



LUND UNIVERSITY

Höra i förtid

Hur hjärnan föraktiverar orden innan vi hör dem

Roll, Mikael

Published in:
Vetenskaps societeten i Lund. Årsbok 2017

2017

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):
Roll, M. (2017). Höra i förtid: Hur hjärnan föraktiverar orden innan vi hör dem. I H. Rahm (Red.), *Vetenskaps societeten i Lund. Årsbok 2017* (s. 153-161). (Årsbok). Vetenskaps societeten i Lund.

Total number of authors:
1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00



Mikael Roll

Höra i förtid

Hur hjärnan föraktiverar orden innan vi hör dem*

När man lyssnar på någon som pratar långsamt och stapplande får man ofta kväva en impuls att fylla i orden innan talaren själv hittar dem. Känner du igen dig? Då är du inte ensam. Det finns anledning att tro att det är något som alla normala modersmålstalare har varit med om. De flesta är dock rätt bra på att lägga band på sig och inte fylla i talarens ord i de fall där det inte är accepterat. Varför har vi då den där känslan av att vilja lägga ord i talarens mun? Det beror förmodligen på en mekanism som har utvecklats för att vi ska kunna hänga med i snabbt tal, förstå andra dialekter och ha bättre förståelse under brusiga förhållanden snarare än att vi ska uppträda på ett irriterande sätt när folk pratar långsamt. Vad vi gör hela tiden när vi lyssnar på någon som pratar är att omedvetet försöka ligga steget före och förutsäga vad talaren kommer att säga härnäst. Det här är något man har anat ganska länge (Marslen-Wilson och Tyler, 1980). Vad man inte har vetat så mycket om tidigare är hur det går till i hjärnan när man föraktiverar ord. Vi neurologvister i Lund har hittat hjärnaktivitet som verkar reflektera själva föraktiveringen av ord (Söderström et al., 2016; Roll et al., inskickad). Man kan alltså se i hjärnan hur vi ”hör” ord innan vi verkligen hör dem.

Förutsägelse finns överallt i naturen. Tänk på en kungsörn som ska fånga en hare nere på marken. Från luften måste fågeln förutsäga var bytet kommer att befinna när den snuddar vid marken. Annars får den bita i gräset i stället för i den läckra haren. När vi går på ett trafikerat torg gäller det att vi tar sikte på kommande luckor mellan människor och inte luckor som kommer att fyllas igen lagom tills vi går in i dem, för då går vi in i människor i stället för mellan dem. På samma sätt är det bra att veta ungefär vilket ord någon kommer att använda och försöka börja tolka det i sammanhanget innan vi faktiskt snubblar på det riktiga ordet. Tänk dig att någon säger *Köp bröd, kanel, bananer och ris.*

*Författarens tack till Knut och Alice Wallenbergs stiftelse för finansiering (projekt 2014.0139).



För att kunna ta in *bananer* är det bra om vi redan har förstått *bröd* och *kanel* när vi börjar höra ordet. Därför börjar vi redan när vi hör *Köp br-* föraktivera olika möjliga ord som *bröd*, *broccoli* och kanske t.o.m. *broscher* och *britsar*. Som vi ska komma till senare, verkar denna föraktivering vara starkare ju färre alternativ som finns, det vill säga, ju säkrare man kan vara på vilket ord som kommer. Sedan väljer man bort de alternativ som visar sig vara irrelevanta. Den här första urvalsprocessen redan när ordet börjar hjälper oss att snabbt välja rätt ord när man hört hela ordet. Om den skulle vara felaktig så att man behöver vänta tills hela ordet är uttalat för att förstå det, t.ex. om talaren sade *Köp brons* eller ännu värre *Köp bråk*, är det stor risk att man skulle missa kaneln och bananerna som kommer efter.

När vi går på torget är det också viktigt att hålla flera alternativa möjligheter öppna för vart andra kommer att röra sig. Vi viktat förmodligen alternativen efter vilka vi tror är mest sannolika. Viktningen baserar vi på olika sorters information, bl.a. fotgängarnas nuvarande riktning och hastighet och vart de har huvudet vänt. Det är relativt osannolikt att någon som går fort framåt och tittar rakt fram plötsligt kommer att vända sig och gå bakåt. Då är det lite mer troligt att personen går att sidan. På samma sätt använder vi som lyssnare information i talet för att omedvetet upprätta små hypoteser om vad som kommer närmast baserat på våra tidigare erfarenheter. Om man hör *Det är sent. Gå och borsta...* tänker man i första hand på *tänderna* och inte på *hästen*. Redan innan man ens hör början på ordet har man här en ganska stark förväntan på vilket ord man kommer att höra och blir förvånad om man hör t.ex. *hästen*.

Förväntningarna på vad vi kommer att höra är ofta så starka att vi faktiskt hör det vi tror att vi kommer att höra, även om det inte stämmer. Ett talande om än något komplext exempel som ofta citeras är meningen *Ingen huvudskada är för trivial för att ignoreras*, som ska härstamma från ett uttalande av läkekonsstens fader Hippokrates någon gång på 400-talet f.Kr. Man förstår genast vad man förväntar sig, nämligen något i stil med *Ingen huvudskada är så trivial att den kan ignoreras*, men egentligen betyder meningen i princip det motsatta: *Alla huvudskador är så viktiga att man kan ignorera dem*. Förmodligen sade Hippokrates det på skoj just för att det blir så absurt. Förväntningen på att man ska säga att ingen huvudskada är för trivial för att undersökas är så stor att man helt enkelt inte förstår vad *ignoreras* betyder utan förutsätter att man har missat någon negation.

Det är inte bara från ett ord till nästa som förväntningar på vad som ska komma bildas, utan även – blixtsnabbt – inom ord. På 1980-talet utarbetade

den nuvarande Cambridgeprofessorn William Marslen-Wilson en modell för hur föraktivering inom ord verkar ske i tre steg (Marslen-Wilson och Tyler, 1980; Marslen-Wilson, 1987). Det första steget är aktiveringsfasen. När man hör de allra första språkljuden i ett ord, till exempel *sp-*, börjar man med att aktivera i princip alla möjliga ord som kan tänkas förekomma: *spak*, *span*, *spurt*, *spik* osv. Nästa steg är sedan urvalsfasen, där man snävar in urvalet av möjliga ord tills man till slut bara har en möjlighet. Medan aktiveringen är en engångsföreteelse är urvalsfasen kontinuerlig. Ju mer man hör av ordet desto fler möjligheter kan man slänga bort. När man har hört *spa-* kan man dämpa aktiveringen av de irrelevanta *spurt* och *spik*. Vid *spak* kan även ord som *span* hämmas och bara ett alternativ kvarstår. Detta kallas ordigenkänningspunkten.

Varför försöker man förutsäga ord så snabbt som möjligt? Det finns flera anledningar till det. Jag fick en aha-upplevelse vid ett föredrag som Yury Shtyrov, numera professor i neurovetenskap i Århus, höll för några år sedan på konferensen Speaking of Prosody i Lund 2011. Ett löpande tema under föredraget var hur långt en gepard kan springa på en viss tid. Tanken var att om det tar en halv sekund för hjärnan att förstå ett ord som *Spring!* när en gepard närmar sig, så skulle geparden redan vara sexton meter närmare när det hände. Man skulle då ha mycket större risk att bli uppäten än om man förstod samma sak på 0,2 sekunder och geparden bara hann springa sex meter. I efterhand har jag insett att det finns ett krux med det: geparder äter inte människor. Men att snabb aktivering av ord och deras mening har inneburit en fördel i människans historia verkar rimligt. En annan fördel med föraktivering är att det hjälper oss som lyssnare att hänga med i talet. Vi behöver knappt höra en del ord för att de är så väntade och kan koncentrera våra kognitiva resurser t.ex. på att tolka det som sägs mer djupgående.

Shtyrov har tillsammans med sina kolleger visat att vi är blixtsnabba på att känna igen om ett ord är ett riktigt ord som kvot eller om det inte är det, som kvup (Pulvermüller et al., 2009). I det här fallet skulle man känna igen det existerande ordet någonstans mellan tre och fem hundraönders sekunder efter att antydning till vokalen hörts, alltså med en svindlande hastighet (MacGregor et al., 2012). Det kan man se i aktivering av olika hjärnområden beroende på vilken sorts information som är inblandad. Vad som händer i hjärnan innan vi hör o:et, alltså redan när vi uppfattat *kv* vet man däremot mindre om. Då kan *kvinna*, *kval*, *kväll* osv. fortfarande vara möjligheter och enligt Marslen-Wilsons modell borde alla dessa möjligheter vara ”aktiva”. Vad betyder då aktiva i det här sammanhanget? Att de nervceller i hjärnan som representerar ljudet av de orden är retade? Eller att

nervcellerna som representerar alla andra ord är hämmade? I dagsläget vet man inte så mycket om det, men i Lund börjar vi komma svaren på spåren.

Vi kan börja med att berätta lite om varför vi har kommit så pass långt just på neurolingvistik i Lund när det gäller förutsägelse. Med tanke på att vi publicerade vår första neurolingvistiska studie om svenska för bara tio år sedan (Roll et al., 2007) har utvecklingen gått mycket snabbt. Och det beror på att vi har studerat just svenska och att språkmelodi är ett så centralt område inom allmän språkvetenskap och fonetik i Lund (Bruce, 1977). Svenskan har nämligen toner som verkar användas nästan enbart för att förutsäga grammatisk struktur. En sådan ton upptäckte jag innan jag blev neurolingvist. Merle Horne hade med kolleger tidigare märkt en stigning i språkmelodin i början av yttranden som inte verkade signalera någon framhävnings av ordet (Horne et al., 2001). Genom att jämföra att-satser med huvudsats- och bisatsordföljd kunde jag visa att stigningen hade en möjlig syntaktisk funktion. Den fanns nämligen i huvudsatser men inte i bisatser (Roll, 2006). Det visade sig vara en generalisering som höll över olika sorters huvudsatser som påståenden och frågor. När vi senare upptäckte att lyssnare använde de här tonerna i början av satser för att omedvetet förutsäga satsens grammatiska struktur hade vi hittat en guldgruva för förståelsen av språkbearbetning (Roll et al., 2009). Den satsinitiala tonen har senare inarbetats i fonologisk teori (Myrberg, 2010; Myrberg och Riad, 2015). Men för oss är det viktigaste att den ger en unik möjlighet att studera föraktivering av grammatisk struktur. Att tonerna i sig är betydelselösa ger möjlighet att observera syntaktisk föraktivering utan att den påverkas av annan betydelserelaterad aktivering.

Andra forskarlag har letat efter hjärnkorrelat till föraktivering i språk (Federmeier, 2007; Wicha et al., 2004; DeLong et al., 2005). Normalt sett har man dock inte haft någon grund för att anta att början på somliga ord skulle sätta igång mer föraktivering än början på andra. Något paradoxalt har därför forskningen om förutsägelse koncentrerat sig på vad som händer inte under själva förutsägelsen, utan efter, när det man förutsagt dyker upp eller inte. För oss var det tvärtom. Vi började med att hitta en skillnad i hjärnsignalen för olika språkmelodier som vi först trodde berodde på att höga toner drar till sig uppmärksamhet (Roll et al., 2011; Roll och Horne, 2011; Roll et al., 2010). Först hittade vi skillnaden mellan huvudsatsinitiala stigningar och avsaknaden av dem. Sedan hittade vi samma skillnad mellan en hög och en låg ton på stammen av ord, som kallas ”ordaccent”. När vi senare testade att bara spela upp själva ordmelodierna utan språkljuden, så att det lät som hummande, fick vi

inte samma skillnad mellan höga och låga toner längre. Då fick vi en effekt som är typisk för just något oväntade tonrörelser när den höga tonen spelades upp. Den hjärnaktiviteten såg inte alls ut som skillnaden vi hade hittat mellan satsinitiala toner och ordaccenter när de fanns i ord (Roll et al., 2013).

När vi senare gjorde ett responstidsexperiment började vi ana oråd på allvar (Söderström et al., 2012). För att förstå varför ska vi titta lite närmare på ordaccenter. De två olika ordaccenttonerna är – trots att de hörs på stammen av ord – knutna till olika ändelser. Vad menar jag med det? Jo, exempelvis har alla ord som slutar på –en, alltså *båten, valpen, leken* osv – samma melodi. I centralsvenska är det en låg ton när det är ofokuserat, som i (*JAG sa*) *båten, valpen, leken*. Samma stammar har i stället en hög ton när de föregår ändelsen –ar i (*JAG sa*) *båtar, valpar, lekar*. På så vis är alla ändelser i språket associerade med antingen en hög eller låg föregående ton. När vi lyssnar kan vi alltså enkelt använda tonen på stammen för att förutsäga om *båt-* kommer att sluta på –en eller –ar, eller om *bygg-* kommer att sluta med –de eller –er. Det här är viktiga saker. Det handlar om att få förinformation om ett ord är ental eller flertal och hur det relateras till samtalsituationen (bestämd eller obestämd form), om det händer nu eller redan har hänt. Det är utmärkt att ha en ton som hjälper oss att förutsäga de uppgifterna. Men när vi testade med responstider märkte vi att det verkade vara den låga tonen som var mest användbar för förutsägelse och inte den höga. Det kändes inte riktigt i linje med att den höga tonen drog till sig uppmärksamhet. Så här i efterhand inser man att det egentligen är ganska självklart att den låga tonen är den bästa signalen för att förutsäga ändelser. Det finns helt enkelt mycket färre möjliga ordslut att välja mellan när man har hört en låg ton. Det beror på att den höga tonen, förutom att vara knuten till en del av alla ändelser också är den som används i samtliga sammansättningar. *Busskur, kallbad* och *danskurs* har alltså alla en hög ton i första ledet. Men vi var ändå helt inställda på att den hjärnsignal vi observerade visade något mer direkt kopplat till tonskillnaden. Vi såg ju samma effekt för skillnaden mellan hög och låg ton både inom ord och i början av satser!

Till slut blev vi tvungna att testa ordmelodierna med både EEG och magnetkamera för att komma till botten med problemet (Roll et al., 2015). Med magnetkamera kan man med större säkerhet säga var i hjärnan det händer saker, eftersom den är känslig för förändringar i mängden syresatt blod i olika hjärnområden. När vi använder ett hjärnområde strömmar en stor mängd syresatt blod till det, som ger utslag i signalen. Vi använde också en EEG-teknik som gav oss uppgifter om vilket av två element i en jämförelse som ger mest

aktivitet. Det visade sig vara, inte den höga tonen, som vi hade trott, utan den låga! Magnetkameran bekräftade resultatet. Den låga tonen ökade aktiveringen i språkområdena i vänster tinninglob och pannlob jämfört med den höga tonen. Motvilligt började vi se ett mönster där all data föll på plats bättre än i vår gamla version. Det verkade som om den höga tonen var en bättre grund för att förutsäga ändelserna och att det snarast var den förutsägelsen vi såg i hjärndatan. Vi föreslog att det kanske t.o.m. var en föraktivering av ändelsen vi såg (Roll et al., 2015; Roll, 2015; Söderström et al., 2017). Men om det var det, tänkte vi, då borde vi väl se starkare hjärneffekt ju säkrare man kunde vara på ordslutet? Det testade vi härnäst.

Om det var det stora antalet fortsättningar som gjorde den höga tonen till en sämre prediktor tänkte vi att det kunde böttna i en mer allmän princip. Vi resonerade att ordbegynnelse med färre möjliga ordavslutningar kunde ge högre säkerhet och starkare föraktivering än ordbegynnelse med fler möjliga ordslut. För att undersöka detta engagerade vi Johan Frid, som ordnade ett uttalsbaserat ordbegynnelsexikon där det fanns information om hur många möjliga slut olika ordbegynnelse hade i en stor korpus, alltså textmassa. Vi hittade en relativt betydelsefull korrelation mellan antalet ordslut och hur stark hjärnsignal ordbegynnelsen orsakade i EEGt. Eftersom ingen annan verkade ha beskrivit något liknande, gav vi EEG-komponenten ett namn, *Pre-Activation Negativity*, alltså "föraktiveringsnegativitet", med "PrAN" som förkortning (Söderström et al., 2016). Att det är en negativitet handlar bara om vilken elektrisk laddning effekten har: ju mer hjärnaktivitet desto mer elektriskt negativ laddning. När vi testade effekten från allra första början på ord kunde vi t.o.m. formulera en funktion för vilken amplitud den elektriska signalen från hjärnan skulle få. Amplituden blev högre ju färre möjliga ordslut det fanns och ju vanligare de ordsluten var (Roll et al., inskickad). Det verkade som om vi hade hittat en ny hjärnsignal som faktiskt svarade mot hur säker man kunde vara på vad som skulle fortsätta: en föraktiveringssignal.

Varför hävdar vi att föraktiveringssignalen PrAN visar *föraktivering* av ordslut eller syntaktiska strukturer och inte någon annan form av förutsägelse? En idé som har framförts är att PrAN egentligen skulle spegla att ordbegynnelse som har fler möjliga fortsättningar eller toner som introducerar fler möjliga syntaktiska strukturer blir svårare att bearbeta. Intressant nog skulle det innebära att många möjliga fortsättningar gav ökad hjärnaktivitet. I själva verket är det i stället de ordbegynnelse och toner som signalerar *färre* möjliga fortsättningar som ger ökad neural aktivitet. Det kanske verkar konstigt; om det finns fler möjliga

fortsättningar, skulle man kanske vänta sig att aktiveringen av alla dem skulle ge ökad aktivitet. Men det är inte nödvändigtvis så "aktivering" går till, som vi ska se i nästa stycke. En anledning till att vi tror att föraktiveringssignalen visar föraktivering av det förväntade ordslutet är alltså helt enkelt att ordbegynnelse med få möjliga fortsättningar ger ökad hjärnaktivitet. Ju säkrare man kan vara desto större blir hjärnsignalen. Vi har också testat vad som händer om man maskerar ordslutet med en lätt hostning, så att man inte hör det. Med hjälp av ordaccenttonen kan ändå de flesta säga hur ordet ska sluta och ordaccenterna ger ju en föraktiveringsnegativitet (Söderström et al., 2017). Vi har sett att storleken på den negativiteten korrelerar med hur bra folk är på att säga hur orden borde ha slutat. De som hade en starkare föraktiveringssignal kan alltså också mer redigt säga hur ordet skulle sluta.

Om vi nu går tillbaka till Marslen-Wilsons modell för hur vi bearbetar ord vi hör kan det vara dags att fråga sig vilket stadium i ordbearbetningen föraktiveringsnegativiteten kan tänkas spegla bäst. Är det det initiala stadiet där alla möjliga former som en ordbegynnelse har aktiveras? Eller är det nästa steg, som verkar börja runt 0,2 sekunder efter ordets början, där hjärnan hämmar irrelevanta alternativ för att snäva in sig på ett litet antal relativt säkra ordkandidater? När det gäller den föraktiveringsnegativitet man ser vid ordbegynnelsen verkar det sistnämnda alternativet vara troligast. För det första ser man som störst hjärnaktivitet runt 0,2 sekunder efter ordets början. Vi lät försöksdeltagare lyssna på samma ord med EEG-registrering och i magnetkamera. När vi relaterade magnetkamerans data till EEG-signalens toppaktivitet vid 0,2 sekunder efter ordets början kunde vi se att en central del av Brocas område i undre vänster pannlob verkade aktiveras för ord med få möjliga fortsättningar vid den tidpunkten. Generellt kan man säga att aktivering i frontalloberna tyder på hämning av aktivitet. Med andra ord talar även detta för att föraktiveringsnegativiteten framförallt speglar hur hjärnan väljer ut relevanta alternativ för att vi ska kunna få en säker förutsägelse.

För att sammanfatta kan vi se hur en stor mängd möjliga ordslut aktiveras när vi hör början på ett ord. Vi kan också, i den s.k. föraktiveringssignalen som vi har hittat i Lund, se hur hjärnan väljer ut de viktigaste alternativen genom att trycka ner irrelevanta ordkandidater. Allt detta sker inom de två första tiondels sekunderna medan vi hör begynnelsen på ett ord. Om geparder hade ätit människor, kanske vi hade hunnit rädda livhanken i alla fall när vi hör ett varningsrop.

Referenser

- Bruce, G. 1977. *Swedish word accents in sentence perspective*, Lund: Gleerups.
- DeLong, K. A., Urbach, T. P. & Kutas, M. 2005. Probabilistic word pre-activation during language comprehension inferred from electrical brain activity. *Nature Neuroscience*, 8(8), s. 1117–1121.
- Federmeier, K. D. 2007. Thinking ahead: The role and roots of prediction in language comprehension. *Psychophysiology*, 44(4), s. 491–505.
- Horne, M., Hansson, P., Bruce, G. & Frid, J. 2001. Accent Patterning on Domain-Related Information in Swedish Travel Dialogues. *International Journal of Speech Technology*, 4(2), s. 93–102.
- MacGregor, L., Pulvermüller, F., Casteren, M. v. & Shtyrov, Y. 2012. Ultra-rapid access to words in the brain. *Nature Communications*, 3(711).
- Marslen-Wilson, W. D. 1987. Functional parallelism in spoken word-recognition. *Cognition*, 25, s. 71–102.
- Marslen-Wilson, W. D. & Tyler, L. K. 1980. The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8, s. 1–71.
- Myrberg, S. 2010. The intonational phonology of Stockholm Swedish.
- Myrberg, S. & Riad, T. 2015. The prosodic hierarchy of Swedish. *Nordic Journal of Linguistics*, 38(2), s. 115–147.
- Pulvermüller, F., Shtyrov, Y. & Hauk, O. 2009. Understanding in an instant: Neurophysiological evidence for mechanistic language circuits in the brain. *Brain and Language*, 110(2), s. 81–94.
- Roll, M. 2006. Prosodic cues to the syntactic structure of subordinate clauses in Swedish. In: Bruce, G. & Horne, M. (red.) *Nordic Prosody IX*. Peter Lang, s. 195–204.
- Roll, M. 2015. A neurolinguistic study of South Swedish word accents: Electrical brain potentials in nouns and verbs. *Nordic Journal of Linguistics*, 38, s. 149–162.
- Roll, M. & Horne, M. 2011. Interaction of right- and left-edge prosodic boundaries in syntactic parsing. *Brain Research*, 1402, s. 93–100.
- Roll, M., Horne, M. & Lindgren, M. 2007. Object shift and event-related brain potentials. *Journal of Neurolinguistics*, 20(6), s. 462–481.
- Roll, M., Horne, M. & Lindgren, M. 2009. Left-edge boundary tone and main clause verb effects on syntactic processing in embedded clauses – An ERP study. *Journal of Neurolinguistics*, 22(1), s. 55–73.
- Roll, M., Horne, M. & Lindgren, M. 2010. Word accents and morphology – ERPs of Swedish word processing. *Brain Research*, 1330, s. 114–123.
- Roll, M., Horne, M. & Lindgren, M. 2011. Activating without inhibiting: Left-edge boundary tones and syntactic processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(5), s. 1170–1179.
- Roll, M., Söderström, P., Frid, J., Mannfolk, P. & Horne, M. Inskickad. Forehearing words: Pre-activation of word endings at word onset.
- Roll, M., Söderström, P. & Horne, M. 2013. Word-stem tones cue suffixes in the brain. *Brain Research*, 1520, s. 116–120.

- Roll, M., Söderström, P., Mannfolk, P., Shtyrov, Y., Johansson, M., van Westen, D. & Horne, M. 2015. Word tones cueing morphosyntactic structure: Neuroanatomical substrates and activation time course assessed by EEG-fMRI. *Brain and Language*, 150, s. 14–21.
- Söderström, P., Horne, M., Frid, J. & Roll, M. 2016. Pre-activation negativity (PrAN) in brain potentials to unfolding words. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10(512).
- Söderström, P., Horne, M. & Roll, M. 2017. Stem Tones Pre-activate Suffixes in the Brain. *Journal of Psycholinguistic Research*, 46(2), s. 271–280.
- Söderström, P., Roll, M. & Horne, M. 2012. Processing morphologically conditioned word accents. *The Mental Lexicon*, 7(1), s. 77–89.
- Wicha, N. Y. Y., Moreno, E. M. & Kutas, M. 2004. Anticipating words and their gender: An event-related brain potential study of semantic integration, gender expectancy, and gender agreement in Spanish sentence reading. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(7), s. 1272–1288.

