en totalkostnad på mindre än 3 \$/mbtu.

Storskalig produktion av skifferolja började flera år efter genombrottet för gas och kunskapen om den utvinnbara resursbasen är ofullständig. En analys avseende 2009 bedömde storleken till 3 300 mt (EIA 2011), men redan året därpå hade siffran höjts till 4 600 mt (IEA 2012a, s 108). Den senare siffran överstiger landets totala bevisade oljereserver med 25 procent. Bara under tvåårsperioden 2010–12 fördubblades skifferoljeproduktionen och nådde 50 mt (IEA, 2012a, s 106, 108), med ytterligare imponerande ökning under 2013. Totalkostnaden för att producera skifferolja understiger kostnaden för att utvinna olja från Kanadas tjärsand och på de brasilianska djuphavsfälten, vilka båda har uppskattade kostnader kring 70 \$/bl (GEA 2012, s 445). Den nordamerikanska skifferoljan blir ekonomisk att exploatera vid oljepriser på något under 50 \$/bl (IEA 2011a, s 69).

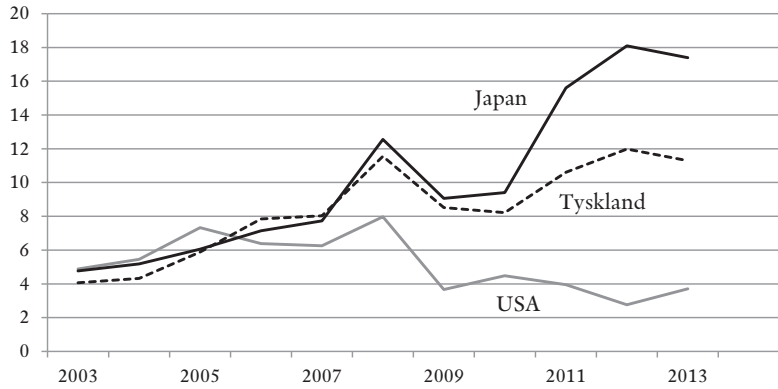
3. Revolutionens avtryck på den inhemska och globala energimarknaden

Höga transportkostnader, outvecklad infrastruktur och restriktiv handelspolitik förklarar förekomsten av separerade regionala marknader för gas, liksom vitt divergerande priser mellan marknaderna. Nordamerika är utan tvekan den mest konkurrensutsatta regionala marknaden, där gas från skilda leverantörer ända sedan 1980-talet har fått tävla om köparnas gunst. Europeisk gashandel, i huvudsak levererad genom rörledningar, har sedan länge dominerats av långa importkontrakt med prisnivån länkad till oljepriset. På senare år har de långa kontrakten förlorat något i betydelse och spotprissättning oberoende av oljepriset har vunnit insteg, men förändringen går långsamt. Den asiatiska marknaden baseras på sjötransporter av LNG (fryst naturgas) från många källor, ursprungligen till Japan, på senare tid också till Taiwan, Sydkorea och Kina. Liksom i Europa har handeln dominerats av långa kontrakt med priset bundet till oljepriset. Uppluckringen av detta system går ännu långsammare än i Europa.

Figur 2 redovisar hur prisavvikelse mellan USA och de andra marknaderna ökade kraftigt år 2009, då skiffergasrevolutionen tog fart. Den demonstrerar också att priset i USA har varit väsentligt lägre sedan 2009 än tidigare på 2000-talet, en klar effekt av landets ökande gasutbud.

Som vi tidigare har noterat uppskattade en IEA-studie att 2011 års totalkostnad för skiffergas i USA låg inom intervallet 3–7 dollar (IEA 2011b). En rimlig förväntan skulle då vara att produktionen av skiffergas borde ha minskat eller åtminstone stagnerat när priset hamnade under 4 dollar från 2009 och framåt. Prisfallet fick också en drastisk effekt: Antalet borrhigar minskade från 1 500 år 2008 till mindre än 900 år 2011. I stället fick utvinningen av skifferolja ett inflöde av oljerigar, från 400 till 900 under samma period (IEA 2011a, s 69), eftersom oljepriset förblev högt. Vi noterar med häpnad att gasproduktionen fortsatte att stiga trots det dramatiska fallet

Figur 2
 Naturgaspriser,
 nominella dollar/
 mbtu



Anm: mbtu=miljoner British Thermal Units. 2013 avser januari–september. Japan: långa LNG-kontrakt för import från Indonesien. Tyskland: långa kontrakt för import från Ryssland. USA: Genomsnittliga priser vid Henry Hub.

Källor: BP (årlig) och IMF (årlig).

i borraktiviteten. Kostnadsreducerande teknisk nydaning i skiffergasproduktionen utgör en plausibel förklaring till vår kontraintuitiva observation (EPRINC 2011, s 2). Total gasproduktion per rigg i bruk mer än tredubblades mellan 2008 och 2012 (EPRINC 2013). Exploatering av gasresurser med större andel flytande produkter och säkring av de tidigare höga priserna på terminsmarknader bidrar naturligtvis också till att förklara hur gasindustrin parerade prisnedgången.

USA:s gasförbrukare hade stor glädje av prisnedgången. Livskraften i den petrokemiska industrin ökade stort när priset på dess viktigaste insatsvara föll till en tredjedel eller mindre av vad konkurrenterna i Europa och Japan fick betala. En storskalig övergång från kol till gas har skett bland USA:s elproducenter, varvid landets CO₂-utsläpp föll med mer än 10 procent mellan 2007 och 2012 (Hasset och Mathur 2013, s 13). Det åtföljande överskottet och priset på kolmarknaden ledde till att kolexporten, främst till Europa, fördubblades under samma period (EIA 2013b; IEA 2012a, s 78).

Stigande inhemsk gasproduktion har kraftfullt reducerat USA:s importbehov. Mellan 2007 och 2012 föll den totala importen med 32 procent till 80 mtoe, medan importen av LNG (fryst gas) minskade med 78 procent till 4,4 mtoe (BP årlig). Många importhamnar för LNG har blivit överflödiga och med utsikterna för fortsatt inhemsk produktionsökning började en rad av dem byggas om för LNG-export. År 2012 planerades åtta exportprojekt med en sammanlagd kapacitet på 150 mtoe och produktionsstart 2015 (Stevens 2012, s 7; IEA 2012a, s 77). Kapaciteten motsvarar 50 procent av den globala handeln med LNG år 2011. Exportlicenser har hittills beviljats till fyra av projekten (kapacitet 60 mtoe per år) och ytterligare licenser förväntas bli beviljade inom en nära framtid (Abiteboul 2012; Platts 2013). Inhemska gasförbrukare fruktar prishöjningar och har försökt hindra licensgivningen, men aktuella analyser visar att exportens prisseffekter sannolikt blir

små (Ebinger och Avasarala 2013, s 7). Kollapsen för USA:s LNG-import har fått prisdämpande återverkningar i Europa och Asien, dit leveranserna har omdirigerats. I Asien har dock dämpningen mildrats av kärnkraftskatastrofen i Fukushima, som ökat gasbehovet. Ryska exportmonopolet Gazprom, vars gashandel domineras av långa kontrakt och priser relaterade till den fortsatt dyra oljan, har tvingats till smärtsamma anpassningar för att behålla sina kunder. År 2012 beviljade sålunda Gazprom på eget initiativ 15 procents rabatt för leveranserna till Polen. Skiffergasutvecklingen utgör ett klart hot för företagets produktionstillväxt, intäkter och makt över pris-sättningen (Vihma 2013, s 7). Gaspriserna lär bli pressade på alla regionala marknader under kommande år, när Japans situation normaliseras samtidigt som USA blir exportör (Robinson och Qinhua 2013).

Hittillsvarande verkningar av USA:s skifferoljeutveckling för oljemarknaden och för oljekonsumenterna har varit betydligt mindre dramatiska. Oljemarknaden är globalt integrerad, så utvecklingen i USA får en mycket utspädd effekt. Den viktiga förändringen hittills har varit ett kraftigt fall i USA:s importbehov. Med fokus på råolja konstaterar vi att USA:s konsumtion år 2008 översteg produktionen med 570 mt, som måste importeras. År 2012 hade importbehovet minskat till 470 mt, tack vare skifferoljan. Trots fortsatta framgångar för skifferoljan förväntas importberoendet bestå under förutsebar framtid (FT Alphaville 2012).

Skifferoljan i USA blir ekonomisk att exploatera vid oljepriser under 70 dollar. De bästa resurserna, t ex Bakken och Eagleford, klarar avkastningskraven redan vid ett pris på 45 dollar (Rystad Energy 2012). Detta är något lägre än de kommersiella kraven på Kanadas oljesand och väsentligt lägre än oljepriset sedan 2010. En studie från Canadian Energy Research Institute pekar på oljepriser mellan 45 och 90 dollar för att ge lönsamhet åt landets oljesand (CERI 2012). Flytande produkter från utvinningen av skiffergas är ännu billigare att producera. Ett oljepris på mellan 10 och 40 dollar räcker för att göra dem lönsamma (IEA 2012b).

4. Revolutionens avtryck på makroekonomin

En aktuell studie (IHS 2012) har sökt beräkna revolutionens aktuella och framtida samhällseffekter på USA. För 2012 bedöms investeringarna i skiffergas och skifferolja uppgå till 87 miljarder dollar. Total direkt och indirekt sysselsättning summeras till 1,75 miljoner (1,3 procent av landets totala sysselsättning) med en arbetsinkomst på 125 miljarder dollar. Förädlingsvärdet beräknas till 240 miljarder dollar, ett bidrag på 1,5 procent av landets BNP, en imponerande siffra! Skatteintäkterna har summerats till 62 miljarder dollar.

IHS förväntar sig att de makroekonomiska nyttoströmmarna kommer att expandera under många år framåt. År 2035 beräknas investeringsvolymen ha stigit till 350 miljarder dollar (2012 års konstanta dollar), skatteintäkterna till 125 miljarder dollar och total sysselsättning till 3,5 miljoner.

Tabell 1
Gas och olja i USA:
Produktionstillväxt,
procent/år

	2008–12	2012–20	2020–30	2030–35
Gas	4,9	1,1	1,1	1,0
Olja	7,4	3,4	-1,4	0

Anm: Historiska data och EIA:s framskrivningar.

Källa: EIA (2013a, s 143, 147).

Nyttnan av låga gaspriser begränsas inte till petrokemin. Till exempel gynnas producenter av konstgödsel, cement och stål, samtliga storförbrukare av gas, av revolutionen. Dow Chemicals rapporterade år 2012 att en rad tillverkningsindustrier i USA hade lagt fast investeringsplaner på sammanlagt 90 miljarder dollar för att ”nyttiggöra sig den billiga gasen” (Vihma 2013).

5. Förväntade framtidsutsikter för skifferrevolutionen och deras konsekvenser

Liksom IHS förväntar sig US Department of Energy och International Energy Agency att skifferrevolutionen kommer att fortsätta, om än i starkt avtagande tempo. Med stöd av skiffervågen passerade USA redan 2009 Ryssland som världens största gasproducent och 2020 bedöms landet också bli världens största producent av olja. En omfattande LNG-export förutses efter 2020, men USA förblir importberoende när det gäller olja.

Tabell 1 ger EIA:s bedömning av framtida produktionsutveckling. Mot bakgrund av de gångna årens ständigt uppgraderade resursrikedom, och häpnadsväckande produktivitetstillväxt, ifrågasätter vi de officiella prognoserna och intar en markerat mer optimistisk attityd.

6. Kommer revolutionen att få en internationell spridning?

Svaret på frågan i rubriken är ja, ty resursbasen har en vid geografisk utsträckning och potentialen för teknologiöverföring är god (Fattouh 2013).

En kort lista av omständigheter som har främjat utvecklingen i USA förklarar landets ledarposition och hjälper oss att tidsbestämma revolutionens internationella spridning. Den första är att USA genom intensiv prospektering under lång tid har överlägsna kunskaper om sin resursrikedom. En lång erfarenhet av storskalig gasutvinning har säkrat USA:s teknologiska prominens och etablerat en omfattande fysisk infrastruktur för konventionell gasexploatering. Båda kan anpassas till utvinningen av skiffergas. Den institutionella infrastrukturen för att främja innovativa verksamheter i allmänhet har sedan länge placerat USA i en klass för sig. En gles befolkning har minskat känsligheten för miljöpåverkan. I USA garanteras markägaren rätten också till det som är under marken, en regel som inte tillämpas i

många länder, vilket skapar incitament för markägaren genom att han kan erhålla royaltybetalningar. USA:s långa tradition med spekulativa prospekteringsföretag har påskyndat revolutionen.

De globala skifferresurserna är ofullständigt identifierade, men USA:s framgångar har skapat starka incitament för att förbättra kunskaperna. En studie från juni 2013 avseende skifferresursbasen för gas i 41 länder (EIA 2013c, s 2) anger den utvinnbara totalmängden till 190 000 mtoe, en väldig siffra jämfört med aktuell global gasproduktion på 3 000 mtoe. Resurserna har en vid geografisk spridning: Kina svarar för 15 procent, Argentina för 11 procent, Algeriet för 10 procent, USA för 9 procent och Kanada för 8 procent.

Sverige kommer mycket långt ned på listan över länder med resurser av skiffergas. Europas resurser summeras i denna studie till 12 procent av världens totala resurser, men Sveriges andel av den globala siffran uppgår till betydelselösa 0,14 procent. (När det gäller skifferolja redovisas inga resurser alls för Sverige – se EIA 2013c, s 1–7).

Kanada, med en lång historia av gas- och oljeutvinning, ligger i startgroparna för skifferrevolutionens globalisering. Enligt Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP 2013) förväntas skiffergas dominera totalproduktionen redan 2020. En annan tidig kandidat är Australien, vars institutioner och fysiska anläggningar påminner om dem i Nordamerika (SPE News 2013).

Kinas regering är ivrig att komma igång för att minska ett tungt importberoende. Ändå bedöms revolution i betydande skala dröja till efter 2020 (Fan 2012, s 22). Omkring 2035 beräknas dock skiffergasen svara för 70 procent eller mer av totalt inhemskt utbud (IEA 2012a, s 142). Brist på vatten för *fracking*-processen i landets norra delar kan bli en hämsko för utvecklingen, ett bekymmer som Kina delar med Australien.

Resursnationalism har fördröjt utvecklingen i Argentina, ett land vars resursbas är nästan lika stor som i USA. Emellertid har Chevron nyligen beslutat investera 1,25 miljarder dollar för att utveckla Vaca Muerta-fältet tillsammans med YFP, det statsägda energibolaget (FT 2013).

Europas befolkningstäthet och miljömässiga känslighet kan leda till att kontinenten blir en efterslänrare. Europas energisektor domineras av trög-rörliga statsägda giganter och kontinenten saknar motsvarigheten till de små specialiserade och oberoende företag som ledde utvecklingen i USA. Polen utgör, jämte Ukraina, något av ett europeiskt avantgarde. Länderna är särskilt ivriga eftersom de vill bryta sitt stora beroende av Ryssland. Polen, med Europas största tillgångar av skiffergas (EIA 2013c, s 1–7), gör stora ansträngningar för att få igång utvinningen, trots att Exxon nyligen har beslutat att inte fortsätta med detaljprospekteringen (se nedan). En promemoria från finansministeriet (Polish Ministry of Treasury 2013) rapporterar att prospektering efter skiffergas seglat upp som en mycket tung investeringsaktivitet i landet. År 2015 har satts som en sannolik tidpunkt för produktionsstarten.

I ett tidigare avsnitt diskuterade vi hur skiffergasrevolutionen i USA begränsar det ryska gasexportmonopolet Gazproms tillväxt och marknadsmakt. Bekymren blir självfallet mer akuta när skiffergasproduktion utvecklas i Europa. Konspiratoriska rykten gör gällande att Ryssland systematiskt försökt fördröja en europeisk produktionsstart genom att finansiera miljöorganisationer som har varit beredda att lobba mot skiffergasutvecklingen (Vima 2013). Exxons exit från Polen sägs ha varit ett villkor för att företaget skulle få fullfölja sina engagemang tillsammans med Rosneft i ryska Arktis (Tucker 2012).

Exploatering av skifferolja utanför USA kommer troligen igång med några års fördröjning i förhållande till gas. En studie som har beställts av German Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (DERA 2012, s 17, 44) noterar att prospekteringen efter skifferoljan står helt i sin början. Den nu kända globala volymen av utvinnbara resurser beräknas till 87 000 mt, vilket motsvarar 40 procent av bevisade konventionella oljereserver. Kina (41 000 mt) och Venezuela (34 000 mt) dominerar (siffran för USA uppgår till blott 3 000 mt). När prospekteringen tar fart kommer såväl volymerna som den geografiska spridningen att öka.

Det lär dröja innan produktionen av skiffergas och skifferolja utanför USA når stora volymer. Försiktiga energispecialister menar att de fulla effekterna blir uppenbara först på 2030-talet. Men då är det viktigt att beakta revolutionens häpnadsväckande plötslighet och styrka i USA under de gångna tio åren. Det går inte att utesluta liknande överraskningar i andra nationer.

Den följande sifferövningen (se tabell 2) är inte mer än ett tankeexperiment som syftar till att mäta de möjliga konsekvenserna av skifferrevolutionens internationella spridning. Vi börjar med att summera revolutionens utfall i USA under dess tidiga fas, 2005 och 2013, och ignorerar, konservativt, dess fortsatta resultat. Med en andel på 9 procent av världens skiffergasresurser (EIA 2013c) och 4 procent av dess skifferoljeresurser (DERA 2012) har USA under de åtta åren presterat en ökning av skiffergasproduktionen med 196 mtoe och av skifferoljeproduktionen med 186 mt.

Anta nu att resten av världen lyckas nyttja sin resursbas lika effektivt som USA gjorde mellan 2005 och 2013, men att detta sker under perioden 2015–35, dvs med tio års fördröjning och i en takt som understiger hälften av den i USA. Trots dessa i vår mening konservativa antaganden, blir resultatet att produktionen av skiffergas år 2035 i resten av världen kommer att uppgå till 2 170 mtoe och att produktionen av skifferolja kommer att ligga på 4 650 mt.

Betydelsen av dessa tillskott till det globala utbudet kan mätas på olika sätt, men hur vi än mäter är det fråga om kolossalt stora kvantiteter. Den projicerade gasexpansionen motsvarar 71 procent av aktuellt globalt utbud av gas, medan resten av världen år 2035 kommer att producera en kvantitet skifferolja som överstiger det globala oljeutbudet i dag! Och då har vi ändå inte beaktat fortsatt produktionstillväxt i USA eller öknings i världen från

	Global produktion 2012	Global produktionsökning, 20 år (1991–2011)	USA:s andel av globala skifferresurser, procent	USA:s produktionsökning, 8 år (2005–13)	Övriga världens produktionsökning, 20 år (2015–35)
Gas	3 034	1 130	9 procent	196	2 170
Olja	4 120	850	4 procent	186	4 650

Tabell 2
En spekulering om skifferrevolutionens globala konsekvenser 2015–35, mtoe

Källa: BP (årlig), DERA (2012), EIA (2013c), figur 1 ovan samt egna antaganden specificerade i stycket före tabellen.

exploatering av konventionella resurser. Skulle de spekulationer på vilka tabellens siffror bygger bli förverkligade, lär de leda till en grundläggande transformation av världens gas- och oljemarknader.

Är vårt tankeexperiment alls meningsfullt? Vi tror det. Som ett minimum hjälper det oss att vidga vår vision och vårt perspektiv för att begrunda det fullt möjliga gränser.

7. Konsekvenserna av en framgångsrik och mognande global skifferrevolution

Med all osäkerhet kring revolutionens effekter på gas- och oljeproduktionen går det inte att mer än formulera en grov skiss av revolutionens följder.

Den första och antagligen viktigaste konsekvensen blir en dämpning av priserna på fossila bränslen. Konkurrensen kommer att befrämjas, prishöjande karteller kommer att försvåras, liksom producentregeringars förmåga att utöva politiska påtryckningar genom att manipulera exporten.

Länder vilkas utförsel domineras av fossilbränslen och som inte lyckas med ny produktion baserad på skifferresurser kommer att tvingas till ibland smärtsamma anpassningar för att återupprätta makroekonomisk balans. Länder som är framgångsrika i exploateringen av sina skifferresurser kommer att uppleva samma fördelar som de USA har dragit nytta av under gångna år.

Energiimporterande nationer, men inte nödvändigtvis deras energikonsumenter, kommer att dra nytta av prisnedgången. Regeringarna i sådana nationer kan introducera importavgifter eller energiskatter för att stärka sina budgetar eller för att minska energikonsumtionen.

Kolproducenterna runtom i världen kommer att konfronteras med skärpt konkurrens från gas och olja. Resultatet blir en krympande kolmarknad och fallande kolpriser. Kolproducenter med höga kostnader kommer att tvingas avbryta sin verksamhet.

Kostnaden för att utveckla förnybara bränslen i syfte att stabilisera klimatet eller öka försörjningstryggheten kommer att stiga vid en framgångsrik skifferrevolution. Vid lägre fossilpriser ökar nämligen behovet av substitutioner till ännu inte konkurrenskraftiga förnybara energilag.

En framgångsrik global skifferrevolution kommer att minska Mellanösterns betydelse som energileverantör. Den tunga amerikanska närvaron i regionen kommer säkert att ifrågasättas om beroendet av dess gas och olja reduceras, med svårförutsägbara politiska konsekvenser. Det är inte troligt att Sverige får någon väsentlig plats på världskartan som producent av skifferresurser. Men Sverige, liksom andra fossilimporterande nationer, kommer att dra betydande nytta av den prisdämpning som blir revolutionens viktigaste resultat

REFERENSER

- Abiteboul, J (2012), "What Is the Time Line for LNG Exports from the USA?", presentation vid The Flame Conference i Amsterdam, 12 april 2012.
- Aguilera, R F och M Radetzki (2014), "The Shale Revolution: Global Gas and Oil Markets under Transformation", *Mineral Economics*, vol 26, s 75–84.
- BP (årlig), *BP Statistical Review of World Energy*, rapporter, BP, London.
- Brantley, S L och A Meyendorff (2013), "The Facts on Fracking", *The New York Times*, 13 mars 2013.
- Burnham A m fl (2012), "Life-Cycle Greenhouse Gas Emissions of Shale Gas, Natural Gas, Coal, and Petroleum", *Environmental Science and Technology*, vol 46, s 619–627.
- CAPP (2013), "Canadian Natural Gas Production Forecast", Canadian Association of Petroleum Producers, 13 april 2013, <http://www.capp.ca/forecast/Pages/default.aspx> (2013-09-09).
- CERI (2012), "Canadian Oil Sands Supply Costs and Development Projects 2011-2045", Canadian Energy Research Institute Study 128, Calgary.
- DERA (2012), *Energy Study: Reserves, Resources and Availability of Energy Resources 2012*, Deutsche Rohstoffagentur, Hannover.
- Ebinger, C och G Avasarala (2013), "The Case for US LNG Exports", *Oxford Energy Forum*, vol 91, s 6–8.
- EIA (årlig), "US Energy Information Administration", <http://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9050us2m.htm> och <http://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=PET&s=MCRFPUS1&f=A> (2013-10-24).
- EIA (2011), "Review of Emerging Resources: US Shale Gas and Shale Oil Plays", rapport, Energy Information Administration, Washington, DC.
- EIA (2013a), *Annual Energy Outlook*, Energy Information Administration, Washington, DC.
- EIA (2013b), *Monthly Energy Review*, Energy Information Administration, Washington, DC.
- EIA (2013c), "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries outside the United States", rapport, Energy Information Administration, Washington, DC.
- EPRINC (2011), "Natural Gas Industry Fakes the Moon Landing", rapport, Energy Policy Research Foundation, Washington, DC.
- EPRINC (2013), "Prospects for LNG Exports from North America", presentation vid JOGMEC Petroleum Seminar, Tokyo, 7 februari 2013.
- Fan, G (2012), "Will There Be a Shale Gas Revolution in China by 2020?", Report NG61, Oxford Institute for Energy Studies, Oxford.
- Fattouh, B (2013), "The US Tight Oil Revolution: What Kind of a Revolution?", presentation vid möte med Saudi Association for Energy Economics, 28 maj 2013, Oxford Institute for Energy Studies, Oxford.
- Fisher, K och N Warpinski (2011), "Hydraulic Fracture-Height Growth", SPE Paper 145949, presentation vid Annual Technical Conference and Exhibition, 31 oktober 2011, Denver.
- FT Alphaville (2012), "US Shale Oil Abundance: Bernstein vs the IEA", *Financial Times Alphaville*, 19 november 2012, <http://ftalphaville.ft.com/2012/11/19/1266853/us-shale-oil-abundance-bernstein-vs-the-ica/> (2013-03-10).
- FT (2013), "Chevron Back in Argentina with \$1.2 Billion Deal", *Financial Times*, 17 juli 2013.
- GEA (2012), *Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hasset, K och A Mathur (2013), "Benefits of Hydraulic Fracking", *Oxford Energy Forum*, vol 91, s 11–13.

- Howarth, R V, R Santoro och A I Ingraffea (2011), "Methane and the Greenhouse-Gas Footprint of Natural Gas from Shale Formations", *Climatic Change*, vol 106, s 679–690.
- Hunter, T (2011), "Regulation of Shale, Coal Seam and Tight Gas Activities in Western Australia", manuskript, Bond University, Australien.
- IEA (2009), *World Energy Outlook*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2011a), *Medium Term Oil and Gas Markets*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2011b), *Are We Entering the Golden Age of Gas?*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2012a), *World Energy Outlook*, International Energy Agency, Paris.
- IEA (2012b), *Medium Term Oil Market Report*, International Energy Agency, Paris.
- IHS (2012), "America's Energy Future: The Unconventional Oil and Gas Revolution and the US Economy", rapport, IHS, Englewood, CO.
- IMF (årlig), "IMF Primary Commodity Prices", <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx> (2013-10-23).
- Medlock, K B (2012), "Shale Gas, Emerging Fundamentals, and Geopolitics", presentation vid James A Baker III Institute for Public Policy, 14 juni 2012, Rice University, Houston.
- Nicot, J P och B R Scanlon (2012), "Water Use for Shale Gas Production in Texas, US", *Environmental Science and Technology*, vol 46, s 3580–3586.
- Orangi, A, N R Nagarajan, M M Honarpour och J Rosenzweig (2011), "Unconventional Shale Oil and Gas – Condensate Reservoir Production, Impact of Rock, Fluid, and Hydraulic Fractures", SPE Paper 140536, presenterat vid SPE Hydraulic Fracturing Technology Conference and Exhibition, 25 januari 2011, Woodlands, TX.
- O'Sullivan, F och S Paltsev (2012), "Shale Gas Production: Potential versus Actual Greenhouse Gas Emissions", *Environmental Research Letters*, vol 7, s 398–407.
- PGC (2013), "Potential Gas Committee Press Release", Colorado School of Mines, Golden, CO, 9 april 2013.
- Platts (2013), "US DOE Approves Dominion Cove Point Plans to Export LNG to Non-FTA Countries", *Economic News*, 9 april 2013.
- Polish Ministry of Treasury (2013), *Economic News*, Warszawa, 19 april 2013.
- Ripple, R D (2011), "There's More to Coal-seam Gas than Gasland", *The Conversation*, 26 maj 2011, <http://theconversation.com/theres-more-to-coal-seam-gas-than-gasland-1477> (2013-01-13).
- Robinson, D och X Qinhua (2013), "OIES-Renmin Roundtable Conference on Implications for China of North American Energy Independence: Summary of Discussions", 27 mars 2013, Oxford Institute for Energy Studies, Oxford, och Renmin University of China, Beijing.
- Rystad Energy (2012), "North American Shale Analysis", rapport, Oslo, <http://www.rystadenergy.com/ResearchProducts/NASAnalysis>, (2013-10-03).
- SPE News (2013), "Australian Shale Potential No. 1", *SPE News Australasia*, 21 maj 2013, <http://www.spenewsaustralasia.org/article.aspx?p=1&id=2020> (2013-09-09).
- Stevens, P (2012), "The Shale Gas Revolution: Developments and Changes", Chatham House Briefing Paper, Chatham House, London.
- Tucker, A (2012), "The New Power Map, World Politics after the Boom in Unconventional Energy", *Foreign Affairs*, 19 december 2012.
- USDOE (2011), "Shale Gas Production Subcommittee Second Ninety Day Report", rapport, Secretary of Energy Advisory Board, US Department of Energy, Washington, DC.
- Vihma, A (2013), "The Shale Gas Boom", FIIA Briefing Paper 122, FIIA, Helsingfors.