

Fonologisten matriisien redundanssista¹

Willi Plöger

Teoksessaan »Language and Mind» Chomsky (1972 74) on todennut fonologisesta järjestelmästä, että se on formaalisena objektina täysin vailla mielenkiintoa ja ettei siitä formaalisesta näkökulmasta katsoen voida sanoa mitään olennaista, »about a set of forty-odd elements cross-classified in terms of eight or ten features.» Olennaiset toteamukset olisivat hänen mukaansa sellaisia, jotka laajentaisivat tietoa ihmisen puhekyvyn perusteista. Tämän kielitieteilijöiden kunnianhimoisimpiin kuuluvan päämäärän tavoittelussa on merkittävää ollut sekä yksittäisten kielten morfonemiikkaan että universaalisen tunnusmerkkisyyden teorian kehittämiseen kohdistunut fonologinen tutkimus. Mutta molemmissa tutkimussuunnissa, jotka täydentävät toisiaan, on formaalisena lähtökohtana ollut binaarisuuden periaate ja peruskäsitteenä distinktiivinen piirre (seuraavassa lyhennettynä DP).² Jokaisessa fonologisessa analyysissä lähdetään yksiköistä, joita uusimmassa kirjallisuudessa on nimetty segmenteiksi mutta joita seuraavassa nimitän edelleen f o n e e m e i k s i, koska en tässä käsittele niitä nimenomaan generatiivisen kieliopin kannalta. Fonologisen analyysin tavoitteena on niiden sääntöjen löytäminen, jotka hallitsevat mainittujen yksiköiden käyttäytymistä yksittäisen lauseen pintarakenteen fonologisessa tulkinnassa. Tähän vaikuttaa toisaalta lauseen konstituenttirakenne (enimmäkseen tosin vain rajasignaaleina ja prosodisena hahmotteluna), toisaalta analysoitavan kielen m o r f e e m i e n rakenne. Morfeemien rakenne on taas totuttu esittämään siten, että ensin mainitaan analysoitavan kielen morfeemien yleiset rakennesäännöt — esim. suomessa »morfeemialkuinen nasaali on aina etinen» tms. — ja sitten spesifioidaan yksittäisen morfeemin kohdalla vain se, mitä ei voida ennustaa morfologisten vaihtelumahdollisuuksien puitteissa. Jos näin menetellään, jos tosin sanoen ei mainita joka morfeemin kohdalla enää erikseen sitä informaatiota,

¹ Kielitieteen päivillä Helsingissä 11. 2. 1977 pidetyn esitelmän laajennettu versio.

² DP »segment» mukaan laskettuna, jolloin [+segment] vastaa käsitettä »morfofoniemi», [-segment] käsitettä »raja», vrt. Chomsky—Halle 1968 64. Koska niissä yksiköissä, joiden spesifikaatio tämän DP:n kohdalla on »miinus», kaikki muut spesifikaatiot ovat redundanteja, jätän ne huomioon ottamatta tässä esityksessä.

joka yleisesti ottaen määrittelee käsitteen »mahdollinen morfeemiana lysoitava kielessä», niin tuota informaatiota voidaan kutsua redundantiksi. Redundantti se on nimenomaan formaaliselta kannalta, koska tieto morfeemien rakenteesta on tietysti aina arvokas lisä käsityksemme ihmisen puhekyvyn perusteista. »Redundantti» ei siis joka kontekstissa ole sama kuin »ylimääräinen».

Redundanssia voi esiintyä kahtena (foneemitasolla) tai kolmena (morfeemitasolla) lajina.

1) Joka piirteellä täytyy olla spesifikaatio »plus» tai »miinus». Jos tiet(tyje)n piirte(id)en spesifikaatio seuraa muiden piirteiden spesifikaatioista, niin edellinen spesifikaatio on redundantti, jälkimmäisistä johdettavissa oleva. Redundanssilla tarkoitan siis tiettyjen spesifikaatioiden ominaisuutta.

2) Tämän lisäksi itse DP voi olla redundantti riippumatta sen spesifikaatiosta kunkin foneemin kohdalla. Tietty DP — foneemin klassifikatorinen, foneettisesti tulkittava ominaisuus — on redundantti, jos muutkin saman foneemijoukon DP:t riittäisivät foneemien yksiselitteiseen erottamiseen toisistaan. Selvä esimerkki olisi vaikkapa suomen konsonantiston keskeytyvyys (engl. discontinuity), joka saattaa erottaa klusiilit muista foneemeista; mutta koska ero näiden muiden foneemien välillä on ilmaistavissa toisinkin (vrt. esim. Wiikin ratkaisu kuvassa 1), niin piirteestä [keskeytyvä] voidaan luopua siinä tapauksessa, että halutaan käyttää mahdollisimman vähän piirteitä. Formaalisesti piirteiden vähimmäismäärä on reaalisten foneemien lukumäärän dyadisen logaritmin seuraavaksi täysilukuinen määrä. Jos siis esim. reaalisten foneemien määrä on vaikkapa 26, niin sen dyadisen logaritmin ollessa n. 4,7004 eli 4:n ja 5:n välillä ($2^4 = 16$, $2^5 = 32$) tarvittavien DP:iden vähimmäismäärä on 5. Samalla 26 foneemin ja 5 DP:n matriisissa esiintyy jonkin verran redundanssia, koska 26 foneemin lisäksi voidaan esittää vielä 6 (= $32 - 26$) »antifoneemia». Näiden spesifikaatioyhdistelmiä ei vastaa yksikään reaalin foneemi. Palaan tähän käsitteeseen tuonnempana.

3) Morfeemitason redundanssi koskee taas vain spesifikaatioita. Se ilmenee kunkin kielen morfeemirakenteen rajoituksista; missään kielessä foneemeja ei voida järjestellä peräkkäin täysin mielivaltaisesti, ja siksi on tiettyyn asteeseen saakka ennustettavissa, mikä foneemi mitäkin foneemia seuraa. Jos tässä mielessä »todennäköisen» foneemin yleisluonne (vokaali, klusiili tms.) on selvä, niin tätä yleisluonnetta vastaavaa spesifikaatiota (niitä voi olla useampikin) ei tarvitse enää mainita yksittäisen morfeemin kuvailussa. Generatiivinen fonologia esimerkiksi perustuu tähän »kolmannen asteen» redundanssiin.

Ennen kuin voidaan esittää syntagmaattisen tason redundanssisääntöjä eli morfeemien rakennesääntöjä,¹ on kuitenkin löydettävä yksiselitteinen

¹ Muistettakoon, että sitä vastoin foneemi DP:iden kimppuna ei puolestaan edusta paradigmaattista ulottuvuutta, koska sen rakenneosat eivät ole disjunkteja, toisensa pois sulkevia, vaan synkronisesti esiintyviä eli konjunkteja.

vastaus kysymykseen, millaiset informaatiot ovat morfeemirakennesääntöjen kannalta f o n e e m i järjestelmässä välttämättömiä. Jos nimittäin ei ole mahdollista jo foneemitasolla erottaa (foneemirakennetta koskevaa) relevanttia informaatiota redundantista informaatiosta, jos toisin sanoen ei ole mahdollista määritellä yksiselitteisesti käsitettä »mahdollinen foneemi analysoitavassa kielessä», niin tällaiseen epämääräisyyteen kaatuisi pidemmälle menevään lingvistiseen analyysiin sovellettava »economy criterion», formaalinen periaate, jonka mukaan samoja kielellisiä faktoja kuvailevista analyyseista on valittava »halvin» eli sellainen, joka saavuttaa mainitun tavoitteen käyttämällä pienintä määrää deskriptiivisiä aineksia. Tämänlaatuista analyysia pidetään samalla lähtökohtana ihmisen keskushermoston kielellistä toimintaa kuvailevalle mallille.

Aion tässä artikkelissa esittää väitteen, että formaaliset menetelmät yksin eivät välttämättä johda lingvistisesti merkitsevään kuvaukseen. Tästä seuraa mielestäni mm., että viimeksi mainittu oletus jonkinlaisesta ekvivalenssista formalismiin perustuvan analyysin ja toisaalta kielellistä performanssia säätelevien keskushermoston prosessien ja rakenteellisten ominaisuuksien välillä edustaa enemmänkin dogmaattista kuin empiiristä totuutta.

Seuraavassa käyn konkreettisen esimerkin pohjalta läpi kaksi menetelmää, joiden avulla fonologisen piirrematriisin merkinnät voidaan redusoida, so. poistaa matriisista kaikki ne plussat ja miinukset, joita ei välttämättä tarvita yksittäisen foneemin yksiselitteiseen kuvaamiseen tai identifioimiseen. Mainituista kahdesta menetelmästä toinen edellyttää piirteiden hierarkkista järjestystä, toinen ei. Lähtökohdaksi otan suomen foneemien erottavien piirteiden matriisin, jonka K. Wiik (1967 11) on esittänyt (kuva 1).

Kysymys kuuluu seuraavasti: Miten on redusoitava eli minimoitava mat-

	p	t	k	s	m	n	l	r	v	j	h	i	e	ä	y	ö	u	o	a
kon	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vok	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
son	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
sup	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-
lab	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
aku	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-

Kuva 1. Suomen kielen foneemien täysin spesifioitu matriisi (Wiik 1967 11). Lyhenneet tarkoittavat seuraavaa: kon = konsonanttinen, vok = vokaalinen, son = sonorinen, sup = suppea, lab = labiaalinen, aku = akuutti.

riisi, jonka rivit — meidän tapauksessamme niitä on 6 — ovat DP:itä¹ ja jonka sarakkeet — tässä niitä on 19 — ovat riippumattomien ja funktionaalisten lingvististen yksikköjen — tässä tapauksessa foneemien — joukko. Jotta reduktio olisi optimaali, on tavoitteena, että reduktion päätyttyä yhdenkin lisäspesifikaation (+ tai -) poistaminen tekisi jo mahdottomaksi yksiselitteisesti erottaa tai identifioida yksiköt.

Klassinen redusointimenetelmä perustunee artikkeliin »Toward the logical description of languages in their phonemic aspects» (1953), jossa Cherry, Halle ja Jakobson analysoivat DP-matriisin ja sen redundanssien perustana olevia loogisia periaatteita. Binaaristen päätösaskelten sarjan avulla tekijät saavat selville jokaisesta (venäjän kielen) foneemista, kuuluuko se annettuun kategoriaan eli piirteeseen vai ei. Siinä tekijät lähtevät ilman muuta käsityksestä, että DP:iden järjestys on hierarkkinen. Eräässä myöhemmässä tutkimuksessaan Cherry (1957) on kuvaillut foneemia pisteenä n-ulotteisessa avaruudessa, jossa jokainen ulottuvuus vastaa yhtä DP:tä ja jossa arvot +1 ja -1 tarkoittavat kyseiseen piirteeseen eli — havainnollisemmin ilmaistuna — fonologiseen kategoriaan kuuluvuutta tai kuulumattomuutta. Tärkeä on tässä implisiittinen ajatus piirteiden periaatteellisesta samanarvoisuudesta, johon kohta palaamme.

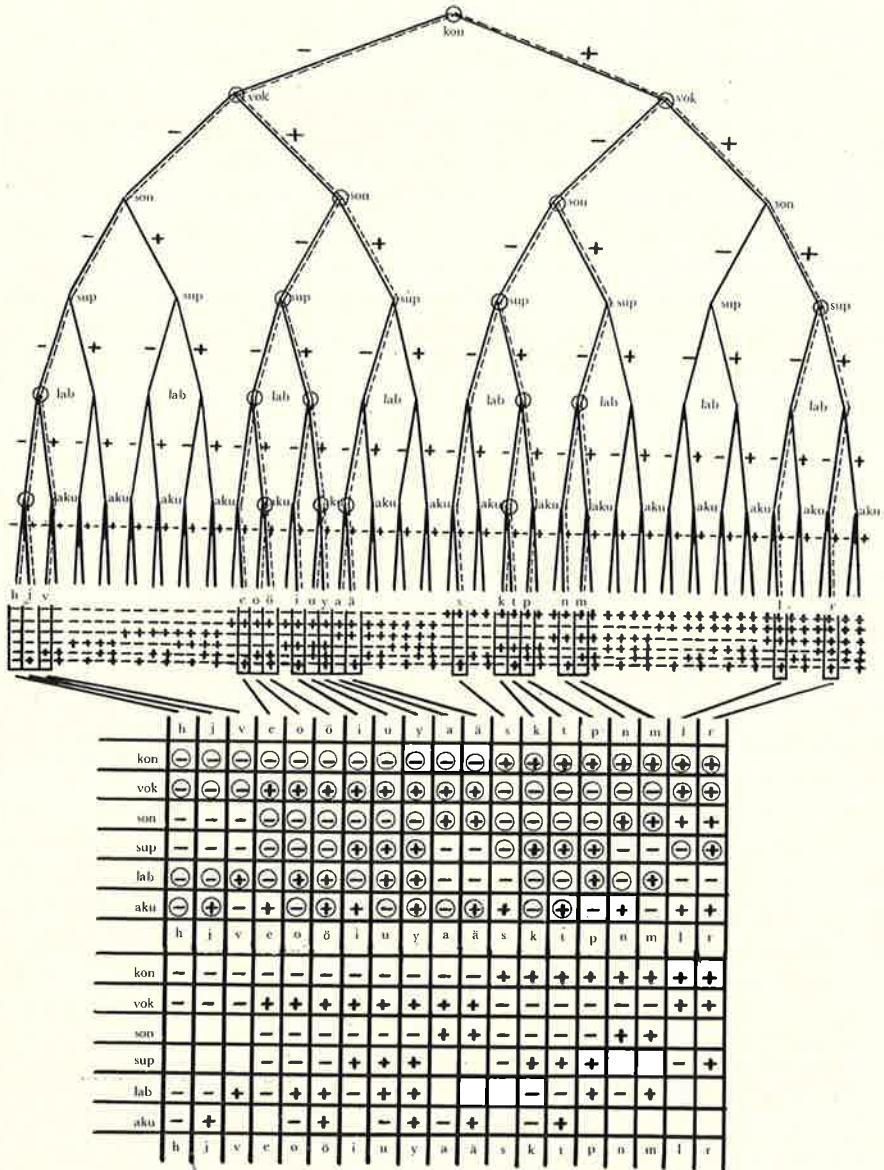
Seuraavassa sovelletaan tätä redusointimenetelmää kuvassa 1 esitettyyn matriisiin. Koska peräkkäisten binaaripäätösten lukumäärä on sama kuin piirteiden lukumäärä, voimme piirtää matriisin perustana olevan päätösaskelten kuvion eli päätöspuun (kuva 2).

Seuraavaksi kysytään: kuuluuko foneemi P_j kategoriaan 'konsonanttinen' (*plus* eli oikealle) vai ei (*minus* eli vasemmalle) jne. Täten määritellään askelittain jokainen foneemi. Ekvivalentti menetelmä on löytämis- tai tuottamismenetelmä; tällöin matriisi on ikään kuin tienviitta tai kuusivaiheinen mekanismi, joka määrittää jokaisen DP:n haarauman kohdalla oikean tien kyseiselle foneemille, siis antaa sen *o s o i t t e e n* (eikä sen substanssia!) tai tuottaa taso

¹ Täytyy pitää mielessä, että piirteet ovat tässä klassifikatorisia ja että ne Chomskyn ja Hallen mukaan osoittavat,

»whether or not . . . a given . . . item belongs to a category . . . In view of the fact that phonological features are classificatory devices, they are binary, as are all other classificatory features in the lexicon, for the natural way of indicating whether or not an item belongs to a particular category is by means of binary features. This does not mean that the phonetic features into which the phonological features are mapped must also be binary. In fact, the phonetic features are physical scales . . . , the phonological features are abstract but not arbitrary categorial markers.» (Chomsky—Halle 1968 297; harvennus minun.) ja edelleen:

»Failure to differentiate sharply between abstract phonological features and concrete phonetic scales has been one of the main reasons for the protracted and essentially fruitless debate concerning the binary character of the Jakobsonian distinctive features.» (Ibid. alav. 5.)



KUVA 2. Päätöspuudiagrammi, jossa analysoitavan matriisin DP:t ovat perusjärjestyksessä. Katkoviiva osoittaa päätöskelten kulkua. Ympyrät puudiagrammissa merkitsevät haaraumia eli vaihtoehtopäätöksiä; tällaisessa tapauksessa spesifikaatio (+, -) on relevantti. — Päätöspuudiagrammin alla seuraa kaikkien spesifikaatioyhdistemien matriisi. Annetun matriisin foneemit on merkitty reunustamalla; foneemit esiintyvät logaritmisessa järjestyksessä. »Logaritminen järjestys» tarkoittaa tässä seuraavaa: Koska kyseessä on binaaristen päätösten sekvenssi (1. DP: kyllä/ei, 2. DP: kyllä/ei jne.), otetaan 1. rivi (= 1. DP) binaarisen päätöksen nollopotenssina ($2^0 = 1$), 2. rivi (= 2. DP) sen ykköspotenssina ($2^1 = 2$) jne. Sitten lasketaan joka foneemin kohdalla positiivisten päätösten summa (esim. 1. DP: kyllä eli +, siis $2^0 = 1$ lasketaan; 2. DP: ei eli -, siis $2^1 = 2$ ei lasketa; tähänastinen sum-

tasolta eli piirre piirteeltä yhden spesifikaation tai vastauksen kysymykseen, kumpaan suuntaan on mentävä seuraavaksi.¹

Menetelmän laajempi variantti, jota voimme nimittää spesifioimismenetelmäksi, antaa meille kaikki mahdolliset piirrespesifikaatioiden yhdistelmät, eikä siis ainoastaan foneemimatriisiin piirrekimppuja. Piirteiden lukumäärän ollessa n niistä voidaan muodostaa 2^n yhdistelmää. Meidän tapauksessamme näitä spesifikaatioyhdistelmiä on 2^6 eli 64. Jos myös todellisia yhdistelmiä eli foneemeja olisi näin paljon, ei tätä tilannetta vastaavassa matriisissa olisi yhtään ylimääräistä spesifikaatiota, koska eri sarakkeiden yksiselitteiseen identifikaatioon tarvittaisiin silloin jokainen spesifikaatio. Kuitenkin suomen foneemien matriisissamme käytetään hyväksi kaikista yhdistelmistä vain $1/3$; kaikki muut yhdistelmät ovat ylimääräisiä, ja nimitän niitä tässä kontekstissa antifoneemeiksi. Tällainen redundanssimäärähän on kielessä yleisestikin löydettävissä.

Haluan korostaa, että yksityinen spesifikaatio on sinänsä vailla merkitystä, tärkeä on ainoastaan kuuden positiivisen tai negatiivisen vastauksen ketju. Näin ollen piirteitä voidaan kuvailla myös Boolean muuttujina (boolean variable), joilla on kaksi totuusarvoa. Tämä tarkoittaa, että spesifikaatiota *plus* vastaa totuusarvo T (= tosi) ja spesifikaatiota *minus* totuusarvo E (= epätosi). Havainnollisemmin ilmaistuna T ja E on ymmärrettävä vastauksina väitteeseen $S_k(P_j)$: »Annetun matriisin foneemilla P_j on piirteen k ilmaisema ominaisuus.» Tämä on elementaarilause, joka on tosi ainoastaan silloin kun foneemilla P_j todella on piirteen k ilmaisema ominaisuus ja epätosi ainoastaan silloin kun foneemilla P_j ei ole piirteen k ilmaisemaa ominaisuutta. Näin ymmärrettynä DP on myös tulkittavissa kysymyksenä ja spesifikaatio eli totuusarvo vastauksena. Koska kunkin DP:n kohdalla vastauksia on (vain) kaksi, niin jokainen DP jakaa annetun matriisin, joka on yhtä hyvin ymmärrettävissä joukkona, kahteen osajoukkoon: toiseen, joka koostuu kaikista asianomaisen DP:n ilmaiseman ominaisuuden sisältämistä foneemeista, ja toiseen, joka koostuu kaikista tätä ominaisuutta vailla olevista foneemeista. Täten jokainen DP

¹ On pidettävä mielessä, että kyseessä on abstraktio, kuten yleensäkin fonologisessa analyysissa. Eikä tällainen askel kohti abstraktiota ollut itsestään selvä fonologian kehityksessä. Muistettakoon Jakobsonin huomautus (Selected Writingsin ensimmäisessä nidoksessa, Retrospect-nimisessä historiallisessa yleiskatsauksessa) siitä, kuinka Saussuren käsitys »[de] la l i n é a r i t é du signifiant» (harvennus minun) esti kauan pidemmälle menevän analyysin; foneemien DP:t ovat luonnollisesti samanaikaiset sekä puhuttaessa että kuultaessa. Vrt. myös alaviite 1 s. 90.

Kuvan 2 (ed. s.) teksti jatk.

ma = l, jne.). Viimeksi foneemit järjestetään yksilöllisten summiensa suuruuden mukaisesti. Täten saatu foneemien järjestys vastaa niiden systemaattista järjestystä päätöspuudiagrammissa. Vrt. myös kuva 4. Reunustamattomat sarakkeet ovat antifoneemit. — Toinen, isompi matriisi koostuu suomen foneemeista ja sisältää päätöspuusta saadun informaation; ympäröillä on tässä sama merkitys kuin päätöspuussa. — Viimeisestä matriisista on selvyuden vuoksi poistettu kaikki spesifikaatiot eli ne, joiden kohdalla ei päätöspuussa ollut haaraumaa. Spesifikaatioiden keskimääräinen informaatioarvo/foneemi on tällöin n. 4,63 bit.

leikkaa annetun foneemijoukon kahtia omalla yksilöllisellä tavallaan. Tässä yhteydessä on myös oikeutettua käyttää luokka-käsitettä, sillä mainitut osajoukot eivät koostu atomaarisista alkioista, vaan sellaisista alkioista, jotka itse ovat tiettyjen ominaisuuksien yhdistelmiä. Voidaan siis todeta, että käymällä läpi kaikki mahdolliset spesifikaatioyhdistelmät sillä tavoin kuin ne ilmenevät päätöspuusta (vrt. kuva 2) saadaan myös jo mainittujen antifoneemien osajoukko, joten jokaista piirrettä vastaa neljä luokkaa: (1) annetuista foneemeista *ne*, joilla on tämä ominaisuus, (2) annetuista foneemeista *ne*, joilta tämä ominaisuus puuttuu, (3) antifoneemeista *ne*, joilla on kyseisen DP:n kohdalla positiivinen spesifikaatio, ja (4) *ne* antifoneemit, joilla sen kohdalla on negatiivinen spesifikaatio. Täytyy kuitenkin tähdentää, että tämän luokkajaon yhteydessä mainittu substanssiaines »ominaisuus» on tässä tuotu esille vain havainnollisuuden takia.¹ Itse ilmaus »DP:n ominaisuus» pikemminkin hämentää formalismin, formaalisen eroavuuden käsitteen, jota noudattaen jokaisen DP:n kohdalla saa puhua vain neljästä toisensa pois sulkevasta (foneemien tai antifoneemien) joukosta. Kyseessä on siis disjunktio, jossa »olemassa-olo» on varsinaisten DP:iden rinnalla aina lisäpiirteenä mukana.

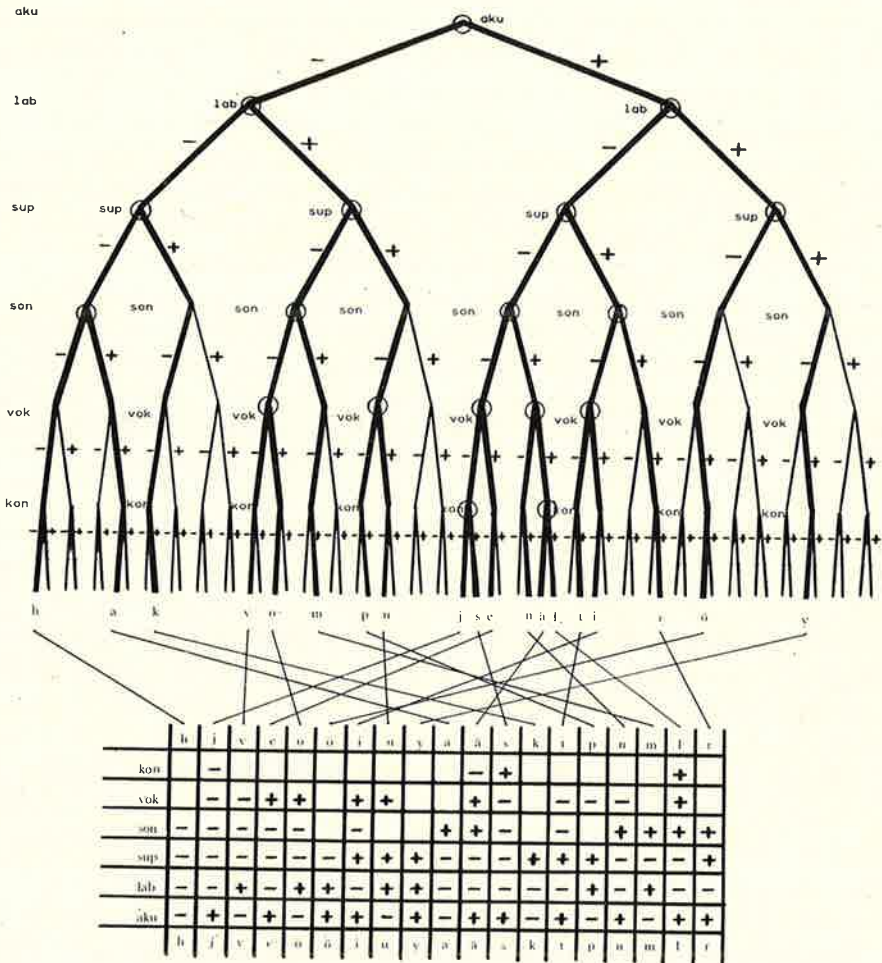
Kuten sanottu, tietty sarake P_j on tosi ainoastaan silloin, kun sarakkeen määrittelemien elementaarilauseiden S_k ($P_j \mid 1 \leq k \leq n$) kytkemä eli kompleksinen lause $S(P_j)$ on tosi. Esim. matriisimme foneemia *h* vastaava kompleksinen lause $S(h)$ on tosi ainoastaan silloin, kun mikään elementaarilause S_k ($h \mid 1 \leq k \leq 6$) ei ole tosi, koska vastaavan foneemin kaikki spesifikaatiot matriisissamme ovat negatiivisia. Saman asian voi havainnollisemmin esittää totuusarvokonneksiona; esim. foneemille *r* olisi $S(r)$: »Jos ($\text{kon} = T \wedge \text{vok} = T \wedge \text{son} = T \wedge \text{sup} = T \wedge \text{lab} = E \wedge \text{aku} = T$) niin *r*» (vrt. kuva 1). Jokainen foneemi — ja myös jokainen antifoneemi — implikoi yhden yksilöllisen totuusarvokonneksion. Redundanssisäännöt ovat juuri tämántapaisia sääntöjä, nimittäin piirteiden totuusarvojen implikaatioita. Kuvassa 2 esitetyn hierarkkisen perusjärjestyksen mukainen redundanssisääntö samalle foneemille olisi: »Jos ($\text{kon} = T \wedge \text{vok} = T \wedge \text{sup} = T$) niin ($\text{son} = T \wedge \text{lab} = E \wedge \text{aku} = T$).»

DP:iden järjestykseen perustuva päätöspuu ja kokonasmatriisi \overline{MUM} (M = foneemien joukko, \overline{M} = antifoneemien joukko) ovat tietyssä mielessä riippumattomia toisistaan. Päätöspuun ilmaisemalla piirteiden vuorojärjestyksellä ei nimittäin ole vaikutusta kokonaisjoukon, $M:n$ ja $\overline{M}:n$ unionin, tuottamiseen; se muuttaa vain sarakkeiden sijaintia. Koska foneemien ja antifoneemien rakenne, tulkittuna totuusfunktionaalisenä ehtona (jos lause-

¹ Voidaanhan substanssistakin johtaa eräänlaista redundanssia; esim. sellainen toteamus, että (saksan kielen) foneemilla, jolla on ominaisuus [+nasaalinen], on aina myös ominaisuus [+soinnillinen], joka on siis redundantti. Käyttäisin tässä kuitenkin mieluummin sanaa »tarpeeton».

konneksio $S(P_j)$, niin myös foneemi P_j ja päinvastoin), on riippumaton piirteiden tai päätösaskeleiden tai tuottamisaskeleiden järjestyksestä, niin kokonaisredundanssikin on siitä riippumaton. Lyhyesti sanottuna: minimaalisen distinktion ongelmaa ei voi kytkeä piirteiden järjestyksen ongelmaan.

Tämän loogisen perustelun ohella myös puhtaasti tekniset mieltämät johtavat samaan tulokseen. Palataanpa vielä kerran kuvaan 2 ja katsotaan, miten tavallisesti saadaan redundanssit matriisista: jos jokin spesifikaatio on vailla



KUVA 3. Päätöspuudiagrammi, jossa analysoidavan matriisin DP:t ovat käänteisjärjestyksessä, mikä on yksi $6!$ (= 720) permutaatiomahdollisuudesta. Tässä diagrammissa leveät viivat osoittavat päätösaskelten kulkua. — Alla olevassa matriisissa foneemit ja DP:t ovat tosin perusjärjestyksessä, mutta nyt matriisista on poistettu päätösaskelten käänteisjärjestyksestä saadut redundanssit. Tällöin spesifikaatioiden keskimääräinen informaatioarvo/foneemi on 4,58 bit.

oppositiota eli jos kuvion tässä kohdassa ei ole haaraumaa, spesifikaatio ei ole distinktiivinen vaan redundantti — toisin sanoen, spesifikaatio on välttämätön eli relevantti ainoastaan haarauman kohdalla. Jokin toinen piirteiden järjestys tuottaa kuitenkin erilaisia haaraumia. On aivan ilmeistä, että kulloinkin ensimmäisen kategorian eli piirteen kohdalla ilmenevät spesifikaatiot eivät tässä menetelmässä ole koskaan redundantteja. Tai yksinkertaisesti: aina on olemassa ensimmäinen haarauma. Havainnollistaakseni tätä olen piirteiden 720 (= 6!) mahdollisesta permutaatiosta valinnut inversion. Saamme kuvassa 3 esitetyn päätöspuun ja sen mukaiset redundanssit matriisiimme:

Tarkastellaanpa nyt foneemien järjestystä. Ensimmäisessä tapauksessa (kuva 2) on useimpien vierekkäisten foneemien välillä todettavissa joitakin sukulaisuussuhteita — toisessa (kuva 3) ei. Tästä voisi päätellä, että lingvistisesti relevantti on vain sellainen piirteiden järjestys, joka johtaa ns. luonnollisten luokkien (natural classes) mukaiseen foneemien paikalliseen järjestykseen. Luonnolliseksi luokaksi määritellään¹ tavallisesti sellainen foneemijoukko, jonka luonnehtimiseen tarvitaan vähemmän piirrespesifikaatioita kuin sen alkioiden (eli foneemien) luonnehtimiseen, esim. »kaikki nasaalit», »kaikki soinnittomat äänteet» jne. Voimme siis esim. mallitapauksessamme sanoa, että kaikki varsinaiset vokaalit on spesifioitu [-kon, +vok], kun taas erillisten vokaalien tarkempaan luonnehtimiseen tarvittaisiin lisäspesifikaatioita. Eri-laisten luokkien alkioita (foneemeja) ei voi tämän määritelmän mukaan yhdistää käyttämällä vain pientä määrää piirrespesifikaatioita. Niinpä on mahdotonta yhdistää esim. *h*:ta ja *r*:ää samaan luokkaan, koska ne eroavat toisistaan melkein kaikissa spesifikaatioissa. Tällaisen »luokan» luonnehtimiseen tarvittaisiin siis melkein kaksi kertaa niin paljon spesifikaatioita kuin yhden sen alkion luonnehtimiseen.

Mutta mitä luonnollisen luokan käsite puolestaan implikoi? Epäilemättä se pohjautuu piirteiden *h i e r a r k i a n* kuvitelmaan. Kukaan esim. ei yhdistäisi *l*:ää ja *ä*:tä samaan luokkaan. Mutta silti ne eroavat matriisissamme vain »kon»-piirteen spesifikaatioissa. Saman voi sanoa *s*:stä ja *j*:stä. Jos ottaisimme alimman piirteen [akuutti] primaariksi, toiseksi alimman sekundaariksi jne., niin tästä seuraisi välttämättä se, että intuitiivisesti erilaiset foneemit joutuisivat toistensa viereen. Tämä todistaa puolestaan, että piirteiden luettelointi tetyssä järjestyksessä implikoi intuition epäluotettavana tekijänä.² Muun-

¹ Määritelmä on tietääkseni Hallen.

² Tässä ilmenevät lingvistisen työskentelyn reunakriteerit: joko lähdetään enemmän tai vähemmän epäkriittisestä intuitiosta ja päädytään täten tuloksiin, jotka periaatteessa sisältyivät jo syötökseen, tai sitten edetään ankarana formaalisesti, vältetään intuitio (jos tämä ylipäänsä on mahdollista) ja saadaan tästä tuloksia, joita ei voida yhdistellä toisiinsa tai jotka parhaassa tapauksessa ovat ristiriidassa intuition kanssa. Tästä selittyy, miksi lingvistiseksi intuitioksi naaioituneen kehäpäätelmän vaara piilee jokaisessa lingvistisessä analyysissä ja lisää siihen melkein aina kvantifioimattomia aineksia, jotka tutkija tosin joskus on valmis näkemään mutta mielestäni liian harvoin myöntämään.

telemalla piirteiden järjestystä saisimme äänneluokkia, joita emme ehkä nimittäisi luonnollisiksi mutta jotka ilmaisivat kuitenkin monessa tapauksessa akustisia tai artikulatorisia sukulaisuussuhteita. Korostettakoon, että tässä yhteydessä emme ajattele jonkin morfofonemaattisen vaihtelun määrittelemää äänneluokkaa.¹ Luonnollisen luokan käsite tulkittiin tässä vain formaalisesti. Tällä käsitteellä ei voi kumota piirteiden järjestyksen muuntelemista. Sillä foneemien paikkoja alkuperäisessä päätöspuussamme ei ole saatu empiirisesti.

Puhuimme äsken piirrespesifikaatioiden tulkinnasta totuusarvojen tai »jos, niin -suhteiden» (engl. if-then-relations) perusteella tehtyinä päätelminä. Kyseessä ovat loogiset implikaatiot eli ehdot, jotka fonologiaan on tuonut Stanley (1967). Niiden kanssa analoginen on kytkentäalgebra, jossa erilaisten monimutkaisuusasteiden ekvivalentit kytkennät johtavat samoihin totuusarvovyhdistelmiin, minkä tähden eriaisteiset kytkennät ovat minimoitavissa. Tällaisen loogisen analyysin yhteydessä ilmenee, että matriisista voidaan joskus poistaa jopa kokonaisia rivejä eli DP:itä, jos yhden DP:n kaikki spesifikaatiot ovat ilmaistavissa loogis-ekvivalentisti toisen tai useamman erilaisen DP:n spesifikaation avulla.

Lähtökohdaksi ottamamme matriisi (kuva 1) koostuu 19 foneemista. Periaatteessa niiden yksiselitteiseen erottamiseen tarvittaisiin vain 5 DP:tä, koska $\log_2 19$ on 4,2479 eli 4:n ja 5:n välillä (vrt. s. 90). Ja silti jäisi tällaiseen matriisiin, jossa on 5 riviä ja 19 saraketta, vielä jonkin verran redundanssia: \overline{M} koostuisi 13 antifoneemista (= $2^5 - 19$). Jotta voitaisiin määrittää poistettava rivi, täytyy ensin tutkia, mitkä piirteet ovat riippumattomia tai luovuttamattomia. Näitä ovat [kon], koska tämä erottaa s:n j:stä; [vok], koska tämä erottaa n:n l:stä; [son], koska tämä erottaa s:n n:stä; [sup], koska tämä erottaa l:n r:stä; [lab], koska tämä erottaa v:n h:sta; ja [aku], koska tämä erottaa j:n h:sta. Siis: kun foneemit määritellään siten, kuin matriisissa on tapahtunut, jokainen DP:n spesifikaatio on relevantti vähintään yhden foneemiparin suhteen. Mutta kuten helposti huomaa matriisista, [α kon]² implikoi aika laajasti [$-\alpha$ vok]. Tarkempi analyysi osoittaa, että Boolean variaabelina ilmaistuna [vok] olisi ekvivalentti lauseen $\neg(\neg \text{kon} \vee \text{son}) \wedge \text{sup}$ ³ kanssa eli poistettavissa sillä ehdolla, että yhden ainoan foneemin, nimittäin l:n, spesifikaatioissa tehtäisiin kaksi muutosta — mikä on pieni hinta isosta voitosta: 1) [sup]-piirteen kohdalle

¹ Kuten esim. suomen astevaihtelussa; kuvaa himmentävät yleensä kuitenkin assimilaation ja analogian vaikutukset. Mainittakoon myös syntagmaattinen esimerkki: saksan kielen *-en*-päätteisten sanojen allegromuodoissa *-n* on *e:n* kadottua omaksunut täysin vokaalin syllabisuuden — mutta kuka lähtisi yhdistelemään foneemeja *n* ja *e* luonnolliseen luokkaan tällaisen korkeataajuisen ilmiön tai sen tosiasian perusteella, että molemmat edustavat soinnillisia äänteitä?

² » α » tarkoittaa joko »+» tai »-», »- α » on siis joko »- +» (= »-») tai »- -» (= »+»).

³ Luettavissa »(ei kon tai son) ja sup».

tulisi »+» (koska *l* kuuluu ainoana ei-suppeana vokaalisena foneemina osajoukkoon »- kon \vee son»), ja 2) [aku]-piirteen kohdalle tulisi »-» (jotta foneemi *l* erottuisi edelleen foneemi *r*:stä; näiden muutosten jälkeen foneemi *l* sijoittuisi kuvan 2 kokonaismatriisissa MUM välittömästi foneemi *r*:ää edeltävän sarakkeen kohdalle). Täten olisimme tosin formaalisesti lähestyneet säästäväisyyden ihannetta, mutta samaa ei ikävä kyllä voi todeta kuvailun luonnollisuudesta. Piirre [akuutti] on nimittäin vanhastaan ollut käytössä mm. dentaalikonsonanttien yhteisenä tunnusmerkkinä. Muuttamalla [aku]-spesifikaation negatiiviseksi foneemi *l*:n tapauksessa menettäisimme mahdollisuuden liittää se foneemien *s*, *t*, *n* ja *r* muodostamaan luonnolliseen luokkaan.

Täytyy siis aina pitää erillään lingvistiksi motivoitu spesifikaatio minimaalisesti tarpeellisesta eroavuudesta. Tämä ero tulee selvemäksi piirteiden lukumäärän kasvaessa. Tietysti esim. Jakobsonin aikanaan esittämät 12 erottavaa piirrettä ovat *lingvistiksi* motivoituja (vrt. tästä esim. Raun 1963), mutta niiden tulkinta binaarisina yksikköinä merkitsee — niin kuin jokainen kvantifikaatio — niiden kvalitatiivisten konnotaatioiden poistamista. Jos piirteet faktoroidaan esim. havaintotestien, funktionaalisen kuormituksen (functional load), assimilaatiovahvuuden analyysin, afasiassa ilmenevien destruktiivaiheiden (vrt. Blumstein 1972) tai kielellisiä universaaleja koskevan tutkimuksen avulla löydettyjen yleisten distinktiotarvojen perusteella, niin joudutaan poistamaan päätösaskelten samanarvoisuus ja sen mukana binaarisen analyysin peruseriaate. Eli lyhyesti sanottuna: binaarisuus (formaalisena ominaisuutena) ja hierarkia (intuitiivisena järjestelmänä) eivät sovi yhteen samalla deskriptiotasolla, vaikka kummastakaan ei voitane luopua fonologisessa analyysissa.

Jos nyt tosiaan ei oteta huomioon piirteiden kiinteätä järjestystä, ts. jos päätösaskelkia ei faktoroida piirteiden hierarkialla, vaan lähdetään »puhtaasti» binaarisesta tulkinnasta, niin matriisi voidaan optimaalisesti redusoida menetelmällä, jonka esim. Weyh (1968) on esittänyt kytKentäalgebran puitteissa. Siten saamme joka foneemille distinktiivisten spesifikaatioiden minimimäärän. Menetelmä on epäformaalisesti esitettyä seuraava:

Kahden foneemin erilaisten spesifikaatioiden perusteella voidaan esittää foneemietäisyyden käsite. Oletetaan, että kaksi foneemia P_j ja P_k eroaa toisistaan vain yhden spesifikaation osalta. Oletetaan edelleen, että tämä spesifikaatio tosiaan johdettaisiin edellistä foneemia P_j varten tietyn säännön S_j perusteella. Silloin syntyisi kuitenkin ristiriitainen tilanne, sillä molemmat foneemit — mainittua spesifikaatiota huomioon ottamatta — edustavat samaa syötöstä sääntöön S_j nähden, minkä vuoksi jälkimmäisenkin foneemin P_k spesifikaatio, joka kuitenkin tässä tapauksessa olisi juuri edellisen vastakohta, pitäisi voida tuottaa saman säännön S_j perusteella. Tämäntyyppinen sääntö ei siis voi olla redundanssisääntö.

Toisaalta piirrematriisin spesifikaatio ei juuri silloin ole redundantti, kun

kaksi foneemia eroaa toisistaan ainoastaan tämän spesifikaation osalta — tällainen spesifikaatio on, kuten jo mainittiin, signifikantti eli relevantti. S_j -tyyppinen sääntö on siten senkin takia hylättävä, että se määrittelee relevantit spesifikaatiot. Toisin sanoen »oikean» redundanssisäännön tuottaman piirrespesifikaation vastakohtainen spesifikaatio johtaa aina ulos annettujen (olemassa olevien, reaalisten) foneemien joukosta M . Entä mihin se johtaa? Teoreettisesti joka piirteen spesifikaatiolle voi muodostaa vastakohtan. Kaikkiin piirteisiin sovellettuna annetuille »spesifikaatiokimpuille» vastakohtaiset kombinaatiot ovat juuri jo mainitut antifoneemit, ja ne muodostavat komplementtijoukon \overline{M} annetulle foneemijoukolle M .

Kun nyt jokainen redundanssisääntö R_i tuottaa yksiselitteisesti yhden spesifikaation sen foneemin $P_j \in M$ sisällä, jonka relevantit spesifikaatiot ovat R_i :n syötöksenä — toisin sanoen jonka osamatriisi vastaa rakenteen kuvausta (structural description) R_i :ssä; tämä on ns. submatrix criterion —, niin edellä mainitusta käy ilmi, että sama R_i johtaa yhtä yksiselitteisesti vastaavaan »antifoneemiin» $P'_j \in \overline{M}$ ($M \cap \overline{M} = \emptyset$), jos R_i :n tuottama spesifikaatio muutetaan (plus miinukseksi tai päinvastoin).

Oikean redundanssisäännön R_i muoto on suunnilleen tämäntapainen: jos $DP\ 1 = \alpha_1$ ja jos $DP\ 2 = \alpha_2$ ja . . . , niin $DP\ k = \alpha_k$; tässä »niin»-sanaa edeltävä osa, ehtojen ketju, on redundanssisäännön rakenteen kuvaus $SD(R_i)$, $\alpha = +$ tai $-$, $1 \leq k \leq n$ ja $n =$ erottavien piirteiden lukumäärä eli (täysin spesifioidun) foneemisarakkeen pituus.

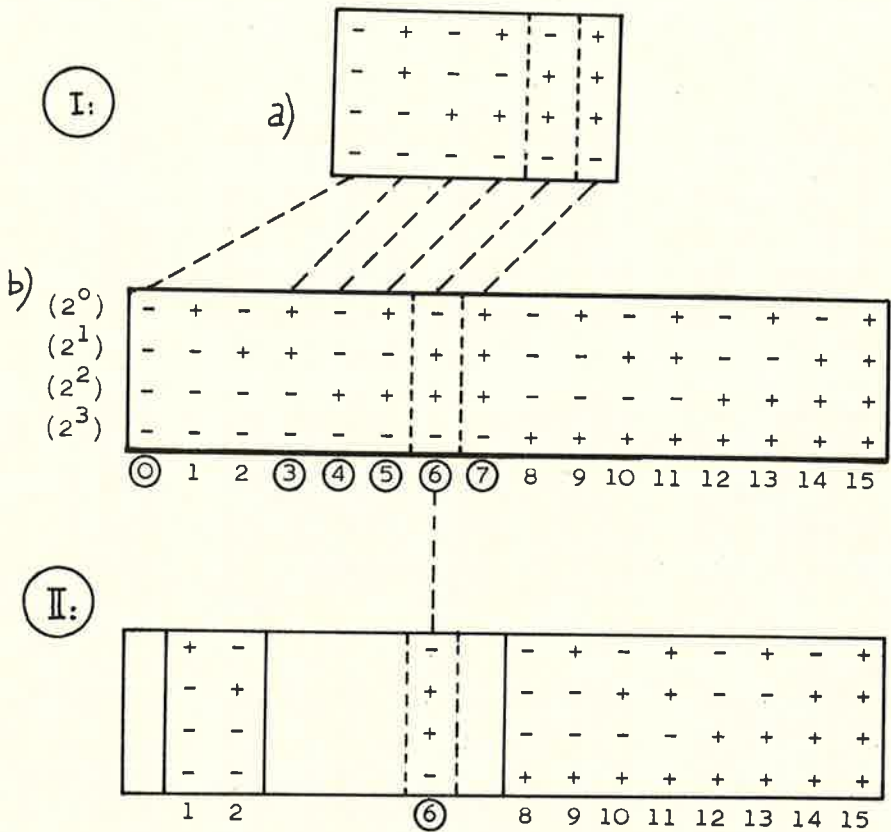
Oletetaan, että meillä olisi m DP:tä ja juuri 2^m foneemia. Silloin tässä foneemijoukossa ei olisi yhtään redundanttia spesifikaatiota. Foneemimäärän ollessa 2^m — p redundanssi kasvaa p :n mukaisesti. Toisin sanoen: mitä isompi on (p antifoneemeista koostuva) antifoneemien joukko \overline{M} , sitä isompi on redundanssi reaalisessa foneemijoukossa M (jossa on 2^m — p foneemia).

Kuten yllä todettiin, oikean redundanssisäännön kohdalla jokainen säännön tuotoksena olevan spesifikaation vastakohta siis johtaa komplementtijoukkoon \overline{M} . Jos haluamme löytää annetulle foneemille $P_j \in M$ sen redundantit spesifikaatiot, niin meidän on P_j :tä mittapuuna käyttäen etsittävä niitä \overline{M} :stä. Meidän täytyy toisin sanoen käydä läpi joukko $\{P_j\} \overline{UM}$ ja etsiä siitä mahdollisia neutralisaatioita; neutralisaatio tarkoittaa tässä kahden vastakohtaisen spesifikaation yhteen lankeamista mielivaltaisen DP_k :n kohdalla. Täten poistetaan joukosta $\{P_j\} \overline{UM}$ kunkin kahden alkion välillä vallitseva pareittainen disjunktio niissä tapauksissa, joissa tällainen neutralisaatio ylipäänsä on mahdollista, so. joissa kaksi alkia eroaa toisistaan ainoastaan yhden spesifikaation suhteen; tietenkään nollaa, aukkoa eli puuttuvaa spesifikaatiota ei tällöin lasketa mukaan, jotta se ei toimisi kolmantena spesifikaationa.¹

¹ Samaa sekaannusta fonologisessa analyysissä aiheuttanut epämääräinen spesifikaatio » \pm » on jo 1950-luvulla »virallisesti» poistettu käytöstä.

Tämä asteittainen neutralisaatio johtaa ns. implikanteihin ja päättyy silloin, kun joukosta $\{P_j\}UM$ ei löydy enää redusoitavissa olevia pareja. Tuloksena ovat mainitun joukon ns. perusimplikantit. Soveltamalla osamatriisikriteeriä on nyt tarkistettava, mikä näistä perusimplikanteista kattaa annetun foneemin P_j eli ei eroa sen piirrespesifikaatioista. Jos tällainen perusimplikantti (tai useampi) löytyy annetulle foneemille — kasvaahan perusimplikanttien määrä $p:n$ mukaisesti —, niin jokainen näin määritelty perusimplikantti muodostaa annettuun foneemiin P_j soveltuvan redundanssisäännön R_i rakenteen kuvauksen $SD(R_i)$.

Tätä menetelmää havainnollistetaan seuraavassa (kuvat 4—7) käyttämällä



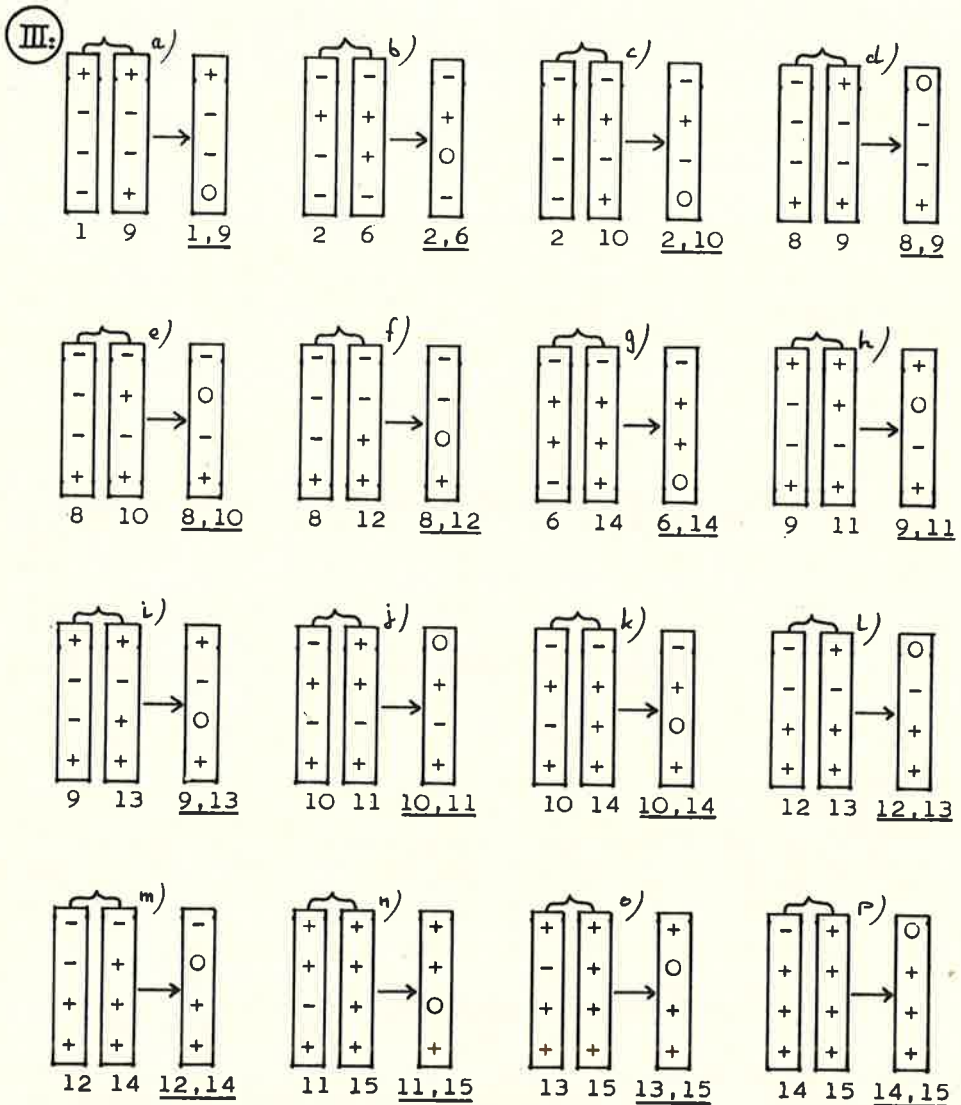
KUVA 4. I.a: Toisen, DP:iden samanarvoisuuteen perustuvan redusointimenetelmän esimerkkimatriisi M . Rivit edustavat 4 mielivaltaista DP:tä, foneemeja on 6. Redusoitava foneemi P_j on matriisissa reunustettu katkoviivalla.

I.b: Laajennus redundanssittomaksi kokonaimatriisiksi MUM . Foneemit on merkitty katkonaisella projektioviivalla sekä ympyrällä, joka on logaritmisen järjestysluvun ympärillä. $P_j:n$ log. järjestysluku on 6.

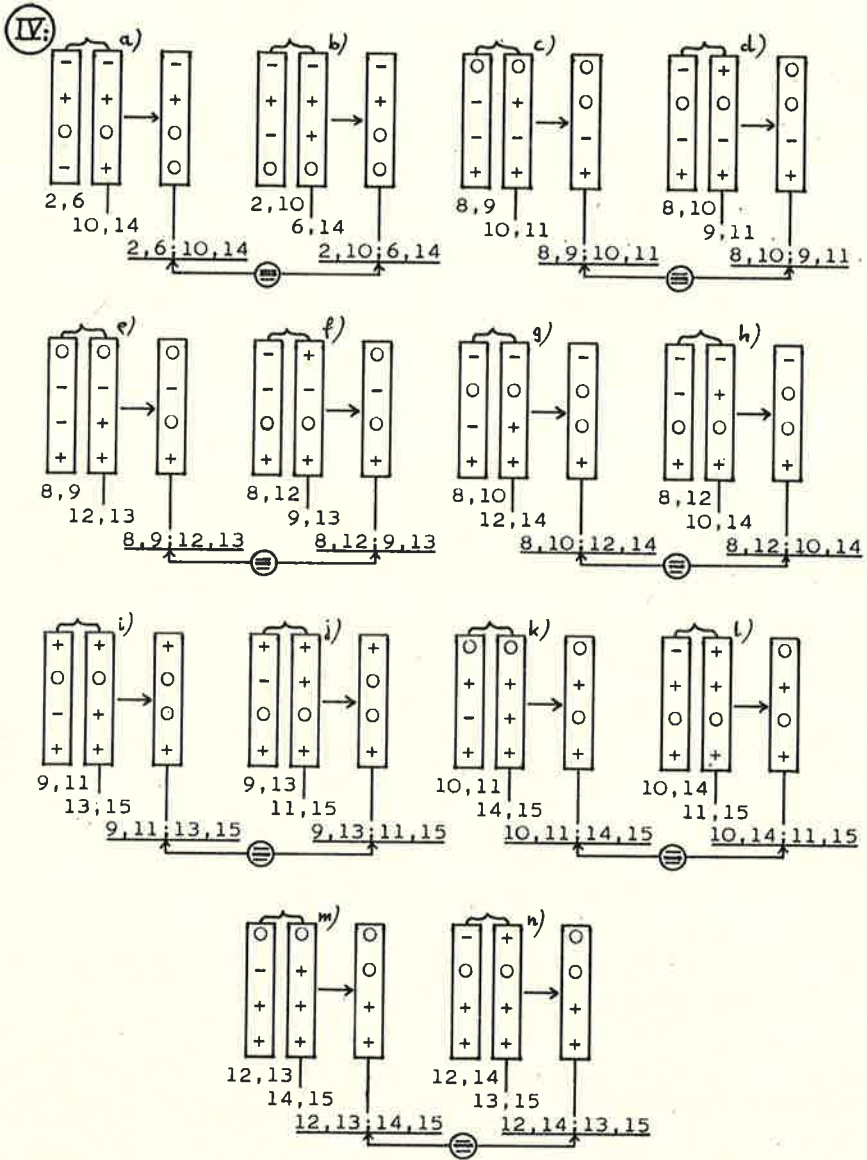
II: Reduktion lähtökohtana oleva matriisi $\{P_j\}UM$.

mielivaltaista matriisia, jossa on 6 saraketta (= foneemia) ja 4 riviä (= DP:tä). Todisteet menetelmien eri oletuksille sekä ATK-ohjelmoinnin perusteet ovat löydettävissä teoksesta Perl (1971).

Ratkaisevaa on nyt, että usealle foneemille löytyy enemmän kuin yksi



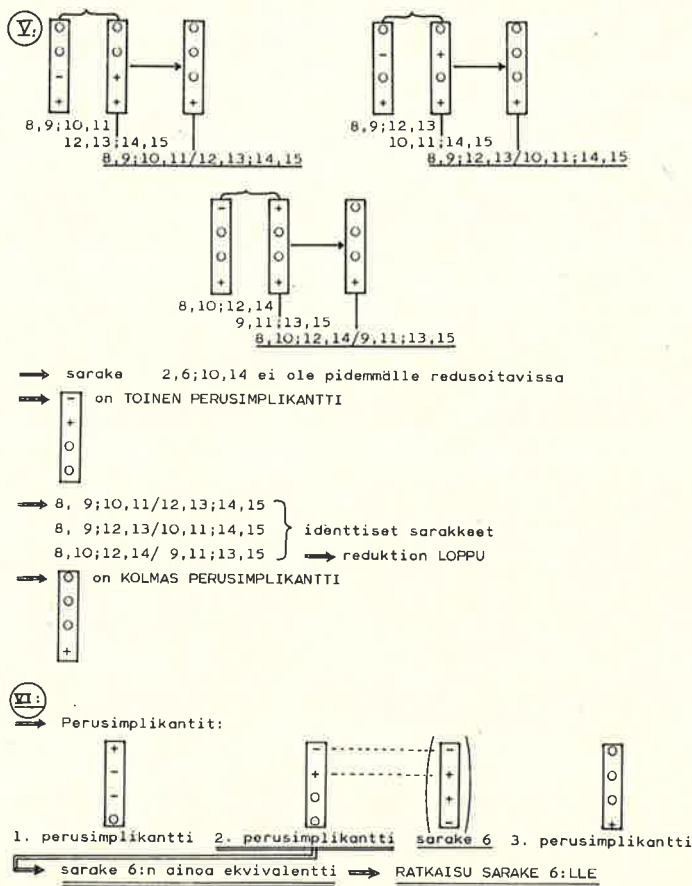
KUVA 5. III: Ensimmäinen reduktiokierros. Joukosta $\{P, U, \bar{M}\}$ valitaan kulloinkin kaksi saraketta, jotka eroavat toisistaan vain yhden spesifikaation suhteen. Tämä oppositio neutralisoidaan, mikä on tässä merkitty nolllalla. Reduktio etenee parista a) pariin p).



(⊖) = identtisyys

KUVA 6. IV: Toinen reduktiokerros. Ensimmäisestä reduktiokerroksesta (kuva 5, III) saadut implikantit yhdistellään jälleen siten, että ne eroavat vain yhden spesifikaation suhteen. Tämä oppositio neutralisoidaan, mikä on taas merkitty nolllalla. Reduktio etenee parista a) pariin n). Tällöin käy ilmi, että toisen reduktiokerroksen tuloksena saadut implikantit ovat pareittain identtisiä. Tässä toisessa vaiheessa käy myös ilmi, että ensimmäisestä kierroksesta saatua saraketta 1, 9 (vrt. kuva 5, III a) ei voida redusoida pidemmälle, joten tämä sarake on ensimmäinen perusimplikantti.

perusimplikantti, joka on muiden saman foneemin perusimplikanttien kanssa samanarvoinen. Kuten Braun (1969) on koettanut osoittaa, myös foneemisekvenssien, siis yleensä morfeemien, redusointi voidaan formaalisesti toteut-



Kuva 7. V: Kolmas reduktiokierros. Toisesta reduktiokierroksesta (kuva 6, IV) saadut implikantit yhdistellään jälleen siten, että ne eroavat vain yhden spesifikaation suhteen. Toisen reduktiokierroksen yhteydessä löydettyjä identtisiä implikantteja ei oteta erikseen huomioon. Tässä kolmannessa vaiheessa käy ilmi, että toisesta kierroksesta saatua saraketta 1, 6; 10, 14 (eli 1, 10; 6, 14) ei voida redusoida pidemmälle, jolloin tämä sarake on toinen perusimplikantti. Edelleen huomataan, että tämän kierroksen implikantit ovat identtiset. Tämän pidemmälle ei siis voida jatkaa reduktiota, ja samalla viimeksi mainitut implikantit edustavat kolmatta perusimplikanttia.

VI: Vertailemalla kaikkia tämän redusointimenetelmän avulla saatuja perusimplikantteja redusoitavaan sarakkeeseen todetaan toisen perusimplikantin edustavan kyseisen sarakkeen osamatriisia. Täten on sarakkeen 6 kahden jälkimmäisen spesifikaation todettu olevan redundanteja, jolloin toisen perusimplikantin jäljelle jääneet spesifikaatiot - (DP 1:lle) ja + (DP 2:lle) ovat täysin spesifioituun sarakkeeseen 6 johtavan redundanssisäännön »vasen puoli» eli sen rakenteen kuvaus (structural description.)

taa samalla tavoin kuin erillisten foneemien redusointi. Silloin yksinkertaisesti liitetään peräkkäisten foneemien spesifikaatiot toisiinsa useampiosaiseen algebralliseen ketjuun, jolloin artikkelin alussa mainittu piirre [segmentti] indeksillä varustettuna otetaan taas käyttöön ja muodostetaan kahdesta, kolmesta jne. toisiinsa »kytketystä» foneemista koostuvien ketjujen joukot, jotka voidaan taas minimoida yksinkertaisten foneemien tapaan. Komplementtijoukot sisältäisivät silloin juuri ne morfeemit, joita kyseinen kieli ei salli.

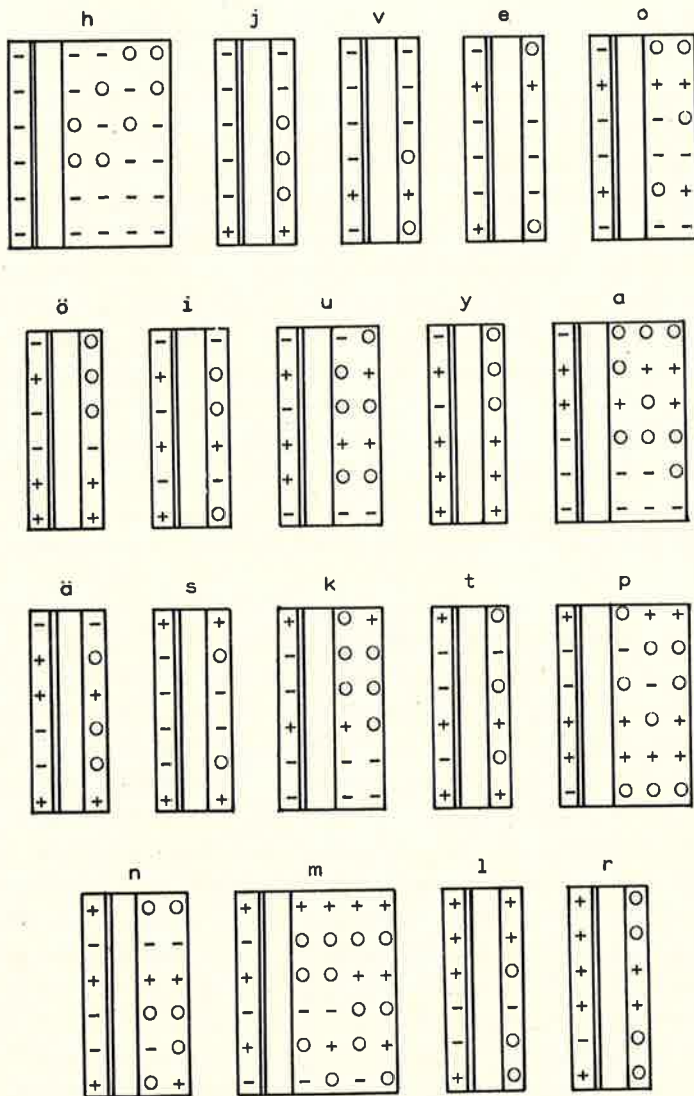
Ongelmana, jota Braun käsitykseni mukaan ei ole ottanut huomioon, pysyy kuitenkin tällaisen menetelmän rajoittuneisuus, jolla tarkoitan sitä, että formalismi toimii, samoin kuin fonologisen matriisin redusoinnissa, kulloinkin vain samanpituisten morfeemien kohdalla. Yleisiä morfeemirakennesääntöjä (eli morfeemitasoisia redundanssisääntöjä) voi edelleenkin lähestyä vain tilastollisin menetelmin, siis vertailemalla eripituisten morfeemien rakenteita toisiinsa. Tässä ilmenee taas kehäpäätelmän vaara: päätös, mitkä morfeemit otetaan mukaan ja mitkä jätetään pois (esim. kaikki [-native] tms.) implikoi sekin jonkin ennakkoratkaisun kysymykseen, miltä analysoitavat morfeemirakenteet näyttäisivät.

Jos tämän artikkelin jälkimmäisessä osassa esitettyä menetelmää sovelletaan lähtökohtana olleeseen K. Wiikin matriisiin, niin tulos on kuvien 8 ja 9 mukainen.

Mitä voimme päätellä siitä, että menetelmä tuottaa useita ekvivalentteja ratkaisuja? Ainakin sen, että leksikossa ei voi olla tietyn kielen morfeemien yksiselitteistä edustusta. Myöskään MS-säännöt (MS-rules = Segment Structure Rules + Sequence Structure Rules, so. foneemien ja morfeemien rakennetta koskevat säännöt) eivät ole yksiselitteisesti kuvailtavissa. Formaalisti ei ole perusteltavissa, että pidetään kiinni yhdestä ainoasta kuvailtavasta. Sen mukaan ei voi myöskään yksiselitteisesti määrittellä sellaista tietyn kielen kielioppia, joka pohjautuu ekonomian ja minimiedustuksen periaatteeseen. Tällaista kielioppia ei voida myöskään pitää mentaalisten prosessien pienoismallina. Tahtoisin korostaa, että en puhu tässä yhteydessä puhesynteesiin liittyvistä kysymyksistä, koska tämä lähtee aivan toisenlaisista perusoleuksista; siinä on mm. äänteiden siirtymillä (transitions) paljon enemmän merkitystä kuin stationaarisilla äänneillä. Tässä on kyseessä kielellisen kompetenssin yksiköiden (foneemien) ja lingvistisen kodifioinnin (binaarisen DP-analyysin) välinen ristiriita.

Uskallan epäillä, onko mahdollista löytää minkäänlaista kriteeriä, jonka perusteella voitaisiin määrätä lingvistisesti merkitsevä piirrejoukko ja piirteiden yksiselitteinen järjestys edes yhdessä kielessä saati sitten universaalisti. Tämän takia katson teorian redundanssittomien matriisien ynnä niihin liittyvien SS- (segmenttirakenne-) ja MS-sääntöjen varastoimisesta keskushermostossa olevan lingvistisesti epäadekvaattina hylättävä.

Tätä päätelmää silmällä pitäen ainoa selitys tai ratkaisu mielestäni



KUVA 8. Suomen kielen fonemit (K. Wiikin mukaan) ja niiden redundanssittomat variantit. Näiden varianttien löytämiseksi on käytetty edellä (s. 99—) mainittua DP:iden samanarvoisuuden perustuvaa redusointimenetelmää. Olennaisimpana tuloksena on pidettävä sitä, että eräitä fonemeja edustaa useampi kuin yksi variantti; kuitenkin kaikissa saman fonemin redundanssittomissa varianteissa on täsmälleen sama määrä aukkoja (esim. *h*:n kohdalla kaksi jne.) — K. Wiikin matriisin tietokoneella tehdystä redusoinnista kiitän R. Weickeria ja Hampurin yliopiston las-
kentakeskusta.

	h	j	v	e	o	ö	i	u	y	a	ä	s	k	t	p	n	m	l	r
kon	-	-	-				-	-			-	+					+	+	
vok	-	-	-	+	+									-	-	-	-	+	
son			-	-	-					+	+	-				+			+
sup				-	-	-	+	+	+			-	+	+	+		-	-	+
lab	-		+	-		+	-		+	-			-		+	-			
aku	-	+			-	+		-	+	-	+	+	-	+			-		
	h	j	v	e	o	ö	i	u	y	a	ä	s	k	t	p	n	m	l	r

KUVA 9. Kuvassa 8 esitetyn suomen foneemimatriisin redusoinnin tulosten perusteella esitetään tässä y k s i redundanssittomien foneemien kombinaatiomahdollisuus, joita on tämän foneemimatriisin tapauksessa yhteensä 4608 (= yksittäisten foneemien varianttimäärien tulo). Näissä 4608 matriisissa on täsmälleen sama määrä redundanssia edustavia aukkoja. Yksittäisen matriisin informaatioarvo on täten myös aina sama eli n. 3,21 bit/foneemi. Matriisit ovat maksimaalisesti redusoituja; jos poistettaisiin yksikin spesifikaatio enemmän, niin ei olisi enää mahdollista yksiselitteisesti määritellä kyseiseen sarakkeeseen kuuluvaa foneemia.

olisi se, että tässä esitettyjen kieliopillisten analyysimenetelmien ohella ihmisen aivoissa on myös olemassa sellaisia kompetenssiin kuuluvia parametreja, jotka on määriteltävä kvantitatiivisesti, joita ei siis voi kvantifioida ja jotka sallivat valikoinnin tarjolla olevien tasaveroisten kielioppien joukosta — sellaisia parametreja siis, jotka todennäköisesti jo äidinkielen oppimisvaiheessa determinoivat yksiselitteisesti tietyn kielioppimuodon.

KIRJALLISUUTTA

- BLUMSTEIN, S. E. 1972. A phonological investigation of aphasic speech. *Janua Linguarum, Series Minor* 153. Mouton, Den Haag.
- BRAUN, S. 1969. Some formal properties of phonological redundancy rules. *International Conference on Computational Linguistics (Coling)*, Preprint No. 6, *Classific. TG 2.1. KVAL (Research Group for Quantitative Linguistics)*, Stockholm.
- CERRY, C. 1957. *On human communication*. Wiley, New York.
- CERRY, C., HALLE, M., JAKOBSON, R. 1953. Toward the logical description of languages in their phonemic aspects. *Language* 29. S. 34—46.
- CHOMSKY, N. 1972. *Language and mind*. Enlarged Edition. *Harcourt-Brace-Jovanovich*, New York.
- CHOMSKY, N., HALLE, M. 1968. *The sound pattern of English*. Harper & Row, New York.
- PERL, J. 1971. *Minimierung disjunktiver Normalformen*. Diss. FU Berlin.
- RAUN, A. 1963. Johdatusta strukturaalikielitetieteen. *Tietolipas* 30. Helsinki.
- STANLEY, R. 1967. Redundancy rules in phonology. *Language* 43, No. 2. S. 393—436.
- STANLEY, R. 1968. The formal character of redundancy rules in phonology. *P.O.L.A.*, 2nd series No. 6. S. S 1 — S 31.
- UNGEHEUER, G. 1969. Das logistische Fundament binärer Phonemklassifikationen. *Studia Linguistica* 13. S. 69—97.
- WEYH, U. 1968. *Elemente der Schaltungs algebra*. München.
- WIIK, K. 1967. Suomen kielen morfofonemiikkaa. *TYFL:n julkaisuja n:o 3*.

Zur Redundanz phonologischer Merkmalmatrizen

Willi Plöger

In diesem Aufsatz wird anhand eines aus der Phonologie gewählten Beispiels die Hypothese aufgestellt, dass im Rahmen der grammatischen Beschreibung einer natürlichen Sprache formale Verfahren allein nicht notwendigerweise zu linguistisch relevanten Aussagen führen. »Formal« bedeutet hier »auf der Basis eines Inventars numerisch beschreibbarer Einheiten auf dem Weg über logische Schlussregeln eindeutige quantitative Beschreibungen sprachlicher Sachverhalte liefernd«. Ausgangspunkt der Darlegungen ist eine von Kalevi Wiik (1967) für die phonologischen Segmente des Finnischen vorgeschlagene binäre Merkmalmatrix (die übrigens im Rahmen der von Wiik gelieferten Analyse der finnischen Morphophonematik überzeugend motiviert wurde; vgl. dazu meine Rezension in UAJb 42, 1970, S. 208—212). Auf der Grundlage dieser Matrix (Bild 1) werden 2 Verfahren dargestellt, die es ermöglichen, redundante Spezifikationen distinktiver Merkmale (im folgenden »DF«) in phonologischen Merkmalmatrizen aufzufinden. Die erste Art von Redundanz ergibt sich dann, wenn die Menge der realen Phoneme einer Sprache, analysiert mit n Merkmalen, kleiner ist als die Menge aller möglichen (= 2^n) Kombinationen aus »+« und »-«. Soll ferner die aufzustellende Matrix möglichst wenige DFs enthalten, so kann eine weitere Art von Redundanz in Form solcher Merkmale ermittelt werden, deren Vorhandensein bzw. Fehlen sich aus dem Vorhandensein bzw. Fehlen anderer Eigenschaften ergibt. Die beiden bisher genannten Arten der Redundanz sind aus der »vertikalen« Dimension, d.h. der inneren Struktur der einzelnen Phoneme als Spalten der Matrix, ableitbar. Eine dritte Art von Redundanz ergibt sich bei Berücksichtigung der »horizontalen« (= phonotaktischen) Di-

mension und korreliert mit dem Begriff der Morphemstrukturregel. Diese letztgenannte Redundanz wird hier nicht näher behandelt; sie setzt jedoch die Ermittlung der beiden erstgenannten Redundanzarten voraus: akzeptiert man das im Rahmen der generativen Phonologie beschriebene »economy criterion«, wonach unter allen äquivalenten Repräsentationen desselben sprachlichen Sachverhalts diejenige am höchsten bewertet wird, die mit der geringsten Zahl linguistischer Einheiten und Regeln auskommt, so ist zunächst aus der »vertikalen« Dimension alles Überflüssige zu tilgen, bevor man eine ökonomische Analyse der nächsthöheren Ebene (hier: der Morphemstruktur) in Angriff nehmen kann. Diese Bedingung ist nicht nur formal relevant — ihr unterliegt nach Ansicht der TG-Grammatiktheorie auch und gerade die *m e n t a l e* Repräsentation der sprachlichen Kompetenz. So gesehen scheint dem genannten Ökonomiekriterium bei jedem Versuch eines Brückenschlags zwischen Linguistik und Neurologie eine fundamentale Bedeutung zuzukommen.

Diese Annahme aber erweist sich aufgrund der hier angestellten Überlegungen als unzureichend. Wie die Analyse des finnischen Beispiels zeigt, führen alle Reduktionsverfahren zu absurden Konsequenzen; darüber hinaus lässt sich bei keinem Ergebnis der Reduktion, berücksichtigt man die üblicherweise zugrundegelegten Annahmen (die »Vor- und Nachredaktion« seitens des Linguisten), der Verdacht des Zirkelschlusses ausräumen. Phonologische Analysen dieser Art liefern, was sie liefern sollen — sie können nicht als empirische Verfahren angesprochen werden.

Zur Untermauerung dieser Hypothese werden 2 Reduktionsverfahren dargestellt, von denen das eine von einer vor-

gegebenen Merkmals-hierarchie ausgeht, während beim zweiten eine solche Rangordnung der DFs fehlt. Bild 2 zeigt die Ermittlung der Redundanzen auf der Grundlage der DF-Rangordnung der Ausgangsmatrix. Legt man eine andere Rangordnung derselben DFs zugrunde, wie in Bild 3, so ergeben sich andere Redundanzen. Keine der gewählten DF-Rangordnungen ist eindeutig empirisch begründbar — allenfalls sinnvoller als irgendeine andere in Abhängigkeit von den Hypothesen, die man jeweils an den Anfang einer phonologischen Beschreibung stellt. Die Bilder 4—7 illustrieren ein Verfahren, das wegen der hier angenommenen Gleichrangigkeit aller DFs für manche Phoneme zu mehreren gleichwertigen reduzierten Repräsentationen führt (Bild 8). Diese wiederum sind in unserem Beispiel zu insgesamt 4608 gleichwertigen redundanz-

freien Repräsentationen des finnischen Phonembestandes (= phonologischen Matrizen) kombinierbar, von denen eine in Bild 9 als Beispiel gegeben ist. Ein eindeutiger Ausgangspunkt für eine formale Beschreibung der Morphemstruktur ist somit nicht fixierbar. Vielmehr müssen wir neben der formalen Struktur qualitative, nicht quantifizierbare Kriterien annehmen, die die mentale Repräsentation einer Grammatik sowie ihre Konstituierung im Prozess des individuellen Spracherwerbs bestimmen.

Osoite:
Anschrift:

Helsingin yliopisto
Saksalainen laitos
Vuorikatu 6 A
SF-00100 Helsinki 10