

Sosiaaliset valintamekanismit

Kari Saukkonen

Tutkija

Turun kauppakorkeakoulu

Social Choice Mechanisms

*Danilov, Vladimir I. – Sotskov,
Alexander I. Berlin: Springer, 2002,
i–vi, 191 s. 59,95 €.*

Kenelle teos on tarkoitettu?

Moskovassa työskentelevien professorien Vladimir I. Danilovin ja Alexander I. Sotskovin teoksessa *Social Choice Mechanisms* tarkastellaan sosiaalisten valintamekanismien teoriaa eli implementointiteoriaa. Kirjoittajien mukaan sosiaalisten valintamekanismien teoria on abstraktin sosiaalisen valinnan teorian ja peliteorian synteesi, joka syntyi 1970-luvun alussa. Danilovin ja Sotskovin tarkoituksena on esitellä sosiaalisten valintamekanismien teorian perustulokset.

Sosiaalisella valintamekanismilla (social choice mechanism, mechanism, game form) tarkoitetaan kuvausta strategiaprofiilien joukolta vaihtoehtojen joukkoon. Pääongelmana on selvittää millaisilla sosiaalisilla valintamekanismeilla on tasapainoratkaisu rajoittamattomissa preferenssiympäristöissä ja mitkä lopputulokset ovat implementoitavissa. Vastaus riippuu valitusta tasapainokäsitteestä. Danilovin ja Sotskovin mukaan ongelmaan ei ole yhtä yksittäistä täydellistä ratkaisua, ja he tarkastelevat mekanismien laadinnan teoriaa perusteellisesti neljän tasapainokäsitteen avulla. Valitut

tasapainokäsitteet ovat Nashin tasapaino, vahva Nashin tasapaino, dominanttien strategioiden tasapaino ja ydin. Tarkastelu perustuu keskeisesti sosiaalisen valintavastaavuuden (social choice correspondence) käsitteelle, jolla tarkoitetaan joukkoarvoista kuvausta preferenssi-profiilien joukolta vaihtoehtojen joukon potenssi-joukkoon. Myös sosiaalisen valintafunktion (social choice function) käsitettä käytetään. Sillä tarkoitetaan kuvausta preferenssi-profiilien joukolta vaihtoehtojen joukkoon.

Kirjassa on viisi päälukua: (1) peruskäsitteet, (2) Nash-konsistentit mekanismit (Nash-consistent mechanisms), (3) strategiankestävät mekanismit (strategy-proof mechanisms), (4) ytimet ja vakaat salpaukset (cores and stable blockings) ja (5) vahvasti konsistentit mekanismit (strongly consistent mechanisms). Täydellinen sisällysluettelo on nähtävissä Springerin kotisivuilla.

Teos on valikoiva, mutta käyttökelpoinen ja informatiivinen jäsenyys yhdeltä sosiaalisen valinnan teorian keskeiseltä alueelta. Taloustieteelliset esitiedot eivät ole välttämättömät, mut-

ta mikroteorian perustiedot ovat silti hyödyksi kirjaan perehdyttäessä. Esitys on määritelmien ansioista itsenäistä ja kieli melkein aina selkeää ja ymmärrettävää, joten teos sopii oppikirjaksi ja itseopiskeluun, mutta vain matemaattisesti harjaantuneelle lukijalle. Kirja etenee deduktiivisen ”määritelmä-teoreema-todistus” -järjestelmän mukaisesti, ja lukijan oletetaan hallitsevan joukko-opin alkeiskäsitteet ja perusoperaatiot. Paikoitellen on sovellettu lukuteorian, graafiteorian, analyysin ja pistejoukkotopologian alkeiskäsitteitä niitä sen kummemmin määrittelemättä. Teokseen ei ole liitetty harjoitustehtäviä. Käsikirjaksi tai hakuteokseksi teos käy vain, jos pitäydytään Danilovin ja Sotskovin valitsemissa tasapainokäsitteissä. Kirja ei käy hakuteokseksi, jos sen pitäisi kattaa implementointiteoria laajasti. Näin kyse on pääasiassa erikoistuneelle yleisölle suunnatusta erikoistutkimuksesta. Teoksessa on myös uusia aiemmin julkaisemattomia tuloksia.

Nashin tasapaino

Toisessa luvussa tarkastellaan Nash-konsistenttejä mekanismeja eli mekanismeja, joilla on Nashin tasapaino jokaisella preferenssiprofiililla. Danilovin ja Sotskovin mukaan G. V. Gurchich aloitti Nash-konsistenttien mekanismien tutkimisen 1970-luvun puolivälissä venäjäksi julkaistussa tutkimuksessa. Luvussa esitetään Gurchichin tutkimuksen kahden toimijan tapauksen yksinkertaistettu versio. Lisäksi tarkastellaan Nash-konsistenttien mekanismien synnyttämiä vaihtoehtojen salpauksia, Nash-konsistenssia sekastrategioiden yhteydessä, sosiaalisten valintamekanismien vahvaa monotonisuutta sekä Maskinin mekanismia, joka osoitetaan keskeiseksi Nash-implementoitavien mekanismien tapauksessa. Myös implementoi-

tavuutta kahdella toimijalla ja hyväksyttäviä eli Nash-konsistentteja Pareto-optimaalisia mekanismeja tarkastellaan. Luvun liitteenä on yksinkertainen mekanismi walras’laisten tasapainojen implementoimiseksi.

Nash-konsistenteista mekanismeista esitetyt kaksi keskeistä ajatusta ovat (1) Nashin tasapainoihin liittyvän sosiaalisen valintavastaavuuden täytyy olla niin sanotusti vahvasti monotoninen ja (2) mikä tahansa vahvasti monotoninen sosiaalinen valintavastaavuus voidaan implementoida jollakin mekanismilla, nimittäin Maskinin mekanismilla.

Maskinin mekanismissa toimijan viesti on järjestetty pari $\langle R_N, x \rangle$, jonka ensimmäinen jäsen on jokin preferenssiprofiili ja toinen jäsen on käytettävän vastaavuuden arvot alkio profiililla R_N . Kuvaannollisesti jokainen toimija yrittää arvata koko toimijaryhmän preferenssit ja esittää jonkin käyvän vaihtoehdon. Maskinin mekanismissa erotetaan kolme tapausta: (i) Kaikki toimijat lähettävät saman viestin $\langle R_N, x \rangle$. Tällöin lopputulos on x . (ii) Kaikki toimijat yhtä lukuun ottamatta lähettävät viestin $\langle R_N, x \rangle$ ja toisinajatteleva lähettää jonkin eri viestin $\langle R_N', x' \rangle$. Tällöin lopputulos on x' , jos x' on toisinajattelevan toimijan vaihtoehdon x ”enintään yhtä hyvä kuin” -joukon niin sanotun esentiaalisen osajoukon alkio, muutoin lopputulos on x . (iii) Tapaus (i) on koordinoitu ja tapaus (ii) on ”melkein” koordinoitu. Koordinoimattomassa tilanteessa lopputulokset määritetään rulettimekanismilla, jonka arvojoukko A^* saadaan, jos sosiaalisen valintavastaavuuden F arvot kullakin profiililla R_N yhdistetään joukoksi $\cup F(R_N)$.

Rulettimekanismi on puolestaan seuraavanlainen. Pari $\langle k_i, a_i \rangle$ on toimijan i viesti, joka koostuu kokonaisluvusta k_i , $1 \leq k_i \leq n$, ja vaihtoehtojen joukon alkioista a_i . Toimijoiden jou-

kon N koko $|N|$ on kiinteä positiivinen kokonaisluku n . Poimitaan kokonaislukujen joukosta kaksi alkia b ja k . Lukujen b ja k summa modulo n merkitään $b + k \pmod{n}$ ja määritellään kokonaisluku jäännökseksi r , jos $b + k$ jaetaan luvulla n . Esimerkiksi $5 + 5 \pmod{2} = 0$ ja $20 + 5 \pmod{7} = 4$. Ruletissa sosiaalinen lopputulos $\pi(\langle k_1, a_1 \rangle, \dots, \langle k_n, a_n \rangle)$ on yhtä kuin a ja $\sum^n k \pmod{n}$. Toisin sanoen toimijat valitsevat ”kuninkaan”, joka määrittyy säännöllä $\sum^n k \pmod{n}$ ja johon liittyvä vaihtoehto a on mekanismin lopputulos. Ruletimekanismissa on Nashin tasapaino vain niillä preferenssiprofiileilla R_N , joissa jokaisella toimijalla on sama paras vaihtoehto.

Vahva Nashin tasapaino

Teoksen viidennessä luvussa tarkastellaan mekanismeja, joilla on vahva Nashin tasapaino jokaisella preferenssiprofiililla. Vahva Nashin tasapaino on Nashin tasapaino, mutta käänteinen ei päde. Se on Pareto-optimaalinen ja kuuluu ytimeen. Luvussa esitellään ensin vahvasti konsistentin mekanismin synnyttämien salpausten ominaisuuksia, jotka ovat maksimaalius ja vakaus. Sitten otetaan esille mekanismit, jotka kuvaavat toimijoiden preferenssit suoraan ytimeen eli sosiaaliset valintafunktiot, joiden arvot ovat ytimessä. Näihin suoriin mekanismeihin (direct mechanisms) liittyvien maksimaalisten ja vakaiden salpausten luokkaa on kavennettava vahvan konsistenssiominaisuuden säilyttämiseksi, jonka vuoksi Danilov ja Sotskov tarkastelevat perusteellisesti niin sanottujen laminoituvien salpausten (laminable blockings, s. 164) luokkaa. He kehittävät Pegin yleistyksenä poistokäytänte (elimination procedure) II2 vahvojen Nashin tasapainojen löytämiseksi. Liitteessä tarkastellaan vas-

taavuuksien implementointia vahvojen tasapainojen avulla.

Strategiaprofiilia sanotaan vahvaksi Nashin tasapainoksi mekanismilla π ja preferenssiprofiililla R_N , jos yksikään koalitio ei voi parantaa aidosti lopputulosta (millään toisella strategijonollaan) kaikkien omien jäsentensä preferenssien mukaan, olettaen että komplementaarinen koalitio ei muuta strategiansa. Mekanismeja π sanotaan vahvasti konsistentiksi, jos mekanismilla π on vahva tasapaino millä tahansa profiililla R_N eli vahvojen tasapainojen joukko on epätyhjä jokaisella profiililla R_N . Esimerkiksi vakiomekanismi ja diktatorinen mekanismi ovat vahvasti konsistentteja.

Danilov ja Sotskov esittävät havainnollistavana konstruktiona veto-tyyppisen polettimekanismin (tokens mechanism, veto-mechanism). Jokaiseen vaihtoehtojen joukon A alkioon x liitetään ei-negatiivinen kokonaisluku $\beta(x)$, ja jokaiselle toimijoiden joukon N toimijalle i annetaan ei-negatiivinen määrä $\mu(i)$ poletteja (tokens) niin, että $\sum^N \mu(i) + 1 = \sum^A \beta(x)$. Toimijoita pyydetään asettamaan polettinsa vaihtoehdoille esimerkiksi peräkkäin niin, että poletin asettaja näkee edeltäjän asettamat polettit. Vaihtoehto x poistetaan, jos sille asetettujen polettien määrä on yhtä suuri tai suurempi kuin luku $\beta(x)$. Lopputulos on se vaihtoehto, jota ei ole poistettu. Tällainen vaihtoehto on olemassa, sillä $\sum^N \mu(i) < \sum^A \beta(x)$. Näin syntyvä polettien allokaatio on vahva Nashin tasapaino. Danilov ja Sotskov osoittavat, että polettimekanismi on vahvasti konsistentti.

Maskinin mekanismi on käytännössä epäuskottava. Siinä tasapainoon päätyminen tarkoittaa, että toimijat tietävät toistensa preferenssit. Polettimekanismissa ainoa toimijalle välttämätön informaatio on, mekanismin kullakin askeleella k , askeleeseen k mennessä hy-

lättyjen vaihtoehtojen joukko. Polettimesta toimijan ei tarvitse tietää toisten toimijoiden preferenssejä tai sitä kuka pani minkäkin poletin millekin vaihtoehdolle.

Dominanttien strategioiden tasapaino

Teoksen kolmannessa luvussa tarkastellaan strategiankestäviä mekanismeja eli mekanismeja, joissa jokainen toimija varustetaan parhaalla eli dominantilla strategialla jokaisella sallitulla preferenssi-profiililla. Strategiankestävät mekanismit ovat mekanismien suunnittelun keskeinen alue. Luvussa paneudutaan yksihuippuiseen ympäristöön, lineaariseen ympäristöön ja transferoituvaan ympäristöön. Transferoituvan ympäristön yhteydessä tarkastellaan suhteellisen perusteellisesti Grovesin mekanismeja.

Gibbardin (1973) paljastusperiaatteella (revelation principle) jokaiselle strategiankestävälle mekanismille muodostetaan siihen liitettävissä oleva suora ei-manipuloitava mekanismi, jossa toimijoiden ”käyvät” preferenssit tulevat uuden mekanismin strategioiksi. Mekanismi indusoi toimijat paljastamaan todelliset preferenssinsä eli mekanismi on ei-manipuloitava. Suoran ei-manipuloitavan mekanismin keskeinen piirre on toimijan efektiivinen alue mekanismin lopputulosten joukossa. Efektiivisen alueen käsitteen avulla tarkastellaan ensin lyhyesti universaalia ympäristöä eli ympäristöä, jossa toimijan preferenssejä ei ole rajoitettu. Tuplamekanismissa (duple mechanism) funktion arvojoukossa on enintään kaksi alkioita. Unilateraalissa mekanismissa funktion arvo määräytyy pelkästään diktatorisen toimijan mukaisesti. Universaalissa ympäristössä ei-manipuloitava mekanismi on joko tupla tai unilateraali.

Dominanttien strategioiden mekanismien määrä on pienin preferenssi-profiilien universaaleissa ympäristöissä. Danilov ja Sotskov rajoittavat preferenssi-profiilien joukkoa ja tarkastelevat suhteellisen perusteellisesti preferenssien yksihuippuista ympäristöä. Yksihuippuisuuden tarkasteluun on saatu kiinnostavuutta esittämällä Demangen (1982) rakennelma, jossa toimijoiden preferenssien lineaarinen rakenne vaihtoehtojen joukossa A korvataan yleisemmällä graafiteoreettisella puurakenteella. Mikä tahansa ei-manipuloituva sääntö puussa A saadaan jonkin diktatorisen säännön ja vakiosäännön mediaanina.

Rajoitettaessa lopputulosten joukon rakenne konveksiksi ja määrittelemällä Von Neumannin ja Morgensternin preferenssit kyseisessä joukossa, saadaan affiini ympäristö. Affiinisessa ympäristössä eri strategiankestäviä mekanismeja voidaan yhdistää keskenään konveksien yhdelmien avulla ja muodostaa näin uusia mekanismeja. Esimerkiksi unilateraali (eli ”diktatorinen”) mekanismi tai tuplamekanismi (eli yksiulotteinen konvekssi joukko, joka on kaksiulotteisen joukon vastineena affiinisessa ympäristössä), ovat ei-manipuloituvia affiinisessa ympäristössä.

Danilov ja Sotskov (s. 90) esittävät affiineihin ympäristöihin liittyvän hypoteesin: *Mikä tahansa affiinin ympäristön ei-manipuloituva sosiaalinen valintamekanismi on ei-manipuloituvan unilateraalien ja ei-manipuloituvan yksiulotteisen mekanismin todennäköisyysyhdelmä.* Danilovin ja Sotskovin hypoteesin ovat vahvistaneet osittain Barbera, Bogomolnaia ja van der Stel (1998).

Ydin

Teoksen neljännessä luvussa tarkastellaan va-

kaita lopputuloksia eli lopputuloksia, joita yksikään toimijoiden koalitio ei hylkää (reject, s. 112). Vakaiden lopputulosten joukkoa kutsutaan ytimeksi. Luku keskittyy enemmän salpauksiin kuin varsinaisiin sosiaalisiin valintamekanismeihin. Danilov ja Sotskov tarkastelevat vakaiden salpausten kolmea luokkaa, yhteenlaskettavia, melkein yhteenlaskettavia ja konvekseja salpauksia. Lisäksi he tarkastelevat vakaiden salpausten välttämättömiä ehtoja ja kehittävät veto-käytänteen alkioiden löytämiseksi ytimestä. Luvun liitteenä on salpauksiin liittyviä lisätarkasteluja.

Avoimet kysymykset

Danilovin ja Sotskovin teosta voidaan arvioida kahdesta näkökulmasta: valittujen spesifien tasapainokäsitteiden kannalta ja toimijoita koskevien olettamusten kannalta. Teoksessa tarkastellut teoriat perustuvat neljään tasapainokäsitteeseen, jotka olivat Nashin tasapaino, vahva Nashin tasapaino, dominanttien strategioiden tasapaino ja ydin.

Yksi Nashin tasapainokäsitteen vaikeus liittyy siihen, että Nashin tasapainojen tapauksessa vain ordinaaliseen preferenssi-informaatioon perustuvat sosiaaliset valintasäännöt ovat implementoitavissa. Monet sosiaalisen hyvinvoinnin teoriat perustuvat kuitenkin ordinaalista hyötyinformaatiota rikkaammalle preferenssi-informaatiolle. Esimerkiksi klassinen utilitarismi edellyttää, että toimijoiden preferenssit ovat välimatka-asteikolliset ja tietyllä tavalla vertailukelpoiset.

Toinen Nashin tasapainokäsitteen vaikeus liittyy siihen, miten toimijat päätyvät tasapainoon. Itsenäisesti toimivat osapuolet eivät ehkä saavuta tasapainoa, vaikka tasapaino olisikin olemassa ja käytännössä mahdollinen. Yksi

tapa perustella Nashin tasapaino on olettaa, että toimijoilla on täydellinen tietämys maailmantilasta. Hurwicz (1972) otti esille dynaamisen sopeutumisprosessin kohti Nashin tasapainoa, koska ei halunnut olettaa toimijoiden täydellistä tietämystä. Sopeutumisprosessissa jokainen toimija muuttaa jatkuvasti strategiaansa kiinteän reaktiofunktion mukaisesti, kunnes Nashin tasapaino saavutetaan. Walras'laisen valintasäännön implementoivan mekanismin tasapainot eivät ole kuitenkaan välttämättä vakaita jatkuva-aikaisissa strategiasopeutuksissa (Jordan 1986).

Jos toimijat kuuluvat samaan elämänmuotoon ja voivat kommunikoida keskenään, heillä voi olla kehittyneitä arvauksia toistensa preferensseistä. Tällöin on kuitenkin luultavaa, että he toimivat yhteistoiminnallisesti ja koordinoivat toimensa. Toimijoiden joukon kiinteä osajoukko voi käsittää, että yhteisillä viesteillään he voivat parantaa lopputulosta kaikkien osajoukon jäsenten kannalta, olettaen että komplementaarinen toimijoiden osajoukko ei muuta strategiaansa. Tätä ratkaisukäsitettä sanottiin vahvaksi Nashin tasapainoksi eli koalitiotasapainoksi. Toimijoiden käytettävissä olevan strategiakannan rikastuttaminen toimijoiden neuvottelu- ja informaationvaihtostrategioilla tarkoittaa kuitenkin alkuperäisen mekanismin informaationaalista laajentamista tai iteraatiivisia käytänteitä.

Osa Nashin tasapainon ja koalitiotasapainon ongelmista kaikkooa, jos toimijoilla on muiden toimijoiden suhteen absoluuttisesti optimaaliset, dominantit strategiat. Toimijoiden ei tarvitse tehdä hienostuneita arvauksia toisten toimijoiden preferensseistä tai strategioista, riittää kun toimija pitäytyy jossakin omassa dominantissa strategiassaan. Dominanttien strategioiden tasapaino on vahvennus

Nashin tasapainoon, ja näiden tasapainojen joukko on Nashin tasapainojen joukkoa pienempi. Dominantit strategiat ovat harvinaisia olioita. Ne eivät myöskään takaa optimaalisuutta tai koalitionaalista strategiankestävyyttä. Tästä huolimatta mekanismien laadinnan teoriassa yksi pääkysymys liittyy juuri sellaisiin mekanismeihin, joissa toimijoilla on dominantit strategiat.

Danilovin ja Sotskovin teoksessa ei tietystikään tarkasteltu kaikkia mahdollisia tasapainokäsitteitä, jotka tulisivat mekanismin suunnittelussa kyseeseen. Teoksessa ei tarkastella sosiaalisten valintamekanismien teoriaa, joka perustuu osapelitäydelliseen tasapainoon (Moore & Repullo 1988), takaperoiseen induktioon (Dutta & Sen 1993), ”dominance solvability” -käsitteeseen (Moulin 1979) tai sofistikoituneeseen tasapainoon (Moulin 1983). Yksi keskeinen poisjätetty alue on bayesiläiseen Nashin tasapainoon perustuva mekanismien suunnittelu, jonka panivat alulle d’Aspremont ja Gérard-Varet (1979), Dasgupta, Hammond ja Maskin (1979), Myerson (1979) ja Harris ja Townsend (1981). Baesyläisessä tarkastelutavassa toimijat ovat epätäydellisesti informoituja maailmantilasta. Toimijat liittävät positiivisia todennäköisyyksiä maailmantiloihin ja maksimoivat bayesiläistä odotettua hyötyä. 1990-luvulla ja sen jälkeen bayesiläisessä kirjallisuudessa on tarkasteltu muun muassa epäparametrista, robustia ja virhetoleranttia implementointia.

Arrow’n teokseen *Social Choice and Individual Values* (1963) perustuvassa arrow’laisessa sosiaalisen valinnan teoriassa on tavanomaista olettaa, että jokaisen toimijan preferenssi muodostaa vaihtoehtojen joukon heikon järjestyksen. Danilovin ja Sotskovin teoksessa toimijoiden preferenssien relationaalinen rakenne on

oletettu muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta lineaariseksi järjestykseksi. Matemaattisen esityksen helpottamiseen liittyvä perustelu on kuitenkin talousteoreettisesti triviaali. Sisällöllinen vaikeus on siinä, että lineaarisessa preferenssiteoriassa toimijan preferenssien relationaalinen rakenne hienonnetaan heikosta järjestyksestä yksinkertaiseksi peanolaiseksi progressioksi, jossa numeerisesti epäidenttiset alkiot eivät voi olla koskaan keskenään indifferenttejä.

Yksi argumentti olisi se, että toimijoilla on käytettävissään aiempaa enemmän informaatiota ja he pystyvät ilmaisemaan preferenssin kaikissa niissä tapauksissa, joissa he olivat aiemmin indifferenttejä. Argumentti informaation määrän lisäyksen avulla on kuitenkin ”eksogeeninen” sosiaalisen valinnan teorian sisällön kannalta. Lisäksi tätä argumenttia rajatta jatkaen preferensseistä saadaan lopulta mittaamisen teorian ja verrattavuusteorian kannalta niin tarkkoja, että sosiaalisen valinnan ongelma trivialisoituu tai katoaa. Vaikeus sosiaalisen valinnan teorian sisällön kannalta on siinä, että lineaarisiin preferensseihin siirryttäessä sosiaaliseen valintamekanismiin istutetaan platonisen sensuurin heikko muoto rajoittamalla apriorisesti yksilöiden arvojen ilmaisualaa (luvat ovat järjestysteoreettisesti aina ”erotettavissa” epäidenttiseksi, mutta sosiaaliset vaihtoehdot eivät ole) – tietysti platonistin mukaan näin pitääkin tehdä. □

Kirjallisuus

- Arrow, K. J. (1963): *Social Choice and Individual Values*, New Haven (2nd ed.).
- Barbera, S., Bogomolnaia, A. ja van der Stel, H. (1998): ”Strategy-Proof Probabilistic Rules for Expected Utility Maximizers”, *Mathematical Social Sciences*, vol. 35, No. 2, 89–103.

- Dasgupta, P., Hammond P. J. ja Maskin E. (1979): "The Implementation of Social Choice Rules: Some General Results on Incentive Compatibility", *Review of Economic Studies*, vol. 46, No. 2, 185–216.
- d'Aspremont, C. ja Gérard-Varet, L.-A. (1979): "Incentives and Incomplete Information", *Journal of Public Economics*, vol. 11, No. 1, 25–45.
- Demange, G. (1982): "Single Peaked Orders on a Tree", *Mathematical Social Sciences*, vol. 3, No. 4, 389–396.
- Dutta, B. ja Sen, Arunava (1993): "Implementing Generalized Condorcet Social Choice Functions via Backward Induction", *Social Choice and Welfare*, vol. 10, No. 2, 149–160.
- Gibbard, A. (1973): "Manipulation of Voting Schemes: A General Result", *Econometrica*, vol. 41, No. 4, 587–601.
- Harris, M. ja Townsend, R. R. (1981): "Resource Allocation under Asymmetric Information", *Econometrica*, vol. 49, No. 1, 33–64.
- Hurwicz, L. (1972): "On Informationally Decentralized Systems" teoksessa Radner R. & McGuire C. B. (Eds.) *Decision and Organization*, Amsterdam.
- Jordan, J. (1986): "Instability in the Implementation of Walrasian Allocations", *Journal of Economic Theory*, vol. 39, No. 1, 301–328.
- Monjardet, B. (1978): "An Axiomatic Theory of Tournament Aggregation", *Mathematics of Operations Research*, vol. 3, No. 4, 334–351.
- Moore, J. ja Repullo, R. (1988): "Subgame Perfect Implementation", *Econometrica*, vol. 56, No. 5, 1191–1220.
- Moulin, H. (1979): "Dominance Solvable Voting Schemes", *Econometrica*, vol. 47, No. 6, 1337–1352.
- (1983): *The Strategy of Social Choice*, Amsterdam.
- Myerson, R. (1979): "Incentive Compatibility and the Bargaining Problem", *Econometrica*, vol. 47, No. 1, 61–74.