

Kimmo Eriksson

” *Av detta lär vi oss att männens företräde i en patriarkal kultur med råge kan kompenseras av kvinnlig list – och vice versa i ett matriarkat.*

Min bana som matematiker har varit brokig. Alltihop började 1988 när det var dags för mig att hitta ett examensarbete på civilingenjörsutbildningen på KTH. Det vanliga var ju att man letade upp någon utvecklingsuppdrag på ett företag. Men min far, som var gammal licentiat i matematik, rådde mig att gå upp till någon matteprofessor och be om ett matteproblem istället. Min mor satt då i tjänsteförslagsnämnden på KTH, och hon tipsade mig om en trevlig professor vid namn Anders Björner som hon just hade varit med om att anställa. Jag bad alltså Anders om att få ett matematiskt problem som exjobb. Problemet jag fick handlade om ett spel där brickor flyttas runt på en spelplan enligt vissa regler. Frågan var hur många drag som spelet kunde hålla på innan man måste nå en slutställning. Jag funderade på problemet över sommaren och lyckades finna en lösning precis kvällen innan jag skulle träffa Anders Björner igen för att berätta om hur det gått! Denna flax gjorde att Anders erbjöd mig att doktorera för honom i algebraisk kombinatorik.



Efter doktorsexamen fick jag stipendium att forska på MIT i Boston. Det var första gången i mitt matematikerliv som jag inte hade någon undervisning att hålla på med vid sidan av forskningen, och plötsligt upptäckte jag att matematikforskningen inte kändes tillräckligt meningsfull för att hålla på med på heltid. Jag reste hem till Sverige igen. Sedan dess har jag provat olika sätt att uppleva större nytta med min matematikverksamhet. Till exempel har jag skrivit ett antal läroböcker och kåserier – och till och med en opera – för att popularisera matematik. I forskningen försöker jag arbeta med mer tillämpade problem. Efter några år med molekylärbiologiska tillämpningar har jag numera funnit min nisch, att samarbeta med samhällsvetare. Och här kommer lustigt nog spel in i bilden igen. Ett av mina nuvarande forskningsintressen är spelteori, dvs matematiska modeller av strategiska beslutssituationer. Teorin kompletterar jag med experiment där frivilliga deltagare spelar olika sådana "spel" i mitt spellaboratorium på Mälardalens högskola.

Det här kapitlet handlar om ett av mina favoritområden inom spelteori: beslut om vem man ska para ihop sig med!

Stabila äktenskap

Att få kontakt med en person av motsatt kön är en huvudsysselsättning för många unga människor. För att tillfredsställa detta grundläggande behov har dagstidningarna sidor med kontaktannonser. En kontaktannons förmedlar i bästa fall svar på två centrala frågor:

1. Vilken sorts människa är annonsören?
2. Vilken sorts människa söker hon?

Annonsutrymme i dagstidningar är dyrt och kontaktannonser hålls därför mycket korta. Informationen blir ofullständig och träffsäkerheten därmed lägre.

På webben är spaltutrymmet mycket billigare. Där har det nu vuxit fram flera kontaktförmedlingstjänster där deltagarna med stor noggrannhet kan ange både sina egna egenskaper och vilka förväntningar de har på en partner. Webbtjänsten bygger av denna information upp en stor central databas över kontaktsökare och deras preferenser.

Låt oss nu göra tankeexperimentet att datanoggrannheten är så hög att det verkligen går att räkna ut precis hur bra olika tänkbara partner är för varann. Man kanske finner att Kalle skulle gå allra bäst ihop med Lisa men att Lisas bästa tänkbara partner inte är Kalle utan Martin. Vad är då nästa steg? Jo, då kan man ta hjälp av matematik för att bestämma en optimal hopparring – och det är vad det här kapitlet handlar om.

Det är inte bara äktenskapsmäklare som har uppgiften att bilda fungerande par ur ett givet urval av deltagare. Arbetsförmedlingar, pardansarrangörer, högskoleantagningsenheter och tältlägerledare står ju inför precis samma hoppningsproblem.

Hoppningsverksamhet kallas med ett gammalt ord för *koppleri*. Numera syftar ordet koppleri vanligen på organiserad prostitution (se brottsbalken, kap 6 § 8) så här används termen matchning istället. Vi ska gå igenom svaren på följande frågor om matchning:

- ▼ Om alla kvinnor och män placerar in sina potentiella partner på en preferensskala, kan man då finna en matchning där inga par har anledning att skilja sig för att få det bättre?
- ▼ Hur förändras svaret om paren inte nödvändigtvis måste bestå av personer av olika kön?

Samma frågor kan ställas för alla möjliga matchningssituationer, inte bara för bildande av kärlekspar. Teorin beskrivs närmare i den läsvärda boken *Two-sided matching* av Alvin Roth och Marilda Sotomayor.

Ingrid och Bengt vid sitt bröllop 1943 ...



Modell för äktenskapsproblemet

När det gäller kärleksförhållanden är verkligheten outhärdligt komplex. För att kunna göra en matematisk behandling måste vi därför först göra en förenklad modell där vi gör följande antaganden:

1. Ett antal män ska gifta sig med ett antal kvinnor.
2. Varje deltagare har en personlig rangordning över deltagare av motsatt kön och denna rangordning ändras inte med tiden.

Vårt mål är att gifta ihop deltagarna på ett sådant sätt att det inte blir några skilsmässor. Vi säger att en matchning är *instabil* om det finns någon man M och någon kvinna K som båda föredrar varann framför sin nuvarande partner. Ett sådant par sägs vara ett *blockerande par* för den föreslagna matchningen, ty i vår modell kommer detta par att skilja sig från sina nuvarande partner och gifta sig med varandra istället.

... och här vid ett av barnbarnens bröllop 57 år senare.



Exempel 1

Fyra män (Anton, Bertil, Cyrus, Dario) ska gifta sig med fyra kvinnor (Erika, Frida, Gerd, Helmy). Männens preferenser ges av följande tabell:

Anton	Gerd	Frida	Helmy	Erika
Bertil	Frida	Erika	Gerd	Helmy
Cyrus	Frida	Helmy	Erika	Gerd
Dario	Gerd	Erika	Helmy	Frida

Tabellraderna ska tolkas så att exempelvis Anton helst gifter sig med Gerd, i andra hand med Frida, i tredje med Helmy och i fjärde hand med Erika. Kvinnorna har i gengäld följande uppfattningar om männen:

Erika	Anton	Bertil	Dario	Cyrus
Frida	Cyrus	Anton	Dario	Bertil
Gerd	Cyrus	Bertil	Dario	Anton
Helmy	Bertil	Anton	Cyrus	Dario

Låt oss börja med att matcha ihop personerna enligt bokstavsordning.

1. *Anton – Erika, Bertil – Frida, Cyrus – Gerd, Dario – Helmy.*

Denna matchning är inte stabil, ty Anton föredrar Frida framför sin maka Erika, och Frida föredrar Anton framför sin make Bertil. Alltså skiljer sig dessa par och Anton gifter sig med Frida. Nu är Bertil och Erika singlar så de gifter sig med varann.

2. *Anton – Frida, Bertil – Erika, Cyrus – Gerd, Dario – Helmy.*

Denna matchning är också instabil, ty Cyrus och Frida föredrar varann framför sina nuvarande makar. Vi genomför deras skilsmässor och får nya äktenskap Cyrus – Frida och Anton – Gerd.

3. *Anton – Gerd, Bertil – Erika, Cyrus – Frida, Dario – Helmy.*

Även denna matchning är instabil, ty Dario och Gerd föredrar varann framför sina nuvarande makar. Vi får de nya äktenskapen Dario – Gerd och Anton – Helmy.

4. *Anton – Helmy, Bertil – Erika, Cyrus – Frida, Dario – Gerd.*

Denna matchning är stabil! Om man går igenom samtliga tänkbara par kan man konstatera att det inte finns något par av personer som båda hellre vill ha varandra än sina nuvarande partner. Av exemplet skulle man kunna tro att man alltid kan hitta en stabil matchning genom att upprepade gånger ta första bästa instabila par och utföra de skilsmässor och nya giftermål som detta par föranleder. Tyvärr är det inte så enkelt. Det skulle ju nämligen kunna hända att man hamnar i en cykel av instabila matchningar (se s 26 i Roths och Sotomayors bok). En riktigt pålitlig metod måste vara mer systematisk. En systematisk metod kallas för en *algoritm*.

En matchningshistoria

I Roths och Sotomayors bok berättas följande historia om matchning av läkarpraktikanter med praktikplatser. Vid nittonhundratalets början infördes praktik för nyexaminerade läkare i USA. Praktikanter var billig arbetskraft så sjukhusen konkurrerade om att locka dem till sig. Konkurrensen yttrade sig så att varje sjukhus försökte få de bästa praktikanterna att skriva på bindande kontrakt med just det sjukhuset så tidigt som möjligt. Med tiden fick detta den absurda konsekvensen att praktikkontrakt skrevs med blivande läkare när de fortfarande hade två år kvar till examen! Lösningen blev att universiteten inte lämnade ifrån sig någon information om läkarstudenterna förrän nära examen. Utan sådan information som betyg eller rekommendationsbrev kunde inte sjukhusen veta vilka praktikanter de helst ville ha och därmed skrevs inga kontrakt före detta datum.

Nu uppträdde istället ett annat problem. När ett sjukhus lämnade ett erbjudande om praktikplats till en läkarstudent ville studenten vänta så länge som möjligt med att tacka ja för att se om några mer attraktiva erbjudanden skulle trilla in. Sjukhusen började därför kräva svar tidigare och tidigare. År 1949 hade det gått så långt att studenterna inte ens fick tolv timmar på sig att bestämma sig.

Nu insåg man att problemen med att hitta en lämplig matchning av läkarstuderande med praktikplatser inte kunde lösas genom ytterligare förkortning av svarstiden och till slut enades parterna om att istället göra ett försök med en central matchningsmekanism. Studenterna skickade in sina ansökningar till sjukhusen men gav dessutom en rangordning av dem till en central byrå. Sjukhusen skickade in rangordningar av alla sina sökande till samma byrå. Rangordningarna behandlades genom en överenskommen algoritm. Efter visst filande och förhandlande om algoritmen fastslogs den 1953 under namnet NIMP (National Intern Matching Program). Det blev frivilligt för deltagarna att använda sig av NIMP eller att vid sidan om systemet teckna kontrakt. Till mångas förvåning – med tanke på de oerhörda problem man historiskt haft med denna matchningsuppgift – blev NIMP-algoritmen en stor succé varigenom mer än 95 procent av kontrakten tecknades. Samma algoritm används än idag.

Varför blev NIMP-algoritmen en sådan framgång? Ofta kan sådana frågor bara besvaras med spekulationer om maktförhållanden och tidsanda men på just denna fråga finns en

matematisk förklaring. Den kom år 1962 när David Gale och Lloyd Shapley i artikeln *College admissions and the stability of marriage* införde begreppet stabil matchning och bevisade att NIMP-algoritmen alltid resulterar i en sådan. Kom ihåg att en matchning sägs vara stabil om det inte finns något blockerande par. I fallet med läkarstudenterna och sjukhusen består ett blockerande par av en student och ett sjukhus som studenten inte har blivit matchad med trots att studenten föredrar detta sjukhus och trots att detta sjukhus hellre skulle ha tagit emot denna praktikant än åtminstone någon av de praktikanter sjukhuset nu har fått. Om NIMP -algoritmen inte hade gett en stabil matchning skulle många deltagare haft incitament att gå vid sidan om systemet istället men nu var det inte så.

NIMP-algoritmen är lättast att komma ihåg i den form den gavs av Gale och Shapley. Kärnpunkten i algoritmen är att män friar till kvinnor och ger upp kvinnor som de får nobben av. Kvinnorna väljer och vrakar bland sina friare och nobbar alla utom den bästa.

En algoritm för stabila äktenskap – Metod 1

Vi antar att vi har n män och n kvinnor, alla med fullständiga preferenslistor över deltagarna av motsatt kön.

1. Alla män friar till den kvinna som står först på deras listor.
2. Varje kvinna (som har fått någon friare) nobbar alla friare utom den hon föredrar mest. Han får stå kvar som fästman till nästa runda.
3. Alla män som har fått nobben stryker den nobbande kvinnan från sina listor.
4. Upprepa steg 1–3 tills varje kvinna har exakt en friare. Då gifter sig varje sådant par.

Resultatet är stabila äktenskap. Vi visar först ett exempel på hur algoritmen går till och förklarar sedan varför den fungerar.

Exempel 2

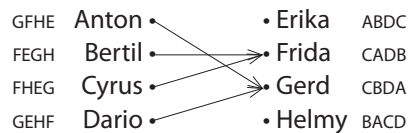
Vi har fortfarande samma situation som i det förra exemplet:

Anton	Gerd	Frida	Helmy	Erika
Bertil	Frida	Erika	Gerd	Helmy
Cyrus	Frida	Helmy	Erika	Gerd
Dario	Gerd	Erika	Helmy	Frida

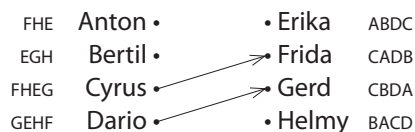
Erika	Anton	Bertil	Dario	Cyrus
Frida	Cyrus	Anton	Dario	Bertil
Gerd	Cyrus	Bertil	Dario	Anton
Helmy	Bertil	Anton	Cyrus	Dario

Följ nu algoritmen steg för steg:

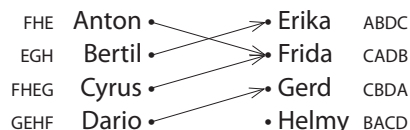
1. Anton och Dario friar båda till Gerd. Bertil och Cyrus friar båda till Frida.



2. Gerd tar Dario som fästman och nobbar Anton. Frida tar Cyrus som fästman och nobbar Bertil.
3. Anton stryker Gerd från sin lista. Bertil stryker Frida från sin lista.

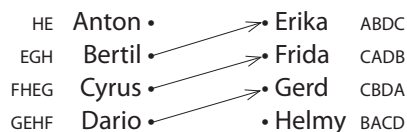


4. Anton friar nu till Frida. Bertil friar till Erika. Cyrus friar fortfarande till Frida. Dario friar fortfarande till Gerd.

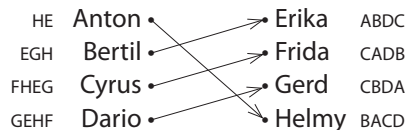


5. Frida behåller Cyrus som fästman och nobbar Anton.

6. Anton stryker Frida från sin lista.



7. Anton friar nu till Helmy. Fortfarande friar fästmännen Bertil till Erika, Cyrus till Frida och Dario till Gerd.



8. Nu har varje kvinna exakt en friare, så nu kan alla gifta sig.

Vi fick alltså samma stabila äktenskap som förra gången: Anton – Helmy, Bertil – Erika, Cyrus – Frida och Dario – Gerd.

Det går att förstå varför algoritmen fungerar. Först ska du övertyga dig om att följande påståenden är sanna under varje steg i algoritmen:

- 1 Om en man M föredrar kvinna K framför den kvinna han nu friar till måste K någon gång ha nobbat M för en annan man.
- 2 I varje steg får varje kvinna (som någon gång har fått ett frieri) antingen sin gamla fästman eller en ny fästman som hon gillar bättre.
- 3 Ingen mans lista blir någonsin tom, ty i så fall skulle han ha blivit nobbad av samtliga kvinnor, vilka därmed allihop skulle ha andra män – men det är omöjligt då det finns lika många män som kvinnor.
- 4 I varje runda blir någon lista kortare.

Så länge som någon kvinna har flera friare går algoritmen vidare med kortare listor. Eftersom listorna har ändlig längd kan vi dra slutsatsen att algoritmen efter ett ändligt antal steg måste nå situationen att alla kvinnor har högst en friare. Enligt påstående 3 är alla män friare till någon kvinna. Eftersom det finns lika många män som kvinnor innebär det att alla kvinnor har exakt en friare. Därmed har vi uppnått en komplett matchning.

Nu ska vi verifiera att denna uppnådda matchning måste vara stabil. Anta att mannen M inte är gift med kvinnan K men ändå föredrar henne framför sin maka. Skulle K kunna föredra M framför sin make så att vi har instabilitet? Nej! Ty enligt påstående 1 har M blivit nobbad av K under algoritmen och därmed har, enligt påstående 2, kvinnan K nu en man som hon föredrar framför M . Därmed har vi bevisat

Satsen om stabila äktenskap: givet n män och n kvinnor, alla med fullständiga preferenslistor över deltagarna av motsatt kön, existerar det alltid minst en stabil matchning.

En sådan matchning ges ju nämligen av algoritmen för stabila äktenskap.

Genusperspektiv

Låt oss nu se på algoritmen med könglasögonen på. Algoritmen är inte symmetrisk mellan kvinnor och män. Männen är aktiva och går hela tiden till sina favoriter bland kvinnor som ännu inte har nobbat dem. Kvinnorna är passiva och nöjer sig med att välja sin favorit bland tillgängliga friare. En konsekvens av denna osymmetri är att den stabila matchning som uppnås är bästa tänkbara för männen – och sämsta tänkbara för kvinnorna! Vi illustrerar detta fenomen i nästa exempel genom att vända på könsrollerna så att det är kvinnorna som friar till männen istället.

Exempel 3

Vi har tre män och tre kvinnor med följande preferenser:

Augustus	Doria	Enia	Fulvia
Brutus	Enia	Fulvia	Doria
Caesar	Fulvia	Doria	Enia

Doria	Brutus	Caesar	Augustus
Enia	Caesar	Augustus	Brutus
Fulvia	Augustus	Brutus	Caesar

Om männen friar bildas omedelbart den stabila matchningen Augustus–Doria, Brutus–Enia, Caesar–Fulvia. Om å andra sidan kvinnorna friar bildas den stabila matchningen Augustus–Fulvia, Doria–Brutus, Enia–Caesar. Uppenbarligen föredrar alla männen den första matchningen (där männen friade) och alla kvinnorna föredrar den andra matchningen (där kvinnorna friade).

Utvidgningar av modellen

Modellen som vi har analyserat är ju egentligen löjligt speciell. Den kräver till exempel sådana uppenbart orealistiska förutsättningar som att det ska vara exakt lika många män som kvinnor och att alla deltagare ska föredra vilken partner som helst framför att vara singel. Om analysen bara vore tillämplig i dessa situationer skulle den inte vara av något stort praktiskt värde men med enkla handgrepp kan modellen hantera generellare situationer.

- ▼ Vad gör man med modellen om det inte finns lika många män som kvinnor? Jo, då fyller man helt enkelt på med tillräckligt många fiktiva personer av det underrepresenterade könet. De fiktiva personerna kan ha vilka preferenser som helst, så länge som övriga personer rankar de fiktiva personerna sämst. Den som blir matchad med en fiktiv person blir i realiteten singel.
- ▼ *Inte ens om du vore den siste mannen på jorden skulle jag kunna älska dig*, är en klassisk replik. Vad gör man med modellen om en viss deltagare föredrar att vara singel framför att acceptera vissa partner? Jo, då inför man helt enkelt en fiktiv person som motsvarar singeltillståndet och lägger in denna fiktiva person i preferensordningen framför alla önskade partner. Om Helmy kan tänka sig Bertil eller Anton men absolut inte Cyrus eller Dario får hon preferenslistan:

Helmy	Bertil	Anton	Singel	Cyrus	Dario
-------	--------	-------	--------	-------	-------

- ▼ När sjukhus ska matchas med läkarpraktikanter är det ju fråga om att varje sjukhus vill ta emot många praktikanter och inte bara en var. I äktenskapsmodellen motsvarar det bigami. Vad gör man med modellen om en viss deltagare vill ha m makar, där $m > 1$? Jo, då kopierar man denna deltagare i m exemplar, alla med samma preferenser och alla lika attraktiva för det andra könet.

Som algoritmen fungerar är det ganska uppenbart att ingen man, alltså den sida som friar, har något att vinna på att uppge falska preferenser och exempelvis börja med att fria till en person som inte är ens favorit. På samma sätt är det ingen idé för kvinnorna att nobba en bättre friare

och behålla en sämre. Möjligheten att välja att vara singel öppnar ändå en möjlighet för ett strategiskt element. Hur? Jo, kvinnorna skulle kunna låtsas att de föredrar att vara singel framför män som de i princip accepterar men som är sämre än de bästa män de skulle kunna få:

Exempel 4

I exempel 3 kan vi lägga in den fiktiva mannen Singel och den fiktiva kvinnan Singla. Egentligen föredrar alla att ha vilken partner som helst framför att vara singel, men kvinnorna låtsas att de föredrar att vara singel om de inte får sitt främsta alternativ:

Augustus	Doria	Enia	Fulvia	Singla
Brutus	Enia	Fulvia	Doria	Singla
Caesar	Fulvia	Doria	Enia	Singla
Singel	Doria	Enia	Fulvia	Singla

Doria	Brutus	Singel	Caesar	Augustus
Enia	Caesar	Singel	Augustus	Brutus
Fulvia	Augustus	Singel	Brutus	Caesar
Singla	Augustus	Brutus	Caesar	Singel

När nu männen friar kommer Augustus att bli nobbad av Doria till förmån för Singel. Augustus går vidare till Enia och brädar Brutus. Brutus går till Fulvia och brädar Caesar. Caesar går till Doria men blir även han nobbad till förmån för Singel. Han fortsätter till Enia och brädar Augustus som går vidare till Fulvia och brädar Brutus. Slutligen går Brutus till Doria. Doria har därmed fått som hon ville genom att chansa på att nobba Augustus och Caesar trots att hon egentligen hellre skulle ha haft vem som helst av dem än ha blivit singel!

Av detta lär vi oss att männens företrädare i en patriarkal kultur med råge kan kompenseras av kvinnlig list, och vice versa i ett matriarkat.

Rumskamratproblemet

Den hittills studerade äktenskapsmarknaden är tvåsidig i den meningen att deltagarna tillhör endera av två kategorier, kvinnor och män, och par förväntas bestå av en deltagare av varje kategori. Men matchning förekommer även i situationer som inte är tvåsidiga. Tre exempel:

- ▼ Matchning på en äktenskapsmarknad som inte är strikt heterosexuell. En modern kontaktannonssida har åtminstone fyra rubriker: kvinnor söker män, kvinnor söker kvinnor, män söker kvinnor och män söker män.
- ▼ Matchning av bäddkamrater i ett klassrum där bänkarna står två och två.
- ▼ Matchning av fotbollslag i en turnering.

Problemet att finna en stabil matchning i en sådan situation som inte är tvåsidig brukar kallas *rumskamratproblemet*. Modellsituationen är att vi har ett scoutläger där deltagarna ska kampera ihop två och två. Varje deltagare har en preferensordning, det vill säga att det finns någon som hon allra helst bor ihop med, någon annan som hon näst helst vill bo med etcetera. Vi kan definiera stabilitet precis som förut. En matchning av rumskamrater har ett blockerande par om det finns några deltagare som båda skulle föredra att vara rumskamrater med varandra framför dem de nu delar rum med. De kommer att tjata på lägerledaren tills hon tillåter att de byter. Om det inte finns något blockerande par är matchningen stabil och lägerledaren får lugn och ro. Men hur mycket vi än unnar lägerledaren hennes skönhetssömn och anstränger oss att hitta en smart matchningsalgoritm är det inte säkert att stabilitet går att uppnå i rumskamratproblemet. Följande exempel illustrerar vad som kan hända.

Exempel 5

Deltagarna i lägret är Adile, Biljana, Carola och Doris. De har följande preferenser:

Adile	Biljana	Carola	Doris
Biljana	Carola	Adile	Doris
Carola	Adile	Biljana	Doris
Doris	Adile	Carola	Biljana

Det finns tre tänkbara kompletta matchningar beroende på vilken rumskamrat Adile har:

1. *Adile – Biljana, Carola – Doris*

Denna matchning är inte stabil, ty Biljana och Carola föredrar varandra framför sina nuvarande rumskamrater.

2. *Adile – Doris, Carola – Biljana*

Denna är inte heller stabil, ty Adile och Carola föredrar nu varandra framför sina rumskamrater i denna matchning.

3. *Adile – Carola, Doris – Biljana*

Inte heller denna matchning är stabil: Adile och Biljana föredrar varandra framför sina nuvarande rumskamrater.

Slutsatser

Jag har här presenterat en liten del av teorin om stabil matchning. Vi har sett att vissa hopparningar är sämre än andra eftersom de ger incitament till skilsmässor. Matematiken kommer dock till undsättning, på så sätt att det finns en algoritm som hittar en god matchning där inga skilsmässor kommer att ske (om inte deltagarnas preferenser ändras, förstås – ingen

matematik i världen hindrar Nicoles känslor för Tom att svalna). Den framgångsrika matchningsalgoritmen bygger emellertid på att det är deltagare från två olika sidor som ska matchas med varandra, såsom universitet med studenter, arbetsgivare med arbetstagare eller kvinnor med män. Matematiken visar att det finns inneboende svårigheter i matchning i situationer som inte är tvåsidiga, såsom mellan par av piloter eller i andra bänkgrannesproblem.

Det finns en annan del av teorin som behandlar möjligheten att lägga pengar emellan. Om Gerd gärna vill ha Cyrus, men Cyrus hellre vill ha Frida, kanske han kan fås på andra tankar om Gerd erbjuder en tillräckligt stor summa pengar? Att resonera så om kärlek är inte rumsrent i vår romantiska kultur – *Can't buy me love* som Beatles sjöng. Om vi istället byter scenario till matchning mellan arbetstagare och arbetsgivare är det uppenbart att den arbetsgivare som väldigt gärna vill anställa en viss person kan göra sig mer attraktiv genom att höja lönebudet. När pengar blandas in i spelet på detta sätt förändras problemets matematiska natur fullständigt (från så kallad diskret matematik till kontinuerlig). Eftersom pengar normalt fungerar som ett smörjmedel för marknader är det därför ett anmärkningsvärt faktum att det finns bänkgrannesproblem som saknar stabil lösning även om mutor tillåts! Kan du modellera ett sådant problem?

Litteratur

Roth, A. & Sotomayor, M. (1990). *Two-sided matching*. Cambridge: Cambridge University press.