# UDDATALSMETODEN OCH VALSYSTEM

SVANTE LINUSSON

## 1. Introduction

Första gången jag såg uddatalsmetoden tycktes den mig mystisk. Jag undrade hur i hela friden man hade kommit fram till en sådan udda metod för att göra något så viktigt som att fördela platser i riksdagen. Med tiden har jag kommit till insikt om att uddatalsmetoden faktiskt är väldigt bra på att fördela mandat så proportionellt som möjligt efter antalet röster. Jag skulle till och med vilja påstå att den är perfekt så länge man jämför utfallet för två partier i taget. Min avsikt med denna artikel är att försöka förmedla denna insikt och att ge en litet smakprov på problemen med att utforma det perfekta valsystemet.

I första avsnittet presenteras den lilla kommunen Örkelträsk och deras problem med att besätta de 7 platserna i fullmäktige. I avsnitten därpå visas hur uddatalsmetoden skulle fungera i detta fall och varför den faktiskt ger ett rimligt utfall. I avsnitt 2.4 diskuteras så en del praktiska konsekvenser hos det system med olika småpartispärrar som i praktiken gäller i Sverige.

I avsnitt 3 byter vi ämne en aning och presenterar den så kallade Arrows diktatorsats. Den säger att det är omöjligt att formulera ett valsystem som samtidigt uppfyller fyra naturliga kriterier. Ett exempel på hur det kan gå snett vid en omröstning i en melodifestival och vid en konståkningstävling får illustrera problemet.

Ursprunget till denna artikel är ett föredrag jag höll på Svenska Matematikersamfundets utbildningsdagar den 25 januari 2007 [8].

## 2. Uddatalsmetoden

2.1. **Exempel från Örkelträsk.** Vi utgår nu från den fiktiva lilla kommunen Örkelträsk. Där skall exakt 700 personer rösta i kommunalvalet på partierna A, B och C. Fullmäktige i Örkelträsk har praktiskt nog 7 platser (mandat) som skall fördelas mellan partierna utifrån röstetalen.

---

*Date*: 25 oktober 2007.

Matematiska Institutionen, KTH, SE-100 44 Stockholm, Sweden (linusson@math.kth.se).

Låt oss se på några möjliga utfall.

| | | Parti A | Parti B | Parti C | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fall 1 | röster | 400 | 200 | 100 | |
| | mandat | 4 | 2 | 1 | lätt att vara överens om |
| Fall 2 | röster | 300 | 300 | 100 | |
| | mandat | 3 | 3 | 1 | också klart |
| Fall 3 | röster | 360 | 240 | 100 | |
| | mandat | 4 | 2 | 1 | närmast fall 1 |
| Fall 4 | röster | 333 | 237 | 130 | |
| | mandat | ? | ? | ? | Matematisk metod krävs |
| Fall 5 | röster | 367 | 267 | 66 | |
| | mandat | ? | ? | ? | |

I fallen 1 och 2 finns det inga problem att fördela de 7 mandaten eftersom invånarna har haft vänligheten att fördela sina röster i jämna hundratal. I fall 3 ser man att parti C har fått lika många röster som tidigare och alla i Örkelträsk är överens om att de även nu bör få ett mandat. Tittar vi sedan på partierna A och B har de röstetal som ligger närmare fall 1 än fall 2. Det blir därför mest proportionerligt att fördela mandaten mellan dem som i fall 1. Men i fall 4 och 5 har partirepresentanterna helt olika syn på hur många mandat som skall fördelas till vilket parti och alla lyckas hitta något argumet för varför just de skall ha många mandat. Det krävs en grundlagsreglerad matematik för att lösa dilemmat.

2.2. **Så utförs Uddatalsmetoden.** Vid demokratiska val används olika metoder i olika länder för att utse regeringschef och fördela platserna i parlamentet. Men det är förstås av yttersta vikt att man i förväg har kommit överens om vilken metod som skall användas och därför brukar sådant regleras i ländernas grundlag eller motsvarande.

I Sverige används till såväl riksdag som landstings- och kommunfullmäktige en matematisk metod som kallas uddatalsmetoden, jämte en del politiska justeringar för att försvåra för små partier. Justeringarna återkommer vi till i avsnitt 2.4 nedan. Uddatalsmetoden verkar först har föreslagits av belgaren Sainte-Laguë och kallas ibland Sainte-Laguës metod.

Uddatalsmetoden fördelar mandaten stegvis, ett i taget till det parti som i det steget har störst jämförelsetal. I början är jämförelsetalet samma som antalet röster partiet fått. Då partiet fått sitt första mandat divideras antalet röster med 3. Efter andra mandatet blir ett partis jämförelsetal lika med antalet röster dividerat med 5 o.s.v. Har partiet fått $n$ mandat är

$$\text{jämförelsetalet} = \text{antalet röster}/(2n+1)$$

i nästa steg. Denna procedur kan tyckas konstig, men en motivering presenteras i avsnitt 2.3 nedan. Först ett par exempel.

**Exempel 1:** Låt oss gå igenom hur uddatalsmetoden fungerar på fall 4 från Örkelträsk. Parti A har flest röster så de får först ett mandat. Jämförelsetalet för parti A blir sedan $333/3 = 111$. I steg 2 har parti B störst jämförelsetal med 237 och de får sitt första mandat och nytt jämförelsetal $237/3 = 79$. I steg 3 får parti C ett mandat och nytt jämförelsetal 130/3. I steg 4 har parti A åter störst jämförelsetal och får sitt andra mandat. Deras nya jämförelsetal blir då 333/5. Följande tabell visar en fullständig genomgång av fall 4.

| | Parti A | Parti B | Parti C | |
|---|---|---|---|---|
| röster | 333 | 237 | 130 | Mandat 1 till A |
| jämförelsetal | 111(333/3) | 237 | 130 | Mandat 2 till B |
| jämförelsetal | 111 | 79(237/3) | 130 | Mandat 3 till C |
| jämförelsetal | 111 | 79 | 43,33(130/3) | Mandat 4 till A |
| jämförelsetal | 66,6(333/5) | 79 | 43,33 | Mandat 5 till B |
| jämförelsetal | 66,6 | 47,4(237/5) | 43,33 | Mandat 6 till A |
| jämförelsetal | 47,57(333/7) | 47,4 | 43,33 | Mandat 7 till A |
| mandat | 4 | 2 | 1 | Slutlig fördelning |

Som synes är det en jämn kamp om vem som skall få det sjunde mandatet. En röst till för B hade gjort stor skillnad.

**Exempel 2:** En genomgång av uddatalsmetoden för fall 5 från Örkelträsk ger följande resultat.

| | Parti A | Parti B | Parti C | |
|---|---|---|---|---|
| röster | 367 | 267 | 66 | Mandat 1 till A |
| jämförelsetal | 122,33(367/3) | 267 | 66 | Mandat 2 till B |
| jämförelsetal | 122,33 | 89(267/3) | 66 | Mandat 3 till A |
| jämförelsetal | 73,4(367/5) | 89 | 66 | Mandat 4 till B |
| jämförelsetal | 73,4 | 53,4(267/5) | 66 | Mandat 5 till A |
| jämförelsetal | 52,42(367/7) | 53,4 | 66 | Mandat 6 till C |
| jämförelsetal | 52,42 | 53,4 | 22(66/3) | Mandat 7 till B |
| mandat | 3 | 3 | 1 | Slutlig fördelning |

Företrädare för parti A tycker detta verkar konstigt och orättvist. I exempel 2 har de fler röster och får ändå färre mandat! Den enkla förklaringen till detta är att parti C har nästan dubbelt så många röster i exempel 1, men får bara ett mandat i båda fallen. Sedan har exemplen medvetet valts så att det sista mandatet har hamnat i första fallet hos A och i andra fallet hos B. Exemplen ovan är valda som något extrema fall, men det är viktigt att förstå att det inte finns någon absolut gräns för när ett parti får sitt första mandat eller sitt andra. Det beror även i verkligheten mycket på hur rösterna fördelas på övriga partier.

Du kan hitta fler exempel på hur uddatalsmetoden fungerar på valmyndighetens hemsida [10].

2.3. **Motivering av Uddatalsmetoden.** Låt oss titta lite noggrannare på första exemplet ovan där röstetalen var:

| | Parti A | Parti B | Parti C |
|---|---|---|---|
| röster | 333 | 237 | 130 |

Om vi för ögonblicket bortser från uddatalsmetoden och funderar på hur man kan göra för att fördelningen skall vara så proportionell som möjligt om man jämför två partier med varandra. Hur skulle vi göra då?

Antag att det är givet att parti C skall ha ett mandat för sina 130 röster och så skall vi fördela övriga mandat. Partierna A och B skall då dela på 6 mandat och de har tillsammans 570 röster. Varje mandat är då värt $\frac{333+237}{6} = 95$ röster.

| Mandat: | 1 | 2 | 2, 5 | 3 | 3, 5 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Röster: | 95 | 190 | 237, 5 | 285 | 332, 5 | 380 | 475 | 570 |

Parti A är med sina 333 röster precis över 3, 5 mandat och bör således avrundas till 4. Parti B är med sina 237 röster precis under 2, 5 mandat och bör således avrundas till 2.

Det avgörande i den parvisa jämförelsen mellan partierna A och B som vi just gjorde var att $333 > \frac{333+237}{6} \cdot 3,5$ och att $237 < \frac{333+237}{6} \cdot 2,5$. Det är samma sak som

$$\frac{333}{3,5} > \frac{333+237}{6} > \frac{237}{2,5},$$

vilket är ekvivalent med

$$\frac{333}{7} > \frac{237}{5}.$$

Detta är precis den jämförelse som uddatalsmetoden gör!!

På samma sätt kan man för varje par av partier visa att uddatalsmetoden ger proportionerligt utfall mellan dessa partier. Metoden är alltså ”rättvis” vid direkt jämförelse mellan två partier.

En väldigt bra egenskap hos uddatalsmetoden är att man inte behöver jämföra varje par av partier för sig. Jämförelsetalen gör att vi kan jämföra alla samtidigt och får ändå så proportionell fördelning som möjligt mellan varje par av partier. Det innebär att den också är effektiv och snabb att använda.

Vill man formalisera resonemanget ovan från exemplet till ett allmänt fall, kan vi låta partierna A och B ha fått $a$ respektive $b$ röster. Vi antar att de skall dela på $m$ mandat. Låt $m_A$ respektive $m_B$ vara antalet mandat som uddatalsmetoden ger partierna och antag att parti A fick sista mandatet (fallet att parti B fick sista behandlas helt symmetriskt). Vi har att $m = m_A + m_B$ och varje mandat motsvarar $(a + b)/m$ röster. Sista relevanta jämförelsen i uddatalsmetoden var att $a/(2(m_A - 1) + 1) > b/(2(m_B) + 1)$. Detta är ekvivalent med $a/(m_A - \frac{1}{2}) > b/(m_B + \frac{1}{2})$.

Nu använder vi det faktum att för fyra positiva tal $a, b, c, d$ där $\frac{a}{c} > \frac{b}{d}$ så gäller alltid $\frac{a}{c} > \frac{a+b}{c+d} > \frac{b}{d}$. Den första av dessa olikheter bevisas med kalkylen $\frac{a}{c} - \frac{a+b}{c+d} = \frac{ad-bc}{c(c+d)} > 0$, ty antagandet var att $ad - bc > 0$. Den andra bevisas på liknande sätt.

Instoppat i vår uträkning ger det att $a > (m_A - \frac{1}{2}) * (a+b)/(m_A + m_B)$ och $b < (m_B + \frac{1}{2}) * (a + b)/(m_A + m_B)$. Uddatalsmetoden har alltså gett ett så proportionellt resultat som möjligt mellan partierna A och B.

Partiledningen för parti C är oroliga för att åka ur fullmäktige och undrar hur många röster som egentligen krävs för att säkra en plats. Som vi sett i exemplen ovan så beror hur många mandat partiet får också på hur de andra partiernas röster fördelas. I detta fall kan vi säga att 54 röster räcker alltid, men inte säkert att 53 räcker. Om partierna får 593, 54 repektive 53 röster så får C inget mandat. Däremot skulle det kunna räcka med 47 röster om partierna får 327, 326 resp. 47 röster. Läsaren uppmanas att kolla dessa påståenden! Spannet är inte så stort, men om det är fler partier inblandade kan det skilja mycket mer, se övning 3 nedan.

2.4. **Småpartispärrar.** I Sverige används uddatalsmetoden med några tillägg som gynnar de större partierna.

• **Procentspärr** på 4% i riksdagen och 3% i landstingen.

• **Jämkning**, som innebär att första jämförelsetalet fås genom division med 1,4 av röstetalet. Effekten är att det första mandatet blir svårare att få.

**Exempel 3:** Låt oss göra om exempel 2 ovan och istället använda jämkade uddatalsmetoden. Den skiljer i första steget där vi först delar samtliga röstetal med 1,4 innan porceduren börjar.

| | Parti A | Parti B | Parti C | |
|---|---|---|---|---|
| röster | 367 | 267 | 66 | |
| jämförelsetal | 262,14(367/1,4) | 190,71(267/1,4) | 47,14(66/1,4) | Mandat 1 till A |
| jämförelsetal | 122,33(367/3) | 190,71 | 47,14 | Mandat 2 till B |
| jämförelsetal | 122,33 | 89(267/3) | 47,14 | Mandat 3 till A |
| jämförelsetal | 73,4(367/5) | 89 | 47,14 | Mandat 4 till B |
| jämförelsetal | 73,4 | 53, 4(267/5) | 47,14 | Mandat 5 till A |
| jämförelsetal | 52,42(367/7) | 53,4 | 47,14 | Mandat 6 till B |
| jämförelsetal | 52,42 | 38.14(267/7) | 47,14 | Mandat 7 till A |
| mandat | 4 | 3 | 0 | Slutlig fördelning |

Som vi ser får nu parti C aldrig något mandat. Ur småpartiernas synvinkel är det rätt fräckt att kalla en småpartispärr för en "jämkning".

Jämkningen är betydelsefull i kommunalval där procentgräns och utjämningsmandat saknas. Jag har inte hittat någon motivering någonstans till varför just 1,4 används. Det verkar vara en politisk ad hoc lösning.

• **Valkretsindelning** av större kommuner. Det innebär att man räknar den jämkade uddatalsmetoden på en mindre del av kommunen i taget, istället för hela kommunen. Detta gynnar alltid de största partierna och gör det till lite av ett lotteri för de mindre partierna hur många mandat de får.

Ett exempel är från Stockholms kommunalval 2006 där (kd) fick $3,91\%$ och 3 mandat medan (c) fick $3,14\%$ och bara 1 mandat. Ändå var det (kd) som hade otur och faktiskt missade ett mandat med bara en rösts marginal, se övning 2 nedan.

Man kan jämföra med andra länder, t.ex. USA eller Storbritannien, där valkretsarna är så små att det bara väljs en person i varje valkrets. Det verkar leda till utpräglade tvåpartisystem.

Det finns flera andra intressanta regler vid val. T.ex. om vilka kandidater på listorna som skall få mandatet eller om hur utjämningsmandatet fungerar. Man hittar lagtexter och regler på [10]. En matematisk analys av olika delar av vårt valsystem har gjorts av Jesper Carlström, [3, 4], där den senare är mer avancerad.

2.5. **Bortkastade röster?** Efter att ha satt sig in i hur uddatalsmetoden fungerar så kan man ställa sig den filosofiska frågan om det finns bortkastade röster och vilka det i så fall är?

Ibland hör man så kallade experter i media eller vanliga väljare som uttalar sig om att en röst på ett parti som inte får några mandat alls är en bortkastad röst. Men om man vet hur uddatalsmetoden fungerar så ser man ju att partiernas röstetal nästan alltid hamnar någonstans emellan två gränser för mandat och väldigt sällan direkt på en sådan gräns (sällsynta undantag finns, se övning 2). Den direkta påverkan av att just jag gick och röstade är nästan alltid noll oavsett hur många mandat partiet får. Sannolikheten att just min röst på marginalen påverkar utgången är faktiskt mindre om man röstar på ett stort parti eftersom röstetalet då dividerats med något stort udda tal vid sista jämförelsen.

Är det bara en mänsklig strävan att tillhöra ett vinnande lag som gör att många tycker att en röst på ett parti som inte fick mandat är mer bortkastad? Beror det på dålig insikt i uddatalsmetoden, eller att man fruktar 4% spärren? Har du en bättre förklaring? Själv tycker jag att inga röster är bortkastade.

2.6. **Uddatalsmetoden vid regeringsbildningen.** Enligt SVT:s program De första 100 dagarna", som sändes januari 2007 [9], användes uddatalsmetoden för att fördela ministerposterna i regeringen efter valet 2006. Moderaterna fick de två första platserna och valde statsminister och finansminister. Centern var näststörsta parti och valde sedan näringsminister osv. Det hade de fyra partierna i alliansen enligt programmet klokt nog kommit överens om innan valet för att detta skulle slippa bli en tvistefråga vid regeringsbildningen. Om du testar på partiernas fördelning i riksdagen så kommer du att upptäcka att det inte stämmer exakt. Detta gjorde man också en stor affär av i programmet att av övergripande politiska hänsyn hade moderaterna skänkt en ministerpost till folkpartiet.

Om ni har hört programmet så sade de att d'Hondts metod hade använts. Den är snarlik men man får jämförelsetalen genom att dividera med heltalen 1,2,3,4 etc. istället för de udda talen. Men efter kontakt med journalisterna visade det sig att de sagt fel.

Det kan vara intressant att veta att d'Hondts metod används för att fördela utskottsplatser i riksdagen. Den ger en fördel för de stora partierna jämfört med uddatalsmetoden.

2.7. **Lite juridik.** Utifrån en matematikers synvinkel finns det några saker som är lite konstiga i vår nuvarande grundlag.
- Vallagen föreskriver på ett ställe avrundning nedåt till 2 decimaler före jämförelse av jämförelsetalen. Det verkar konstigt och en aning genant att juristerna inte tycks veta att rationella tal jämförs lättast och exaktast direkt genom att sättas på gemensam nämnare.

- Vid valkretsindelningen i kommunerna bestäms antalet mandat ber valkrets av hur många röstberättigade invånare valkretsen har. Detta ger större inflytande åt väljare i valkretsar med lågt valdeltagande. Är det önskvärt? En annan fråga är om kommunerna själva skall få göra om valkretsindelningen strax före valet? Valkretsindelning ger också dålig proportionalitet för mindre partier.

## 3. Ett perfekt valsystem?

Det blir ofta debatt i valtider om hur valsystemet fungerar. I senaste valet var det t.ex. en artikel på DN-debatt 12 september 2006 av M. Erlandsson [6]:

*"Uddatalsmetoden föråldrad". Matematiskt bör mandatfördelningen istället ske så att varje parti får samma andel av mandaten som det fått av rösterna."*

Han har, liksom många andra, inte förstått att uddatalsmetoden är en bra metod för just det. De tokigheter och upplevda orättvisor som uppstår orsakas till allt väsentligt av valkretsindelningen.

Vidare skriver han *"...lösningen är att föreskriva i regeringsformen att alla röster skall ha samma värde."*

Det låter ju bra, men tyvärr går det faktiskt inte att uppnå. Det vore mycket olyckligt om det stod så i grundlagen. Det är tvärtom viktigt att den exakta matematiska metoden som skall användas för fördelning av mandat finns beskriven i lagen så att ingen tvekan om dess tillämpning kan uppstå. Det är ett helt forskningsområde hur man skapar bra röstningssystem för olika situationer.

Vi lämnar nu uddatalsmetoden och skall istället titta på ett exempel på fyra villkor som det är omöjligt för ett valsystem att uppfylla. Antag att **varje väljare skall rangordna** ett visst antal (minst 3) kandidater och att man från dessa rangordningar vill ha ett valsystem som formar en **gemensam rangordning** (där den översta på listan blir vald).

Vi vill att valsystemet skall uppfylla:

- **Ingen diktator**: Valsystemet skall inte alltid följa en viss väljares vilja.
- **Universalitet**: Alla tänkbara gemensama rangordningar skall vara möjliga och processen deterministisk, det vill säga fri från slump.
-**Paretoeffektivitet**: Om alla väljare föredrar kandidat A framför kandidat B så måste den gemensamma rangordningen också ha A före B.
-**Oberoende av irrelevanta alternativ**: Om någon kandidat som inte har med toppstriden att göra drar sig ur så skall det inte påverka vem som vinner.

**Arrows diktatorsats:** Inget sådant valsystem finns. □

Satsen brukar lite mer publikfriande formuleras som att vill man ha universalitet, paretoeffektivitet och oberoende av irrelevanta alternativ hos ett valsystem så är enda alternativet diktatur. Det villkor som oftast får stryka på foten är dock snarare det sista. Satsen finns i flera olika varianter, läs mer i t.ex. [1, 2, 5], där det också finns flera olika bevis för satsen.

**Exempel: En Melodifestival**
I denna Melodifestival är det 7 länder som skall rösta mellan fyra melodier A, B, C och D. Den första melodin får 4 poäng av varje land, den andra 3 poäng, den tredje 2 poäng och den sista 1 poäng. Rösterna blev som följer.

| | 4 poäng | 3 poäng | 2 poäng | 1 poäng |
|---|---|---|---|---|
| Land 1 och 2 | A | D | C | B |
| Land 3 och 4 | B | A | D | C |
| Land 5,6 och 7 | C | B | A | D |

Detta ger melodierna A, B, C, D poängen $20, 19, 18$ resp. 13. Således vinner A, på andra plats kommer B, på tredje C och sist meoldi D. Sedan blir det känt att fusk har förekommit (dopad trummis) och melodi D diskvalificeras. Melodi D kom ju klart sist så det borde ju inte spela någon roll, men sångerskan av melodi C kräver ändå listigt en omräkning. Alla länder har redan berättat vilken rangordning man föredrar mellan melodierna så det enda man behöver göra är att flytta upp alla kvarvarande melodier till platserna 1, 2 och 3. Den nya poängtabellen blir nu.

| | 4 poäng | 3 poäng | 2 poäng | 1 poäng |
|---|---|---|---|---|
| Land 1 och 2 | A | C | B | - |
| Land 3 och 4 | B | A | C | - |
| Land 5,6 och 7 | C | B | A | - |

Det ger melodierna A, B, C poängen $20, 21$ resp. 22 poäng. Ordningen mellan A, B, C har kastats om helt! Sångerskan av meoldi C vinner och sångarna av melodi A lämnar in en formell protest för inte skall väl de behöva drabbas av att D hade fuskat. Och ni kan själva tänka er hur många extra lösnummer skvallertidningarna säljer med "allt om röstskandalen".

Problemet med valsystem med poängräkning som används i exemplet är att det strider mot det fjärde villkoret ovan om oberoende från irrelevanta alternativ. Problemet för arrangörerna av melodifestivalen är att Arrows sats säger att det inte finns några valsystem som uppfyller detta krav med mindre än att andra kanske ännu alvarligare fel uppstår.

Eftersom det är sällan som en sångare diskvalificeras så uppmärksammas inte den här svagheten särskilt mycket. Ett fall från verkligheten där det blev mycket rabalder var vid EM i konståknings för herrar 1997, se t.ex [7]. Det är inte viktigt här att gå in på exakt hur poängräkningssystem i konståkning går till, men det som hände var att innan sista åkaren A. Vlascenko åkte så låg V. Zagorodniuk på silverplats och P. Candelero på bronsplats. Men efter att Vlascenko hade åkt och hamnat på sjätte plats, så hade poängräkningssystemet gjort att Candelero blivit uppflyttad till silverplats och Zagorodniuk blivit snopet av med sin medalj. Skridskosporten försökte ändra sitt poängräkningssystem, men vi som känner till Arrows sats, vet att de aldrig helt kan undvika ett system med problem.

## 4. Övningar

1. Gå in på www.val.se och klicka fram valresultatet i kommunalvalet i din kommun. Kontrollera att mandatfördelningen har blivit korrekt.

2. Leta upp resultatet 2006 i kommunalvalet i valkrets 4 i Stockholms stad. I denna valkrets fick (kd) inget mandat med sina 2865 röster. Bekräfta att (kd) hade fått ett mandat (från moderaterna) om de hade fått 2866 röster. Värt att notera är att (m) och (fp) fick egen majoritet i stadsfullmäktige med ett mandats marginal. En enda röst till på (kd) hade alltså påverkat maktförhållandena i stadshuset avsevärt. Nästa gång kan det vara din röst som fattas eller fäller avgörandet!

3. I Burljunga kommun röstar 1000 personer och 5 partier ställer upp för att slåss om de 5 mandaten som fördelas med jämkade uddatalsmetoden.
a) Konstruera en fördelning där parti E får ett mandat med så få röster som möjligt för E.
b) Konstruera en fördelning där parti E inte får ett mandat med så många röster som möjligt för E.
Tips: Antal röster för parti E är drygt 70% större i b) än i a).

4. Konstruera ett exempel i fotbollsalsvenskan där ett lag A blir påkommet med fusk (t.ex. användande av otillåten spelare under flera tidigare matcher) och där striden i toppen mellan andra lag förändras för att lag A tvingas att ge walkover i samtliga tidigare matcher.

## Referenser


[1] Alfred MacKay, "Arrow's theorem: The paradox of Social Choice", Yale University Press, (1980).

[2] Amartya Sen, "Collective Choice and Social Welfare" (1970).

[3] Jesper Carlström, "Mandatfördelning vid svenska val", http://www.math.su.se/~jesper/mandatfordelning (1998).

[4] Jesper Carlström, "Kommentarer om mandatfördelningen i riksdagen", http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se-2007-16, (2007).

[5] John Craven, "Social Choice: A Framework for Collective Decisions and Individual Judgements", Cambridge University Press, (1992).

[6] Mils Erlandsson, "Dagens valsystem ger falskt resultat i kommunalvalen", Dagens Nyheters debattsida 12 september 2006, se http://www.dn.se/DNet/jsp/polopoly.jsp?d=572&a=571901&previousRenderType=1.

[7] Sandra Loosemore, "An Analysis of the Figure Skating Scoring System", http://www.frogsonice.com/skateweb/obo/score-tech.shtml, (1997).

[8] Svante Linusson, "Matematik och demokrati", presentation vid Svenska Matematikersamfundets utbildningsdagar på KTH, http://www.math.kth.se/ linusson/val/, (2007).

[9] Sveriges Television, De första hundra dagarna", januari 2007.

[10] Valmyndigheten http://www.val.se.

[11] Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Arrow's_impossibility_theorem.