Kyllä kansa tietää

HANNU NURMI[1]

ABSTRACT
The People Know, All Right

More than two hundred years ago the Marquis de Condorcet argued that under relatively plausible assumptions the probability that the majority of jurors is right exceeds that of any single juror. On the other hand, the majority can also be less competent (in the sense of being less likely right) than any juror. These observations can easily be demonstrated in dichotomous choice situations, provided that the jurors are independent of each other. We discuss the applicability of Condorcet's jury theorem to situations where the individual competences of the jurors are different from each other. We also trace the implications of dependencies of jurors or voters to the competence of the majority.

Johdanto

Voiko kansa olla viisaampi kuin kansalaiset keskimäärin? Kyllä voi. Itse asiassa kansa voi olla jopa viisaampi kuin viisain kansalainen. Toisaalta kansa voi olla tyhmempi kuin kansalaiset keskimäärin; on jopa mahdollista, että se on tyhmempi kuin yksikään kansalaisista. Otsikoksi valittu *Veikko Vennamon* kuolematon tokaisu pitää siis osittain paikkansa, osittain taas ei.

Tämän kirjoituksen tarkoituksena on arvioida tieteelliselle toiminnalle tyypillisillä mallinrakennuksen keinoilla erästä demokratian oikeutuksen kulmakiveä, nimittäin sitä ajatusta, että demokratia tuottaa hyviä tai ainakin kohtuullisen hyviä ratkaisuja. Tulen tarkastelemaan suhteellisen yksinkertaisen mallin valossa, missä olosuhteissa kansan voi todella sanoa tietävän, missä taas ei. Tarkoitan kansan tai yksilön tietämisellä yksinkertaisesti sitä, että kansa tai yksilö on oikeassa. Tämä taas tarkoittaa sitä, että lausuman *s* ollessa tosi kansa tai yksilö väittää, että *s* on tosi, ja *s*:n ollessa epätosi yksilö tai kansa väittää *s*:n olevan epätosi. Tämä ei varmaankaan kata kaikkia tietämiskäsitteen käyttöyhteyksiä, mutta kelpaa tämän esityksen lähtökohdaksi. Tämä kirjoitus ei suinkaan ole pioneerityö Suomessa. *Matti Wiberg* (1984) tarkasteli jo kymmenisen vuotta sitten olennaisesti samaa käsitteistöä ja samoja tuloksia käyttäen asevelvollisten tutkijalautakuntien päätöksentekoa.

Mikä on kansa?

Tietämisen käsitteen tultua edellä rajatuksi määrittelen kansan kansalaisten enemmistöksi. Näin ollen kansan näkökanta on sama kuin kansalaisten enemmistön näkökanta. Määrittely on kieltämättä reduktionistinen, eihän kansan käsitettä liitetä mihinkään immanenttiseen kansalaisista osittain riippumattomaan. Toisaalta jos kansa olisi kansalaisista riippumaton, ei kai olisi kovin mielenkiintoista tarkastella, onko sillä mahdollises-

[1] Tekijä kiittää dos. *Matti Wibergiä* merkittävästä työpanoksesta tämän artikkelin luettavuuden parantamisessa. Olisi tästä huolimatta väärin pitää Wibergiä vastuullisena käsillä olevaan versioon mahdollisesti jääneistä virheistä.

ti vielä tietämiseen liittyviä kansalaisista riippumattomia ominaisuuksia. Teeman kiinnostavuus on juuri siinä, että pyritään selvittämään, missä määrin tietäminen paranee eli viisaus lisääntyy tai tietäminen huononee eli tyhmyys tiivistyy, kun kansalaiset ryhtyvät ryhmässä tekemään päätöksiä asioista, joiden kohdalla voidaan puhua oikeista ja vääristä ratkaisuista.

Kysymyksenasettelu liittyy instituutioiden teoriaan, onhan enemmistöperiaate toki instituutio, vieläpä hyvin yleinen sellainen. Tässä valittu lähtökohta poikkeaa kuitenkin merkittävällä tavalla siitä, miten sosiaalisen valinnan teoria instituutioita arvioi. Tuossa teoriassa lähdetään tyypillisesti kansalaisten (yksilöjen) preferensseistä tai valinnoista määrittelemään sosiaalisia valintoja. Sosiaalisen valinnan teoriassa enemmistöperiaate on yksi tapa aggregoida preferenssejä. Sellaisena sillä on joukko intuitiivisesti arvioiden hyviä ja huonoja ominaisuuksia (ks. esim. May 1952; McKelvey 1979). Ne koskevat sitä, miten enemmistöperiaatteen pohjalta tehtävät sosiaaliset valinnat suhtautuvat yksityisten kansalaisten näkemyksiin. Esim. enemmistöperiaate voi usean vaihtoehdon ollessa kyseessä johtaa lopputulokseen, sanokaamme vaihtoehtoon x, joka on *kaikkien* kansalaisten mielestä huonompi kuin jokin toinen vaihtoehto y (ks. esim. Nurmi 1985). Tämä ei tietenkään ole intuitiivisesti hyvä ominaisuus. Tämäntyyppisellä ominaisuudella, kuten muillakaan modernin sosiaalisen valinnan teorian tarkastelemilla ominaisuuksilla, ei kuitenkaan ole mitään tekemistä sen kanssa, onko x tai y oikea päätös siinä mielessä, että toinen niistä olisi paikkansa pitävä ja toinen ei. Ainoa johtopäätös on se, että x ei erityisen hyvin vastaa kansalaisten näkemyksiä.

Vaikka liikkeelle ei lähdetäkään yksilöjen preferensseistä, kuten sosiaalisen valinnan teorian valtavirrassa on tapana tehdä, voidaan tehtävää silti pitää ao. teorian piiriin kuuluvana, olemmehan toki edelleen tekemisissä ryhmän ja yksilöjen suorittamien valintojen kanssa, tosin niin, että valintoihin nyt liittyy olennainen tiedollinen lisäelementti. Tehtävämme kuuluu sosiaalisen valinnan teoriaan siitäkin syystä, että mainitun teorian merkittävin klassikko markiisi *de Condorcet* (1785) työskenteli juuri oikeisiin valintoihin johtavien menettelyjen problematiikan kanssa. Näin ollen on kohtuullista, että eräät keskeiset tulokset, joihin tuonnempana tutustumme, kantavat Condorcet'n nimeä. Viittaan tulosten historian osalta *Blackin* (1958) teoksen loppuosaan, jossa Condorcet'n työtä tarkemmin selostetaan (ks. myös Granger 1957, 94–136; Nurmi 1982).

Vastikään Suomessa toteutetussa alioikeusuudistuksessa maallikoiden osuus tuomioistuintyöskentelyssä on merkittävästi kasvanut. Kansalaisten suorat vaikutusmahdollisuudet ovat lisääntyneet myös välittömän presidentinvaalin myötä. Kohdakkoin lienee edessä myös kansanäänestys liittymisestä Euroopan Unioniin. Näiden uusien vaikutustilaisuuksien yhteydessä on esiintynyt puheenvuoroja, joissa katsotaan ainakin tuomioistuimissa ja EU-kansanäänestyksessä olevan kyse erityisasiantuntemusta kaipaavista asioista, joihin demokratia ei sovi. Seuraavassa selostettavat tulokset osoittavat, että epäilyillä demokratian toimivuudesta näissä yhteyksissä on rajansa.

Condorcet'n jury-teoreema

Jos ajattelemme, että kullakin meistä on tietty todennäköisyys olla oikeassa, niin mikä silloin on meidän muodostamamme ryhmän enemmistön todennäköisyys olla oikeassa? Tämä oli yksi niistä ongelmista, joihin Condorcet etsi vastausta Ranskan suurta vallankumousta välittömästi edeltäneinä vuosina. Meidän aikanamme Condorcet'n valintateoreettiset kontribuutiot liitetään yleensä syklisten enemmistöjen ilmiöön (Condorcet'n paradoksi) tai Condorcet-voittajan (eli kaikkien pareittaisten vertailujen voittajan) käsitteeseen. Condorcet'n jury-teoreema on kuitenkin näistä erillinen tulos.

Olettakaamme, että jokaisella yksilöllä on tietty kompetenssinsa so. todennäköisyytensä tehdä oikeita valintoja pareittaisia valintoja koskevissa tilanteissa. Niissä siis henkilön on valittava jompikumpi kahdesta vaihtoehdosta. Kyseessä voi esim. olla sellainen joukko »kyllä»- tai »ei»-vastauksia edellyttäviä kysymyksiä, että voidaan sanoa yksilön antaneen oikean tai väärän vastauksen. Henkilön kompetenssi voidaan siten määritellä vaikkapa hänen antamiensa oikeiden vastauksien suhteelliseksi osuudeksi. Yksilöiden lukumäärä olkoon n. Olettakaamme aluksi, että jokaisella yksilöllä on sama todennäköisyys p olla oikeassa. Ajatellaan äänestystilannetta, jossa kukin yksilö vastaa »kyllä» tai »ei» tehtyyn kysymykseen. Olkoon oikean vastauksen antaneiden lukumäärä x. Mikäli yksilöt äänestävät toisistaan riippumattomasti saadaan binomikaavasta määrätyksi todennäköisyys sille, että n:n henkilön joukossa on täsmälleen x oikein vastannutta:

$$f(x) = \binom{n}{x} p^{x} q^{n-x}, \text{ missä } q = 1-p.$$

Merkitään P:llä todennäköisyyttä sille, että kansa enemmistöperiaatetta käyttäen tulee antaneeksi oikean vastauksen. Ts. P on todennäköisyys sille, että kun ryhmä ilmoittaa kannakseen »kyllä» jos enemmän kuin puolet jäsenistä on äänestänyt »kyllä» ja »ei» jos enemmän kuin puolet on äänestänyt »ei», se tulee antaneeksi oikean vastauksen. Tämä sillä edellytyksellä, että kaikilla on sama oikeassa olemisen todennäköisyys p. Ilmeisesti

$$P = \sum_{n'}^{n} \binom{n}{x} p^{x} q^{n-x}, \text{ missä } n' = (n+1)/2$$

Tässä on siis laskettu yhteen todennäköisyydet sille, että täsmälleen x henkilöä on oikeassa, kun x saa kaikki enemmistöä tarkoittavat arvot eli $x \geq (n+1)/2$.

Tätä jakautumaa voidaan tavalliseen tapaan approksimoida normaalijakautumalla, jonka keskiarvo on np ja varianssi npq. Näin saamme

$$P = 1 - G((n/2 - np)/\sqrt{npq}) = G((p - 0.5)/\sqrt{pq/n}).$$

Tässä G-funktio ilmoittaa alueen, joka jää normaalijakautuman tiheysfunktion kuvaajan alle siirryttäessä $-\infty$:stä funktion argumentin osoittamaan pisteeseen. G-funktiota voidaan lähes aina käyttää määrättäessä P:n arvoa, jolloin vältytään niiltä työläiltä laskutoimituksilta, joita binomikaavan käyttö edellyttäisi.

Condorcet'n jury- teoreeman mukaan voimme erottaa kolme tapausta:

(1) Jos $0.5 < p < 1$ ja $n > 2$, niin $P > p$, P kasvaa n:n kasvaessa ja n:n lähetessä ääretöntä, P lähenee 1:tä.

(2) Jos $0 < p < 0.5$ ja $n > 2$, niin $P < p$, P vähenee n:n kasvaessa ja P lähenee nollaa, kun n lähenee ääretöntä.

(3) Jos $p = 0.5$, niin $P = 0.5$ kaikilla n:n arvoilla (Miller 1986).

Normaalijakautuma-approksimaatiota voidaan käyttää lähes kaikissa tapauksissa, ellei p:n arvo ole hyvin lähellä 0:a tai 1:tä. Edellisessä tapauksessa yksilöt olisivat lähes aina väärässä, jälkimmäisessä taas lähes aina oikeassa. Taulukko 1 antaa viitteitä siitä, miten nopeasti P lähenee 1:tä n:n kasvaessa erinäisillä p:n arvoilla.

Teoreeman sanoma on selvä: *kansa kyllä tietää enemmän kuin keskimääräinen kansalainen, jos jälkimmäisen oikeassa olemisen todennäköisyys on suurempi kuin 1/2 ja jos jokaisen kansalaisen oikeassa olemisen todennäköisyys on sama.* Itse asiassa kansasta tulee tällöin todella kaikki tietävä, sillä sen (eli siis enemmistön) oikeassa olemisen todennäköisyys lähestyy 1:tä.

Oletus, jonka mukaan jokainen kansalainen on oikeassa todennäköisyydellä p, joka on suurempi kuin 1/2, on olennainen, sillä teoreema näyttää myös sen, että joukossa tyhmyys tiivistyy. Jos nimittäin mainittu todennäköisyys on pienempi kuin 1/2, niin P lähestyy 0:a, ts. on lähes varmaa, että enemmistö on väärässä.

Condorcet'n jury-teoreema soveltuu kuitenkin hyvin rajalliseen tilannejoukkoon, nimittäin sellaiseen, jossa kaikilla kansalaisilla on sama oikeassa olemisen todennäköisyys eli päätöksentekokompetenssi. Yleensä ihmiset poikkeavat toisistaan paitsi henkisiltä kyvyiltään myös tarkasteltavaa asiaa koskevalta tietomäärältään, mah-

TAULUKKO 1. Enemmistön oikeassa olemisen todennäköisyys dikotomisessa valintatilanteessa (p = yksilön oikeassa olemisen todennäköisyyden keskiarvo; n = ryhmän koko). Lähde: Miller (1986).

	p				
n	.5050	.5500	.7500	.9000	9750
3	.5075	.5748	.8438	.9720	.9982
5	.5094	.5931	.8965	.9914	.9998
7	.5109	.6083	.9294	.9973	.9999
9	.5123	.6214	.9510	.9991	.9999
15	.5154	.6514	.9873	.9999	.9999
25	.5199	.6924	.9981	.9999	.9999
75	.5345	.8079	.9999	.9999	.9999
250	.5628	.9440	.9999	.9999	.9999
1000	.6241	.9993	.9999	.9999	.9999

dollisuuksiltaan hankkia informaatiota jne. Siksi on syytä tarkastella yleisempää asetelmaa.

Yleistetty jury-teoreema

Kansanvallan oikeutuksen onneksi teoreeman yleistäminen ei olennaisesti muuta johtopäätöstä. Seuraava tarkastelu osoittaa sen pätevän siinäkin tapauksessa, ettei yksilöillä ole samaa oikeassa olemisen todennäköisyyttä ja tietyin lisäedellytyksin jopa silloin, kun jotkut ovat useammin väärässä kuin oikeassa. Tarkastelkaamme tilannetta, jossa edelleen jokaisella kansalaisella i on tietty todennäköisyys p_i olla oikeassa. Silloin voidaan todistaa seuraava teoreema (Grofman ym. 1983):

Jos $1/2 < p' < 1$, kompetenssit ovat symmetrisesti jakautuneet keskiarvon molemmille puolille ja $n > 2$, niin $P > p'$ ja P lähenee 1:tä n:n lähetessä ääretöntä. Tässä $p' = p_i/n$ eli oikeassa olemistodennäköisyyksien aritmeettinen keskiarvo.

Tässä teoreemassa siis kaikilla kansalaisilla ei oleteta olevan samaa oikeassa olemisen todennäköisyyttä. Edelleen ei oleteta myöskään kaikkien olevan todennäköisemmin oikeassa kuin väärässä. Sen sijaan oletetaan, että oikeassa olemistodennäköisyyksien keskiarvo on suurempi kuin 1/2 ja että yksilöjen kompetenssit ovat jakautuneet symmetrisesti keskiarvon molemmille puolille, kuten esim. normaalijakautumassa.

Jos voimme olettaa, että jokaisella kansalaisella on puolta suurempi todennäköisyys olla oikeassa, niin silloin emme tarvitse edes yllä mainittua symmetriaolettamusta. Toisin sanoen jos kaikki ovat minimaalisesti kompetentteja (eli kunkin oikeassa olemisen todennäköisyys on suurempi kuin 1/2), niin silloin Condorcet'n jury-teoreema pätee sellaisenaan (Grofman ym. 1983; ks. myös Feld ja Grofman 1984). Edelleen näissä olosuhteissa enemmistön kompetenssi on aina vähintään yksilöjen kompetenssien keskiarvon suuruinen.

Tulos antaa vahvaa tukea Vennamon tokaisulle. Kansa (so. enemmistö) kyllä tietää, vaikka joukossa olisi tietämättömiäkin. Itse asiassa kansan koon kasvaessa, lähestytään kaikkitietävyyttä: mitä enemmän kansalaisia, sen varmemmin enemmistö on oikeassa. Tulos on ilmeisessä ristiriidassa *Dahlin* (1970, 34; lainaus Miller 1986) väitteen kanssa: »... milloin hyvänsä uskomme 1:n olevan merkitsevästi kompetentimpi kuin 2 tai 3 päätöksenteossa, jolla on kannaltamme vakavia seurauksia, haluamme, että 1 tekee päätöksen. Me emme halua, että 2 tai 3 tai enemmistö 1:stä, 2:sta ja 3:sta sen tekee.» Yleistetty Condorcet'n jury-teoreema osoittaa, että meidän saattaisi hyvinkin kannattaa haluta, että päätös tehdään mainitun kolmikon enemmistön kannan mukaisesti. Seuraavassa jaksossa esitetään esimerkki tilanteesta, joka on Dahlin käsityksen vastainen. Ei kuitenkaan voida sanoa niinkään, että Dahlin käsitys olisi aina virheellinen. Vastaus riippuu seikoista, joita yllä olevasta sitaatista ei voi päätellä. Yksilön ja ryhmän kompetenssien vertailu ylipäänsä tietysti edellyttää edellä mainittujen ehtojen lisäksi, että haluamme kannaltamme vakavissa tilanteissa päätöksenteon takaavan mahdollisimman suuren oikeassa olemisen todennäköisyyden. Tämähän ei tietenkään ole itsestään selvää, joten seuraavan jakson esimerkin ristiriita Dahlin käsityksen kanssa voi olla enemmän näennäinen kuin todellinen.

Condorcet ja alioikeusuudistus

Condorcet'n jury-teoreemat osoittavat, että järkevällä huolestuneisuudella asiantuntijoiden vallan pienenemisestä on rajansa. Teoreemat ovat myös omiaan täydentämään sitä perin negatiivista kuvaa, joka sosiaalisen valinnan teoriasta on syntynyt demokratiakeskustelun yhteydessä. On totta, että suuri osa sosiaalisen valinnan teorian dramaattisimmista tuloksista on luonteeltaan negatiivisia siinä mielessä, että niissä osoitetaan useiden sinänsä toivottavien valintamekanismiominaisuuksien olevan yhteen sovittamattomia (ks. esim. Kelly 1978). Monet tässä katsannossa positiiviset tulokset ovat jääneet vähemmälle huomiolle (ks. esim. Intriligator 1982; McCubbins ja Schwartz 1985).

Condorcet'n jury- teoreemojen keskeinen sanoma on se, että *päätöksentekijöiden määrän lisääminen parantaa päätösten kvaliteettia niissä tapauksissa, joissa päätöksentekijään keskimääräinen kompetenssi on suurempi kuin se, mihin harhattoman rahanheiton avustamalla päätöksenteolla päästään.* Edellytys on varsin mieto. Se sallii suurienkin epäpätevien päätöksentekijöiden joukon mukanaolon vaarantamatta enemmistön kaikkitietävyyttä äänestäjien lukumäärän kasvaessa. Kansanäänestys ja muut vastaavat suoran demokratian muodot saavat näistä teoreemoista ilmeistä tukea.

Vertaamme esimerkin vuoksi melko kompetentin tuomarin päätöksenteon tuloksia niihin, jotka saavutetaan, kun häntä avustaa kaksi vähäisemmällä kompetenssilla varustettua maallikkoa. Päätöksenteon kompetenssilla tarkoitetaan tässäkin oikean johtopäätöksenteon todennäköisyyttä, ts. todennäköisyyttä katsoa syytetty syylliseksi tiettyyn rikokseen silloin, kun hän on todella ao. rikokseen syyllistynyt, ja syyttömäksi silloin, kun ei ole siihen syyllistynyt. Oletetaan, että tuomarin kompetenssi on 0.9 ja maallikoiden 1 ja 2 kompetenssit ovat molemmat 0.8 (Miller 1986). Merkitsemällä oikeaa johtopäätöstä +:lla väärää -:lla saamme seuraavan taulukon niistä tapauksista, joissa enemmistö on oikeassa.

tuomari	maallikko 1	maallikko 2	todennäköisyys
+	+	+	0.9x0.8x0.8=0.576
+	+	–	0.9x0.8x0.2=0.144
+	–	+	0.9x0.2x0.8=0.144
–	+	+	0.1x0.8x0.8=0.064

Todennäköisyys P sille, että enemmistö on oikeassa saadaan äärimmäisenä oikealla olevien todennäköisyyksien summana. Se on 0.928, siis suurempi kuin tuomarin todennäköisyys olla oikeassa (0.900). Siten maallikkojen läsnäolo tuomioistuimissa ei välttämättä vähennä vaan saattaa lisätä oikeiden johtopäätösten todennäköisyyttä siitä, mikä se olisi, jos pelkästään kompetentti tuomari olisi päätöksentekijänä.

Muutama huomautus on paikallaan edellisen esimerkin johdosta. Ensinnäkin ei ole niin, että yhden maallikon tuominen tuomarin apuriksi lisäisi tuomioistuimen kompetenssia. Tämän voi helposti todeta laskemalla enemmistökompetenssi tuomioistuimessa, jossa tuomarin kompetenssi on 0.9 ja maallikon 0.5.

Toiseksi enemmistön tekemiseksi kompetenteinta yksilöä kompetentimmaksi ei välttämättä onnistu kovin pienillä jäsenmäärän lisäyksillä. Esimerkkinä voisi olla tilanne, jossa tuomarin kompetenssi on 0.8, maallikkojen 1 ja 2 kompetenssien ollessa 0.4. Kompetenssien keskiarvo on tällöin 0.53 ja enemmistön kompetenssi 0.544. Jälkimmäinen on tietysti paljon alhaisempi kuin 0.85. Tässä esimerkissä kompetenssien jakautuma ei ole symmetrinen, joten esimerkki ei oikeastaan kuulu edellisessä jaksossa esitetyn teoreeman piiriin siltä osin kuin kyse on kompetenssien keskiarvon ja enemmistökompetenssin suhteesta. On tärkeää huomata, etteivät suhteellisen pienet äänestyselinten jäsenmäärien laajennukset suinkaan välttämättä tee ryhmän enemmistöä viisaammaksi kuin ryhmän viisain yksilö. Niissä tapauksissa, joissa kompetenssijakautumat ovat symmetrisiä ja kompetenssien keskiarvo on suurempi kuin 1/2, ja niissä, joissa kaikki äänestäjät ovat minimaalisesti kompetentteja, enemmistön kompetenssi aina kuitenkin on vähintään yksilökompetenssien aritmeettisen keskiarvon suuruinen ja ryhmän koon kasvaessa tarpeeksi suureksi ylittää yksilöjen maksimikompetenssin. Se, miten suureksi ryhmän koon pitää kasvaa ennen kuin jälkimmäinen arvo tulee ylitetyksi, riippuu yksilöjen kompetenssiarvoista. Se tulee kuitenkin lopulta ylitetyksi millä hyvänsä kompetenssien jakautumalla, kunhan vain kompetenssien keskiarvo pysyy puolikasta suurempana.

Kolmanneksi se, minkä tyyppisen kompetenssin omaavia yksilöjä olisi parasta lisätä ryhmään enemmistökompetenssin lisäämiseksi, on mutkikkaampi kysymys kuin ensinäkemältä voisi kuvitella. Ei nimittäin ole välttämättä niin, että kun ryhmään lisätään sellainen yksilö, jonka kompetenssi ylittää ryhmän keskiarvon, samalla tultaisiin välttämättä lisänneeksi enemmistökompetenssia. Feldin ja Grofmanin (1984, 281) esimerkissä ryhmä koostuu kolmesta yksilöstä, joiden kompetenssit ovat 1/2, 1.0 ja 1.0. Keskiarvo on 0.83. Jos ryhmään lisätään yksilö, jonka kompetenssi on 0.9, on uuden ryhmän enemmistökompetenssi 0.975. Alkuperäisen ryhmän enemmistökompetenssi on 1.0, joten keskimääräistä kompetentimman jäsenen lisääminen ryhmään vähentää enemmistökompetenssia. Sen sijaan on välttämättä niin, että jos minimaalisen kompetenteista yksilöistä koostuvaan ryhmään lisätään yksilö, jonka kompetenssi ylittää ryhmän enemmistökompetenssin, niin laajennetun ryhmän enemmistökompetenssi paranee aiemmasta (Feld ja Grofman 1984, 281). Siten jos halutaan lisätä enemmistökompetenssia minimaalisen kompetenteista yksilöistä koostuvissa ryhmissä, on verrattava lisättävien henkilöiden kompetensseja vallitsevan enemmistökompetenssin tasoon, ei keskimääräiseen yksilökompetenssiin.

Entä sitten poliittinen päätöksenteko? Teoreemat näyttäisivät viittaavan siihen, että päätöksenteon siirtäminen asiantuntijalta eduskunnalle tai jälkimmäiseltä kansalle lisää edellä mainittujen oletusten vallitessa oikeiden päätösten tekemisen todennäköisyyttä. Tässä on kuitenkin syytä todeta, että eduskunnan jäsenten tai kansalaisten päätöksenteko tuskin koskaan perustuu täydelliseen riippumattomuuteen muista jäsenistä tai kansalaisista. Siten teoreemat eivät tiukasti ottaen sovellu sellaisenaan eduskuntaan tai kansanäänestyksiin. Siltä osin kuin alioikeuksien jäsenten voidaan katsoa olevan toisistaan riippuvaisia, voidaan sama väite esittää myös alioikeuksien osalta. Palaamme tuonnempana päätöksentekijäin keskinäisriippuvuuden vaikutukseen yleistettyyn Condorcet'n jury-teoreemaan.

Edelleen voidaan tietysti kysyä, onko eduskunnan jäsenten tai kansalaisten kompetenssi keskimäärin suurempi kuin 1/2. Tämä riippuu varmaan monista seikoista. Erityinen vaikeus on siinä, ettei eduskunnalla tai kansanäänestyksellä ole useinkaan tapana päättää asioista, joihin on luontevaa liittää määreet »oikea» tai »väärä». Itse asiassa poliittisen päätöksenteon piiriin ei yleisen käsityksen mukaan pitäisikään lukea asioita, joihin nämä määreet voidaan ongelmattomasti liittää. Condorcet'n jury-teoreemat osoittavat kuitenkin, ettei tällaisiakaan asioita olisi mitenkään välttämätöntä sulkea pois ryhmäpäätöksenteon piiristä.

Condorcet'n jury-teoreema ja kansanäänestykset

Tilanteissa, joissa tehtävä päätös on luonteeltaan poliittinen, voidaan edellä mainittuja Condorcet'n jury-teoreeman versioita soveltaa tietyin lisäoletuksin. Näistä tärkeimmän mukaan voidaan mielekkäästi puhua äänestäjän todellisen edun mukaisesta päätöksestä ja siitä, että päätös on »oikea» jos ja vain jos se on äänestäjän todellisten intressien mukainen. Äänestäjän siis katsotaan äänestävän oikein eli olevan oikeassa silloin, kun hän äänestää todellisten intressiensä mukaisesti. Esim. EU-kansanäänestyksessä liittymissopimuksen hyväksymisen puolesta äänestävä on oikeassa, jos EU:in liittyminen on hänen todellisten intressiensä mukaista. Jälkimmäinen puolestaan määräytyy sen mukaan, miten hän intressinsä määrittelee. Egoisti saattaa määritellä intressinsä oman hyvinvointinsa muutoksien avulla, patriootti taas isänmaan kunnian avulla jne. Tilanne poikkeaa edellä tarkastellusta mm. siinä, että toimijoiden intressien oletetaan olevan toisistaan poikkeavat. Edellä tarkastelluissa tilanteissahan implisiittisesti oletetaan intressien olevan siten yhteisiä, että kaikkien intressinä on oikean päätöksen tekeminen. Seuraavassa tarkasteltava tilanne palautuukin edellä tarkasteltuihin siinä tapauksessa, että kaikilla äänestäjillä on sama todellinen intressi (ks. Miller 1986).

Kuten edellä tarkastelemme jatkossakin dikotomista valintatilannetta. Äänestäjän todellinen intressi voidaan tulkita esim. hänen päätökseen siinä tapauksessa, että hänen käytettävissään olisi kaikki asiaankuuluva informaatio. Äänestäjän kompetenssi olisi siis hänen todennäköisyytensä äänestää »kyllä», kun hänen todellinen intressinsä on »kyllä», ja »ei», kun hänen todellinen intressinsä on »ei».

Määrittelemme nyt Milleriä lainaten valintaprosessin onnistumisen: valintaprosessi onnistuu silloin ja vain silloin, kun enemmistön todellinen intressi muodostuu kollektiiviseksi päätökseksi, ts. kollektiivinen päätös on sama kuin siinä tapauksessa, että kaikki äänestäjät omaisivat täydellisen informaation käsiteltävästä asiasta.

Condorcet'n jury-teoreeman perusversion mukaisesti oletamme, että kaikki äänestäjät ovat yhtä kompetentteja, ts. kaikilla äänestäjillä on sama todennäköisyys p äänestää todellisen intressinsä mukaisesti. Merkitsemme edelleen $q = 1 - p$, kuten edellä. Olkoon n_A niiden äänestäjien lukumäärä, joiden todellinen intressi olisi »A». Vastaavasti n_B olkoon niiden äänestäjien lukumäärä, joiden todellinen intressi on »B». Lukija voi mielessään antaa A:lle ja B:lle arvot »kyllä» ja »ei» ja ajatella kyseessä olevan esim. jonkin kansanäänestyskysymyksen.

Oletamme nyt rajoituksetta, että $n_A > n_B$. Merkitsemme x:llä vaihtoehdolle A annettujen äänten lukumäärää. Silloin x:n odotusarvo $E(x) = n_A p + n_B q$.

Koska $n_A > n_B$, niin $n_A = n/2 + a$ ja $p = 1/2 + b$, missä a ja b > 0.

Täten saamme: $E(x) = (n/2 + a)(1/2 + b) + (n/2 - a)(1/2 - b) = n/2 + 2ab$.

Viimeksi mainittu ilmaisu on tietysti suurempi kuin n/2. Näin ollen aina kun äänestäjien kompetenssi on suurempi kuin 1/2, voimme odottaa valinprosessin onnistuvan eli tuottavan enemmistön todellisen intressin mukaisen päätöksen. Siten aina kun äänestäjien kompetenssit ovat yhtä suuret, voimme odottaa enemmistöperiaatteen tuottavan enemmistön todellisten intressien mukaisen päätöksen. Tämä ei tarkoita, että kaikki enemmistön puolella äänestäneet saisivat todellisen intressinsä mukaisen lopputuloksen; enemmistön joukossahan voi olla »väärin» äänestäneitä ts. sellaisia, jotka äänestivät voittaneen kannan puolesta, vaikka heidän todellinen intressinsä olisi päinvastainen. Samoin vähemmistöön jääneiden joukossa voi olla »väärin» äänestäneitä, so. sellaisia, joiden todellista intressiä enemmistön päätös edustaa. Silti mainituin olettamuksin enemmistön todellisten intressien mukainen päätös saa taakseen enemmistön äänistä odotusarvoin arvioituna. Merkitsemme seuraavassa $p^* = E(x)/n$. Tämä on niiden äänten odotettavissa oleva osuus, jotka ovat enemmistön kannan mukaisia.

Mikä nyt on todennäköisyys sille, että enemmistön todellinen intressi muodostuu myös enemmistöpäätökseksi? Tämähän on demokratian kannalta mitä olennaisin kysymys. Merkitsemme $x(A)$ = niiden A:ta äänestäneiden lukumäärä, joiden todellinen intressi on A, ja $x(B)$ = niiden A:ta äänestäneiden lukumäärä, joiden todellinen intressi on B, mutta jotka virheellisesti äänestävät A:ta. Siten $x = x(a) + x(B)$. Binomikaavaa soveltaen saamme:

$$f(x(A)) = \binom{n_A}{x(A)} p^{x(A)} q^{n_A - x(A)}$$

$$f(x(B)) = \binom{n_B}{x(B)} q^{x(B)} p^{n_B - x(B)} .$$

Voimme nyt laskea todennäköisyyden sille, että valintaprosessi onnistuu, ts. enemmistön kanta on enemmistön todellisen intressin mukainen. Se saadaan todennäköisyytenä sille, että x on yli puolet äänestäjistä. Tämä taas määrätään seuraavasti:

$$P^* = \sum_{x=n'}^{n} \sum_{x(B)=k}^{n_B} \binom{n_A}{x(A)} \binom{n_B}{x(B)} p^{n_B + x(A) - x(B)} q^{n_A - x(A) + x(B)} .$$

Tässä $n' = (n+1)/2$ sekä $k = x - n_A$, mikäli $x - n_A > 0$, ja $k=0$, muutoin. P^*:n jakautumaa voidaan jälleen approksimoida normaalijakautumalla, jonka keskiarvo on $n_A p + n_B q = E(x) = np^*$ ja varianssi on $n_A pq + n_B pq = npq$ (ks. Miller 1986, 180). Näin saadaan Condorcet'n jury-teoreeman seuraava yleistys:

Jos $1/2 < p < 1$ ja $n > 2$, niin mille hyvänsä suhdearvolle n_A/n on voimassa (1) $P^* > p^*$, (2) P^* kasvaa n:n kasvaessa ja (3) P^* lähenee 1:tä n:n lähetessä ääretöntä. Toisin sanoen Condorcet'n alkuperäinen jury-teoreema on voimassa tässäkin tapauksessa. Päätöksentekijäin määrän lisääminen kasvattaa enemmistön todellisen intressin mukaisen valinnan tekemisen todennäköisyyttä. Edelleen enemmistön oikeassa olemisen todennäköisyys on suurempi kuin oikeassa olemistodennäköisyyksien aritmeettinen keskiarvo.

Olemme edellä tarkastelleet Condorcet'n juryteoreemaa Millerin esityksen mukaisesti lieventäen äänestäjäkunnan homogeenisuusoletusta. On osoittautunut, ettei homogeenisuusoletus ole välttämätön Condorcet'n tulokselle, jonka mukaan ryhmän enemmistö on ryhmän keskimääräistä jäsentä todennäköisemmin oikeassa ja lähenee kaikkitietävyyttä jäsenistön määrän kasvaessa. Keskimääräisen kompetenssin on toki oltava puolikasta suurempi ja kompetenssijakauman symmetrinen (elleivät kaikki äänestäjät ole minimaalisen kompetentteja, jolloin mikä hyvänsä jakautuma riittää tulokselle). Edellä sanottu pätee kuitenkin vain siinä tapauksessa, että äänestäjät ovat toisistaan riippumattomia. Ellei tämä ehto ole voimassa, emme voi soveltaa edellä käytettyä binomikaavaa emmekä siten myöskään normaalijakauma-approksimaatiota. Kun toisaalta tuntuu epärealistiselta olettaa äänestäjäkunnan tai valamiehistön olevan toisistaan riippumattomia, on syytä tarkastella Condorcet'n teoreeman kohtaloa siinä tapauksessa, että äänestäjät ovat jotenkin toisistaan riippuvaisia esim. yhteisen ideologian ja/tai ryhmäkurin vuoksi.

Äänestäjien keskinäisriippuvuus

Keskinäisriippuvuuden vaikutusta on tarkasteltu ensinäkemältä melkoisesti edellä kuvatusta poikkeavassa yhteydessä, nimittäin systeemien luotettavuusanalyysissa. Siinä pyritään selvittämään systeemien todennäköisyyttä toimia sen jälkeen, kun tietty osa komponenteista on joutunut epäkuntoon. Esim. enemmistösysteemimalli rakennetaan olettaen, että systeemi koostuu tietystä komponenttijoukosta ja että systeemi toimii kunnolla silloin ja vain silloin, kun enemmistö komponenteista on kunnossa. Kun kuhunkin komponenttiin liitetään virheettömän toiminnan todennäköisyys, voidaan analysoida enemmistösysteemien luotettavuutta eli kunnollisen toiminnan todennäköisyyttä lähtien erilaisista komponenttien keskinäisriippuvuuksista. Tämäntyyppisiä malleja tarkastelee *Boland* (1989; ks. myös Boland, Proschan ja Tong 1989).

Olettakaamme, että dikotomisia arvoja 0 ja 1 (epäkunnossa, kunnossa) saavat komponentit ovat $Y, X_1, \ldots, X_{2m}$. Lisäksi oletamme, että $p(Y=1) = p(X_i=1) = p$. Toisin sanoen kaikkien komponenttien kunnossa pysymisen todennäköisyys on sama p. Ehdolliset todennäköisyydet taas ovat:
$p(X_i=1|Y=1) = p + rq$,
$p(X_i=1|Y=0) = p - rp$, missä $i = 1,\ldots,2m$.

Tässä r on keskinäisriippuvuutta tai korrelaatiota mittaava parametri, sillä ilmeisesti r:n ollessa 1, todennäköisyys sille, että Y:n saadessa arvon 1 myös X_i:t saavat arvon 1, on 1. Toisaalta r:n ollessa 0, X_i- muuttujien arvojen ehdolliset todennäköisyydet ovat samat kuin niiden absoluuttiset todennäköisyydet, joten ne ovat Y:stä riippumattomia. Negatiivista keskinäisriippuvuutta ei siis tässä mallissa ole mahdollista kuvata, vaan ainoastaan positiivista riippuvuutta tai riippumattomuutta.

Boland osoittaa, että todennäköisyys sille, että enemmistö komponenteista toimii kunnolla, vähenee korrelaation kasvaessa. Jos tulkitsemme tulosta äänestyskontekstissa, tarkoittaa se sitä, että *enemmistön todennäköisyys olla oikeassa vähenee, kun äänestäjien positiivinen riippuvuus yhdestä »johtajasta» (muuttuja Y) kasvaa.* Kuitenkin aina kun korrelaatio on pienempi kuin 1, enemmistön todennäköisyys olla oikeassa ylittää yksittäisen äänestäjän vastaavan todennäköisyyden. Näin ollen Bolandin tavoin mallinnettu keskinäisriippuvuus ei muuta Condorcet'n jury-teoreeman keskeistä sisältöä.

Äsken mainittua tapaa yleisemmin keskinäisriippuvuutta tarkastelee *Sven Berg* (1993). Hän korvaa Condorcet'n jury-teoreeman binomijakaumaoletuksen Pólya-Eggenberger- jakaumalla, jota myös kutsutaan beta-binomijakaumaksi. Se on yleistys binomijakaumasta. Tässä jakaumassa tasan x:n valamiehen oikeassa olemisen todennäköisyys saadaan kaavasta:

$$b_n(x;p,h) = \binom{n}{x} p^{[x,h]} q^{[n-x,h]} / 1^{[n,h]},$$

Tässä $h > \max(-p/(n-1), -q/(n-1))$. Hakasulkueksponenteilla on merkitty kasvavia kertomalausekkeita: $p^{[x,h]} = p(p+h)(p+2h)\ldots(p+(x-1)h)$. On ilmeistä, että kun h=0 yllä mainittu jakauma palautuu binomijakaumaksi. Minkä hyvänsä kahden äänestäjän korrelaatio on h/(h+1). Siten h on nähtävä keskinäisriippuvuutta mittaavana parametrina. Muuttujien dikotomisuudesta johtuen korrelaation arvo on pienempi kuin 1 ja suurempi kuin $-q/(n-1-q)$.

Bergiltä lainattu taulukko esittää enemmistökompetenssin vaihtelua pienillä h:n arvoilla (Taulukko 2). Taulukosta ilmenee, että itseisarvoltaan pienen keskinäisriippuvuuden vaikutus enemmistökompetenssiin on lisäävä, jos riippuvuus on negatiivista ja vähentävä, jos se on positiivista. Itse asiassa näin voidaan osoittaa olevan asian laita aina, kun p > 1/2 (Berg 1993, 92–93). Niin ollen äänestäjien positiivinen keskinäisriippuvuus on ryhmäpäätösten oikeassa olemistodennäköisyyttä vähentävä seikka suhteessa asetelmaan, jossa äänestäjät ovat toisistaan riippumattomia.

Tästä huolimatta Condorcet'n jury-teoreeman keskeinen sisältö säilyy muuttumattomana betabinomijakautuneiden äänestystodennäköisyyksien tapauksessa. Toisin sanoen kun p > 1/2 ja h:n arvo on kiinteä, niin enemmistön oikeassaolemisen todennäköisyys kasvaa äänestäjien lukumäärän kasvaessa. Edelleen aina kun 1/2 < p < 1, enemmistön todennäköisyys olla oikeassa on suurempi kuin p.

TAULUKKO 2. Enemmistötodennäköisyydet yksilötodennäköisyydellä p = 0.6 ryhmäkoon ollessa n, h:n kolmella eri arvolla. Lähde: Berg (1993).

n =	h = −0.08	0	0.08
5	0.7221	0.6826	0.6587
	h = −0.04	0	0.04
9	0.7784	0.7334	0.7084
	h = −0.01	0	0.01
41	0.955	0.905	0.867

Johtopäätöksiä

Edellä olemme tarkastelleet tilanteita, joissa ryhmän enemmistön voidaan odottaa olevan oikeassa suuremmalla todennäköisyydellä kuin ryhmän keskimääräinen jäsen, ja tilanteita, joissa ryhmän enemmistö on kompetentimpi kuin kukaan ryhmän jäsenistä. Riippumattomien äänestäjien ollessa kyseessä ja silloin, kun äänestäjien oikeassa olemisten jakauma on symmetrinen ja aritmeettinen keskiarvo suurempi kuin 1/2 tai kun kaikki äänestäjät ovat minimaalisesti kompetentteja, ryhmä voi olla todella mitä hyvänsä yksilöä kompetentimpi. Kompetenssi sen kuin lisääntyy ryhmän koon kasvaessa ja lähenee kaikkitietävyyttä kun ryhmä kasvaa rajatta. Toisaalta mainitun keskiarvon ollessa pienempi kuin 1/2 enemmistön inkompetenssi kasvaa samoin edellytyksin, ts. enemmistön todennäköisyys olla oikeassa lähenee nollaa, kun ryhmän koko kasvaa.

Riippumattomien äänestäjäjoukkojen voidaan kuitenkin arvella olevan paremmin poikkeus kuin sääntö todellisuudessa. Siksi tarkastelimme myös korreloituneiden äänestäjien muodostamia ryhmiä. Condorcet´n jury-teoreeman voidaan osoittaa pätevän niihinkin tosin niin, että äänestäjien positiivinen korrelaatio hidastaa enemmistön oikeassa olemisen todennäköisyyden kasvua siihen nähden, mitä se olisi, jos äänestäjät olisivat toisistaan riippumattomia. Edelleenkin on kuitenkin niin, että ryhmän enemmistön kompetenssi lopulta ylittää yksilöjen kompetenssin, mikäli jälkimmäinen on suurempi kuin 1/2. Ehkä hieman yllättäen äänestäjien negatiivinen korrelaatio nopeuttaa ryhmän enemmistön kompetenssin kasvua ryhmän koon kasvaessa jopa siitä, mitä se olisi, jos äänestäjät olisivat toisistaan riippumattomia.

Olisi kuitenkin väärin sanoa, että edellä tarkastellut tilanteet kattavat kaikki mahdolliset. Meillä on melko vähän tietoa epähomogeenisista kompetenssijakautumista yleensä ja erityisesti epäsymmetrisistä kompetenssijakautumista, joissa on mukana äänestäjiä, joiden kompetenssi on pienempi kuin 1/2, vaikka kompetenssikeskiarvo on suurempi kuin 1/2. Samoin korreloituneiden äänestäjäryhmien enemmistökompetenssista tiedetään vielä melko vähän.

Condorcet'n jury-teoreema on periaatteessa positiivinen tulos ja sellaisena asettuu vastakohdaksi monille sosiaalisen valinnan teorian negatiivisille tuloksille. Sellaisia on saavutettu myös enemmistöperiaatteen osalta (ks. Nurmi 1980). Esim. McKelvey (1979) osoittaa, että enemmistöperiaate sinänsä ei takaa juuri minkäänlaista stabiliteettia kollektiivisessa päätöksenteossa. Mistä hyvänsä vaihtoehdosta voidaan päätyä mihin hyvänsä toiseen vaihtoehtoon (tai vaikka alkuvaihtoehtoon itseensä) enemmistöperiaatetta noudattaen. On kuitenkin huomattava, että Condorcet'n jury-teoreema koskee dikotomista ts. kahden vaihtoehdon valintatilannetta. Tätä tilannetta koskevia negatiivisia tuloksia ei juuri ole olemassa. Itse asiassa Mayn (1952) enemmistöperiaatteen aksiomatisointi koostuu kauttaaltaan »hyvistä» ominaisuuksista. Ongelmiin joudutaan enemmistöperiaatteen soveltamisessa silloin, kun vaihtoehtojen lukumäärä on suurempi kuin kaksi. Siten Condorcet'n jury-teoreema moderneine yleistyksineen on argumentti suoran demokratian puolesta. Lisäksi se perustelee mitä ilmeisimmällä tavalla sitä, että kansanäänestykset olisi syytä rajoittaa kahteen vaihtoehtoon (ks. myös Nurmi 1994). Näin ei vain vähennettäisi menettelyn manipulointimahdollisuuksia, vaan helpotettaisiin myös tuloksen tulkintaa.

KIRJALLISUUS

Berg, S. (1993): Condorcet's Jury Theorem, Dependency among Jurors. *Social Choice and Welfare 10*: 87–95.

Black, D. (1958): *Theory of Committees and Elections*. Cambridge, Cambridge University Press.

Boland, J. (1989): Majority Systems and the Condorcet Jury Theorem. *The Statistician 38*, 181–189.

Boland, J., Proschan, F. ja Tong, Y.L. (1989): Modelling Dependence in Simple and Indirect Majority Systems. *Journal of Applied Probability 26*, 81–88.

Condorcet, Nicolas Caritat de (1785): *Essai sur l'application de l'analyse à la probabilité des décisions rendues à la pluralité des voix*. Pariisi.

Dahl, R.A. (1970): *After the Revolution*. New Haven, Yale University Press.

Feld, S.L. ja Grofman, B. (1984): The Accuracy of Group Majority Decisions in Groups with Added Members. *Public Choice 42*, 273– 285.

Granger, G.-G. (1956): *La mathématique sociale du Marquis de Condorcet*. Pariisi, Presses Universitaires de France.

Grofman, B. , Owen, G. ja Feld, S.L. (1983): Thirteen Theorems in Search of the Truth. *Theory and Decision 15*, 261–278.

Intriligator, M.D. (1982): Probabilistic Models of Choice. *Mathematical Social Sciences* 2, 157–166.

Kelly, J.S. (1978): *Arrow Impossibility Theorems*. N

York, Academic Press.
May, K.O. (1952): A Set of Independent, Necessary and Sufficient Conditions for Simple Majority Decision. *Econometrica 20*, 680–684.
McCubbins, M.D. ja Schwartz, Th. (1985): The Politics of Flatland. *Public Choice 46*, 45–60.
McKelvey, R.D. (1979): General Conditions for Global Intransitivities in Formal Voting Models. *Econometrica 47*, 1085–1112.
Miller, N.R. (1986): Information, Electorates, and Democracy: Some Extensions and Interpretations of the Condorcet Jury Theorem. Teoksessa Grofman, B. ja Owen, G. (toim.): *Information Pooling and Group Decision Making*. Greenwich, CT, JAI Press.
Nurmi, H. (1980): Majority Rule: Second Thoughts and Refutations. *Quality and Quantity 14*, 743–765.
Nurmi, H. (1982): Aatelismiehiä kansanvallan asialla. Teoksessa T. Toivonen (toim.): *Yhteiskuntatieteiden kentältä*. Turun yliopiston julkaisuja C 34, Turku.
Nurmi, H. (1985): Problems of Voting Procedure. Teoksessa *Year Book 1984–1985*. Helsinki, Academia Scientiarum Fennica.
Nurmi, H. (1994): EU-kansanäänestys ja sosiaalisen valinnan teoria. *Kanava 22*, 36–38.
Wiberg, M. (1984): Omantunnon testaamisen kriteerit. *Politiikka 26*, 299–304.