

Spelteori i nationalekonomin*

Spelteorin har haft ett starkt inflytande på den nationalekonomiska litteraturen under 1980-talet. Det går knappast längre att undgå spelteoretiska begrepp och resultat vid läsning av arbeten inom de flesta av nationalekonomins delområden. Spelteorin skördar stora forskningsframgångar inom så skilda områden som organisationsteori och makroekonomi. Mot bakgrund av denna dramatiska utveckling ger Jörgen W Weibull här en översikt över några centrala begrepp och resultat inom den moderna icke-kooperativa spelteorin.

En fågelmamma är på väg till boet med föda åt sina två nykläckta ungar. Hon har 10 kalorier föda med sig, och hon ger allt till den fågelunge som piper högst. Om de skulle pipa lika högt så får de hälften var. Ungarna kan pipa tyst eller högt, energigtången för det senare är 3 kalorier större. Vad bör en fågelunge göra för att maximera sitt kalornettointag? Svar: pipa högt. Ty högt pip ger $2=5-3$ respektive $7=10-3$ nettokalorier, beroende på om den andra ungen piper högt eller tyst, medan tyst pip i samma situationer ger $0=0-0$ respektive $5=5-0$ nettokalorier, dvs 2 nettokalorier mindre i båda situationerna. Rationella fågelungar inser detta och piper alltså högt (härav oväsentet på våren). En fågelunge som inte betar sig rationellt i detta livsviktiga avseende sorteras bort i det naturliga urvalet. Notera dock att den resulterande jämviktsallokeringen (2,2) av nettokalorier strikt Paretdomineras av allokeringen (5,5) vilken

skulle ha uppnåtts om båda i stället pep tyst.

Denna lilla anekdot är ett exempel på ett *spel*, och det illustrerar att första välfärdsteoremet (att befrämjande av egenintresse gynnar allmänintresset) inte gäller allmänt för strategisk interaktion. Liknande ineffektivitetssituationer kan uppstå i en ekonomi när tex säljare på en marknad försöker attrahera kunder genom dyrbar reklam, eller när konsumenter skall ge frivilliga bidrag till kollektiva varor. Spelteorin intresserar sig för jämvikt och effektivitet i strategisk interaktion.

Spelteorin har haft ett utomordentligt stort inflytande på den nationalekonomiska litteraturen under 1980-talet. Till stor del har denna utveckling motiverats av forskarnas strävan att förstå bestående arbetslöshet och bristande konkurrens ute i det verkliga ekonomiska livet, fenomen som faller utanför ramen för de traditionella ekonomiska modellerna av perfekta marknader. Viktiga deluppgifter i det arbetet har varit att bättre förstå inci-

*Docent JÖRGEN W WEIBULL
vid Institutet för internationell
ekonomi vid Stockholms universitet
är för närvarande gästprofessor vid
Princetonuniversitetet i USA.*

* Jag är tacksam för synpunkter på en preliminär version av denna artikel från Soren Blomquist och Assar Lindbeck.

tamentsförhållanden såväl inom företag och organisationer som för den ekonomiska politikens beslutsfattare. Men vari består då spelteorin, vilka är dess viktigaste begrepp och resultat, vad skiljer dess metoder från de i traditionell nationalekonomi, och vilka är spelteorins starka och svaga punkter?

Spelteori – en paradigm för analys av interdependent beslutsfattande

Spelteorin behandlar beslutsfattande i situationer med mer än en beslutsfattare, situationer i vilka utfallet av beslutsfattandet i större eller mindre utsträckning beror på samtliga beslutsfattares handlingar. De olika beslutsfattarnas, "spelarnas", preferenser och information kan skilja sig mer eller mindre, interaktionen kan vara statisk eller dynamisk och beslutsfattarna kan ha mer eller mindre precis information om varandras handlingar. Beteckningen "spelteori" är därför något missvisande, eftersom teorin inte ens har som huvudintresse de sällskapsspel man kanske i förstone associerar till när man hör ordet "spel" nämnas. En mer rättvisande, men ej lika anslående, beteckning vore kanske "teori för interdependent beslutsfattande".

Spelteorin kan även ses som en generalisering av traditionell mikroekonomisk teori från *indirekt* ("strukturell") interaktion via ett för varje ekonomisk agent utifrån givet prissystem (vilket bestäms av aggregerade utbuds- och efterfrågefunktioner som varje enskild ekonomisk aktör antas ha försumbart inflytande på) till *direkt* ("strategisk") interaktion mellan ekonomiska agenter vars enskilda handlande kan påverka utfallet för andra agenter. Spelteori används sålunda bl a för att studera oligopolkonkurrens, löneförhandlingar, styrning inom företag och organisationer, reglering av privata företag, regeringars incitament att föra viss ekonomisk politik etc.

Liksom traditionell ekonomisk teori förutsätter spelteorin (med vissa undantag) rationalitet hos beslutsfattarna. I stället för att studera interaktion mellan medlemmar av den bekanta men ack så svårmodellerade arten *homo sapiens*, analyserar spelteorin sålunda interaktion mellan medlemmar av den fiktiva arten *homo oekonomikus*. Mer precist förutsätts aktörerna vara medvetna om interdependenserna i beslutssituationen och, liksom de ekonomiska aktörerna i den traditionella ekonomiska teorin, antas de agera i eget bästa intresse, definierat av deras preferenser. (Dessa behöver för övrigt ej vara strikt "egoistiska" utan kan vara mer eller mindre "altruistiska" eller "avundsjuka" etc.)

Föreliggande översikt inskränker sig till den inom nationalekonomin hittills mest inflytelserika grenen av spelteorin, den *icke-kooperativa* teorin. Till skillnad från den kooperativa teorin bygger denna direkt på enskilda aktörers incitament och information i strategiska interaktionssituationer i vilka inga möjligheter till bindande överenskommelser eller utfastelser föreligger.¹

Nashjämvikt

När en aktör väljer en handlingsstrategi måste denne i allmänhet bilda sig förväntningar beträffande de andra aktörernas handlingsstrategier. För att bilda sig sådana förväntningar behöver aktören även bilda sig förväntningar över de andras förväntningar etc i en oändlig kedja. Om t ex två producenter av varor som är nära substitut (eller komplement) skall sätta sina priser samtidigt, och varje enskild producent strävar efter att maximera sin vinst, behöver varje producent först bilda sig förväntningar om vilket pris den andre

¹ Mer precist förutsätts alla relevanta möjligheter till bindande utfastelser och överenskommelser ingå som explicita handlingsalternativ i modellen.

kommer att sätta, för vilket syfte han behöver bilda sig förväntningar om vilka förväntningar den andre kan ha om hans egen prissättning etc.

I stället för att fråga vart sådana oändliga kedjor av förväntningar av allt högre ordning leder, skulle man kunna fråga sig vilka "fixpunkter" sådana förväntningskedjor har, dvs vilka strategikombinationer – en handlingsstrategi för varje aktör – som har egenskapen att om varje aktör förväntar sig att alla andra kommer att handla enligt sina strategier så finner varje aktör sin egen strategi optimal. Detta är innebörden av en Nashjämvikt. Nashjämvikter, och endast Nashjämvikter, är *konsistenta förutsägelser* av hur spelet kommer att spelas i den meningen att om alla spelare väntar sig att en viss sådan strategikombination kommer att spelas så har ingen enskild spelare incitament att spela annorlunda. Nashjämvikt villkoret kan därför sägas utgöra ett *nödvändigt* villkor för att en strategikombination skall vara *självuppfyllande*. Notera även att om vi, som utomstående observatörer, skulle göra en (deterministisk) prediktion som inte utgör en Nashjämvikt skulle vi därmed implicit anse oss vara bättre informerade om den strategiska interaktionssituationen än de berörda ekonomiska aktörerna – ett otillfredsställande antagande.²

Nashs eleganta klyvning av den gordiska knuten av ömsesidiga förväntningshierarkier lämnar dock frågan öppen huruvida jämviktsbegreppet, liksom alla dess senare förfiningar (se nedan), verkligen kan användas för förutsägelser av rationella aktörers handlande. I avsaknad av koordinationsmöjligheter för deras förväntningar finns det trots allt ingen logiskt tvingande anledning att förmoda att beslutsfattarnas ömsesidiga förväntningar utgör en "fixpunkt" för de ovan nämnda förväntningskedjorna. I sådana svagt strukturerade situationer förefaller Nashjämvikt villkoret alltför starkt.³

För en rättvis jämförelse med andra

metoder i ekonomisk teori bör det dock noteras att problem kring förväntningskoordinering uppstår även i den allmänna jämviktsteorin, liksom i sk rationella förväntningsmodeller. Lika litet som den icke-kooperativa spelteorin i allmänhet klarar sig utan antaganden om konsistenta förväntningar, lika litet klarar sig den allmänna jämviktsteorin utan sin fiktive Walrasianske auktionär, vilken ordnar så att alla ekonomiska agenter tar samma marknadsklarande prisvektor för given. Lika beroende av förväntningskoordination mellan ekonomiska agenter är de rationella förväntningsmodellerna.

Orsaken till detta koordinationsproblem i många ekonomiska jämviktsmodeller torde vara att de bygger på endogen förväntningsbildning baserad på rena rationalitetsantaganden, ett syfte för vilket våra rationalitetsaxiom i många fall tycks innehålla alltför litet struktur. Spelteorin har här bidragit till förbättrad kritisk förståelse av sådana mer eller mindre implicita antaganden i nationalekonomisk teori.

² Detta centrala jämviktsbegrepp i den icke-kooperativa spelteorin utgör en precisering och generalisering av idéer som uttryckts redan på 1800-talet av de franska matematiska ekonomerna Cournot och Bertrand. Se Johansen [1982] för en diskussion av Nashjämviktsbegreppet och dess relation till jämvikt i rationella-förväntningsmodeller.

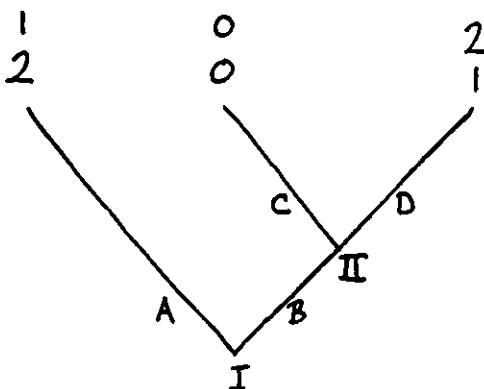
³ Ett svagare villkor än Nashjämvikt är att kräva att varje spelares strategi skall vara optimal under *någon* förväntan av andras handlingar, där denna förväntan i sin tur förutsätter de andras optimala handlande under några förväntningar som dessa kan tankas ha, förväntningar som i sin tur förutsätter optimalt handlande etc i en oändlig regress. Strategier som uppfyller detta svagare, om an implicita, rationalitetsvillkor brukar kallas *rationaliserbara*, se Bernheim [1984], [1986] och Pearce [1984].

Perfektion av Nashjämvikt

Det var länge en allmän uppfattning att *varje* Nashjämvikt är självuppfyllande, dvs att Nashjämviktstvillkoret inte bara är nödvändigt, utan även tillräckligt, för att en strategikombination skall vara "självuppfyllande". I ett arbete om oligopolkonkurrens observerade Reinhard Selten [1965] att denna uppfattning är felaktig: många Nashjämvikter är icke självuppfyllande därför att de bygger på icke trovärdiga "hot" som ej behöver verkställas i Nashjämvikten i fråga. I ett försök att "fullkomliggöra" (tyska: perfektionieren) Nashs jämviktsbegrepp, införde Selten [1965] ett starkare kriterium, numera kallat *subgame perfect equilibrium*. Detta kräver att en strategikombination inte bara utgör en Nashjämvikt i spelet som helhet utan i varje delspel ("subgame") av spelet.

Problemet illustreras i *Figur 1* nedan. Det trådformade diagrammet utgör ett spel på sk *extensiv form*. Redan detta enkla exempel visar på behovet av förfining av Nashjämviktstvillkoret. Detta spel är ett spel med sk *perfekt information*, dvs i vilket alla tidigare beslut är kända vid varje enskilt beslutstillfälle och i vilket inga beslut fattas samtidigt.

Figur 1 Spel med "perfekt information".



I detta spel har beslutsfattare I att välja mellan handlingsalternativ A och B, medan beslutsfattare II får välja mellan handlingsalternativ C och D. Beslutsfattarna kan t ex vara två företag, där företag I har att välja mellan att göra inträde på IIs marknad (alternativ B) eller avstå från inträde (A). Om företag I väljer inträde så kan II "svara" med en "aggressiv" politik gentemot I, alternativ C (t ex en kraftig prissänkning), eller en "eftergiven" politik, alternativ D (t ex en mindre prissänkning). I detta enkla spel har varje spelare således endast två strategier (A och B för I, C och D för II), och varje strategikombination (AC, AD, BC resp BD) bestämmer entydigt båda spelares avkastningar ("payoffs"), vilka angivits vid trädets ändpunkter. (Den övre siffran anger vinsten för företag I och den nedre vinsten för företag II.) Den bästa strategikombinationen från företag Is synpunkt är BD, dvs inträde följt av eftergift, medan de *två* bästa strategikombinationerna för företag II är AC och AD, dvs att företag I avstår från inträde (i vilket fall IIs beslut ej påverkar vinstutfallet).

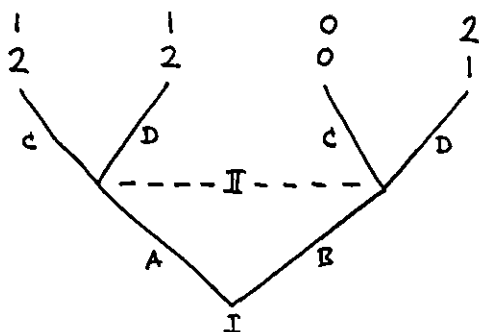
Vilka strategikombinationer utgör Nashjämvikter i detta lilla företagsspel? Kravet är alltså att inget företag skall kunna öka sin vinst om det andra handlar enligt sin strategi. Tag t ex strategikombinationen AC, dvs I avstår från inträde och II svarar med sin aggressiva politik om I skulle göra inträde. Om I förväntar sig att II kommer att välja C så bör I välja A, ty I får då 1 vinstenhet i stället för en förväntad nollvinst vid inträde. Och om II förväntar sig att I kommer att avstå från inträde, så är IIs förväntade vinst 2 oavsett vad II gör. Således utgör strategikombinationen AC en Nashjämvikt. På samma sätt finner man att strategikombinationen BD utgör en Nashjämvikt medan AD och BC ej är Nashjämvikter. Men är den för företag II önskvärda Nashjämvikten AC "självuppfyllande"? Om företag I avvek från sin jämviktsstrategi A och i stället gjorde inträde på IIs marknad, skulle

företag II få ett entydigt incitament att avvika från sin jämviktsstrategi C (vilken skulle ge II nollvinst) och i stället "ge efter" (D) (resulterande i 1 vinstenhet). Strategin C är således ett icke trovärdigt hot från IIs sida.

Swagheten hos Nashjämviktsvillkoret i detta exempel består i att optimaliteten hos IIs jämviktsstrategi C testas under hypotesen att I handlar enligt sin jämviktsstrategi A, en hypotes som är helt klart falsifierad om väl II har att genomföra sitt beslut. Den enda självuppfyllande strategikombinationen i detta exempel är Nashjämvikten BD, dvs att företag I gör inträde på IIs marknad och II "ger efter".⁴

Vårt förkastande av Nashjämvikten AC forutsätter perfekt information, dvs att företag II verkligen observerar Is inträde innan II fattar sitt beslut. Det spel som motsvarar fallet att II fattar sitt beslut utan vetskap om Is beslut är återgett i *Figur 2* nedan. Den streckade linjen anger att II inte vet vid vilken av de två noderna i grafen han befinner sig, dessa båda noder säges utgöra IIs informationsmängd. I detta spel med imperfekt information är företagets vinstutfall som i det föregående spelet. Den enda skillnaden mellan de båda spelen är att företag II nu måste fatta sitt beslut utan vetskap om Is beslut. I en sådan situation är fortfarande både AC och BD Nashjämvikter, men nu

Figur 2 Spel med "imperfekt information".



är inte IIs "Nashförväntan" vid strategikombinationen AC längre falsifierad när II har att genomföra sitt beslut – I kan inte som förut ställa II inför *fait accompli*.

Som nämnts ovan kräver Seltens [1965] förfining av Nashjämviktsvillkoret av en strategikombination att den inte bara skall utgöra en Nashjämvikt i spelet som helhet, utan i varje delspel (subgame) som ingår i spelet. En del av ett spelträd säges utgöra ett *delspel* om det i sig själv har strukturen hos ett spel på extensiv form, dvs har en första nod varifrån delspelet börjar, innehåller alla noder (inkl slutnoder) som kan nås från denna nya startnod, och inte innehåller någon nod som delar informationsmängd med en nod utanför delspelet (vilket skulle innebära att spelaren i fråga ej skulle veta om han befunde sig i delspelet eller ej).

Tillämpat på spelet i *Figur 1* kräver detta starkare kriterium att II skall välja D, ty i det spelet utgör IIs beslutsproblem, det lilla "träd" som har IIs besluts-

⁴Notera att i detta exempel spelarna inte behöver förutsättas spekulera över varandras förväntningshierarkier, varför det ovan nämnda koordinationsproblemet i förväntningsbildningen ej uppstår. Ty för att komma till resultatet BD racker det för spelarna att inse att det bästa II kan göra, om och när det blir hans tur att fatta beslut, är att välja D, varför I bör välja B, eftersom detta ger denne 2 vinstenheter i stället för 1. Denna typ av rekursiv resonemang, gående från spelets slut till dess början, kan tillämpas på varje ändligt spel med perfekt information, bl a på den variant av det diskuterade exemplet som erhålls om vi tankar oss att företag II ("monopolisten") successivt moter ett ändligt (och känt) antal potentiella konkurrenter av företagstyp I. En sådan analys ger resultatet att monopolisten inte kommer att använda sin "aggressiva" policy mot någon konkurrent, trots att den kortsiktiga kostnaden för detta mer än väl skulle uppvägas av långsiktiga monopolvinster om framtida konkurrenter därmed skulle avskräckas. Detta är den s k *chain store paradox*, se Selten [1978] och Kreps & Wilson [1982b].

punkt som "rot", ett delspel med endast en spelare. Och Nashjämviktstvillkoret för detta lilla enpersoners delspel blir helt enkelt att II skall välja en strategi som maximerar hans payoff, dvs strategi D. Tillämpat på spelet med imperfekt information, i Figur 2, har däremot Seltens perfektionskriterium ingen "bitkraft": det enda "delspelet" är spelet självt, ty det finns ingen annan startpunkt i trädet varifrån fortsättningen i sig själv utgör ett väldefinierat spel, eftersom IIs informationsmängd därmed skulle brytas upp. Därför leder Seltens [1965] kriterium till förkastande av Nashjämvikten AC i spelet i Figur 1 men acceptering av samma strategikombination i spelet i Figur 2.

Men är det rationellt för spelare II att välja den "aggressiva" politiken C ens i det senare spelet? Visserligen är II vid sitt beslutstillfälle okunnig om Is beslut, men om II hyser det minsta tvivel huruvida I verkligen kommer att avstå från inträde, så vore det bättre för II att välja den "eftergivna" politiken D, eftersom C och D ger II samma vinst om I väljer att avstå (A), medan D ger II högre vinst om I skulle välja inträde (B). Med andra ord: genom att välja D skaffar sig företaget II helt gratis en "försäkring" mot det "olycksfallet" att I skulle göra inträde på IIs marknad. I spelteoretisk jargong: IIs strategi C är (svagt) *dominerad* av hans strategi D. I denna mening har alltså II ett visst incitament att avvika från Nashjämvikten AC. Och om företaget I är rationellt, vilket vi antar, så inser det att II har tillgång till denna "gratisförsäkring", och om I bedömer att II kommer att följa sitt "försäkringsincitament" med en sannolikhet överskridande 1/2 (en rimlig men ej självklar bedömning), så bör även I, för att maximera sin förväntade vinst, avvika från Nashjämvikten AC.⁵

I ett senare arbete förfinade Selten sitt ovan nämnda "subgame perfection"-kriterium ytterligare, just beträffande lösningens robusthet med avseende på små sannolikheter för avvikelser från jäm-

viktsstrategierna, ett jämviktsbegrepp som kallas ("trembling hand") *perfect equilibrium*, se Selten [1975]. Väsentligen kräver Seltens starkare kriterium att varje spelare skall vara villig att fortsätta spela enligt sin strategi vid varje beslutstillfälle (informationsmängd) som han har i spelet, även om han skulle tro att alla spelare, inklusive han själv, vid varje (tidigare och senare) beslutstillfälle kan begå misstag med (godtyckligt) liten sannolikhet. Tillämpat på spelen i Figur 1 och Figur 2 ger det resultatet att Nashjämvikten AC förkastas (eftersom minsta sannolikhet för avvikelse från A får II att välja D) medan BD accepteras (både B och D är "robust" optimala).

Seltens artikel från 1975 initierade en hel "forskningsindustri" kring möjligheterna att på bästa sätt förfinas Nashs jämviktsbegrepp. Ett av de första, och på nationalekonomin mest inflytelserika, bidragen gavs 1982 av de båda Stanfordsforskarna David Kreps och Robert Wilson. De utvecklade ett något svagare, men för ekonomisk modellering ofta mer transparent jämviktskriterium kallat *sekvensiell jämvikt* ("sequential equilibrium"), se Kreps & Wilson [1982a]. För att en strategikombination skall utgöra en sekvensiell jämvikt krävs att varje spelares strategi vid varje beslutstillfälle skall vara *sekvensiellt rationell* under *konsistenta förväntningar*. Väsentligen kräver detta villkor att spelarens strategi skall vara optimal under Nashförväntningar, om dessa ej falsifierats vid beslutstillfället i fråga. I annat fall krävs optimalitet under någon hypotes om de andra spelarnas strategier som förutsätter att den observerade avvikelserna skett pga (godtyckligt) små tidigare misstag och att inga avvikelser kommer

⁵ Brytpunktssannolikheten 1/2 förutsätter att företaget I är riskneutralt.

att ske framöver.⁶ Deras jämviktsbegrepp har tillämpats i stor omfattning i bla industriell organisationsteori och modern makroteori.

Effektivitet och upprepning

Det inledande exemplet med fågelungarna visar att när man tar steget från den indirekta ("strukturella") interaktionen i de traditionella allmänna jämviktsmodellerna till strategisk interaktion, är det inte längre sant att varje jämvikt är Pareto-effektiv. Och detta negativa resultat är dessvärre robust; det gäller även under perfekt information och under de mest raffinerade forfiningar av Nashjämviktsbegreppet. Orsaken sitter djupt: interdependens mellan olika aktörers beslutsproblem – kännetecknet för strategisk interaktion – är ju en externalitet, en välkänd källa till ineffektivitet.

Exemplet med fågelungarna är en variant av det berömda sk *fångarnas dilemma* ("fåglarnas dilemma"?), ett exempel som cirkulerade i USA i början av 1950-talet. Trots spelets vanligen anekdotiska form är det inte enbart en akademisk kuriositet. Tvärtom representerar det, om än i enklast tänkbara form, en rik mångfald av strategiska interaktionssituationer i vilka avsaknad av möjlighet till bindande avtal leder till ett ineffektivt jämviktsutfall. Det kan gälla militär upprustning, miljöskydd, försörjning av kollektiva varor, kartellbildning etc. Den avgörande faktorn är att varje aktör har ett incitament att *enskilt* avvika från det kollektivt önskvärda utfallet (genom upprustning, miljöförstöring, inte bidra till försörjning av kollektiva varor, avvika från kartellavtal etc) *oavsett* vad denne tror att de andra kommer att göra.⁷

En viktig, och i många fall orealistisk, förutsättning för ineffektivitetsdilemman av detta slag är dock att interaktionen sker endast en gång. Om interaktionen i stället sker upprepat över tiden tillkommer möjligheten för spelarna att "be-

straffa" avvikelser, en möjlighet som gör statistiskt instabilt samarbete dynamiskt stabilt. Studium av denna klass av spel, så kallade *upprepade spel*, i vilka ett och samma "periodspel" spelas i en ändlig eller oändlig följd av tidsperioder, har motiverats just av föreställningen att "upprepning möjliggör samarbete". Möjligheterna för sådant långsiktigt samarbete visar sig bero bla på antalet tidsperioder, spelarnas tidspreferenser, möjligheter att observera avvikelser samt på kostnaderna att utföra "bestraffningar".

Enligt det "klassiska" *Folkteoremet*, vars namn anger dunklet kring dess ursprung (under 1950-talet), kan i stort sett vilket utfall som helst uppnås i Nashjämvikt om antalet tidsperioder är oändligt, spelarna inte diskonterar ned framtida utfall alltför mycket, och om de i varje period kan observera varje tidigare avvikelse. Ju mer långsiktigt perspektiv en spelare anlägger, desto mindre värde får en kortsiktig vinst av en avvikelse idag i förhållande till efterföljande förluster pga bestraffningar. Därför blir avvikelser mindre attraktiva. Som vi sett ovan ställer Nashvillkoret dock inga krav på rationalitet i icke-jämviktssituationer – i detta fall inga krav på "bestraffarnas" incitament att genomföra bestraffningar – varför Nashjämvikt i ett upprepat spel kan bygga på icke trovärdiga bestraffningshot. Det visar sig dock att Folkteoremets kvalitativa slutsats i stort sett gäller även om man

⁶Tillämpat på spelen i *Figur 1* och *Figur 2* ger Kreps' och Wilsons jämviktskriterium samma resultat som "subgame perfection". Anledning att Nashjämvikten AC accepteras i spelet i *Figur 2* är att ingen spelares förväntningar där *kan* falsifieras, eftersom ingen spelare kan observera den andres strategival.

⁷Effektivitet och ineffektivitet definieras härvid i termer av de ingående aktörernas preferenser. Vad som är "kollektivt önskvärt" för dessa aktörer behöver därför inte vara önskvärt för samhället som helhet, jfr kartellavtal.

byter ut Nashjämviktsvillkoret mot det starkare "subgame perfection"-villkoret.⁸ Notera dock Folkteoremets "neutralitet"; det ger *inte* prediktionen att upprepning leder till (Pareto-) effektivitet, det säger bara att effektivitet är en av (oändligt) många *möjligheter* vid oändligt upprepad interaktion mellan "tålmodiga" aktörer.⁹

En helt annan situation råder vid ändlig (deterministisk och känd) upprepning. I detta fall är det inte allmänt sant att "upprepning möjliggör samarbete". Om nämligen periodspelet har endast en Nashjämvikt, kraver "subgame perfection"-kriteriet att denna spelas i sista perioden. Eftersom utfallet i sista perioden således är oberoende av vad som händer i näst sista perioden, måste, igen enligt "subgame-perfection"-kriteriet, periodspelets Nashjämvikt spelas även i näst sista perioden, osv hela vägen tillbaka till första perioden. Vi finner således att varje ändlig upprepning av ett sådant spel, hur många perioderna än är, leder till ett unikt utfall, nämligen upprepat spelande av periodspelets Nashjämvikt, en slutsats som står i bjärt kontrast till Folkteoremets slutsats att i stort sett vilket utfall som helst är möjligt vid oändligt upprepad interaktion mellan tålmodiga spelare.

Denna kontrast mellan resultatet för ändlig respektive oändlig upprepning av spel med endast en Nashjämvikt är analytiskt störande, eftersom vi ofta vill använda en oändlig tidshorizont som en approximation av förhållanden under ändlig men avlägsen tidshorizont. Det har dock senare visats att om periodspelet har mer än en Nashjämvikt växer i allmänhet mängden jämviktsutfall vid ändlig upprepning med antalet perioder mot Folkteoremets stora utfallsmängd (se Benoit & Krishna [1985]). För sådana upprepade spel utgör alltså "oändlig tidshorizont" en giltig approximation av "ändlig men lång tidshorizont".

Slutsatser

Vilka slutsatser kan man dra beträffande de genomgångna spelteoretiska begreppen och resultaten? Vi såg att Nashjämviktsbegreppet, liksom andra jämviktsbegrepp baserade på rena rationalitetsantaganden, har en svag punkt i de tillhörande förväntningsantagandena. Om ingen naturlig mekanism för koordinering av förväntningar föreligger i den verkliga situation som vi analyserar, förefaller jämviktsanalys i sig själv otillräcklig för prognoser av rationella ekonomiska aktörers handlande. En annan svag punkt hos den icke-kooperativa spelteorin är att vi saknar en allmänt vedertagen och precis karakterisering av vad som bör menas med "självuppfyllande" strategikombinationer. I stället har vi en hel uppsättning mer eller mindre partiella jämviktskriterier – Nashjämvikt, "subgame perfect"-jämvikt, sekvensiell jämvikt, perfekt jämvikt etc. En tredje svag punkt är spelteorins ringa prognoskraft beträffande utfallet av upprepad interaktion (Folkteorem).

Men kanske dessa svagheter är naturliga. Kanske är den vanliga föreställningen att rena rationalitetsantaganden skall leda till väldefinierade och helst entydiga resultat naiv? I mindre välstrukturerade interaktionssituationer kanske konventioner, evolutionära drivkrafter,

⁸ Resultatet galler allmänt för spel med två spelare, och för spel med större antal spelare om periodspelets payoffstruktur är sådan att utförande av "besträffningar" i en period kan "belönas" i senare perioder, se Fudenberg & Maskin [1986].

⁹ Villkoret att spelarna är tålmodiga är litet missvisande. Den diskonteringsfaktor som behöver vara nära 1 är diskonteringsfaktorn mellan två konsekutiva tidsperioder. Vid given diskontering över reell tid kan således denna diskonteringsfaktor vara godtyckligt nära 1 om bara interaktionsperioderna är tillräckligt korta.

begränsad rationalitet och inläring är viktiga faktorer bakom de verkliga ekonomiska processerna. Det förefaller därför angeläget att vidareutveckla spelteorin, och den ekonomiska teorin i stort, i sådana riktningar – ett spännande forskningsprojekt som redan påbörjats av bla framstående spelteoretiker.

Den icke-kooperativa spelteorins styrka är att dess metodik vänder sig direkt till högst relevanta problemställningar inom nationalekonomi, problemställningar som först de senaste åren börjat analyseras ordentligt, med spelteoretiska begrepp och resultat som viktiga ingredienser. Många sådana problemställningar är så pass välstrukturerade att de ovan angivna svagheter hos spelteorin blir irrelevanta. Inte sällan ges valet av jämviktskriterium naturligt av sammanhanget, och de ekonomiska agenternas förväntningar kan i många fall antas vara konsistenta etc. I åtskilliga sådana fall har spelteorin på senare tid fört nationalekonomi stora steg framåt mot ökad förståelse av strategisk interaktion mellan ekonomiska agenter.

Avslutningsvis ett boktips till den intresserade: Rasmusen [1989] ger en ganska bra, modern och relativt oteknisk (om än något okritisk) introduktion till icke-kooperativ spelteori och dess användning i nationalekonomi.¹⁰

¹⁰ Av utrymmesskäl har många viktiga begrepp och resultat i den icke-kooperativa spelteorin måst utlämnas i denna översikt. Som två luckor i detta avseende skulle jag vilja namna Robert Aumanns begrepp *korrelerad jämvikt*, en "Bayesiansk" försvagning av Nash-jämviktsbegreppet, se Aumann [1987] eller Rasmusen [1989], och biologen John Maynard Smiths begrepp *evolutionärt stabil strategi*. Det senare begreppet bygger på Darwins naturliga urval i stället för på rationalitet, och utgör ett något starkare kriterium än Nashjämvikt, se Maynard Smith [1982], eller, för en suggestiv diskussion av begreppets samhällsvetenskapliga relevans, Axelrod [1984].

Referenser

- Aumann, R, [1987], "Correlated Equilibrium as an Expression of Bayesian Rationality", *Econometrica*, Vol 55, s1-18.
- Axelrod, R, [1984], *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, New York.
- Benoit, J-P & Krishna, V, [1985], "Finitely repeated games". *Econometrica*, Vol 53, s905-922.
- Bernheim, D, [1984], "Rationalizable strategic behavior". *Econometrica*, Vol 52, s1007-1028.
- Bernheim, D, [1986] "Axiomatic characterizations of rational choice in strategic environments". *Scandinavian Journal of Economics*, Vol 88, s473-488.
- Johansen, L, [1982], "On the status of the Nash type of noncooperative equilibrium in economic theory". *Scandinavian Journal of Economics*, Vol 84, s421-441.
- Kreps, D & Wilson, R, [1982a], "Sequential equilibria". *Econometrica*, Vol 50, s 863-894.
- Kreps, D & Wilson, R, [1982b], "Reputation and imperfect information". *Journal of Economic Theory*, Vol 27, s253-279.
- Maynard Smith, J, [1982], *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge University Press.
- Nash, J, [1951], "Non-cooperative games". *Annals of Mathematics*, Vol 54, s286-295.
- Rasmusen, E, [1989], *Games and Information; An Introduction to Game Theory*. Blackwell.
- Selten, R, [1965], "Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfragefragheit". *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft*, Vol 12, s 301-324 och 667-689.
- Selten, R, [1975], "Reexamination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games", *International Journal of Game Theory*, Vol 4, s 25-55.
- Selten R, [1978], "The chain store paradox". *Theory and Decision*, Vol 9, s 127-159.