

Huojunta sävellysteknisenä mahdollisuutena

Teoksissa *Schwebe* ja *Kään* tekemiäni ratkaisujen arviointia
psykoakustisen tiedon valossa

Maisterintutkinnon kirjallinen työ

7.8.2015

Niilo Tarnanen

Taideyliopiston Sibelius-Akatemia

Sävellyksen ja musiikinteorian aineryhmä

Pääaine: sävellys

Ohjaaja: Tuire Kuusi

SIBELIUS-AKATEMIA

Tiivistelmä

Kirjallinen työ

Työn nimi Huojuunta sävellysteknisenä mahdollisuutena : Teoksissa Schweben ja Kään tekemieni ratkaisujen arviointia psykoakustisen tiedon valossa	Sivumäärä 77 + liitteet
Tekijä(t) Niilo Tamanen	Lukukausi Syksy 2015
Koulutusohjelma Sävellys ja musiikinteoria	Suuntautumisvaihtoehto
Osasto Klassisen musiikin osasto	
Tiivistelmä <p>Kartoitan huojuntaa sävellettäessä huomioitavia tekijöitä. Määrittelen huojunnan sellaiseksi havaitun äänenvoimakkuuden tai -värin jaksolliseksi vaihteluksi, joka selittyy taajuudeltaan hieman toisistaan poikkeavien äänesten interferenssillä. Sävellystyössäni hyödynnän huojuntaa yhtenä monista keinoista sävyttää sointikuva, kun taas länsimaisen taidemusiikin traditiossa huojuntaa on yleensä käytetty viritysteknisenä apukeinona tai dissonanssi-ilmiötä selittävänä tekijänä.</p> <p>Säveltäjän mahdollisuudet kontrolloida huojunnan havaittavuutta, esitettävyyttä ja notatoitavuutta voidaan jäsentää säveltasoon, sävytekijöihin ja ajankäyttöön liittyviksi kokonaisuuksiksi. Psykoakustisen tiedon perusteella keskityn tarkastelemaan sellaista interferenssiä, jossa komponenttiäänesten taajuusero on alle 15 Hz sivuuttaakseni karheutena havaittavat tapaukset. Lukuun ottamatta matalinta rekisteriä tällaiset taajuuserot edellyttävät joko mikrotonaalisuutta tai tasavireisestä poikkeavaa intonaatiota. Jotta interferenssi havaittaisiin huojuntana, on komponenttien amplitudin, verhoikäyrän, spektrin ja aaltomuodon muistutettava toisiaan. Käytännössä instrumentaation on mahdollistettava äänenvärin ja -voimakkuuden yhteensovittaminen. Huojuvaksi tarkoitetun tilanteen kesto on huomioitava havainnon syntymiseen vaadittava aika sekä aika, joka esittäjiltä mahdollisesti kuluu äänen parametrien säätämiseen optimaaliseksi.</p> <p>Tekemisperusteinen tutkimusprosessini jakautui kolmeen vaiheeseen, joista ensimmäisessä lähestyin huojuntaa sävellystyön kautta. Toisessa vaiheessa syvensin käsitystäni huojunnan psykoakustisesta selitysmallista ratkaistakseni sävellystyössä ilmi tulleita ongelmia. Kolmannessa vaiheessa arvioin retrospektiivisesti teosteni Schweben (2013) ja Kään (2014) huojuntakatkelmia akustisen ja psykoakustisen tiedon valossa. Näiden ensimmäisessä vaiheessa säveltämiäni edustavimpiin kuuluvien teosten kantaesitysten tallenteet mahdollistivat reflektion paitsi nuottikuvan, myös soivan lopputuloksen osalta. Apuaineistona toimi päiväkirjamainen muistio sävellystyön aikaisista tavoitteista ja tulosten ensiarvioista.</p> <p>Schweben on kuudentoista muusikon ensembleteos, jonka huojunnoista toimivimmat perustuvat intonaation liukuvaan säätämiseen senza misura -tilanteissa. Arvioin niistä yksityiskohtaisesti kahta rytmis-tiheydelliseen vaikutelmaan tähtäävää katkelmaa, joista ensimmäinen sijoittuu yksiviivaiseen ja toinen kontraoktaaviaalaa. Kään on elektroakustinen teos bassoklarinetille, harpulle, pianolle ja nauhalle. Sen huojuntakokeiluille oli tyypillistä mahdollisimman monen parametrin vakiointi soitotapahtuman ennakoitavuuden parantamiseksi. Arvioin yksityiskohtaisesti pianon jälkikaikua elektronisesti kerrostavaa sekä harpun mikrotonaaliseen scordaturaan perustuvaa nopeasti vaimenevan huojunnan katkelmaa.</p> <p>Tarkastelujeni perusteella vaikuttaa siltä, että fundamenttien taajuuseron säätäminen haluttua huojuntataajuutta vastaavaksi ja äänenvoimakkuuden ja -värin yhteensopivuuden kuulonvarainen arviointi eivät takaa ennakoitavaa lopputulosta, vaan lisäksi on arvioitava spektrin ja erityisesti formanttialueiden vaikutus kokonaishuojunnan luonteeseen. Spektriominaisuuksien merkitys korostuu matalassa rekisterissä, jonka sävelillä todennäköisimmin on fundamenttia voimakkaampia ylä-äänneksiä. Analyysissani en huomii instrumenteille ominaisia aaltomuotoja ja säteilykuvioita enkä erilaisia peittoilmiöitä. Näiden vaikutus huojuntaan olisi mainio jatkotutkimuskohde. Notaatiota ja ajankäyttöä koskeviin kysymyksiin työ ei tarjoa oleellisesti uusia ratkaisuja.</p>	
Hakusanat psykoakustiikka, sävellystyö, interferenssi, spektri, intonaatio: säveljärjestelmät, soitin, elektroakustinen musiikki	

Sisällys

1 Johdanto	5
1.1 Työn tarkoitus ja tutkijapositio.....	5
1.2 Huojunta länsimaisessa taidemusiikissa.....	5
1.3 Määritelmiä	7
1.4 Työn rakenne	9
2 Huojunnan psykoakustinen selitys ja sen suhde sävellystyöhön	10
2.1 Interferenssi huojunnan selitysmallina	10
2.2 Komponenttiaaltojen sävytekijöiden samankaltaisuus huojuntahavainnon edellytyksenä	14
2.3 Huojunnasta karheuteen: komponenttien taajuuseron vaikutus interferenssin laatuun	20
2.4 Psykoakustisten tutkimustulosten sovellettavuus säveltäjän työssä.....	24
3 Menetelmä ja aineisto	31
3.1 Tutkimuskysymykset.....	31
3.2 Tutkimuksen tekemisperusteinen luonne ja kolmivaiheinen prosessi	32
3.3 Aineiston ajalliset ja laadulliset rajausperusteet.....	35
3.4 Huojuntakokeilut-muistio ja äänisynteesikokeilut prosessin tukena.....	38
4 Huojuntakokeilut teoksissani <i>Schwebe</i> ja <i>Kään</i>	40
4.1. <i>Schwebe</i> (2013) ja eritaajuisten huojuntojen miellelyhtymät.....	41
4.2 <i>Kään</i> (2014) ja pyrkimys yhä tarkempaan huojunnan kontrolliin	44
5 Eräiden kokeilujen yksityiskohtainen analyysi.....	49

5.1 Fagotin ja käyrätorven liukuva intonointi <i>Schweben</i> ”kuplasoihtujen” lopussa ..	49
5.2 Matalan rekisterin huojunta kontrafagotin, tuuban ja kontrabasson välillä <i>Schweben</i> lopussa	53
5.3 Harpun scordaturalla tuotettu huojunta <i>Käänin</i> tahdissa 24	57
5.4 Pianon huojuvien jälkikaikujen vahvistaminen <i>Käänin</i> tahdissa 52 ja sen ympäristössä	62
6 Lopuksi.....	70
Lähteet.....	73
Ääninäytteet	76
Liitteet	77

1 Johdanto

1.1 Työn tarkoitus ja tutkijapositio

Tässä maisterintutkinnon kirjallisessa työssä tarkastelen huojuntaa oman sävellystyöni kannalta kiinnostavana sävellysteknisenä mahdollisuutena. Arvioin psykoakustisen teorian valossa teoksissani *Schwebe* (2013) ja *Kään* (2014) esiintyviä katkelmia, joissa olen tietoisesti tavoitellut huojuntaa. Työn tarkoituksena on kartoittaa tekijöitä, joita säveltäjän tulee huomioida tavoitellessaan havaittavaa, esitettävää ja notatoitavaa huojuntaa.

Sävellystyöni on taiteellista luovaa toimintaa, jolla pyrin tavoittamaan subjektiivista kokemuksellista todellisuutta ja kommunikoimaan sitä sävelteosten kautta. Huojunta kiinnostaa minua ennen kaikkea siksi, että omaleimaisena äänensävyilmiönä se laajentaa ilmaisullista avaruuttani ja kokemuksellista tarttumapintaani. Esimerkiksi kahden pehmeäsävyn, intonaatioltaan hieman eroavan sävelen välistä hidasta huojuntaa kuunnellessani voin kokea olevani kosketuksissa äänen fyysisen olemuksen kanssa. Äänen vuorottainen vaimeneminen ja voimistuminen muistuttavat minua veden varassa, aaltojen liikuteltavana olemisen tunteesta. Uin äänessä, joka ympäröi minut. Minä olen ainetta, ja ääni on aineessa etenevää värähtelyä.

En ole löytänyt aiempia säveltäjien kirjoituksia, jotka koskisivat tietoista huojunnan tavoittelua sävellystyössä. Tässä tutkielmassa pyrin paikkaamaan tuota aukkoa sekä luomaan siltaa käytännön musiikintekemisen ja empiirisen tutkimustiedon välille.

1.2 Huojunta länsimaisessa taidemusiikissa

Länsimaisen taidemusiikin traditiossa huojuntaan on suhtauduttu marginaalisena ilmiönä, toisinaan jopa häiriötekijänä. Esimerkiksi Levarie ja Levy (1968/1980) lausuvat seuraavasti eritellessään kuulohavainnon suhdetta musiikinteoreettisiin normeihin:

”Thanks to a norm we are capable of ignoring all sorts of *disturbances*, such as beats, combination tones, and the pervading dissonances of a well-tempered keyboard.” (Levarie ja Levy 1968/1980, s. 167, kursivointi minun.)

Musiikinteorialle akustiikasta perusteita etsivässä kirjallisuudessa huojuntaa on lähestytty useimmiten joko yhtenä konsonanssi/dissonanssi -käsiteparia selittävänä tekijänä aina Helmholtzista (1862/1913, s. 299–324) alkaen tai viritysteknisenä apuvälineenä (esim. Levarie ja Levy 1968/1980, s. 67 ja 227; Rigden 1977/1985 s. 81). Esimerkki huojunnan välineellisestä, mutta lähemmäs omaa tulokulmaani asettuvasta käytöstä musiikissa on kuoron tai jousiston yhteissoinnissa ilmenevää interferenssin aiheuttamaa äänen ”täyteläisyyttä” jäljittelevät urkujen *Voix céleste* -tyypin äänikerrat (Audsley 1921, s.283–284).

Kenties keskeisin huojuntaa sävellystyössään hyödyntänyt säveltäjä on Alvin Lucier (s. 1931). Hänen tyyliinsä on hyvin pelkistetty ja hänen teoksensa lähestyvät huojuntaa verrattain katalogimaiseen tapaan. Esimerkiksi *Still and Moving Lines of Silence in Families of Hyperbolas, Part II* (1972–2013) koostuu ääninauhan siniääneksistä, joiden väliseen hitaasti muuttuvaan huojuntataajuuden rytmiin tartutaan akustisin soittimin tai lauluäänellä. Lähestymistapa poikkeaa omasta, materiaalisesti runsaasta ja ambivalenttia ekspressiota painottavasta säveltäjäneetoksestani.

Omaa tulokulmaani lähellä olevia akustisin soittimin aikaansaatuja huojuntaa hyödyntäviä teoksia ovat muun muassa Mark Andren *riss* (2014) ensemblelle¹ (n. ensimmäinen minuutti), Giuliano Braccin *Tu vieni dal mare* (2011) uruille (esim. t. 3-22), Matthias Pintscherin *celestial object I* (2009) trumpetille ja ensemblelle² ja Jukka Tiensuun *Plus* (1992) jollekin kahden soittimen yhdistelmälle tai kaikille seuraavista: b-klarineti, sello ja harmonikka (esim. t. 40–41). Huojuntaa ilmenee mainituissa teoksissa vain hetkittäin, enkä tiedä mikä on ollut säveltäjien intentiona heidän luodessaan näitä hetkiä. Silti huojunnan

¹ Kokoonpano 1111 1110 perc(1) 22222.

² Osa sarjasta *sonic eclipse*; kokoonpano 1121 1110 perc(2) harp pno 11111.

merkitys kyseisten hetkien soinnilliselle luonteelle sekä teosten kokonaisuudelle on minun kuulijakokemukseni kannalta ratkaiseva. Olen tutustunut näihin teoksiin vasta hyödynnettyäni itse huojuntaa useissa sävellyksissäni, *Schwebe* ja *Kään* mukaan luettuna, mikä luonnollisesti vaikuttaa tapaan, jolla niitä kuuntelen.

1.3 Määritelmiä

Huojunta (engl. *auditory beat(s)*, saks. *Schwebung(en)*) on psykoakustinen ilmiö, jossa vähintään kahden äänksen taajuus on lähes mutta ei aivan sama ja ne havaitaan yhtenä voimakkuudeltaan jaksollisesti vaihtelevana äänksenä (esim. Rossing, Moore ja Wheeler 2002, s. 154).

Äänes voi olla joko *paljas äänes* (engl. *pure tone* tai *simple tone*), joka yksinään muodostaa sävelen, tai yksi useista *osaäänksistä* (engl. *partial*), jotka yhdessä muodostavat kompleksisen sävelen (engl. *complex tone*) *spektrin* (engl. *spectrum*). Kompleksisen sävelen osaäänksistä matalinta nimitän *fundamentiksi* (engl. *fundamental*) eli perustaajuudeksi tai -äänkiseksi, muita osaäänksiä *ylä-äänksiksi* (engl. *overtones*³).

Niitä paljaita äänksiä tai kompleksisen sävelen osaäänksiä, joiden *interferenssistä* huojunta johtuu, kutsun huojunnan *komponenteiksi*. Komponentit yhtyvät huojuntahavainnossa yhdeksi äänkiseksi, jota kutsun *resultantiksi* (engl. *fused tone* tai *resultant tone*). Interferenssi-ilmiön selitän alaluvussa 2.1.

Huojuntaa koskevat psykoakustiset tutkimustulokset perustuvat yleensä paljalla äänksillä suoritettuihin koeasetelmiin. Musiikillisessa käytännössä, jonka piiriin tutkielmani kuuluu, ilmenee kuitenkin lähes ainoastaan komplekseja säveliä. Kompleksisten sävelten

³ Ylä-äänesten ollessa taajuudeltaan fundamentin harmonisia eli kokonaislukukerrannaisia käytetään myös käsitettä *harmonics*.

välisessä interferenssissä voi muodostua useita eri taajuuksilla huojuvia resultanttiäänekiä. Voidaan päätellä, että osäänesten keskinäisten voimakkuussuhteiden jaksollinen vaihtelu havaitaan äänenväriin vaihteluna (ks. alaluku 2.2). Päätelmä tukee omaa kokemustani siitä, että kompleksisten sävelten välinen huojunta koetaan toisinaan pikemminkin äänenväriin kuin -voimakkuuden vaihteluna. Siispä tässä tutkielmassa kutsun huojunaksi sekä äänenvoimakkuuden että -väriin jaksollista, taajuudeltaan läheisten äänesten interferenssillä selittyvää vaihtelua.

Psykoakustinen imiö huojunta on, koska se viittaa tiettyyn suhteeseen äänen fysikaalisten ominaisuuksien ja kuulohavainnon välillä. Vain jotkin interferenssitapauksista kuullaan huojuntana, äänenvoimakkuuden ja/tai -väriin aaltomaisena vaihteluna. Toisaalta musiikissa ilmenee sellaisiakin huojunnan kaltaiselta kuulostavia äänenväriin ja -voimakkuuden vaihteluita, jotka eivät fysikaalisesti selity interferenssillä.

Taulukko nro 1 kuvaa huojunnan sekä sitä muistuttavien musiikillisten ilmiöiden suhteita. Huojunnan ja *karheuden* rajana pidän tässä tutkielmassa 15 hertsin taajuuseroa, minkä perustelen alaluvussa 2.3. Karheutta sekä huojuntaa ainoastaan havainnon osalta muistuttavia ilmiöitä sivuan luvuissa 4 ja 5 silloin, kun se on huojunnan ilmaisullisen kontekstin tarkastelun kannalta välttämätöntä.

Taulukko 1: Huojunnan suhde sitä muistuttaviin ilmiöihin

		HAVAINTO	
		Aaltomainen voimakkuuden tai väriin vaihtelu	Muu
FYSIKAALINEN SELITYS	Interferenssi	Huojunta	Karheus soinnissa Binauraalinen huojunta Kombinaatioäänekset
	Muu	Vibrato Frullato Messa di voce	Ääni-ilmiöt, jotka eivät muistuta huojuntaa havainnon eivätkä fysikaalisen selityksen osalta

1.4 Työn rakenne

Käsillä olevassa johdantoluvussa olen kuvannut työni taustaa ja lähtökohtia sekä määritellyt äänen olemuksen tarkastelun kannalta keskeisimmät käsitteet. Luvussa 2 luon yleiskatsauksen huojuntaa koskevaan akustiseen ja psykoakustiseen teoriaan sekä pohdin tutkimustiedon suhdetta musiikin säveltämiseen ja esittämiseen. Luvussa 3 esitän tutkimuskysymykset ja menetelmän, joiden avulla lähestyn ongelmaa huojunnan tietoisesta tavoittelusta sävellystyössä, sekä tarkastelemani aineiston rajausperusteet.

Luvussa 4 esittelen teokseni *Schwebe* ja *Kään* sillä tarkkuudella kuin on niissä esiintyvän huojunnan tarkastelun kannalta olennaista. Kummankin teoksen kohdalla tuon esiin siinä esiintyville huojunnoille asettamani tavoitteet, kokeilemani keinot huojunnan toteuttamiseksi sekä oman arvioni siitä, kuinka hyvin kokeiluni onnistuivat näiden tavoitteiden saavuttamisessa.

Luvussa 5 tarkastelen perusteellisesti muutamaa kokeilujeni joukosta valitsemaani esimerkkitapausta. Pyrin luomaan siltaa teoreettisen taustatiedon ja käytännön kokemuksen välille. Arvioin, mikä merkitys säveltasoratkaisulla, instrumentaatiolla ja ajankäytöllä sekä mahdollisilla muilla tilannesidonnaisilla seikoilla on huojunnan toimivuuden tai toimimattomuuden kannalta.

Luvussa 6 vedän yhteen keskeiset päätelmät, erittelen tutkielmani menetelmällisiä rajoituksia sekä avoimeksi jääneitä kysymyksiä.

2 Huojunnan psykoakustinen selitys ja sen suhde sävellystyöhön

2.1 Interferenssi huojunnan selitysmallina

Mekaaninen aaltoliike on aineessa etenevää värähdysliikettä. Väliaine, esimerkiksi ilman molekyylit, itsessään ei etene, mutta aaltoliikkeeseen sisältyvä energia etenee aallon mukana. Ääni on sellaista väliaineessa etenevää mekaanista aaltoliikettä, joka voidaan kuulla. Ilmassa etenevä ääni voidaan ajatella pitkittäisenä paineaaltona, jossa kaasuseoksen molekyylit tihtymät ja harventumat vaihtelevat pulsseina.⁴ (Rossing, Wheeler ja Moore 2002, s. 3-4, 39.)

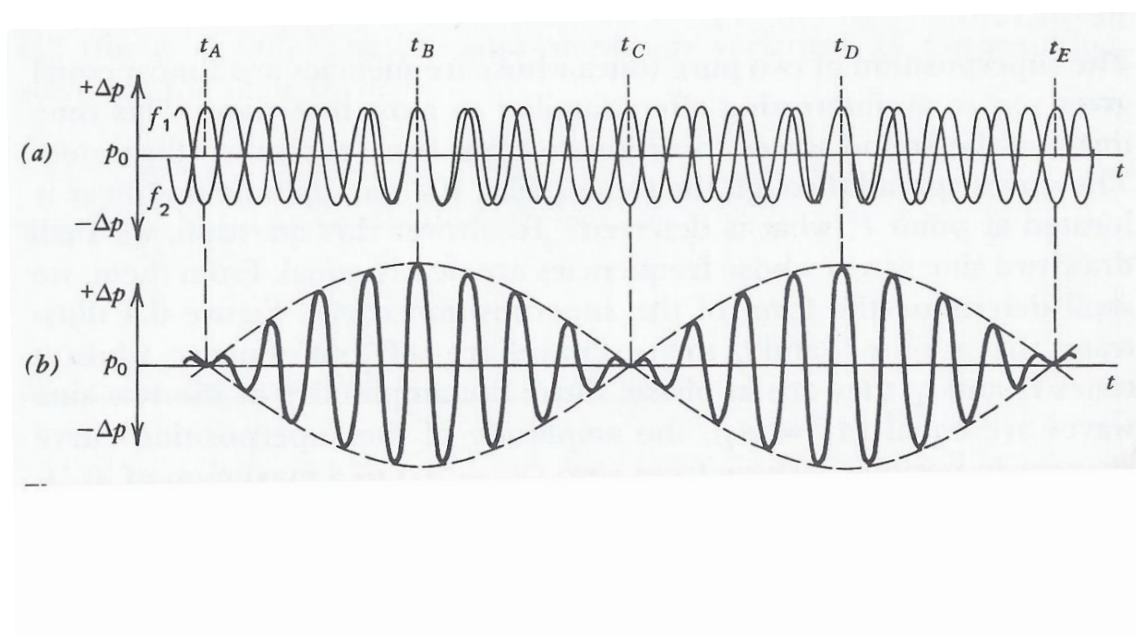
Kun pulssi saapuu aaltoliikkeeseen osallistuvan värähtelijän kohdalle, se poikkeaa pulssein kuljettaman energian vuoksi tasapainoasemasta (*equilibrium position*) ensin yhteen, sitten päinvastaiseen suuntaan. Pulssein siirryttyä eteenpäin palauttava voima (*restoring force*) palauttaa värähtelijän tasapainoasemaan. Aaltoliikkeessä pulssit toistuvat tietyin aikavälein, joten sanotaan, että aaltoliike on jaksollista (*periodic*). Värähdysten lukumäärää tietyn aikayksikön kuluessa kutsutaan *taajuudeksi* eli frekvenssiksi (engl. *frequency*). Värähtelijän suurinta poikkeamaa tasapainoasemasta värähdysten kuluessa kutsutaan *amplitudiksi* (engl. *amplitude*). (Rossing et al. 2002, s. 22–24.) Ääniaaltojen tapauksessa amplitudi voidaan samaistaa äänenpaineen maksimin kanssa (Rigden 1977/1985, s. 72).

Tavallista on useiden aaltojen yhtäaikainen eteneminen samassa väliaineessa: ajatellaan vaikkapa sitä erilaisten äänten runsautta, mikä vallitsee ruuhkaisella kadulla tai konserttitalissa. Aallot etenevät toisistaan välittämättä, mutta niiden vaikutus väliaineeseen yksit-

⁴ Musiikin kannalta tyypillisissä tilanteissa ääni etenee nimenomaan ilmassa, esimerkiksi konserttitalin tai harjoitushuoneen sisällä. Voidaan luonnollisesti kuvitella tilanne, jossa musiikkia kuunneltaisiin vaikkapa vesialtaassa tai ratakiskon välityksellä.

täisen pisteen värähdysliikkeeseen on alkuperäisten aaltojen vaikutusten summa; tätä kutsutaan *superposition* periaatteeksi. Sellaiset aallot, jotka poikkeuttavat värähtelijää samaan suuntaan, vahvistavat toisiaan. Vastaavasti aallot, joiden vaikutus värähtelijään on vastakkaisuuntainen, heikentävät toisiaan. (Rossing et al. 2002, s. 44–45.) Kun kaksi identtistä siniaaltoa kohtaa samassa värähdysliikkeen *vaiheessa*, ne vahvistavat toisiaan niin, että interferenssiaallon amplitudi (A) eli poikkeaman maksimi on kaksinkertainen. Kun ne kohtaavat vastakkaisessa vaiheessa, ne kumoavat toisensa: interferenssiaallon amplitudi on $A - A = 0$.

Kuva 1 esittää huojunnan muodostumista kahden siniaallon välisessä interferenssissä. Kun kaksi muutoin samankaltaista aaltoa poikkeaa taajuudeltaan hieman, niiden *vaiheero* muuttuu jatkuvasti. Interferenssi on vuoroin voimistavaa, vuoroin vaimentavaa niin, että interferenssiaallon amplitudi vaihtelee jaksollisesti välillä $0 - 2A$. Äänen ollessa kyseessä ihminen kuulee tällaisen jaksollisen amplitudivaihtelun eli amplitudimodulaation tietyissä tapauksissa äänenvoimakkuuden vaihteluna, huojuntana. Huojunnan taajuus on komponenttiaaltojen taajuuksien erotus.



Kuva 1: Kahden taajuudeltaan läheisen siniaallon interferenssi a) komponenttiaallot b) resultanttiaalto, verhokäyrä katkoviivalla. Lähde: Rigden 1977/1985, s. 74.

Rossing, Wheeler ja Moore selittävät huojunnan seuraavasti:

If two pure tones have slightly different frequencies, f_1 and $f_1 + \Delta f$, the phase difference $\phi_B - \phi_A$ changes continually with time, and so the amplitude of the resultant tone changes also. The amplitude of the resultant varies between $A + B$ and $A - B$ at a frequency of Δf . These slow periodic variations in amplitude at frequency Δf are called *beats*. (Rossing et al. 2002, s. 154.)

Huomionarvoista on, että nimenomaan resultanttiäänneksen (*resultant tone*) amplitudi vaihtelee. Ei siis kuulla kahta äänestä, joiden voimakkuudet vaihtelisivat, vaan yksi, ja sen taajuus on komponenttiäänesten taajuuksien keskiarvo.⁵

Mikäli komponentit ovat paljaita ääneksiä tai spektriltään samankaltaisten kompleksisten sävelten osäänenksiä, joilla on sama järjestysluku, on musiikillisin termein ilmaistuna kyse kahdesta lähes unisonossa olevasta sävelestä, jotka kuullaan yhtenä, huojuvana sävelenä.

Se, kuinka lähellä unisonoa komponenttien täytyy olla huojuakseen, riippuu rekisteristä, sillä interferenssin ominaisuudet määräytyvät absoluuttisen, hertseinä mitattavan taajuuseron perusteella. Taulukko 2 esittää, mikä sävelkorkeus komponentilla 2 tulee olla eri oktaavialoissa, jos komponentti 1 on sävel a ja huojuntataajuudeksi halutaan 5 Hz. Kuten huomataan, keskirekisterissä viisi kertaa sekunnissa sykkivää huojuntaa saadaan aikaiseksi neljäsosa-askelta pienemmillä vire-eroilla. Kaksiviivaisessa rekisterissä vire-ero komponenttien välillä on kymmenen senttiä, mikä on vielä musiikillisesti käyttökelpoinen sekä kuulonvaraisen hahmottamisen että viritysprosessin kannalta. Ylöspäin edettäessä viimeistään neliviivaisessa oktaavialassa tavoiteltu vire-ero käy niin pieneksi, vain

⁵ Ihmisellä on käytännöllinen kyky erottaa samaan aikaan soivia ääniä toisistaan. Kuulija kykenee keskittämään tarkkaavaisuutensa tiettyyn äänilähteeseen tai vaikkapa analysoimaan kuulonvaraisesti harmonioita, olettaen, että hän on siihen harjaantunut. Mitä tahansa ääniä ei kuitenkaan kyetä kuulemaan erillisinä, vaan tähän vaikuttavat useat tekijät, joista tässä kuvailemani äänten taajuusero on vain yksi.

parin sentin laajuiseksi, että vaikka se voidaan havaita peräkkäin esitettyjen äänten välillä (Roederer 1973/1975/1979, s. 23–24), se voitaneen luotettavasti tuottaa yhteissointina vain elektronisesti. Pienessä oktaavialassa viiden hertsin huojunnan tuottava intervalli on lähellä neljäsosa-askelta. Subkontraoktaavin ja kontraoktaavin taitteessa pieni terssi tuottaa hyvän likiarvon.

Taulukko 2: Viiden hertsin huojunnan tuottava komponenttipari eri musiikillisesti käyttökelpoisissa oktaavialoissa, kun komponentti 1 kuuluu sävelluokkaan a. Senti-hertsimuunnosten laskennassa olen tukenut internet-taulukkoon Cents to Hz Conversion Chart (International Piano Supply 1997).

Komponentti 1		Komponentti 2		Resultantti		
sävelnimi (tasavireinen, a1=440 Hz)	taajuus (Hz)	sävelnimi ja poikkeama ta- savireisestä (yhden sentin tarkkuudella)	taajuus (Hz)	sävelnimi ja poikkeama ta- savireisestä (yhden sentin tarkkuudella)	taajuus (Hz)	huojunnan taajuus (Hz)
a5	7040	a5 + 1c	7045	a5 + 1c	7042,5	5
a4	3520	a4 + 2c	3525	a4 + 1c	3522,5	5
a3	1760	a3 + 5c	1765	a3 + 2c	1762,5	5
a2	880	a2 + 10c	885	a2 + 5c	882,5	5
a1	440	a1 + 20c	445	a1 + 10c	442,5	5
a	220	a + 39c	225	a + 20c	222,5	5
A	110	B - 23c	115	A + 39c	112,5	5
A1	55	H1 - 49c	60	B1 - 23c	57,5	5
A2	27,5	C1 - 11c	32,5	H2 - 49c	30	5

Huojuntaa voidaan kuulla myös tapauksissa, jossa komponentteina toimivat sävelet eivät ole lähellä unisonoa, vaan jotakin muuta intervallia. Tässä tapauksessa on kyse siitä, että kompleksisten sävelten osääneket, joilla on eri järjestysluvut, ovat riittävän samantajuisia aiheuttaakseen huojuntaa. Tällöin sävelet kuullaan yhä erillisinä, sillä vain se osäänespari, joka huojunnan aiheuttaa, yhtyy havainnossa resultantiksi. Esimerkiksi viritetäessä viulun d- ja a-kieliä voidaan kuunnella yksiviivaisen d:n kolmannen osääneksen

ja yksiviivaisen a:n toisen osääneksen välistä huojuntaa. Kielten välinen kvintti on puhdas, kun huojunta lakkaa, koska mainitut, kaksiviivaista a:ta vastaavat osäänekset ovat täysin samantaajuiset (880 Hz, kun $a_1=440$ Hz).

Voidaan erottaa myös ns. toissijainen tai toisen asteen huojunta (*secondary beats* tai *second order beats*). Siinä on kyse huojunnan havaitsemisesta silloin, kun komponenttiäänekset eivät ole riittävän samantaajuisia tuottaakseen varsinaista huojuntaa, mutta niiden taajuuksien suhde on hyvin lähellä kokonaislukusuhdetta. Esimerkiksi kaksi paljasta äänestä on lähes, mutta ei aivan oktaavin päässä toisistaan. Tällöin kuulohermon impulssin aaltomuoto muistuttaa varsinaisen huojunnan aiheuttamaa. (Rossing et al. 2002, s. 167–168.) Jätän tämän kuitenkin jatkossa huomiotta, sillä musiikillisten, kompleksisten äänten välillä ilmenee vastaavissa tapauksissa myös varsinaista huojuntaa yhden komponentin fundamentin ja sitä lähimmän toisen komponentin ylä-äänneksen välillä. Toissijainen huojunta vaikuttaa tällöin kenties huojuntavaikutelmaa voimistavasti, mutta ei aiheuta uutta huojuntaa sinne, missä sitä ei joka tapauksessa muutenkin kuultaisi.

2.2 Komponenttiaaltojen sävytekijöiden samankaltaisuus huojuntahavainnon edellytyksenä

Resultanttiäänneksen amplitudivaihtelun on oltava riittävän voimakasta ja selvästi jaksollista, jotta ihminen havaitsisi interferenssin huojuntana. Tämä asettaa ehtoja sävelten, joihin komponenttiäänekset kuuluvat, laadulle.

Kuulohavainto ei ole niin yksioikoinen ilmiö, että yhtä fysikaalisesti mitattavissa olevaa parametriä vastaisi yksi havainnon piiriin kuuluva parametri, vaan parametrit kietoutuvat

toisiinsa. Havaittu *äänenvoimakkuus* tai *äänekkyys* (engl. *loudness*) riippuu paitsi fysi-
kaalisesta äänenpaineesta⁶, myös taajuudesta, spektristä ja äänen ajallisista ominaisuuksista eli *verhokäyrästä* ja kestosta (Rossing et al. 2002, s. 95). Tätä selittää paitsi ihmiskorvan vaihteleva herkkyys eritaajuisille äänille, myös erilaiset peittoilmiöt (*masking*, Rossing et al. 2002, s. 113–116). *Äänenväriin* (engl. ja ransk. *timbre*, saks. *Klangfarbe*) havaitseminen riippuu puolestaan ensisijaisesti spektristä, mutta myös verhokäyrästä, aaltomuodosta ja taajuusalueesta sekä heikommin äänenpaineesta ja kestosta (Rossing et al. 2002, s. 95, 136–141). Kutsun näitä yhteenkietoutuvia äänen väri- ja voimakkuushavaintoa selittäviä ominaisuuksia kootusti *sävytekijöiksi*.

Kuten edellisessä aluvuossa totesin, kun komponenttien amplitudit ja siis äänenpaineet ovat yhtä suuret, amplitudivaihtelu on kaksikertainen suhteessa alkuperäiseen amplitudiin. Kuva 2 esittää kahden vastakkaisvaiheisen, mutta amplitudiltaan poikkeavan aallon superposition. Amplitudipoikkeaman vuoksi aallot eivät kumoa toisiaan täysin, vaan interferenssiaalto muistuttaa muodoltaan suurempiampitudista komponenttia: pienempiampitudinen on ainoastaan heikentänyt sitä. Voidaan päätellä, että mikäli kahden komponentin amplitudit poikkeavat toisistaan vielä kuvan 2 esimerkkiä enemmän, niistä pienempiampitudisen vaikutus interferenssiaallon amplitudiin on niin vähäinen, että ollaan kaukana kuvan 1 esittämästä huojuntana kuultavasta interferenssitilanteesta.

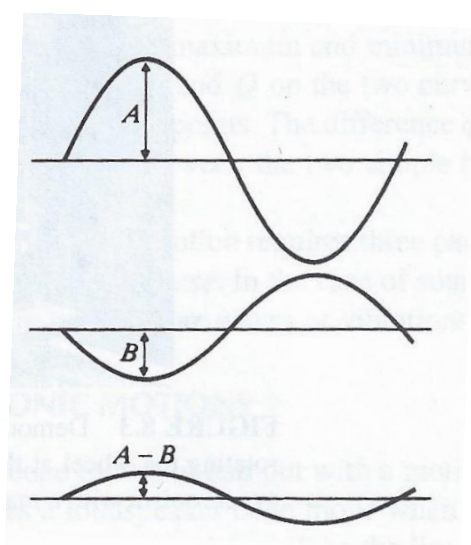
Verhokäyrä (engl. *envelope*) kuvaa äänen amplitudin vaihtelua ajassa.⁷ Eri soitinten äänillä on tyypillisesti erilaiset verhokäyrät. Esimerkiksi näppäiltävien kielisoitinten ääni on heti äänen alukkeeseen jälkeen voimakkaimmillaan, minkä jälkeen se vaimenee melko nopeasti. Tämä johtuu siitä, että energiaa siirtyy soittajan sormesta tai plektrasta värähtelevään kieleen vain hetkellisesti, mutta kitka ja muut häviöt aiheuttavat tekijät kuluttavat

⁶ Äänenpaineeseen liittyvät äänilähteen tuottama *ääniteho* (*sound power*) sekä äänen *intensiteetti* (*intensity*) eli tietyn pinta-alan vastaanottama ääniaallon energia (esim. Rossing et al. 2002 s. 99). Rajaan tämän suhteiston tarkemman erittelyn tutkielmani ulkopuolelle.

⁷ Toisinaan verhokäyrällä viitataan äänen ajalliseen muutokseen niin, että se huomioi myös *spektrin* ja *aaltomuodon* (ks. seuraava sivu) epäsäännöllisyydet, erityisesti äänen alukkeessa (*attack*).

kielen liike-energiaa jatkuvasti (Rossing et al. 2002, s. 24–25). Toisaalta esimerkiksi puhallinsoittimilla äänen verhokäyrä voi olla hyvinkin monen muotoinen. Soittaja säätelee puhalluksellaan jatkuvasti sitä, kuinka paljon energiaa tulee lisää värähtelevään ilmapatsaaseen soittimen sisällä, ja siksi ääni voi hiljetä tai voimistua jokseenkin mielivaltaisesti äänen joka vaiheessa, kunnes se puhalluksen päätyttyä vaimenee hyvin nopeasti.

Kuva 2: Kahden vastakkaisvaiheisen ja samantaajuisen, mutta amplitudiltaan poikkeavan aallon superpositio. Alin rivi kuvaa interferenssiaalloa. Lähde: Rossing et al. 2002, s. 151.



Suunnalla, josta äänet saapuvat kuulijan korviin on merkitystä huojunnan hahmottamisen kannalta. Ääniaallot vaimenevat matkalla äänilähteestä korvaan. Jos komponenttiaallot syntyvät kuulijaan nähden yhtä kaukana edessä tai takana, ne vaimenevat matkalla saman verran.⁸ Sivulta tulevan äänen tapauksessa on lisäksi huomioitava, että korkeataajuiset (yli 4000 Hz) äänet kuuluvat selvästi heikommin pään ”varjopuolen” kuin tulosuunnan puolen korvaan ja matalilla (noin 1000 Hz asti) taajuuksilla puolestaan korvien välillä on

⁸ Huomio koskee suoraan äänilähteestä havaitsijan korviin kantautuvaa ääntä, tilan aiheuttamat heijastukset mutkistavat todellista tilannetta.

havaittava saapumisajan tai vaihe-ero (Rossing et al. 2002, s. 89–90). Siispä muusikoiden ja kuulijan keskinäinen sijainti tilassa vaikuttaa siihen, voivatko huojunnan komplementit saapua molempiin korviin riittävän voimakkaina. Palaan ongelman käytännön merkitykseen musiikissa alaluvussa 2.4.

Suunnan ja samalla äänenpaineen merkitystä huojunnalle voidaan havainnollistaa esimerkiksi kahdella lähes samanvireisellä ääniraudalla (esimerkiksi 440 ja 442 Hz). Kun ääniraudat soivat yhtä aikaa, mutta toinen hyvin lähellä vasenta, toinen hyvin lähellä oikeaa korvaa, on huojuntaa hankala erottaa. Kumpikin taajuus saapuu samalla puolella päätä olevaan korvaan selvästi voimakkaampana kuin toisen puolen korvaan. Kun raudat siirretään pään etupuolelle lähelle toisiaan, ääni kokonaisuudessaan kuulostaa edellistä tilanetta hiljaisemmalta, mutta huojunta on selkeää. Ääni vaimenee matkalla korviin, mutta kumpikin taajuus saapuu niihin jokseenkin yhtä voimakkaana. Rautojen sijainnin merkitys mitätöityy, jos rautojen kannat tuetaan päätä vasten, koska ääni johtuu kallon luissa tehokkaasti ympäri päätä.

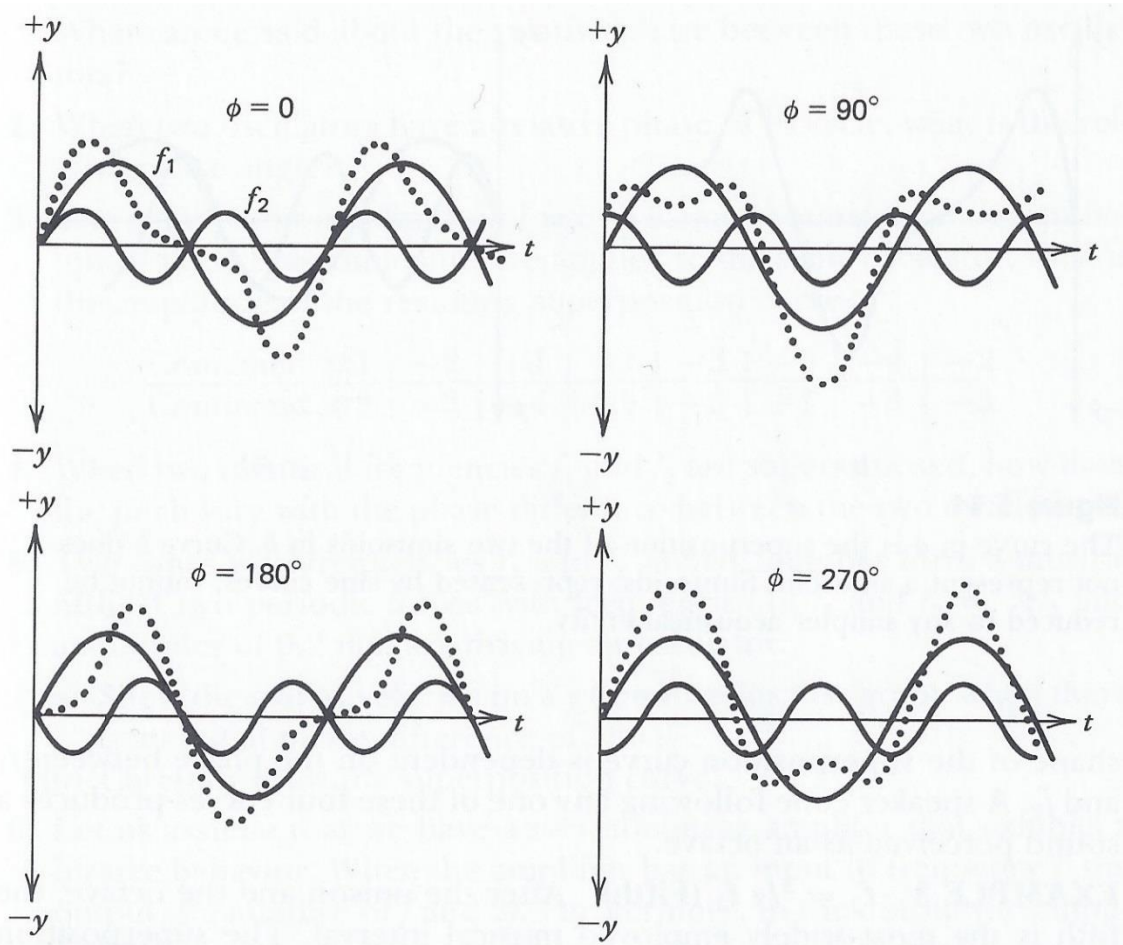
Mikäli komponenttiaaltojen taajuusero on alle 5Hz ja kumpikin niistä saapuu vain toiseen korvaan, ei koeta aaltomaista vaihtelua äänen voimakkuudessa, vaan tulosuunnassa niin, että äänilähde vaikuttaa pyörivän kuulijan ympärillä (Rossing et al. 155–156). Tämä *binauraaliseksi huojunnaksi* kutsuttu ilmiö on nähdäkseni epäoleellinen ääritapaus konserttitalissa soitettavan akustisen musiikin kontekstissa, mutta kuulokkeilla kuunneltavassa musiikissa sillä voisi olla mielenkiintoisia sovellusmahdollisuuksia.

Äänenväri (*timbre*) on hankalasti määriteltävä käsite; se on usein käsitetty äänen niiden ominaisuuksien kaatoluokkana, joissa muuntelua jää jäljelle, kun sävelkorkeus, voimakkuus ja kesto on vakioitu. Eri määritelmät eroavat muun muassa sen suhteen, otetaanko äänen ominaisuuksien vaihtelu ajassa - verhoikäyrä sekä spektrin ja aaltomuodon äkilliset epäsäännöllisyydet esimerkiksi alukkeessa – huomioon äänenväriin osatekijöinä vai katsotaanko ne äänenväristä erillisiksi. (Hajda, Kendall, Carterette ja Harshberger 1997, s.255–257.) Äänen käyttäytymisellä ajassa on todettu olevan merkitystä sen kannalta, kuinka eri soitinten äänet voidaan tunnistaa ja kuinka poikkeaviksi toisistaan ne koetaan (Hajda et al. 1997, 264–300). Koska huojuntahavainto edellyttää komponenttiaaltojen

ominaisuuksien säilymistä jokseenkin vakaana ja koska tätä vakautta hämähäyttävät transientit eli äkilliset epäsäännöllisyydet (kuten alukkeet) ovat verrattain lyhytaikaisia, päätellen, että huojunnan toimivuuden kannalta voidaan rajata tarkastelu äänen ns. vakaan vaiheen (*steady state* tai *stationary state*) väriä määrittäviin ominaisuuksiin.

Spektri kuvaa osäänenestien taajuuksia ja amplitudeja eriteltyinä. Sethares tarkastelee laajasti spektrin vaikutusta interferenssin laatuun ja siten intervallien ominaisuuksiin teoksessaan *Tuning, timbre, spectrum, scale* (Sethares 1999/2005). Esimerkiksi oletetaan, että spektriä ”venytetään” seuraavan kaavan mukaan: $f_j = j f = f 2,1^{\log_2(j)}$, jossa j on osääneksen järjestysluku. Tällöin se intervalli, jonka yhden komponentin toinen osäänes ja toisen komponentin fundamentti ovat unisonossa eivätkä huoju, on tavanomaisen 2:1-suhteisen oktaavin sijaan ”pseudo-oktaavi” 2,1:1. (Sethares 1999/2005, s. 106–107.)

Kaksi ääntä, joilla on täysin sama spektri, eli samantaajuiset ja yhtä voimakkaat osäänekset, voivat silti kuulostaa tunnistettavasti erilaisilta, mikäli niiden osäänenestien *vaiheerot* poikkeavat toisistaan ja täten niiden *aaltomuoto* (engl. *waveform*) on erilainen (Rosling et al. 2002, s. 165–167). Kuva 3 esittää kahden siniäänen, jotka ovat oktaavin (2:1) päässä toisistaan ja joista korkeamman amplitudi on noin puolet matalamman amplitudista, superpositiota eri neljässä eri vaihekulmassa. Tarkasteltaessa pisteviivalla merkittyä kompleksisen sävelen aaltomuotoa voidaan havaita, että vaihekulman 0° ja 180° tapauksen suhde on peilisymmetrinen, kuten myös 90° ja 270° . Mikäli harmonisia osääneksiä lisättäisiin edelleen amplitudeiltaan ja vaihe-eroiltaan samaa kaavaa noudattaen, lähestyisi edellämäinittu pari ns. saha-aaltoa, jälkimmäinen puolestaan kanttiaaltoa.



Kuva 3: Kahden siniaallon yhdistäminen vaihekulmissa 0 , 90 , 180 ja 270 , kun komponenttien taajuuudet ovat suhteessa $2:1$ ja amplitudit (osapuilleen) suhteessa $1:2$. Yhdistetty aalto pisteviivalla. Lähde: Rigden 1977/1985, s. 67.

Koska vastakkaisissa vaiheissa olevat aallot heikentävät ja samanvaiheiset vahvistavat toistensa vaikutusta, aaltomuodon merkitys on suorastaan ratkaiseva interferenssin luonteen kannalta. Ensiksi voidaan päätellä, että huojunta on potentiaalisesti selkeintä sellaisten komponenttisävelten välillä, joiden aaltomuodot muistuttavat toisiaan. Toiseksi aaltomuodon tarkastelu tarjoaa selityksen sille havainnolleni, että kun kompleksisten sävelten useat osäänesparit toimivat huojunnan komponentteina, kuulostaa huojunta usein pikemminkin äänenväriin kuin -voimakkuuden vaihtelulta. Tällaisessa tapauksessa kunkin resultanttiaänneksen amplitudi moduloi omalla taajuudellaan, jolloin niiden keskinäiset voimakkuussuhteet vaihtelevat jaksollisesti. Siispä spektrin ja aaltomuodon ominaisuudet vaihtelevat jaksollisesti ja tämä voidaan havaita äänenväriin huojuntana.

2.3 Huojunnasta karheuteen: komponenttien taajuuseron vaikutus interferenssin laatuun

Taajuudeltaan hyvin läheisten äänesten interferenssistä aiheutuva jaksollinen voimakkuusvaihtelu havaitaan siis huojuntana. Mutta mitä täsmälleen tarkoittaa, että äänesten taajuusero on hyvin pieni? Huojunta määritellään kirjallisuudessa muutoin melko yhtenevin sanankäantein, mutta näkemykset siitä, minkä kokoiset taajuuserot tulevat kyseeseen, vaihtelevat.

Jos taajuusero on nolla, kyseessä ovat samankorkuiset äänet, eikä huojuntaa esiinny. Siitä, kuinka paljon taajuuseron tulee vähintään poiketa nollasta synnyttääkseen huojuntaa, olen löytänyt vain vähän pohdintaa. Burghauserin ja Špeldan (1967/1970, s. 114–115) mukaan 0,04 Hz:n huojuntaa ei enää havaita, sillä 25 sekuntia kestävä pulssi on liian pitkä hahmottuakseen.⁹Joka tapauksessa näin hitaan huojunnan pohtiminen ei ole musiikillisesti mielekäästä – 25 sekuntia kestävät sävelet ovat musiikissa sangen harvinaisia eivätkä elektronisesti tuotettuja lukuun ottamatta voi koskaan olla ominaisuuksiltaan niin tasalautuisia, että huomio kiinnittyisi äärimmäisen hitaaseen äänenvoimakkuuden muutokseen.

Huojuntataajuuden nopeutuessa saavutaan jossakin kohti rajalle, jonka jälkeen yksittäisiä pulsseja ei enää itsenäisinä havaita, vaan ne sulautuvat *karheudeksi*. Rasch ja Plomp (1982, s. 14) kuvaavat ilmiötä seuraavasti:

”The *amplitude variations* [---] result in a fluctuating intensity and perceived loudness. These loudness fluctuations are called *beats*, if they can be discerned individually by the ear, which occurs if the frequency is less than about 20 Hz. [---] When the frequency difference is larger than about 20 Hz,

⁹ ”Als *untere Grenze*, bei der das Ohr nicht die Schwebungen noch wahrnimmt, wird für einen sehr günstigen Fall der Unterschied von $f_1 - f_2 = 0,04$ Hz angeführt, wobei eine Schwebung auf 25 Sekunden entfällt (die Frequenz der Schwebung ist also 0,04 Hz).” Burghauser & Špelda (1967/1970).

the ear is no longer able to follow the rapid amplitude fluctuations individually. Instead of the sensation of fluctuating loudness, there is a rattle-like sensation called *roughness*. (Rasch & Plomp 1982, s.14, kursivointi alkutekstin mukaan.)¹⁰

Vaikka yksittäisiä amplitudisykäyksiä ei enää tietyn rajan jälkeen havaita, niiden vaikutus havaintoon ei katoa, vaan muuttaa ilmenemistapaansa äänenvoimakkuuden piiristä äänenväriin piiriin. Havaittu karheus selitetään sillä, että taajuuserottelusta sisäkorvassa vastaavat simpukan karvasolut eivät reagoi ääneen pistemäisesti vaan ns. *kriittisenä kaistana*. Havaittavaa karheutta on käytetty konsonanssi-dissonanssi -ilmiön yhtenä selittäjänä (esim. Plomp ja Levelt 1965; Sethares 1999/2005). Rajaan karheuden, dissonanssin ja niiden suhteen tarkastelun tämän työn ulkopuolelle.

Tulokset siitä, kuinka taajaa huojunta voi olla ennen kuin saavutaan karheuden alueelle, vaihtelevat. Edellämainitut Rasch ja Plomp sekä Dowling ja Harwood asettavat rajan 20 Hz:iin (Rasch & Plomp 1982, s.15; Dowling & Harwood 1986, s. 36). 30 Hz:stä huojunnan häviämisen rajana puhuvat Burghauer ja Špelda (1967/1970), jotka tarkentavat huomion koskevan keskirekisteriä (*[f]ür den mittleren Tonbereich*). Terhardt (2000, sivu Auditory roughness), viittaa 30 Hz:iin karheuden ilmenemisen alarajana. Toisaalta Rossing ja kumppaneiden (2002, s. 154) mukaan huojunta on selvää, kun taajuusero Δf on alle 10Hz, ja se katoaa, kun Δf on yli 15 Hz. Heidän kanssaan samoilla linjoilla on Roederer (1973/1975/1979, s. 28).¹¹

¹⁰ Raschin ja Plompin mukaan siis interferenssihavainto on huojuntaa vain, kun yksittäiset äänekkyysvaihtelut ovat havaittavissa. Seuraan tässä tätä määritelmää. Myös toisenlaista käytäntöä esiintyy: esimerkiksi Dowling ja Harwood (1986, s.34–36) käyttävät sanoja *beats* ja *beat rate* riippumatta komponenttien välistä taajuuserosta.

¹¹ ”As long as Δf is less than about 10 Hz, these beats are perceived very clearly. When the frequency difference Δf exceeds, say, 15 Hz, the beat sensation disappears, giving way to a quite characteristic *roughness* or unpleasantness of the resulting tone sensation.”

Vaikka Roederer antaakin tiettyjä rajakohtia, hän korostaa havainnon laadun portaatonta muutosta (Roederer 1973/1975/1979, s. 28–29); samansuuntaisena voidaan pitää Sethareksen luonnehdintaa, jonka mukaan huojuntaa kääntyy karheudeksi kun Δf kasvaa välille 20 – 30 Hz (Sethares 1999/2005, s. 48).¹² The University of New South Walesin demonstraationsivustolla ”Interference beats and Tartini tones” vierailijaa pyydetään tekemään omat arvionsa huojunnan havaittavuudesta taajuuserovälillä 10 - 40 Hz (Wolfe n.d.).

Huojunta-karheuskirjon sisällä on vielä yksi havainnon kannalta oleellinen rajapyykki, joka riippuu komponenttisävelten taajuuserosta: se, joka ratkaisee, kuullaanko yksi vai useampia säveliä. Kokeellisesti voidaan löytää raja, jota suuremmilla taajuuseroilla interferenssiin osallistuvat sävelet eivät enää sulaudu havainnossa yhdeksi, vaan ne kuullaan erillisinä. Roederer kutsuu tätä nimellä *limit of frequency discrimination* (taajuuserotteluraja).¹³ Rajan arvo riippuu rekisteristä ja on aina selvästi kriittistä kaistanleveyttä pienempi. (Roederer 1973/1975/1979, s. 28.)

Taulukko 3 esittää taajuudeltaan läheisten paljaiden äänesten interferenssityyppien vyöhykkeet Rigdeniä ja Rossingia kumppaneineen mukaillen (Rigden 1977/1985, s.80–83; Rossing et al. 2002, s. 154–155). Kompleksisten sävelten tapauksessa on tyypillistä, että kuullaan useille vyöhykkeille kuuluvia interferenssejä yhtä aikaa. Mikäli kompleksisten sävelten fundamenttien taajuuksien ero ylittää taajuuserottelurajan (Δf_D), kuullaan kaksi erillistä säveltä riippumatta siitä, mille vyöhykkeille muiden osaaännesparien interferenssit asettuvat.

¹² ”[T]he 'slow pleasant beats' turn to roughness when the rate of the beating increases to around 20 or 30 beats per second.” (Sethares 1999/2005, s. 48.)

¹³ Tätä ei pidä sekoittaa pienimpään erotettavissa olevaan taajuuseroon (*just noticeable difference in frequency*), jolla kuvataan peräkkäin kuultujen sävelten korkeuserottelun resoluutorajaa. Se on arvoltaan huomattavasti pienempi kuin yhtä aikaa kuultujen sävelten taajuuserotteluraja. (Roederer 1973/1975/1979, s. 23–24, 28.)

Taulukko 3: Paljaiden äänesten interferenssityyppien vyöhykkeet.

Vyöhyke	Komponenttiäänesten taajuusero (Δf)	Havainto
I	0 ... 15 Hz	Kuullaan resultanttiäänes, jonka taajuus on $\frac{1}{2}(f_1+f_2)$ ja joka huojuu taajuudella Δf .
II	15 Hz ... Δf_D	Kuullaan resultanttiäänes taajuudella $\frac{1}{2}(f_1+f_2)$, karhea sointi.
III	Δf_D ... Δf_{CB}	Kuullaan kaksi äänestä, karhea sointi.
IV	$> \Delta f_{CB}$	Kuullaan kaksi äänestä, pehmeä sointi.

Interferenssin muutoksen jatkuva luonne, joka mahdollistaa erilaiset näkemykset huojunta-karheuskirjon rajapyykeistä, on eräs niistä ominaisuuksista, jotka minua interferenssijatkumossa viehättävät. Vaikka säveltäjän mielenkiintoni kohdistuu jatkumon kaikkiin vyöhykkeisiin, keskityn tässä tutkielmassa vyöhykkeen I interferensseihin, jotka yksiselitteisimmin havaitaan huojuntana. Sivuan vyöhykkeiden II tai III karheusilmiötä jatkossa vain, kun se on kontekstin kannalta välttämätöntä.

Usean äänksen yhteissoinnin yhteydessä havaitaan myös erinäisiä kombinaatioääneksiä (*combination tones*). Niistä tyypillisimpiä ovat ns. Tartini-äänokset (*Tartini tones*) eli sellaiset differenssiäänokset (*difference tones*), joiden taajuus on komponenttien taajuusero $f_2 - f_1$, ja joiden havaitseminen johtuu ns. korvan epälineaarisuudesta. (Rossing et al. 2002, s. 157–161.) Huojuntahavainnon kannalta ne ovat kuitenkin nähdäkseni epäoleellisia. Ensinnäkin on syytä todeta, että kaikki kombinaatioäänokset ovat hyvin hiljaisia suhteessa sekä komponenttiääneksiin että mahdolliseen resultanttiäänekseen. Toiseksikin, kun pitäydään varmasti huojunnaksi luokiteltavissa tapauksissa, joissa komponenttiäänesten

taajuusero on alle 15 Hz, sitä vastaava Tartini-”äänes” on liian ”matala” hahmottuakseen sävelenä: se on ihmisen kuuloalueen (n. 20–20 000 Hz, esim. Rossing et al. 2002 s. 80) ulkopuolella.

2.4 Psykoakustisten tutkimustulosten sovellettavuus säveltäjän työssä

Edeltävissä alaluvuissa olen kuvaillut huojuntaa psykoakustisena tutkimuskohteena: äänen fysikaalisten piirteiden ja havainnon yhdistymisen kannalta. Säveltäjän näkökulma poikkeaa tästä tai vähintäänkin painottuu toisin, sillä hän ei ole äänen passiivinen tarkkailija, vaan sen muokkaaja ja jäsentelijä, uusien soivien tilanteiden luoja.

Säveltäjällä on harvoin jos koskaan käytettävissä kattavaa tietoutta käyttämiensä musiikkisten elementtien psykoakustisista ominaisuuksista. Mikäli säveltäjä tekisi työssään ainoastaan sellaisia ratkaisuja, jotka hän pystyy perustelemaan tutkimustiedolla, hänen työkalupakkinsa olisi harmillisen rajallinen.

Länsimaisessa musiikkielämässä säveltäjä on harvoin musiikkinsa esittäjä. Ei siis riitä, että säveltäjä pohtii, kuinka kuulija havaitsee ja kokee hänen musiikkinsa, vaan hänen on kommunikoitava pyrkimyksensä esittäväälle muusikolle, jonka tulkitsemana musiikki välittyy kuulijalle. Säveltäjä välittää pyrkimyksensä esittäjälle notaation avulla. Huojunnan matkalla säveltäjän mielikuvituksesta kuulijan havainnoksi on siis monta vaihetta, joista jokaiseen liittyy virhelähteitä.

Jotta säveltäjä voi käyttää huojuntaa sävellysteknisenä mahdollisuutena, tavoitellun huojunnan on oltava

- 1) havaittavaa. Sävellyksen, esityksen ja niihin liittyvien olosuhteiden on mahdollistettava huojunnan kuuleminen ja kuulijan huomion kiinnittyminen siihen.
- 2) esitettävää. Huojuntaa on pystyttävä tarkoituksellisesti ja luotettavasti tuottamaan musiikillisin instrumentein.

- 3) notatoitavaa. Huojunnan tavoitellut ominaisuudet on pystyttävä ilmaisemaan notaatiolla niin, että esiintyvä muusikko pystyy tuottamaan ne.

Edellä on todettu huojunnan synnyn kannalta merkittäviksi äänen fysikaalisiksi ominaisuuksiksi ennen kaikkea taajuus, amplitudi, verhoikäyrä, spektri ja aaltomuoto. Nämä eivät sellaisenaan kuulu länsimaisen taidemusiikin käsitteistöön. Jotta huojunta on esitettävissä, se on voitava ilmaista sellaisin käsittein tai notaatiosymbolein, joita esittävät muusikot pystyvät vaivatta soveltamaan toimintaohjeina ja joihin heillä liittyy soivia mielikuvia.

Taajuus vastaa havainnossa sävelkorkeutta (engl. *pitch*). Kompleksinen ääni voidaan kuulla säveltasottomana, yhtenä sävelenä tai usean sävelen muodostamana sointuna; tavat eivät ole toisensa poissulkevia vaan samakin ärsyke voidaan hahmottaa havaitsijasta ja tilanteesta riippuen analyttisesti osääneket eritellen tai synteettisesti kokonaisuuteen keskittyen (Rossing et al. 2002 s. 142–143). Kompleksisten ja spektriltään harmonisen sävelen tapauksessa sävelkorkeus hahmottuu useimmiten nimenomaan fundamentin taajuuden perusteella. Kuitenkin spektrin ominaisuuksista riippuen sävelkorkeushavainto voi jopa vastata taajuudeltaan sellaista äänestä, jota äänilähteen spektrissä ei fysikaalisesti ilmene lainkaan (ns. *fundamental tracking*, esim. Rigden 1977/1985, s. 85, 150).

Täysin portaaton sävelkorkeuden säätely on mahdollista monilla soittimilla, muttei ole tyypillistä muusikon ajattelulle. Sen sijaan sävelkorkeus mielletään suhteessa diskreettien *säveltasojen* muodostamaan sävelikköön: tarkalta korkeudeltaan hyvin monenlaiset sävellet käsitetään vaikkapa cis:nä. Arom, Léothaud ja Voisin (1997) viittaavat tähän abstraktiin, kategoriseen sävelyyteen käsitteellä *skaleemi* (*scaleme*)¹⁴ artikkelissaan, joka koskee fysikaalisesti mitatun taajuuden ja muusikon säveltasohavainnon suhteen problematiikkaa etnomusikologisessa kontekstissa. Aronin ja kumppanien mukaan soitinkohtaiset sä-

¹⁴ Termin suomenkielinen muoto on oma ehdotukseni.

vytekijät voivat vaikuttaa siihen, kuinka suuren poikkeaman havaitussa sävelen korkeudessa kuuliija hyväksyy suhteessa ideaalikäsitykseensä skaleemista. (Arom et al. 1997, s. 13.)

Länsimaisessa taidemusiikissa oletusarvoinen sävelikkö koostuu tällaisessa kategorisessa mielessä nykyään useimmiten 12 säveltasosta oktaavia kohden, ja näiden ajatellaan olevan samankokoisten puoliaskelten etäisyydellä toisistaan.¹⁵ Tasavireisen 12-sävelkromaatiikan ideaali kuvastuu esimerkiksi kiinteävireisten kosketinsoitinten, kuten pianon tai urkujen, koskettimistossa ja viritysjärjestelmässä.¹⁶ Nimitän näitä soittimia kiinteävireisiksi, koska niiden viritystä ei tyypillisesti muuteta kesken esityksen. Toisaalta niillä soittimilla, joiden sävelkorkeutta voidaan sujuvasti hienosäätää esitystapahtuman aikana ja joita tässä nimitän liukuvavireisiksi soittimiksi, ei ole tapana pysytellä tiukasti tasavireisyyden parissa, vaan *intonoida* ajoittain hieman siitä poiketen. Tasavireisyydestä poikkeavia intonaatioita ei välttämättä notatoida, vaan niihin liittyvät preferenssit ovat pitkälti muusikoiden suullisen perimätiedon varassa. *Intonaatio* on toisin sanoen tilannesidonnaista ja hienovaraista vaihtelua sävelluokkien ilmentymisessä korkeudeltaan määrättyinä sävelinä.

Huojuntaa sävellettäessä tulee ratkaistavaksi vähintään kaksi sävelkorkeuteen liittyvää kysymystä:

- 1) onko kahdentoista puoliaskelen muodostama sävelikkö riittävän tarkka säveltasoulottuvuuden resoluutio vai onko syytä käyttää esimerkiksi neljäsosaaskelia (oktaavin kahdeskymmenesneljäsosia), ja
- 2) tuleeko tämän lisäksi ohjeistaa soittajaa intonoimaan tapauskohtaisesti säveliköstä poiketen?

¹⁵ Oktaavin etäisyydellä olevat säveltasot puolestaan kuuluvat samaan *sävelluokkaan*.

¹⁶ Pianoa ei fyysikaalisesti ottaen viritetä aivan tasavireiseksi sen lievästi inharmonisen osaaäänessarjan vuoksi. Palaan pianon spektrin ominaisuuksiin luvussa 4. Uruissa käytetty viritysjärjestelmä vaihtelee urkutyypeittäin ja esimerkiksi renessanssiuruissa käytetään tyypillisesti keskisävelviritystä; tasavireinen ideaali heijastuu kuitenkin romanttisten ja modernien urkutyyppien virityksessä.

Useat ratkaisut ovat mahdollisia, ja eri vaihtoehtojen luontevuus liittyy keskeisesti soitinten ominaispiirteisiin. Esimerkiksi jousisoitinten luonnonhuiluäänet ovat intonaatioltaan vakaita ja melko tarkkaan ennustettavia, minkä lisäksi ne voidaan pääsääntöisesti notatoida 12-sävelisesti silloinkin, kun niiden intonaatio poikkeaa tasavireisestä. Tällöin kysymykset kietoutuvat toisiinsa ja ratkeavat yhdessä. Toisaalta kiinteävireisten soitinten, kuten pianon, tapauksessa intonaation ohjeistaminen on useimmiten turhaa, sillä normaalisti koskettimistolta soitettaessa kaksitoistasävelisyys on ainoa vaihtoehto.

Musiikillisen käytännön piiriin kuuluvien sävytekijöiden eli äänenvoimakkuuden ja -värin notaatio on länsimaisessa traditiossa sangen epätarkkaa. Siinä, missä sävelkorkeuslottuvuus voidaan sitoa johonkin konkreettiseen referenssipisteeseen, esimerkiksi $a_1=440\text{Hz}$, äänenvoimakkuuden ilmaisut *forte* ja *piano* ovat puhtaan suhteellisia. Niitä ei vastaa mikään tietty äänenpaine eikä amplitudi, vaan jokainen soittaja tulkitsee ne omalla tavallaan.

Sävytekijöiden säätely toisistaan tai vaikkapa sävelkorkeudesta riippumatta ei akustisilla soittimilla onnistu, sillä niiden spektrin ominaisuudet riippuvat sekä rekisteristä (Meyer 2009, s. 43–44) että äänenpaineesta (Meyer 2009, s. 49–50). Lisäksi eri soitinten dynaamiset mahdollisuudet poikkeavat huomattavasti toisistaan (Meyer 2009, s. 50).

Äänenpaineiden tasapainottaminen on osa yhteismusisoinnin taitoa, ja suurten yhtyeiden tapauksessa kapellimestarin kontrolli on välttämätön. Silti säveltäjä ratkaisee valitessaan tietyt säveltasot tietyillä instrumenteilla, onko kapellimestarin tai kamarimuusikkojen edes mahdollista saada niiden voimakkuudet tasapainoon.

Komponenttien voimakkuus kuulijan korvissa riippuu paitsi komponenttien alkuperäisistä äänenpaineista, myös kuulijan etäisyydestä äänilähteisiin.¹⁷ On muistettava, että liukuvireisten soitinten tai laulajien tapauksessa ei riitä, että yleisö kuulee huojunnan vaan

¹⁷ Etäisysero vaikuttaa äänenpaineen ohella myös komponenttien väliseen vaihe-eroon. Kuitenkin koska komponenttien vaihe-ero ”pyörähtää täyden kierroksen” jokaista resultanttiaallon jaksoa kohti, tällä voi

myös muusikoiden on kuultava huojunta voidakseen säätää sävelkorkeutta ja sävyteki-
jöitä sen eduksi. Siksi on huomioitava heidän keskinäinen asettelunsa tilassa. Jos ääniläh-
teiden etäisyydet kuulijasta poikkeavat runsaasti toisistaan, saattaa komponenttien voi-
makkuusero muodostua liian suureksi, jotta niiden interferenssi hahmottuisi huojuntana.
Toisaalta elleivät soittajat sijaitse toistensa välittömässä läheisyydessä, heidän voi olla
hankala säädellä äänenvoimakkuutta huojunnan kannalta optimaalisesti. Mikäli kompo-
nenttien äänenvoimakkuudet ovat samat, soittaja kuulee itse soittamansa komponentin
toisten soittamia voimakkaampana, mutta mikäli hän kuulee komponentit yhtä voimak-
kaina eli huojunnan kannalta ihanteellisina, hän soittaa suhteessa liian hiljaa. Jos oletetaan
äänen jakautuvan soittimista tasaisesti tilaan, on teoriassa ihanteellisinta, että jokaisen
komponentin soittaja on yhtä etäällä kustakin muiden komponenttien soittajista ja lisäksi
yleisö on yhtä kaukana kaikista heistä.

Käytännössä kuitenkin tapa, jolla ääni säteilee eri suuntiin, riippuu soittimesta ja sen re-
kisteristä. Lisäksi jokaisen esitystilan yksilölliset ominaisuudet vaikuttavat äänen heijas-
tuksiin, joista jokainen saapuu kuulijan korviin omintakeisella voimakkuudellaan ja vii-
veellään (esim. Meyer 2009, s. 274–357). Säveltäjä voi toki toivoa tietynlaista lava-ase-
telmaa, mutta ei ole suinkaan itsestään selvää, että tämä johtaa kaikissa kuviteltavissa
olevissa esitysolosuhteissa parhaaseen dynaamiseen balanssiin. Rajaan lava-asetelman
tätä yksityiskohtaisemman tarkastelun pois tästä työstä.

Äänenväriin notaatio on länsimaisessa perinteessä paitsi epätarkkaa, myös lähes pelkäs-
tään epäsuoraa. Säveltäjä kontrolloi äänenväriä soitinvalinnoin, soittoteknisin ohjein (*vib-
rato, sul ponticello*), rekisterin ja sävelen valinnalla, ilmaisua ohjaavin merkinnöin (*esp-
ressivo, dolce*), sekä, edellisiä epäsuoremmin, dynaamisin merkinnöin ja artikulaatio-oh-
jein. Kussakin näistä on omat epävarmuustekijänsä. Eri soitinyksilöt soivat hieman eri
tavoin, minkä vuoksi rekisterillisten ratkaisujen ennakoitavuus vaihtelee, erityisesti yk-
sittäisten sävelten tasolle tultaessa. Usein tietty sävel on soitettavissa usealta eri kieleltä

olla merkitystä huojunnan havaittavuudelle vain, mikäli huojunta on huomattavan hidasta ja lyhytkestoista.
Tällöin huojunnan havaittavuus on muutenkin kyseenalaista.

tai usealla eri sormituksella, mikä mahdollistaa lisää variaatiota. Soittoteknisiä, ilmaisullisia, dynaamisia ja artikulaatiomerkintöjä ei kirjoiteta välttämättä johdonmukaisesti vaan pikemminkin vihjeinä, jotka ohjaavat soittajan tulkintaa. Lisäksi soittajilla on erilaisia soinnillisia mieltymyksiä, jotka vaikuttavat kaikkien osatekijöiden tulkintaan.

Erittäin merkittävä epävarmuustekijä on dynaamisten ja artikulaatiollisten merkkien pätevien tulkintamahdollisuuksien laajuus. Käytännön musiikinharjoittajille on tuttua, että dynamiikkamerkintöjen kuten *mp* ja *mf* välinen ero ei välttämättä ole äänen voimakkuudessa vaan muissa sävytekijöissä. ”Solistinen piano” ja ”säestävä forte” viittaavat siihen, että tietty voimakkuusmerkintä on tarkoitus tulkita eri tavoin riippuen kyseisen osuuden roolista kokonaisuudessa: melodiat eivät saa hukkaa säestyksen alle. Aksentin kaltainen artikulaatiomerkintä on hyvin ambivalentti: se voidaan perustellusti toteuttaa äänenpaineen äkkivoimistumana jossakin vaiheessa sustain-osuutta, ympäristöään hälyisemmin toteutettuna alukkeena tai joskus jopa pelkästään pidentämällä äänen kestoa.

Huojuntaa sävelletessä on syytä pyrkiä komponenttisäveliin, jotka ovat mahdollisimman samanvärisiä ja yhtä voimakkaita. Säveltäjän on yhtäältä valittava samanaikaisesti soivat instrumentit niin, että haluttujen sävelten sävytekijät voivat muistuttaa toisiaan. Toisaalta hänen on ratkaistava kysymys, millainen notaatoratkaisu ohjaa esittäjien huomion siihen, että kyseisessä kohdassa tavoitellaan sävytekijöiden yhteensovittamista muiden soitinten kanssa. Artikulaatiomerkintöjen tai muiden tulkintaa ohjaavien merkintöjen kannalta olennaista ei ole tapa, jolla aluke soitetaan, vaan se, että sitä seuraava vakaan äänen vaihe pysyisi mahdollisimman tasalaatuisena. Ymmärrettävästi staccato-artikulaatio tai muutoin hyvin lyhyet nuotit eivät ole huojunnalle otollisia.

Erittäin keskeinen tekijä huojunnan säveltämisessä onkin aika: yhtäältä komponenttisävelten kesto, toisaalta aika, jonka soiva tilanne tarjoaa huojunnan havainnomiseen. Tätä voidaan tarkastella sekä kuulijan että esittäjän näkökulmasta. 1) Aikaa tarvitaan, jotta kuulijan huomio ehtii kiinnittyä huojuntaan. 2) Aikaa tarvitaan, jotta soittajat ehtivät hahmottaa tilanteen, jonka pitäisi huojua. 3) Aikaa tarvitaan, jotta soittaja ehtii säätää intonaation, äänenvoimakkuuden ja -värin kohdalleen, mikäli ne eivät ole heti aluksi optimaaliset.

Mitä hitaampaa huojunta on, sen pitempään yksi yksittäinen amplitudimodulaation jakso kestää ja sen enemmän huojunta tarvitsee aikaa tullakseen havaituksi ja mahdollisesti säädetyksi. Muutoin huojuntatilanteen tarvitsema kesto on sidoksissa tavoitellun vaikutelman ja sen teknisen toteutuksen ominaispiirteisiin. Huojunnalle, jonka soittotekninen toteuttaminen on suhteellisen helppoa tai varmaa, riittänee lyhempi aika kuin sellaiselle, jonka toteuttamiseksi esittäjien on kontrolloitava tarkasti omaa suoritustaan ja kuunneltava muita herkällä korvalla.

3 Menetelmä ja aineisto

3.1 Tutkimuskysymykset

Tämän tutkielman tarkoituksena on kartoittaa tekijöitä, joita säveltäjän tulee huomioida voidakseen tietoisesti tavoitella huojuntaa teoksissaan. Alaluvussa 2.4 erittelemäni säveltäjän mahdollisuudet kontrolloida huojunnan havaittavuutta, esitettävyyttä ja notatoitavuutta musiikissaan voidaan tiivistää kolmeen pääasialliseen kysymysjoukkoon, jotka koskevat säveltasoratkaisua, sävytekijöitä ja ajankäyttöä. Taulukossa 4 esitän keskeiset tutkimuskysymykset lajiteltuna näihin joukkoihin.

Instrumentaatio on luonnollisesti ilmeisin väline sävytekijöiden optimointiin. Vastaavasti mahdollinen ohjeistus oletetusta säveliköstä poikkeavasta intonaatiosta sisältyy säveltasoratkaisun kysymysjoukkoon. Ajankäytön kysymykset liittyvät yhtäläisesti niin huojunnan havaitsemiseen kuin komponenttien ominaisuuksien säätämiseen.

Kysymykset on muotoiltu sävellysteknisiä ratkaisuja tekevän säveltäjän näkökulmasta. Kysymysten esitysjärjestys ei ota kantaa niiden mahdolliseen ensisijaisuuteen tai järjestykseen, jossa ne tulisi ratkaista. Säveltasoa ja sävytekijöitä koskevat ratkaisut on käytännössä tehtävä yhtä aikaa, sillä sekä hertsi-sentti-muuntosuhde että soitinten väri- ja voimakkuusominaisuudet ovat sidoksissa rekisteriin.

Taulukko 4: Säveltäjän mahdollisuuksiin kontrolloida huojuntaa liittyvät kysymykset luokiteltuna.

Kysymysjoukko	Esimerkkikysymykset
Säveltasoratkaisu	Minkä kokoinen intervalli valitussa rekisterissä voi tuottaa halutun taajuista huojuntaa? Mikä sävelikkö takaa riittävän resoluution? Tarvitaanko siitä poikkeavaa intonaatiota? Kuinka ohjeistetaan intonointia?
Sävytekijät	Mitkä käytettävissä olevista instrumenteista voivat soida valitussa rekisterissä ja valituilla sävelillä (intonaatio huomioon ottaen) riittävän samanvärisinä ja riittävän samalla voimakkuudella? Kuinka ohjeistetaan sävytekijöiden balansointia?
Ajankäyttö	Onko huojunta riittävän pitkäkestoista hahmottuakseen? Ehtiikö kuulijan huomio kiinnittyä huojuntaan? Ehtivätkö esittäjät säättää sävelkorkeutta ja sävytekijöitä?

3.2 Tutkimuksen tekemisperusteinen luonne ja kolmivaiheinen prosessi

Tutkimukseni on vuoropuhelua oman sävellystyöni sekä sen tulosten tarkastelun ja huojunnasta saatavilla olevaan tietoon perehtymisen välillä. Ratkaisua voi nimittää eli *tekemisperusteiseksi tutkimukseksi* eli *tekemällä tutkimiseksi* (Anttila 2005, s. 423). *Reflektoin* omaa työtäni ja luon edellytyksiä sen kehittämiseksi *toimija-tutkijana* (Huovinen ja Roviio 2010, s. 94). Toimija-tutkija on *toimintatutkimuksen* kenttään liittyvä, tutkimuksen intressiä ja tukijapositionia kuvaava käsite. Toimija-tutkija on se, joka ryhtyy tutkimaan

käytännössä tuntemaansa aihetta voidakseen muuttaa tai parantaa toimintaansa (Huovinen ja Rovio, s. 94–95). Tämä määritelmä kuvaa mielestäni hyvin myös tekemisperusteisen tutkijan positiota ja tiedonintressiä.

Heikkisen (2010, s. 27) mukaan toimintatutkimusta määrittelee sen perustuminen interventioon, käytännönläheisyys, osallistavuus, reflektiivisyys ja sosiaalinen prosessi. Näistä käytännönläheisyys ja reflektiivisyys liittyvät olennaisesti myös tekemisperusteiseen tutkimukseen (Anttila 2005, s. 423–424). Tekemisperusteisessa tutkimuksessa luovan työn tekijä voi reflektoida luovan tuottamisen prosessia sekä prosessin itsensä kautta, että sen ulkopuolelta, kontekstistaan käsin (Anttila 2005, s. 424). Tämän tutkielman kannalta olennaista on, että reflektio ei kohdistu luovaan prosessiin kokonaisuudessaan vaan se on rajattu koskemaan huojunnan tavoittelua sävellystyössä.

Anttilan mukaan reflektiivisyys on ”sellaista mielen toimintaa, jossa mieli kääntyy tavalla tai toisella omaan sisimpäänsä” (Anttila 2005, s. 77). Reflektiivisyys voi olla henkilöiden välistä tai toimijan itseensä kohdistamaa (Anttila 2005, s. 78). Jälkimmäinen eli itse-reflektio merkitsee itsensä kohtaamista, ilmaisemista tai arvioimista, kykyä arvioida tietoisesti itseään ja toimintaansa (Anttila 2005, s. 416–417). Heikkisen (2010) mukaan reflektointi (englanniksi *reflection*, heijastuminen < lat. *reflectere*, takaisin taipuminen, heijastuminen) on totuttujen toiminta- ja ajattelutapojen perusteiden pohdintaa. Tämän tutkielman tapauksessa on huomionarvoista, että pohdin sellaisten sävellystyöhöni sisältyvien toiminta- ja ajattelutapojen perusteita, jotka eivät ole kovinkaan totuttuja vaan pikemminkin uusia ja vasta muotoutumassa.

Se, mitä reflektiivisellä toiminnalla käsitetään, vaihtelee toimintaympäristöittäin. Luovalle toiminnalle kuten sävellystyölle on ominaista, että ongelmanratkaisun asetelma tavoitteineen muuttuu koko prosessin ajan eikä lopputulosta voida ennakolta määritellä. (Anttila 2005, s. 78–79.) Näin on myös kirjallisen työni tapauksessa: tutkimusongelma on jäsentynyt täsmällisesti vasta luovan sävellysprosessin jälkeen, sen päätyttyä jatkuvaan reflektion myötä.

Tämä liittyy ajatukseen, että ymmärrys työn aiheesta karttuu ja syvenee reflektiivisen toiminnan kautta *hermeneuttisen kehän* tai *spiraalin* muodossa (Anttila 2005, s. 280). Tällä

tarkoitetaan prosessia, jossa ilmiötä tarkastellaan kokonaisvaltaisesti ja näkökulmaa jatkuvasti vaihdellaan yksityiskohtien ja kontekstin välillä, niin että voidaan havainnoida niiden vaikutusta toisiinsa. Kokonaisuuden, joka on enemmän kuin osiensa summa, tulkinta tarkentuu ja syvenee kierros kierrokselta, kun palataan takaisin johonkin aiemmista näkökulmista. (Anttila 2005, s. 306.)

Yli puolentoista vuoden mittaista tutkimusprosessiani luonnehtii eri näkökulmien painottuminen prosessin eri vaiheissa. Ensimmäinen vaihe marraskuusta 2013 huhtikuuhun 2014 painottui huojunnan tutkisteluun osana sävellystyötä: tietoisena tutkimusaiheesta, mutta ei ainoastaan sen ohjaamana. Pidin päiväkirjamaista huojuntakokeilut-nimistä muistiota niistä tavoitteista, joita säveltämilleni huojunnoille asetin, sekä kantaesitysprosessin aikaisista ensiarvioistani siitä, kuinka hyvin ne mielestäni toteutuivat.

Toisessa vaiheessa, kesällä 2014 keskityin teoreettisen tietämyksen syventämiseen. Hain kirjallisuudesta vastauksia sävellysvaiheessa aktivoituneisiin kysymyksiin. Aloin myös kiinnittää aiempaa tietoisempaa huomiota huojuntaan muiden säveltäjien teoksissa jäsentääkseni kokeilujeni esteettistä kontekstia.

Kolmannessa, syksystä 2014 kesään 2015 ulottuneessa vaiheessa tarkastelin ensimmäisessä vaiheessa tekemiäni sävellysteknisiä ratkaisujani kriittisesti omaksumaani teoriatietoa vasten. Tässä viimeisessä vaiheessa, aineiston yksityiskohtaisen analyysin myötä tutkimusongelma täsmentyi lopulliseen muotoonsa, mikä mahdollisti aiempaa jäsentyneemmän otteen sekä teorian että käytännön ratkaisujen tarkasteluun.

Anttila huomauttaa, että ”tapahtuman jälkeen on erittäin vaikeata, jopa suorastaan mahdotonta palauttaa mieleen ajatteluprosessin yksityiskohtia tai esimerkiksi ongelmanratkaisuprosessin vaiheita”. Henkilön kuvatessa päättynyttä toimintaansa (*retrospektio*) tapahtuu tulkintaa ja valikoitumista. (Anttila 2005, s. 224.) Koska sävellystyö ja sen reflektio eivät ole jakautuneet tasaisesti prosessin varrelle, tämän tutkimuksen näkökulma on merkittävältä osin retrospektiivinen. Vaikka aineistona on myös sävellystyön aikaisia verbalisointeja, suhteeni sekä teoksiin että niissä esiintyvään huojuntaan on muuttunut teos-

ten valmistumisen, kantaesittämisen, teoreettisen tiedon lisääntymisen ja tulosten toistuvan uudelleenarvioinnin myötä. Tämän prosessin myötä kertynyt tietämys aiheesta vaikuttaa väistämättä siihen, miten aiempia ratkaisujani tulkitsen.

3.3 Aineiston ajalliset ja laadulliset rajausperusteet

Tarkastelen huojunnan tietoista tavoittelua sävellystyössä. Siispä suljen aineiston ulkopuolelle ne teokseni, jotka ovat syntyneet silloin, kun suhteeni huojuntaan oli vielä esikäsitteellinen.

Käsitteellisen huojuntasuhteeni synty ajoittuu marraskuun 2012 ja heinäkuun 2013 väliin. Marraskuun 30. päivänä vuonna 2012 olin Rostockissa kuunteluoppilana sopraano Sarah Maria Sunin pitämällä nykymusiikin esittämiseen keskittyvällä laulun mestarikurssilla. Sun opetti neljäsosa-askelten intonaation arviointia huojunnan kuuntelun avulla, ja myös kuunteluoppilaat saivat osallistua tekniikan kokeiluun pareittain. Sovelsin kokemusta kesällä 2013, kun sävelsin ja kantaesitin yhdessä Jens Peter Møllerin kanssa kahden laulajan pikkukappaleen *Relations* (2013) Liettuun Nidassa ”Music Laboratory the PROCESS” -mestarikurssilla.

Luonnos- ja muistiinpanovihkoni perusteella maaliskuu 2013 oli huojunnan käsitteellisen hahmottamisen kannalta ratkaiseva kuukausi. Jo 4.3.2013 olin kiinnitin huomiota arkisessa äänimaisemassa esiintyneisiin äänenvärien jaksollisen vaihtelun ilmiöihin, joita kutsuin sirinäksi tai hurinäksi ja joiden pian oivalsin selittyvän interferenssi-ilmiöllä. Ensimmäiset huojunnan tietoiseen, käsitteellistettyyn tavoitteluun sävellystyössä viittaavat merkinnät on päivätty maaliskuussa 7.3. ja 20.3. Loppukevään 2013 kuluessa analysoin minua kiinnostavia äänimaisemia sekä kuulonvaraisesti että Praat-tietokoneohjelman avulla ja perehdyin interferenssin perusasioihin.

Elokuun 2013 ja heinäkuun 2015 välisenä aikana olen saanut valmiiksi useita sellaisia teoksia, joissa olen tietoisesti tavoitellut huojuntaa:

Schwebe (2013) kuudelletoista muusikolle (1111, 1111, 2 perc, pno, 11111)

Jälkiä (2014) sellolle ja jousiorkesterille (solo+44331)

Kään (2014) bassoklarinetille, elektroakustiselle harpulle, pianolle ja äänihauhalle

Caves B-Have! (2014) sellolle ja äänihauhalle

On the Edge of Oblivion (2015) pianotriolle

Hauras (2015) yhdeksälletoista muusikolle (211sax1, 1010, 1perc, SCtnBar, pno, 11112)

Näistä kaksi viimeksi mainittua ovat valmistuneet vasta tutkimuksen ollessa kolmannessa, retrospektiiviseen analyysiin keskittyvässä vaiheessa eivätkä siksi ole ehtineet mukaan aineistoon. Muut neljä teosta ovat valmistuneet, ne on kantaesitetty ja kantaesitykset tallennettu ennen retrospektiiviseen analyysiin etenemistä. Siksi on mahdollista tarkastella niissä tekemiäni ratkaisuja paitsi nuottikuvan perusteella, myös arvioida niiden toimivuutta kuulonvaraisesti.

Sopivaan aikaan valmistuneista teoksista olen keskittynyt *Schweben* ja *Käänin* analysointiin laadullisista syistä. Mainitut teokset ovat tähänastisen tuotantoni parhaimmistoa, ja myös huojuntaa sisältävät katkelmat ovat niissä huolellisemmin toteutettuja kuin *Jäljissä* ja *Caves B-Have!:ssä*.

Schweben, *Käänin* ja *Caves B-Have!:*n kantaesitykset olivat eturivin ammattilaisten (Avanti!, defunensemble ja Markus Hohti) toteuttamia, mutta *Jälkien* kantaesityksessä valtaosa soittajista oli ammattikorkeakouluopiskelijoita. On mahdollista, että *Jälkien* huojuntapaikoista moni ei toiminut kantaesityksessä soittajien kokemattomuuden vuoksi. Muissa kolmessa teoksessa tätä riskiä ei käytännössä ole, vaan mahdollinen toimimatto-

muus voidaan jäljittää säveltäjän valintoihin. Lisäksi *Jälkien* sävellys- ja harjoitusproses- sia koskevissa muistiinpanoissa on epäjohdonmukaisuuksia ja puutteita, joiden vuoksi sen huojuntakokeilujen arviointi ei ole kaikkein tarkoituksenmukaisinta.¹⁸

Caves B-Have! on pienimuotoinen harjoitustyö, jonka pois jättäminen ei mainittavasti vähennä tarkasteltavaksi jäävien huojunnan toteutustapojen kirjoa. Sen sijaan *Schwebe* ja *Kään* ovat täyspainoisia kahdeksanminuuttisia teoksia, ja sopivan erilaisia. Vaikka kum- pikaan ei keskity katalogimaisesti huojunnan tutkiskeluun, yhdessä ne sisältävät niin mo- nenlaisia huojuntoja, että niistä on mahdollista valita tutkimuksen kartoittavaa luonnetta palveleva otos esimerkkejä yksityiskohtaisesti tarkasteltavaksi.

Ne Schweben ja Käänin katkelmat, jotka otan yksityiskohtaiseen tarkasteluun luvussa 5, olen valikoinut sen perusteella, kuinka hyvin ne havainnollistavat keskeisiksi kokemiani huojuntaan liittyviä kysymyksiä. Jotkin sinänsä kiinnostavat huojuntatyypit olen joutunut valitettavasti rajaamaan pois sävellysprosessin, esitysprosessin tai niitä koskevien muis- tiinpanojen epäjohdonmukaisuuksien vuoksi. Erityisesti Käänin nauhaosuuden huojunto- jen tapauksessa minun oli rajattava jotkin potentiaaliset esimerkit yksityiskohtaisen tar- kastelun ulkopuolelle, koska tekemieni elektronisten muokkausten polku raakamateriaa- lista lopulliseen master-ääniraitaan ei ollut riittävällä tarkkuudella jäljitettävissä.

¹⁸ *Jälkiä* oli mukana aineistossa hyvin pitkään, mutta mainituista syistä sen huojuntakokeilujen yksityis- kohtainen tarkastelu muodostui liian vaivalloiseksi suhteessa siihen, kuinka vähän tarkasteltavien kokeilu- jen kirjo olisi laajentunut.

3.4 Huojuntakokeilut-muistio ja äänisynteesikokeilut prosessin tukena

Tutkimuksen tausta-aineistona on teosteni partituurien ja kantaesitysäänitteiden lisäksi päiväkirjamainen muistio ”huojuntakokeilut”, joka sisältää sävellystyöhön liittyviä muistiinpanojani huojuntakokeiluille asettamistani tavoitteista, sävellysteknisten ratkaisujen pohdintaa ja jäsentelyä sekä huojuntakokeilujen onnistumisen arviointia joulue-lokuulta 2013–2014.¹⁹ Lisäksi tiedostossa on muistiinpanoja 12.5. tekemistäni äänisynteesikokeiluista ja 22.7. päivättyä pohdintaa huojuntakokeiluiden esteettisestä kontekstista. Kaiken kaikkiaan olen päivittänyt muistiota ainakin 17.12.2013 ja 8.1., 18.1., 1.2., 12.3., 25.3., 16.4., 26.4., 11.5., 12.5., 22.7. sekä 12.8.2014. Varsinaisesta jokapäiväisiä mietteitä sisältävästä päiväkirjasta ei siis merkintöjen harvuuden vuoksi ole kyse; kirjaukset ovat luonteeltaan kokoavia ja syntyneet sävellystyön tai sen arvioinnin vaiheesta toiseen siirtymisen yhteydessä.

Schweben sävellystyö oli jo hyvin pitkällä lokakuussa 2013, kun päätin ottaa huojunnan kirjallisen työni aiheeksi, ja päätöksen käyttää aineistona nimenomaan omia kappaleitani tein vasta sen kantaesityksen (2.12.2013) jälkeen. Siispä 17.12. luomani muistion kaikki merkinnät *Schwebestä* ovat täysin retrospektiivisiä, kun taas *Käänin* tapauksessa muistiinpanot ovat syntyneet sävellystyön varrella. Vastaavasti siinä, missä *Schwebeä* kirjoittaessani minulla oli vasta säveltäjän käytännöllinen kiinnostus huojuntaa kohtaan, *Käänissä* tekemiäni ratkaisuja ohjasi tietoisuus siitä, että se asettuisi osaksi huojuntaan liittyvää tutkimusta. Lisäksi hyödynsin kokemusta *Schweben* onnistumisista ja epäonnistumisista muotoillessani *Käänin* huojuntakokeilujen tavoitteita.

¹⁹ Huojuntakokeilut -muistio sisältää *Schweben* ja *Käänin* ohella myös teoksia *Jälkiä* ja *Caves B-Have!* koskevia merkintöjä, sillä niitä säveltäessäni minulla oli aikomus sisällyttää ne aineistoon.

Sävellystyön ja kirjallisuuteen perehtymisen vuoropuhelua ovat tutkimusprosessin varrella tukeneet myös huojuntoja mallintavat äänisynteesikokeilut. Ne eivät ole sellaista aineistoa, johon viittaisin tässä tutkielmassa väitteideni tueksi, mutta koska ne ovat kuitenkin vaikuttaneet huojuntaa koskevien käsitysteni kehittymiseen, koen parhaaksi mainita niiden olemassaolosta.

Koska esimerkiksi pianolla ei voida testata summittaisesta tasavireisyydestä poikkeavia säveltasoyhdistelmiä eikä minulla ollut kokemusta mikrotonaalisesta midistä, yksinkertaisella synteesillä oli tärkeä osa *Schweben* luonnostelu- ja sävellystyössä. Syys-marraskuulta 2013 on tallella 16 Audacity-tiedostoa paljailla ääneksillä suorittamiani äänisynteesikokeiluja. Kevään 2014 aikana tein vain vähän synteesikokeiluja, ja nekin liittyivät ensisijaisesti *Jälkiin*, joka sittemmin rajautui aineiston ulkopuolelle. Koska *Kään* on elektroakustinen kappale, jonka nauhaosuutta työstäessäni saatoin testata huojuntojen toimivuutta aidoilla ääninäytteillä, synteesille ei ollut samalla lailla tarvetta kuin pelkän partituurin kirjoittamisen yhteydessä. Palasin synteesin pariin vielä 12.5.2014 sekä 3.3.2015, jolloin halusin testata ja varmistella aiempia käsityksiäni huojunnan luonteesta.

4 Huojuntakokeilut teoksissani *Schwebe* ja *Kään*

Schweben ja *Käänin* syntyprosessia yhdistää tunnusteleva, kokeileva työtapa: vietin suhteellisen paljon aikaa materiaalin ominaisuuksiin tutustuessani ennen kuin aloin muotoilla ajalliseen etenemiseen sidottua partituuria tai ääninauhaa. Molempia teoksia luonnehtii jossain määrin myös tilallisuus: muoto jäsentyy suuren osan ajasta erilaisina pintoina tai olotiloina pikemmin kuin kielellisyyteen viittaavina fraaseina.

Toisaalta kappaleita yhdistää myös ainakin kaksi tekijää, jotka hankaloittavat huojunnan säveltämistä: Ensinnäkin ne ovat musiikilliselta aineistoltaan moniaineeksisia: ne eivät ole rakentuneet yhtä alkuitua työstämällä ja varioimalla, vaan niiden draama syntyy keskenään kontrastoivien ääniobjektien tai karakterististen tilanteiden välisistä jännitteistä ja näiden ominaisuuksien uudelleenjärjestymisestä. Tämän sivutuotteena ne sisältävät runsaasti huojunnan kanssa huomiosta kilpailevia äänitapahtumia. Toiseksi kummankin kokoonpano on melko heterogeeninen, minkä vuoksi komponenttiaaltojen samankaltaisuuden takaaminen on hankalampaa kuin esimerkiksi pelkistä jousisoittimista koostuvalle kokoonpanolle kirjoitettaessa.

Kummassakin teoksessa suhteeni huojuntaan ja siten relevantti huojunnan edellytyksiä koskeva kysymyksenasettelu jäsentyy hieman eri tavoin. Yhtäältä ne ilmaisulliset päämäärät, joita kohti olen huojunnalla kurottanut, ovat omanlaisensa. Toisaalta olen päätenyt painottamaan teoksissa hieman erilaisia sävellysteknisiä ratkaisuja huojunnan saavuttamiseksi.

4.1. *Schwebe* (2013) ja eritaajuisten huojuntojen miellelyhtymät

Schwebe (2013) liittyy huojuntaan. On kyse haparoinnista vääjäämättömyksien kaaoksessa. Minulle se hahmottuu maisemana, jossa elollinen ja eloton, subjektiivinen ja objektiivinen sekä hallittava ja hallitsematon ovat yhtä aikaa läsnä.

Näin avaan ilmaisullisia pyrkimyksiäni kuudelletoista soittajalle²⁰ kirjoittamani *Schweben* kantaesityskonsertin (Klang-sarjan Soikoon! –konsertti 2.12.2013 Helsingin Musiikkitalon Camerata-salissa, Avanti! joht. József Hárs) ohjelmalehtisessä. Kyseessä on akustisille soittimille sävelletty ensembleteos, jonka poetiikka on paljon velkaa *musique concrète*lle ja *soundscapelle*.

Schweben luonnosteluvaiheessa inspiroiduin perinteisesti musiikin ulkopuolelle luokitelluista luonnon, kodinkoneiden ja arkisten toimintojen kuten hiekoitetulla kadulla kävelyn äänistä. Niiden ”ruksutus”, ”narskus” ja ”humina” herättivät minussa voimakkaita miellelyhtymiä eli *assosiaatioita*, jotka osaltaan ohjasivat luomistyötäni. Toisaalta voidakseni jäljitellä näitä ääniä musiikki-instrumentein päädyin pohtimaan niiden fysikaalista olemusta. Subjektiivisen kokemuksen ja objektiivisen äänitapahtuman välinen jännite oli sävellystyöni johtolanka. Vaikka psykoakustisesti huojunnan kriteerit täyttävien äänitapahtumien, -tilanteiden ja eleiden suhteellinen osuus teoksen kokonaisuudesta ei noussut huomattavaksi, huojunnan minussa herättämät assosiaatiot vaikuttivat teoksen muotorkaisuun ja ei-huojuvan äänimateriaalin työstämistapaan voimakkaasti.

²⁰ Kokoonpano (vaihtosoittimet rinnastettu vinoviivalla): huilu/bassohuilu, oboe/englannintorvi, klarinetti/bassoklarinetti, fagotti/kontrafagotti, käyrätorvi, trumpetti, pasuuna, tuuba, kaksi lyömäsoittimistoa (telinesymbaali, tam tam, hiekkapaperipalikat, kastanjetit, ping pong -pallo, marakassi ja cabasa, vibrafoni, isorumpu; hiekkapaperipalikat, crotales, kaksi erikokoista ride-symbaalia, pikkurumpu, neljä tom tomia, yksi patarumpu), piano, I- ja II-viulu, alttoviulu, sello, kontrabasso.

Sävellystyön viimeistelyvaiheessa löytynyt teosnimi *Schwebe* kuvaa erinomaisesti teoksen poeettisia jännitteitä – tapahtumisen ja tapahtumattomuuden, hälyn ja säveltason, musiikillisen ja ei-musiikillisen, subjektiivisen ja objektiivisen välillä. Saksan kielen *Schwebung* (huojunta) on samaa etymologista juurta kuin idiomi *in der Schwebe sein*, joka merkitsee ilmassa heilumista, kahden vaiheilla, tasapainopisteessä, ”kiikun kaakun” olemista.²¹ Idiomi tavoittaa sen inhimillisen kokemuksen, johon käsiohjelmatekstissä viitataan ”haparointina vääjäämättömyyksien kaaoksessa”. Tietoisuuteni siitä, että huojuksen säveltäminen ei tulisi olemaan helppoa, vaan täynnä epävarmuustekijöitä, teki siitä erään sellaisista soivista ilmiöistä, joilla koin luontevaksi artikuloida filosofista pohdintaani musiikillisesti.

Schweben valmistuttua ja tultua kantaesityksi jäsentelin siinä tekemiäni huojukokkeilujen tavoitteita yleisellä tasolla seuraavasti:

- 1) *huojuksen aikaan saaminen mahdollisimman fyysisenä, ”vavahduttavana” kokemuksena, mahdollisesti myös rikasspektrissä tilanteissa;*
- 2) *[---] huojuksirytmien ilmiöillä leikeittely kahden säveltason tilanteissa ja*
- 3) *huojuksilmiön hahmotuksellinen rinnastaminen muihin tekstuuri-elementteihin.*

Tavoitejäsentely kuvaa tuolloista kiinnostustani paitsi omiin subjektiivisiin assosiaatioihini, myös siihen, miten monin eri tavoin huojuksia, jaksollinen voimakkuusvaihtelu, voitaisiin havaita: sävyilmiönä, rytmien ilmiönä tai artikulatoris-tekstuuri-ilmiönä. Oletin, että huojuksia ei ole todennäköisesti kuulijalle käsitteenä tuttu, joten huojuksia sisältävän äänitilanteen hahmotusta ohjaisi tilanteen assosioituminen muihin, kuulijalle tutumpiin musiikillisiin käsitteisiin tai esikäsitteellisiin kognitiivisiin malleihin. Tämän sinänsä kiinnostavan kysymyksen kokeellinen tarkastelu rajautui varsin pian tutkimusase-

²¹ Substantiivi *Schwebe* ei esiinny muualla kuin tässä idiomissa. Kantana verbi *schweben*: leijailua, liehua, heilua, riippua.

telmani ulkopuolelle. Seuraavassa käsittelen huojunnan assosiaatioita puhtaan subjektiivisesta näkökulmasta. Tuon kuitenkin vertailun vuoksi esiin objektiivisiä mittaustuloksia silloin, kun sellaisia olen löytänyt.

Vavahduttavaa kokemusta tavoittelin erityisesti hitaalla matalan rekisterin huojunnalla. Kokemukseni mukaan matalataajuinen ääni resonoi kehossa ja assosioituu kokonaisvaltaiseen kehollisuuteen. Sisällytin *Schweben* kokoonpanoon kontrafagotin ja tuuban, jotta kontraoktaaviala ei olisi ainoastaan kontrabasson ja pianon varassa. Kantaesityksen jälkeen arvioin, että vavahduttavat huojunnat onnistuivat paikoissa, joissa matalien fundamenttien välistä huojuntaa ei häiritty muulla, niitä korkeammalla materiaalilla. Erittelen tarkemmin erästä vavahduttavan huojunnan katkelmaa alaluvussa 5.2.

Päiväkirjamerkintäni *rikasspektrisistä tilanteista* viittaa kiinnostukseeni sitä kohtaan, voisiko huojuntaa toteuttaa ennakoitavasti myös muissa kuin sellaisissa tilanteissa, joissa fundamentit ovat unisonossa tai oktaaviunisonossa. Tällaisten tilanteiden määrä jäi *Schwebessä* lopulta huomattavan vähäiseksi eivätkä ne toimineet kovin hyvin, joten en ota niitä yksityiskohtaiseen käsittelyyn.

Huojuntarytmi-ilmiöillä leikittely oli haastavin *Schweben* huojuntatavoitteista; oikeastaan tavoittelin pikemminkin huojunnan taajuuden aiheuttamaan tiheysvaikutelmaa kuin varsinaisten rytmikuvioiden aikaansaamista. Oletin tiheyden säätelyn olevan luontevinta keskirekisterissä, jossa monien soittimien värit sulautuvat hyvin toisiinsa ja huojunnan mahdollistavat taajuuserot vastaavat kontrolloitavissa olevia (mikro)intervalleja. Kantaesityksen perusteella arvioin, että onnistuneesti instrumentoiduissa tämän tyyppin katkelmissa huojunta toimi, *mutta rytmisessä säätelyssä on vielä hiottavaa.*

Teksturi-elementeillä viitataan tavoitemerkinnässäni oikeastaan sellaisiin tapoihin värittää tai koristella ääntä, jotka perustuvat kahden sointitilanteen nopeaan jaksolliseen vaihteluun mutta eivät ole huojuntaa: vibratoon, frullatoon, tremoloon, trilliin ja repetitioon. Huojunnan mahdollinen assosioituminen näihin ”sävelrikasteisiin” on vavahduttavuutta tai rytmillisyyttä monipuolisempi viittausten kenttä, mutta olettaa kuulijalta niitä enemmän ennakkotietoa länsimaisen taidemusiikin ominaisuuksista.

Objektiivisestikin tarkasteltuna huojunnan ja vibraton välillä on psykoakustisia yhtäläisyyksiä. Huojunnan tavoin vibrato on koettuun äänenväriin liittyvä ilmiö. Vibrato ilmenee fyysikaalisesti useimmiten sekä frekvenssi- että amplitudimodulaationa (Rossing et al. 2002, s. 142). Huojunta voi muistuttaa vibratoa kun sen taajuus vastaa vibraton tyypillistä modulaatiotaajuutta, joka Rossing et alin (2002, s. 142) mukaan on noin 7 Hz (vrt. Seashore 1938/67, s. 41, 43, Meyer 2009, s. 34). Yli 10 hertsin taajuiset huojunnat, joissa yksittäiset sykähdykset alkavat jo olla vaikeita havaita, mutta vaikutelma ei vielä ole mainittavan karhea, muistuttavat mielestäni usein puhallinsoitinten tärykielitystä eli *frullatoa* (it. ”vatkattu, räpytelty”, saks. Flatterzunge, engl. flutter tonguing). Myös tremolo tai repetitio saattavat tulla nopeahkosta huojunnasta mieleen.

Schwebessä kokeilin, millaista olisi luoda ”motiivisia” yhteyksiä huojunnan ja muiden edellä esittelemieni sävelrikasteiden välille. Otaksuin keskirekisterin olevan näille rinnastuksille otollinen samoista syistä kuin rytmisen huojunnan tavoittelun tapauksessa.

Onnistumisarviossani totean:

huojuntailmiön rinnastamista muihin tekstuurielementteihin oli tässä kappaleessa paljon; pätkät kuulostivat hyvältä ja istuivat osaksi kokonaisuutta[.]

Havainnollistan erästä huojunnan ja muiden sävelrikasteiden rinnastusyritystäni aluvussa 5.1, jossa erittelen myös huojuntarytmin notaatioon liittyvää problematiikkaa. Sen tarkastelu, hahmottuvatko tavoittelemani motiiviset yhteydet kuulijalle, ei kuulu tähän tutkielmaan.

4.2 Kään (2014) ja pyrkimys yhä tarkempaan huojunnan kontrolliin

Arkisten, ei-musiikillisten äänten tematiikka, jota *Schwebessä* simuloitin tyyllitellysti akustisin soittimin, konkretisoituu yhä suoraviivaisemmin *Käänissä*. Sen äänikuvaa hallitsee

painokas nauhaosuus, joka sisältää sekä erilaisten arkisten askareiden ääniä että lavakoonpanoon kuuluvien soitinten eli bassoklarinetin, harpun ja pianon ääniä. Soittimia soitetaan sekä lavalla että nauhalla enimmäkseen sellaisin tavoin, jotka muistuttavat nauhan ”arkiääniä”. Musiikillinen ja ei-musiikillinen kietoutuvat yhteen tavalla, joka kyseenalaistaa koko jaottelun.

Kantaesityskonserttiin (Klang-sarjan Soikoon!-konsertti 4.5.2014 Helsingin Musiikkitalon Black Box-salissa, defunensemble) kirjoittamassani teoskommentissa totean:

Kään (2014) sisältää paljon sellaista, minkä parissa työskentelen ensi kertaa: pianon soittaminen suoraan kieliltä erilaisin välinein, harpulle kirjoittaminen ylipäänsä, bassoklarinetin multifonien runsas käyttö ja elektroniikkaosuuden elimellinen nivominen soitinkudokseen.

Kielteissävyinen liitepartikkeli '-kään' on sananpalanen, joka kohdistaa huomion yhteyksiin ja eroavaisuuksiin. Kolme soinnillisilta mahdollisuuksiltaan erilaista soitinta ja ääniraita punoutuvat yhteen ja muodostavat vastahakoisia hahmoja. Raapivien rutiinoiden, vellovien kumujen, kilahtelevien välkkeiden ja pyyhkivien viuhkeiden alkuperä on ajoin ilmeinen, ajoin tavoittamattomissa.

Akustisilla soittimilla tuotetussa elävässä musiikissa äänen lähde ja jopa synty tapa on tyypillisesti kuulijan nähtävissä ja tunnistettavissa. Puhtaassa nauhamusiikissa voidaan puolestaan kokea niin sanottu *akusmaattinen verho*: kun äänilähteitä ei nähdä, kuulijan ajatellaan olevan vapaa kuulemaan äänet vain akustisten ominaisuuksiensa ilmenemänä, irrallaan äänilähteeseen liittyvistä mielikuvista (Schaeffer 1966, s. 91). *Käänin* edustamassa musiikinlajissa, jossa kerrasta toiseen samanlaisena toistuva nauha (*fixed media*)²² ja joka esityskerralla uudelleenrealisoituvat soitinosuudet yhdistyvät, syntyy kiintoisa

²² Perinteisiä termejä *nauha* ja *nauhamusiikki* voidaan pitää harhaanjohtavina, sillä nykyään ääni tallennetaan magneettinauhan sijaan useimmin digitaalisesti. *Fixed media* ei ota kantaa tallennusvälineeseen, mutta ei vaikuta vakiintuneen suomenkieliseen musiikkisanastoon.

jännite: ajoin äänilähde on ilmiselvä, toisinaan tunnistamattomissa, mutta mahdollisia ovat myös tilanteet, jotka eivät ole ilmiselvästi kumpaakaan äärilaitaa.

Nämä hämmentävät välitilanteet, joissa ei ole selvää, kuuluuko jokin ääni livesoittimista vai nauhalta, ovat *Käänissä* yleisiä. Nauhalta kuullaan ääniä, jotka voivat olla alun perin peräisin lavalla olevista soittimista, vaikka ne eivät siltä kuulostaisikaan, ja soittimista kuulla ääniä, joiden kuulija ei todennäköisesti oletta olevan peräisin niistä. Mukana ei ole kuitenkaan ns. live-elektronikkaa: esitystilanteessa säädellään elektronisesti ainoastaan äänen voimakkuutta tasapainon saavuttamiseksi.

Schweben kokemusten jälkeen olin kiinnostunut säveltämään huojuntaa entistä ennakoitavammalla tavalla. *Schwebelle* tyypillisiä ovat huojunnat, joiden onnistuminen riippuu liukuvavireisten soitinten jatkuvasta intonaatio- ja sävykontrollista. *Käänin* kokoonpano tarjoaa monia tapoja tuottaa huojuntaa ilman intonaation tai sävyn reaaliaikaista kontrollointia. Harpun ja pianon matalimmassa rekisterissä moni tasavireinenkin intervalli vastaa huojuntaa aiheuttavia taajuuseroja (alle 15 Hz). Harpun kielet ovat verrattain helposti ja nopeasti uudelleenviritettävissä tasavireisestä poikkeavasti siten, että syntyy lisää huojuvia intervaleja. Elektronisesti on mahdollista muokata kaikkia äänen parametreja ja yhdistää riittävän samankaltaiset komponentit soimaan samanaikaisesti niiden alkupe-
räästä riippumatta.

Keskityin *Käänissä* näihin huojunnantuottotapoihin, koska oletin, että mitä harvempiin parametreihin soittaja saa keskittyä, sen varmemmin hän ne kykenee hallitsemaan. *Schwebelle* tyypillisessä tapauksessa komponenttiäänokset syntyvät eri soittimissa, jolloin interferenssiaalto muodostuu vasta ilmassa matkalla kuulijan korviin. Tällöin lava-asettelu saattaa vaikeuttaa komponenttien ominaisuuksien yhtensovittamista alaluvussa 2.4. kuvaamallani tavalla. *Käänin* tyypitapauksissa komponentit yhtyvät interferenssiaalloksi jo yhden soittimen sisällä (pianon tai harpun kielet) tai jopa värähtelijässä, jossa ne syntyvät (kaiutin, josta nauhaosuus toistetaan). Tällöin komponentit hajautuvat kaik-
kialle tilaan voimakkuudeltaan siinä suhteessa, kuin soittaja ne kuulee. Koska ne tulevat kuulijan korviin keskenään samasta suunnasta (ellei huomioda huoneakustiikan aiheuttamia pieniä eroja eri taajuuksien heijastuksissa), kuulija kuulee ne huojunnan kannalta

optimaalisessa voimakkuussuhteessa silloin, kun soittajakin, riippumatta soittajan ja kuullijan sijainnista tilassa. Toisin sanoen lava-asettelun balansoinnille aiheuttamat epävarmuustekijät voidaan jättää huomiotta. Lisäksi huojunnan komponenttien ollessa peräisin samasta soittimesta, myös niiden verhoikäyrän, spektrin ja aaltomuodon ominaisuudet ovat useissa tapauksissa todennäköisesti jokseenkin toisiaan muistuttavat ilman, että asiaan tarvitsisi kiinnittää erikseen huomiota.

Myös säveltasoratkaisu on harpun, pianon tai elektroniikan tapauksessa verrattain yksinkertainen, sillä intonaatio on kiinteä eikä sen säätämiseen tarvitse kiinnittää soittotapahtuman aikana huomiota. Siispä voidaan olettaa, että *Käänin* sisältämät huojuntakatkelmien toimivuus on ennakoitavampaa kuin *Schwebelle* tyypillisten kahden liukuvavireisen soittimen välisten huojuntojen.

Ilmaisullisesti Käänin huojunnat voidaan jakaa kahteen tunnelmatyyppiin.²³ Ensimmäisen tyyppin muodostavat ”kumut”, joita luonnehtii huojunnan suhteellinen hitaus, jatkuvuus ja tuntu tilan täyttämisestä. Tyyppiin kuuluvat etenkin pianon matalan rekisterin sävelparien jälkikaiut. Niiden spektrissä on useita huojuvia resultanteja eri rekistereissä, joista keskirekisterin huojunnat ovat selkeimmin havaittavia. Kontraoktaavissa sijaitsevien fundamenttien välinen huojunta ei ole kovin voimakasta, mutta niiden läsnäolo vahvistaa. Pianon kumut ovat luonnostaan melko ”sameita” kompleksisen spektrinsä takia. Suodattamalla esiin tiettyjä taajuuksia elektronisesti tai käyttämällä komponentteina harpun tai bassoklarinetin ääntä voidaan saada aikaan myös kuulaita tai metallisen säilyviä kumuja. Erittelen erään sameahkon ”kumulanteen” yksityiskohtia alaluvussa 5.4.

Ensimmäinen tunnelmatyyppi ei periaatteessa eroa *Schwebessä* esiintyneestä matalasta vahvistavasta huojunnasta: komponenttien äänenvoimakkuus jatkuu tasaisena tai vai-

²³ Alkuperäisessä, sävellystyön alkuvaiheen aikaisessa jäsentelyssäni tyyppisiä on neljä. Niistä yksi ei kriittisesti tarkasteltuna liity lainkaan alle 15 Hz:n taajuiseen huojuntaan. Jäljelle jäävistä kolmesta tyyppistä kaksi on sävellystyön edetessä yhdistynyt mielessäni. Tyydyn tässä niihin kahteen tyyppiin, jotka riittävät Käänin huojuntojen jäsentämiseen retrospektiivisesti.

menee verrattain hitaasti. Sen sijaan *Käänin* toinen tunnelmatyyppi laajentaa huojunta-kokeilujeni palettia. Siihen kuuluu kirkassävyinen huojunta, joka vaimenee verrattain nopeasti ja on siis verhoikäyrältään aksenttimainen. Tällaisen ”pinnassa käväisevän välkähdyksen” ensisijainen lähde ovat harpun keskirekisterin kuusi kieltä, jotka viritetään tavanomaisesta poikkeavalla tavalla (*scordatura*). Samaan tyyppiin kuuluvat myös tapaukset, joissa jokin pianon tai harpun keskirekisterin sävel soi samaan aikaan sekä akustisesti tuotettuna että nauhalta, ja nauhalla olevan sävelen korkeutta on muutettu niin, että kokonaisuus huojuu. Kuvaan käyttämäni harpun *scordatura* ja erästä sillä aikaansaamaani huojuntatilannetta tarkemmin alaluvussa 5.3.

Tarkemmin alaluvuissa 5.3 ja 5.4 eriteltäväksi valikoimani tilanteet ovat sellaisia, jotka olen arvioinut parhaiten onnistuneiksi ja joista on riittävät muistiinpanot. Esimerkiksi kappaleen viimeinen minuutti, jota hallitsee nauhan voimakkaasti prosessoitu ja hienojakin huojuntoja sisältävä bassoklarinettimateriaali, oli rajattava pois tarkastelusta muistiinpanojen puutteellisuuden takia.

5 Eräiden kokeilujen yksityiskohtainen analyysi

5.1 Fagotin ja käyrätorven liukuva intonointi *Schweben* ”kuplasoihtujen” lopussa

Schweben tahdissa 65 (nuottiesimerkki 1) on ”kelluva” *senza misura* -tilanne, jonka inspiraationa on ollut huojunnan rinnastaminen artikulatoris-tekstuurisiin eleisiin (ääni-näyte 1, liite 1). Tässä alaluvussa arvioin tahdin 65 huojuntaa ja tuon esiin, millaisia assosiaatioita olen tavoitellut sen ja ympäröivien katkelmien välillä.

Tahdissa 65 huojunnan komponenttisäveliä soittaa kaksi puhallinta, fagotti ja käyrätorvi, ja sävelenä on yksiviivainen f. Käyrätorvensoittajan tulee pitää intonaatio vakaana ja fagotistin liu’uttaa sävelkorkeutta hitaasti käyrätorven urkupisteen molemmin puolin ja välttämään yli kymmenen hertsin huojuntaa. Tavoiteltu lopputulos on vuoroin kiihtyvä, vuoroin hidastuva huojunta, jonka taajuus vaihtelee välillä 0-10 Hz.

Olen ohjeistanut *senza misura* -tilanteen kestoksi noin yhdeksän sekuntia. Tahdin alkupuolta varjostavat edellisessä tahdissa (64) alkaneet vibrafonin pedaloitu jälkikaiku sekä symbaalin soimaan jätetty kaje. Melko pian fagotti ja käyrätorvi kuitenkin voivat häiriöttä tavoitella huojuntaa.

Fagotti on oma soittimeni, ja kokemuksesta tiedän useiden yksiviivaisen oktaavialan sävelten, muun muassa f1:n, intonaation sangen herkäksi liukuvalla säätämiseksi ansaitsevan pienten muutosten avulla. *Schwebeä* säveltäessäni ajattelin, että mikäli jokin riittävän samankuuloinen soitin pitää intonaation vakaana, on fagotin intonaatiota helppo hienosäätää portaattomasti sitä vasten ja päästä halutun taajuuteen huojuntaan.

Fagotin ja käyrätorven yhdistelmä mahdollistaa melko samanväristen kahden sävelen soittamisen melko samalla voimakkuudella, jolloin komponenttiaallot ovat ominaisuuksiltaan riittävän samankaltaisia huojunnan syntymiseksi. Sävelet eivät kuitenkaan kuulosta niin samanlaisilta, että soittajien olisi vaikea tunnistaa, kumpaa komponenteista ovat soittamassa. Tuossa tapauksessa intonointi olisi vaikeaa.

Nuottiesimerkki 1: *Schweben kantaesitysversion tahti 65. In C.*

The musical score consists of five staves. The Bassoon (Bsn.) staff starts at measure 65 with a note and a slur. Above it, the instruction reads: **senza misura**, **c. 9"**, **give time to the beating**, and a smaller note: *glide intonation undulating slowly below and above horn, try to avoid beatings quicker than 10Hz*. The Horn (Hn.) staff has a note with a slur and the instruction: *maintain intonation while bassoon is undulating*. The Percussion 1 (Vibr.) staff has the instruction *motor off*. The Percussion 2 (L.V.) staff has the instruction *L.V.* with a slur. The Viola (Vla.) staff starts at measure 65 with a note and a slur. Above it, the instruction reads: **senza misura**, **c. 9"**, **give time to the beating**, and a smaller note: *get ready with the ping pong ball!*

Yksiviivainen f kuuluu rekisterialueeseen, jossa käyrätorven ja fagotin spektrit muistuttavat toisiaan. F1:n fundamentti on liian matala (noin 349 Hz) ja toinen osäänes (noin 698 Hz) liian korkea osuakseen fagotin voimakkaalle pääformanttialueelle, jonka huippu on fagottityypeittäin vaihdellen 500 Hz:n tuntumassa (Meyer 2009, s. 93–97, vrt. Rossing et al. 2002, s. 260). Tällöin fagotin äänen energia jakautuu osäänen kesken verrattain tasaisesti ja spektrin ominaisuudet lähestyvät käyrätorvea. Käyrätorvelle on ominaista melko laaja ja resonanssiaan loivasti menettävä pääformanttialue, jonka huippukohta vaihtelee välillä 340–650 Hz riippuen paitsi soitintyyppistä, myös oikean käden asennosta kellossa sekä siitä, käytetäänkö f- vai b-torvea (Watts 2009, s. 13–14, Meyer 2009, s. 59–60).

Tavoittelemani vuoroin nopeutuva, vuoroin hidastuva huojunta viittaa kahtaalle. Ensinnäkin tahti 65 päättää tahdistä 58 alkavan ”kuplasoihtujen” välitaitteen (*Torches of Bubbles*; liite 1). Tämä taite syntyi vahvan synesteettisen mielikuvan ohjaamana, ja sitä hallitsevat hälypitoiset mutta pehmeät, kuin meren pohjasta purkautuvien kaasukuplien lailla nousevat eleet. Taitteen sävyille merkittäviä ovat mm. vibratot ja frullatot. Vibratoon osallistuvat eksplisiittisesti vibrafoni, jonka moottori on päällä, sekä viulut ja alttoviulu häipyvine leveävibratoisine pizzicatoineen. Oletan, että lisäksi puhaltimista ainakin huilu, englannintorvi ja fagotti värittävät pitkiä ääniään vibratolla, kun esityserkintä on *dolce* ja vibrafoni ohjaa tulkintaa tähän suuntaan.²⁴ Frullatoa (notatoitu nuotin varren lävistävällä z:lla) esiintyy tahtien 58–64 kuluessa kaikilla puhaltimilla käyrätorvea lukuunottamatta.

Kuten olen alaluvussa 4.1 todennut, vibratolla on samanlaisia akustisia piirteitä kuin 5-8 Hz huojunnalla. Tahdin 65 nopeimmat, noin 10 Hz:n huojunnat muistuttavat mielestäni puolestaan frullatoa. Yhteyden rakentumista vahvistaa se, että fagotilla on jo tahdeissa 58–59 ja 63–64 neljäsosasävelen laajuiset ansatsigliissandot ”likaisesta unisonosta puhtaaseen” käyrätorven kanssa. Näiden liukumien yhteydessä huojunnan esiintyminen on periaatteessa mahdollista, mutta samaan aikaan soi niin paljon muutakin, että mikäli huojuntaa havaitaan, se on mukana kuulokuvassa vain hienovaraisena mausteena.

Toisaalta tahdin 65 huojunnan nopeutukset ja hidastukset viittaavat sitä seuraavien tahtien 66–72 (liite 1) pöytätennispallojen nopeutumaeleisiin ja niiden reaaliaikaisen imitointiperusteella muotoutuvaan soitintekstuuriin. Kun pöytätennispallon pudottaa lattialle, se kimpoaa uudestaan ilmaan, mutta alkuperäistä tiputuskorkeutta matalammalle. Putoaminen ja kimpoaminen toistuvat, korkeus madaltuu ja osumat maahan tihentyvät jatkuvasti, kunnes pallo ei enää nouse ilmaan vaan jatkaa liikettään lattialla vierien. Kuitenkin kullakin tiputuskerralla pallon liikerata on hieman erilainen. Esimerkiksi mahdolliset osumat vaikkapa nuottitelineeseen tai tuolinjalkoihin muuntelevat elettä.

²⁴ Klarinetinsoitossa vibratoa ei (Suomessa) oletusarvoisesti käytetä, ellei sitä erikseen pyydetä.

Ensiksi alttoviulistin pudottama pallo ohjaa jousisoitinten *col legno battuto* -napsautuksia (t. 66), sitten ensimmäisen lyömäsoittajan pudottama pallo ohjaa toista lyömäsoittajaa (medium tom tom) ja pianoa (koputus metalliseen tukipalkkiin; t. 67) ja lopuksi tahdistusta 69 alkaen puupuhaltimet tulevat staccatoin sisään kukin itse pudottamaansa palloa seuraten.

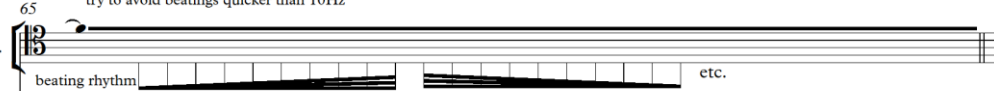
Katkelman yleisvaikutelma oli kantaesityksessä onnistunut. Huojunnan taajuusvaihtelu ei kuitenkaan ollut aivan niin hallittua, kuin olin toivonut. On mahdollista, että notaatio ei tuonut riittävän selvästi esiin, miltä kohdan tulisi kuulostaa.


Minulta on kysytty, miksi en kirjoittanut esiin huojunnalla tavoitellun kiihdytys-hidastus-eleen rytmiä. Tällainen merkintä olisikin todennäköisesti ollut muusikoille hertsilukemaa intuitiivisempi ja siten helpompi hahmottaa. Saattaa olla, että halutuntaujuinen huojunta olisi löytynyt nopeammin ja säilynyt vakaampana perinteisesti notatoidun rytmivihjeen kuin hertsilukeman ohjaamana. Korjatessani teosta sävellystutkintoa ja mahdollisia uusintaesityksiä varten keväällä 2015 päädyin siihen, että hertsilukeman ja rytmivihjeen yhdistelmä on varmin ratkaisu. Nuottiesimerkki 2 esittää tahdin 65 korjattuna.

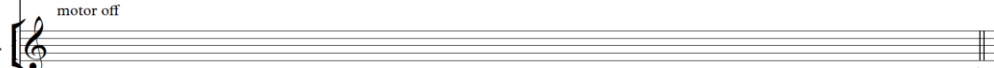
Nuottiesimerkki 2: *Schweben tahti 65 kevään 2015 korjatussa laitoksessa. In C.*

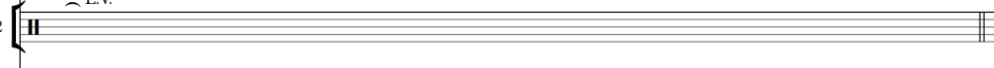
senza misura
c. 15" or more
 ↓ **give time to the beating**
 glide intonation undulating slowly below and above horn,
 try to avoid beatings quicker than 10Hz


65

Bsn.  beating rhythm etc.

Hn.  beating rhythm etc.

Perc. 1: Vibr.  motor off

Perc. 2  L.V.

Vla.  get ready with the ping pong ball!

Toinen kantaesitysprosessissa konkretisoitunut seikka oli liukuvaan intonaatiosäätöön perustuvan huojunnan vaatima aika. Yhdeksän sekuntia osoittautui turhan lyhyeksi ajaksi, jotta haluamani vaikutelma olisi ehtinyt syntyä. Pyysin jo harjoitusprosessin kuluessa kapellimestaria pidentämään *senza misura* -tilanteita partituuriin merkitystä. Kantaesityksessä tahti 65 kesti noin 13 sekuntia.

Kevään 2015 laitoksessa pidensin tahdin tahdin 65 huojuntatilanteen 15 sekuntiin. Uusi kesto ei vielä ole niin lähellä yhdellä hengityksellä soitettavan pitkän äänen maksimikeskoa, että intonaation, äänenvärin ja -voimakkuuden säätelykyky heikkenisi mainittavasti. Kuitenkin huojuntatilanne pitenee sen verran, että huojuntaan ”kiinni” pääsemiseen kuuluvien ensimmäisten sekuntien suhteellinen osuus lyhenee selvästi.

5.2 Matalan rekisterin huojunta kontrafagotin, tuuban ja kontrabasson välillä *Schweben* lopussa

Schwebessä tavoittelemistani huojuntatyypeistä hidasta ja matalaa vavahduttavaa huojuntaa sisältää ennen kaikkea teoksen loppuvaihe (t. 124–133, liite 2, ääninäyte 2). Tarkastelen tässä alaluvussa tahdin 125 *senza misura* -huojuntatilannetta (nuottiesimerkki 3), jonka kesto on kantaesitysversiossa 20 sekuntia, sekä sen nivoutumista osaksi ympäristöään.

Tahdissa 125 kontrabasson neljäosakorotettu kontra-E asettuu kontrafagotin ja tuuban palautettua kontra-E:tä vasten. Kontrabasson tulee säätää intonaatiotaan niin, että sen ja puhaltimien soittaman komponentin välille muodostuu yhden hertsin huojunta. Kontrabasson dynamiikkamerkintä on *forte*, kontrafagotin ja tuuban *mezzoforte* (merkinnät ovat edellisen tahdin puolella, jossa kyseiset äänet alkavat). Olen ohjeistanut kontrabasson puhaltimia voimakkaammaksi, jotta se ei jäisi niiden varjoon. Puhaltimia on käytännössä

oltava kaksi, koska noin matalassa rekisterissä ilmaa kuluu hyvin paljon ja pitkän tasaisen äänen aikaansaamiseksi on turvauduttava vuoro- eli kuorohengitykseen.²⁵

Kontrafagotin, tuuban ja kontrabasson lisäksi kyseisessä kohdassa soittavat vain viulut ylimmässä rekisterissään tallan päältä *piano pianissimo*. Niiden tuottama hiljainen ja korkeataajuinen, kihisevä häly ei peitä hertsin taajuuksista matalan rekisterin huojuntaa vaan ainoastaan värittää sitä hieman. Sen sijaan aluksi huojuntatilannetta varjostaa lyömäsoitinten, etenkin tamtamin jälkikaiku tahtien 123–124 romahduseleen jäljiltä.

Tahti 125 muistuttaa edellisessä alaluvussa tarkasteltua tahtia 65 siten, että huojuntaa tavoitellaan liukuvavieristen soitinten kesken, ohjeistamalla jokin soittajista poikkeamaan halutun huojuntataajuuden verran unisonosta. Molemmissa tapauksissa tavoittelen rytmistä vaikutelmaa, mutta siinä, missä tahti 65 leikittelee tiheysvaihtelulla, tahtiin 125 liittyy ajatus vakaasta, noin sydämen leposykkeen taajuisesta pulssista.

Schweben loppuvaihe (t. 124–133, liite 2)²⁶ rakentuu ajatukselle, että *tutti*-romahdusta (t. 124) seuravaan matalan huojunnan syke muuntuu, ”realisoituu” vähitellen soitinten alukkeiden sykkeeksi (t. 126–129). Tahdistä 129 alkaen jokaisella neljäsosaiskulla on vähintään yhdellä soittimista uusi aluke. Näin saavutettuun kerran sekunnissa iskevään pulssiin tarttuu soitin toisensa jälkeen, kunnes kaikki ovat mukana koholla toiseksi viimeiseen tahtiin (133). Syke voimistuu ja käy samalla moni-ilmeisemmäksi etuheleiden (oboe, bassoklarinetti, isorumpu, patarumpu, sello) ja ennakkoiskujen (bassoklarinetti ja sello) sekä legato-aksentoinnin (puhaltimet kontrafagottia ja tuubaa lukuunottamatta, viulut ja sello) vuoksi aina toiseksi viimeiseen tahtiin saakka. Samaan aikaan harmonia avautuu koko rekisteriin ja tukahduttaa alkuperäisen huojunnan. Ihannetapauksessa siirtymä huojunnan aiheuttamasta sekuntisykkeestä artikulaation aiheuttamaan olisi täysin portaaton.

²⁵ Kiertoilmahengitys on lähinnä teoreettinen mahdollisuus matalien puhaltimien matalimmassa rekisterissä.

²⁶ *Schweben* viimeinen tahti 134 ei enää noudata tätä kehityskulkua vaan on äkillinen muistuma teoksen kolmatta neljänestä hallinneesta kuivahkosta ja nopeasta nakutuksesta.

Nuottiesimerkki 3: Schweben tahti 125 kantaesitysversiossa. In C. Kontrafagotti ja kontrabasso soivat oktaavia kirjoitettua korkeutta matalammalta.

125

senza misura
c. 15-20"
take breath ad. lib. but desynchronized
with tuba

Cbsn.

take breath ad. lib. but desynchronized
with contrabassoon

Tba.

senza misura
c. 15-20"
on the top of the bridge
▶ (wood only)

Vln. I

ppp

on the top of the bridge
▶ (wood only)

Vln. II

ppp

find a pitch 1 Hz above tuba and
contrabassoon, when found, keep it

Cb.

Kantaesityksen tallenteella (ääninäyte 2) kontrabasso, kontrafagotti ja tuuba paljastuvat muutamassa sekunnissa tahdin 124 romahduksen jälkikaikuhälyjen alta ja ehtivät soida häiriöttä keskenään noin 20 sekuntia ennen bassopasuunan sisääntulon merkitsemää tahdin 126 alkua. Häiriöttömän vaiheen alkupuolella syntyy hienoja huojuntoja, mutta selkeää sekuntipulssia ei missään vaiheessa synny, vaan selkeimmät, lyhytkestoiseksi jäävät huojunnat ovat muutaman hertsin taajuisia. Alukesykkeen tullessa mukaan, etenkin tahdista 130 alkaen tunnelma tiivistyy hiostavasti. Huojunta on onnistunutta vavahduttavuudessaan, mutta tavoittelemani ylimeno huojunnan pulssista artikulaation pulssiin jää toteutumatta.

Eräs mahdollinen selitys sille, että selkeä yhden hertsin syke ei vakiintunut kantaesityksessä, ovat kontrabasson, tuuban ja kontrafagotin spektrien ominaisuudessa. Kontra-E:n fundamentin taajuus on noin 41,2 hertsiä, joka on liian matala saadakseen tukea minkään

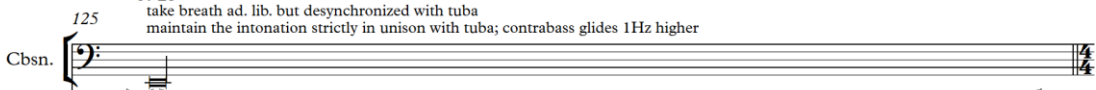
puheena olevan soittimen resonanssista. Meyerin mukaan kontrafagotin pääformantti sijaitsee 250 Hz:n tuntumassa ja seuraava 400–500 Hz alueella (Meyer 2009, s. 98). Tuuban spektri on hieman tasaisempi ja pääformanttialue on välillä 210–250 Hz riippuen porauksen laajuudesta (Meyer 2009, s. 76); korkeammat taajuudet voidaan tässä jättää huomiotta. Kontrabasson tärkein formanttialue taas on 70–350 Hz, seuraava huippu saavutetaan 500 Hz:ssä (Meyer 2009, s. 114). Kontrafagotilla korostuvat kuudes osaaänes sekä osaaänekset kymmenestä kahdenteentoista. Tuuballa korostuu kuudes ja ehkä hieman viides. Kontrabasson hertsillä korotetussa kontra-E:ssä (42,2 Hz) voimakkaimmin soivat osaaänekset toisesta kahdeksanteen sekä kahdestoista. Kaikille kolmelle soittimelle yhteinen voimakas osaaänes on kuudes, joten laskennallisesti on todennäköisintä, että vakain huojunta muodostuu sen varaan. Mikäli fundamenttien välinen huojuntataajuus on 1 Hz, kuudennet osaaänekset huojuvat keskenään kuuden hertsin taajuudella.

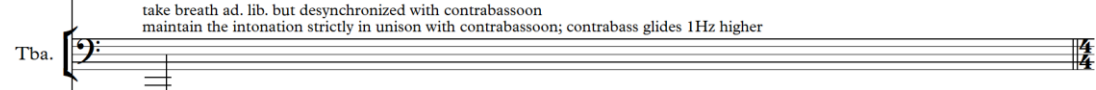
Kantaesityksen tallenteella kuulostaa siltä, kuin noin viiden hertsin huojunta olisi ajoittain vakautumisillaan. Tämä viittaa siihen, että fundamenttien välinen viritysero olisi jäänyt hieman tavoiteltua yhtä hertsiä suppeammaksi, mikä ei olisi ihme, sillä tuolloinen partituuriversio ei ohjaa kontrafagotistin ja tuubistin huomiota intonaatioon millään lailla. On myös mahdollista, että kolmen soittajan sijainti hieman eri puolilla lavaa ei tukenut tarkan unisonon löytämistä puhaltimien kesken eikä vire-eron kuuntelua niiden ja kontrabasson välillä.

Kantaesityksessä toteutunut tahdin 125 noin 20 sekunnin kesto vaikutti riittävältä soittajien työskentelyn kannalta. Keväällä 2015 tehdessäni korjauksia partituuriin pidensin kuitenkin tahdin kestoja noin 25 sekuntiin, jotta kuuntelijalla olisi riittävästi aikaa havahtua siihen, että ”juoni” siirtyy keskireksiterin verrattain nopeista tapahtumista kontraoktaavin huojuntaan (nuottiesimerkki 4). Samassa yhteydessä lisäsin myös kontrabassolle edellisessä alaluvussa 5.1 selittämäni kaltaisen rytmivihjeen ja kontrafagotille ja tuuballe ohjeen intonaation pitämisestä vakaana sekä selkeytin viulujen ja kontrabasson esitysmarkintöjä.

Nuottiesimerkki 4: *Schweben* tahti 125 kevään 2015 korjatussa laitoksessa. In C. Kontrafagotti ja kontrabasso soivat oktaavia kirjoitettua korkeutta matalammalta.

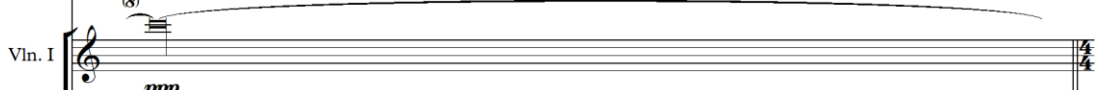
senza misura
c. 25''
take breath ad. lib. but desynchronized with tuba
maintain the intonation strictly in unison with tuba; contrabass glides 1Hz higher

Cbsn. 

Tba. 

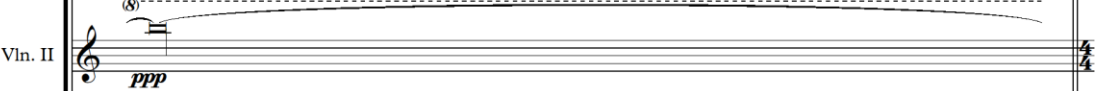
take breath ad. lib. but desynchronized with contrabassoon
maintain the intonation strictly in unison with contrabassoon; contrabass glides 1Hz higher

senza misura
c. 25''
on the top of the bridge
▶ only unpitched noise
(8)


Vln. I 


ppp

on the top of the bridge
▶ only unpitched noise
(8)

Vln. II 

ppp

glide 1 Hz above tuba and
contrabassoon, when found, keep it
beating rhythm:  etc.

Cb. 

5.3 Harpun scordaturalla tuotettu huojunta *Käänin* tahdissa 24

Kuten alaluvussa 4.1.2 olen esittänyt, *Käänissä* tavoittelen muun muassa välähdyksenomaisia, nopeasti vaimenevia huojuntoja, ja niiden keskeinen tuottotapa on harpun keskirekisterin tavanomaisesta poikkeava viritys eli *scordatura*. Tässä alaluvussa esittelen ensin soveltamani scordaturan, minkä jälkeen syvennyn tarkastelemaan esimerkkiä sen käytöstä *Käänin* tahdissa 24 (nuottiesimerkki 5, ääninäyte 3).

Sävellysprosessin aikana kokeilin scordaturaa huojunnan tuottotapana kahdessa tapaamisessani defunensemblen harpisti Lily-Marlene Puuseppin kanssa (6.12.2013 ja 3.4.2014).

Päädyin siihen, että uudelleen viritettäviä kieliä kannattaa olla verrattain vähän, koska harpun kaikkien kielten virittäminen normaalista poikkeavasti veisi huomattavan paljon aikaa. Jo lyhyen tapaamisen aikana ilmeni kielten taipumus palata kohti sitä virettä, johon ne on useimmiten viritetty. Päätin, että hyvin pienten, esimerkiksi muutaman sentin virityserojen käyttäminen ei olisi mielekäästä, koska ne käytännössä katoaisivat esitystilanteen aikana. Toisaalta harpun kielten vireen hyvin runsas nostaminen tai laskeminen olisi ongelmallista: liika kiristäminen voisi johtaa kielen katkeamiseen ja liika löystäminen huonoon sointiin, ottaen huomioon että jo kromaattisen pedaalikoneiston takia kielet ovat koetuksella.

Päädyinkin käyttämään 15 ja 30 sentin virityseroja kuudessa keskirekisterin kielessä. Oletin tämän portaistuksen olevan riittävän karkea, jotta scordaturan luonne pysyisi selvänä siinäkin tapauksessa, että vire-erot supistuisivat kappaleen kuluessa. Näin syntyvät vire-erot ovat samaa kokoluokkaa kuin esimerkiksi tyypillisimmät puhdasvireiset intonaatio-*sopeumat* orkesterisoitossa (duuriterssi -14c, molliterssi +16c). Keskirekisterissä tuon kokoiset muutokset myös aiheuttaisivat huojuntaa eivätkä ajautuisi karheusvyöhykkeelle. Määrittelin scordaturan sentteinä enkä hertseinä ensinnäkin, koska senttien mittaaminen on nopeaa viritysmittarin avulla ja toiseksi, koska se aiheuttaa virkistävää epäsymmetriaa intervallien kokoihin hertseinä.

Käyttämässäni scordaturassa yksiviivaista d:tä ja a:ta korotetaan 15 sentillä, yksiviivaista g:tä ja kaksiviivaista d:tä puolestaan madalletaan 15 sentillä. Näiden uudelleenviritysten ansiosta harpussa on siis kaksi tasavireistä kvinttiä, joiden vire poikkeaa muiden kielten tasavireisyydestä, ja kahden poikkeavasti viritetyn d:n välille muodostuu 30c puhdasta kapeampi oktaavi. Lisäksi kaksiviivainen c viritetään 30 senttiä normaalia korkeammaksi ja yksiviivainen e 30 senttiä normaalia matalammaksi. Näiden välille muodostuu härski, 60 senttiä normaalia laajempi pieni seksti, joka on siis oikeastaan laajuudeltaan lähempänä suurta kuin pientä sekstiä. Koska kaikki scordatura-sävelet voidaan pedaalein vaihtaa puolta sävelaskelta korkeammalle tai matalammalle, on käytettävä tasavireisestä poikkeavien intervallien valikoima laaja.

Kun kaksi harpun juurisäveltä, joiden välillä on kokoaskel, vaihdetaan pedaalilla kro-
maattisesti vastakkaisiin suuntiin, saadaan normaalisti puhtaalta priimiltä kuulostava vä-
hennetty sekunti. Tätä hyödynnetään monissa harpun tavanomaiseen soittoon kuuluvassa
tremolotekniikassa (Einarsdóttir 2013, sivu *Tremolo*). Kun käytetään kuvaamaani scor-
daturaa, osa keskirekisterin vale-unisonoista ei kuitenkaan ole puhtaita priimejä, vaan
huojunnalle otollisia mikrintervalleja, joiden laajuus on 15, 30 tai 45 senttiä.

Tahdissa 24 on gis-cis-avoakordi, jonka alimmat jäsenet, 15 senttiä matala gis1 ja 30
senttiä korkea cis2, on kaksinnettu enharmonisilla vastineillaan 15 senttiä korkealla
as1:lla ja 15 senttiä matalalla des2:llä. Mikäli harpun vire on kohdallaan, gis1-as1-ääni-
parin fundamenttien välinen huojunta on taajuudeltaan 7,2 Hz, ja cis2-des2-parin vastaa-
vasti 14,5 Hz.²⁷

Huojuntatilanteen kokonaisuuteen vaikuttanevat merkittävästi myös eräät muut akordin
sisältämien osäänesten väliset interferenssit. Yksiviivaisen gis:n toisen osäänneksen ja
akordin sisältämän kaksiviivaisen gis:n fundamentin välinen taajuusero on 7,2 Hz, yksi-
viivaisen as:n toisen osäänneksen ja kaksiviivaisen gis:n fundamentin taajuusero vastaa-
vasti 7,2 Hz. Yksiviivaisten gis:n ja as:n neljänsien osäänesten ja akordin korkeimman
sävelen, kolmiviivaisen gis:n fundamentin taajuuserot ovat vastaavasti 14,3 ja 14,5 Hz.
Nämä ovat edellä mainittujen noin 7,2 Hz huojuntojen monikertoja, ja sopivat sekä niiden
että edellä mainitun 14,5 Hz taajuisen huojunnan kanssa hyvin yhteen.

Kaksiviivaisen cis:n toisen osäänneksen ja akordin kolmiviivaisen cis:n fundamentin taa-
juusero on 19,4 Hz, kaksiviivaisen des:n toisen osäänneksen ja kolmiviivaisen cis:n vas-
taavasti 9,6 Hz. Nämä huojunnat ovat edellisiä monimutkaisemmissa lukusuhteessa 7,2
Hz:n ja 14,5 Hz:n huojuntoihin, joten niiden voidaan olettaa hämärtävän kokonaishuo-
juntaa hieman. Muut, ylempänä osäänneksistössä muodostuvat interferenssit ovat taa-
juuseroiltaan edellä mainittujen monikertoja ja verrattain heikkoja, sillä ne osuvat selvästi

²⁷ Kaikki alaluvun sentti-hertsimuunnokset on laskettu tukeutuen internet-taulukkoon Cents to Hz Conver-
sion Chart (International Piano Supply 1997).

harpun voimakkaimman resonanssialueen (200–450 Hz, Meyer 2009, s. 128) yläpuolelle. Lisäksi melko pian taajuuserot kasvavat yli 15 Hz:n, jolloin siirrytään vähitellen huojunnasta karheusvyöhykkeelle.

Harpun vierekkäisten kielten soinnissa ei ole sellaisia merkittäviä eroja kuin vaikka puupuhallinten vierekkäisten sävelten, joten kunkin komponenttiparin äänenväriin voidaan olettaa olevan jokseenkin yhtenäinen. Harpistilla ei pitäisi myöskään olla mitään vaikeuksia soittaa koko akordia yhtenäisellä *forte*-voimakkuudella.

Kokonaisuuteen vaikuttaa live-harpun lisäksi nauhaosuudessa samanaikaisesti kuultava matala harppuääninäyte, joka huojuu hieman alle 2 hertsin taajuudella. Ääninäyte 4 käsittää fixed media -raidan nro 3 katkelman 1:50–4:50, joka vastaa partituurin katkelmaa tahdin 23 viimeiseltä kahdeksasosalta tahdin 24 viidennen kahdeksasosan loppuun. Valeunisono Cis-Des ei ole alkuperäisellä korkeudella, vaan se on peräisin ääninäytetiedoston ”*valeunisonofis*” kohdasta, jossa akordi fis1-ges1-cis2-des2 huojuu noin 3Hz taajuudella. Olen prosessoinut alkuperäistä näytettä madaltamalla äänenkorkeutta kahdella Audacity-ohjelman työkalulla: muuttamalla nopeutta, jolloin myös huojunta on hidastunut, sekä muuttamalla sävelkorkeutta muuttamatta tempoa, jolloin huojunta on pysynyt sen taajuisena, kuin se oli ennen tätä työvaihetta. Matala valeunisononäyte tulee sisään kahdeksasosan eli puoli sekuntia ennen harpun akordia ja on hiljainen verrattuna nauhan repiviin raaputuseleisiin. Mikäli miksaus on tasapainoinen, nauhan merkitys kokonaisuhojunnalle on pienempi kuin live-harpun.

Kantaesityksen tallenteella (ääninäyte 3) kuullaan tahdin 24 alussa live-harpun akordin hitaahkoa vibratomaista huojuntaa, jonka voimakkuus tuntuu ”hengittävän” kahdeksasosia matalan nauhahuojunnan tahdissa. Onnistumista selittää osaltaan se, että tahdin 24 alkupuolella ei ole muita äänitapahtumia, jotka voisivat häiritä huojuntaa. Edellisen

tahdin puolelta ei myöskään kantaudu pianon tai harpun jälkikaikuja.²⁸ Kaksikin häiriötöntä sekuntia riittää hahmottumiseen, kun kyseessä on vibratotaajuinen huojunta, joka akustisilta ominaisuuksiltaan poikkeaa riittävästi ympäristöstään kiinnittääkseen kuulijan huomion.

Nuottiesimerkki 5: Käänin tahdit 23–24.

A tempo (♩ = 60), a bit more articulate

The musical score consists of three staves: B. Cl., Hp., and Pno. The tempo is marked 'A tempo' with a quarter note equal to 60 beats per minute, and the instruction 'a bit more articulate'. Measure 23 begins with a double bar line and a fermata. The B. Cl. part has a 'Track 3 (36")' box above it and a 'Cue 3' box below it. Dynamics include *f* and *f* *arrogant*. The Hp. part has a 'Db C# B E F G# Ab nail' box above it and a 'p.d.ch.' instruction above the right-hand part. Dynamics include *f*. The Pno. part has dynamics of *mp* and *f*. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and dynamic markings.

²⁸ Kään vaatii esitystilalta huomattavan kuivaa akustiikkaa sekä äänentoistoteknisistä että esteettisistä syistä.

5.4 Pianon huojuvien jälkikaikujen vahvistaminen *Käänin* tahdissa 52 ja sen ympäristössä

Pianon matalan rekisterin jälkikaiuissa esiintyvä äänenväriin välkkyvä aaltoilu kuuluu mi-nua eniten inspiroivien huojuntojen joukkoon. Jälkikaiun vaimetessa huojunta muuttaa jatkuvasti luonnettaan: useimmiten noin 10–15 sekunnin kuluttua alukkeesta alkaa keski-rekisterissä suodattua esille ääneksiä, joiden voimakkuus huojuu selvästi suhteessa mui-hin osääneksiin. Akustisessa musiikissa näitä hienoimpia sävyjä olisi lähes mahdotonta hyödyntää ilman, että yleisö seisoisi välittömästi pianon äärellä.

Käänissä olen ratkaissut ongelman äänittämällä etukäteen pianon matalimman rekisterin sävelpareja ja leikkaamalla niistä kiehtovimmin huojuvia kohtia mukaan äänihauhalle. Toisinaan olen vielä vahvistanut amplitudivaihtelua masterointivaiheessa miksaamalla materiaalin itsensä kanssa päällekkäin sekä korostamalla huojuntataajuuksien suhteellista osuutta spektrissä *ekvalisaattorilla*.

Tässä alaluvussa pohdin ensin yllä kuvaamani tyyppisen huojunnan, ”kumun” akustisia ominaisuuksia, minkä jälkeen tarkastelen yksityiskohtaisesti *Käänin* tahtia 52 (nuottiesi-merkki 6, ääninäyte 5), joka ympäristöineen on samaan aikaan selkeä ja komplisoitunei-suudessaan hienostunut esimerkki tämän tyyppisistä huojunnoista.

Pianon sävelten eri osäänekset vaimenevat eri nopeuksilla, mikä johtaa spektrin ominai-suuksien vaihteluun. Burredin mukaan keskirekisterin äänekset vaimenevat suhteessa hi-taimmin kuulokynnyksen alapuolelle, ilman kaikupedaalin apua noin 20 sekunnin kulut-tua alukkeesta. Jotkin osäänekset saattavat jopa voimistua uudelleen ennen lopullista vaimenemistaan nollaan. (Burred 2009, s. 30–33.) Tämä lienee tärkein selitys sille, että pianon jälkikaiun hiljetessä kuullaan eri rekisterien dominoimia vaiheita.

Pianon spektrille on ominaista lievä inharmonisuus. Osäänekset eivät ole täsmälleen har-monisessa suhteessa, vaan niiden väliset intervallit ovat hieman harmonista vastinettaan laajempia. Esimerkiksi 15 osäänes soi keskimäärin noin neljä oktaavia fundamenttia

ylempänä eli vastaa harmonisen spektrin 16. osaaänestä. Bassorekisterissä teräskielet on päällystetty kuparipunoksella, joka kiertyy niiden ympäri. Ratkaisu lisää inharmonisuutta. Esimerkiksi kontra-F:n neljäs osaaänes on noin kymmenen senttiä harmonista vastinettaan korkeampi. (Burred 2009, s. 22–24.) Inharmonisuuden vuoksi pianoa ei viritetä täysin tasavireiseksi. Jotta pianon oktaavit kuulostaisivat mahdollisimman konsonoivilta, käytetään ns. venytettyä viritystä (*stretched tuning*), jossa matalimpien kielten vire poikkeaa keskirekisterin mukaisesta noin -15c ja korkeimpien noin +15. (Burred 2009, s. 25.) Inharmonisuus ja viritysjärjestelmän pienet poikkeamat tasavireisyydestä vaikuttanevat osaltaan pianon matalien huojuntojen ominaisuuksiin, mutta tekevät toisaalta niiden laskennallisesta tarkastelusta vaikeampaa kuin harpun tapauksessa: olisi tunnettava kunkin kielen inharmonisuuden aste sekä se, kuinka paljon ko. kielen fundamentti tyypillisessä tapauksessa poikkeaa tasavireisestä.

Flygeleissä²⁹ on kutakin kosketinta kohti tyypillisesti yksi, kaksi tai kolme kieltä. Kosketinkohtaista kieliparia tai -kolmikkoa kutsutaan *kielikuoroksi*.³⁰ (Hirvelä 2013, s. 8.) Yksi kieli kosketinta kohden on tyypillisesti matalimmassa rekisterissä alueella, jonka laajuus vaihtelee tritonuksesta pieneen desimiin soittimen mallista riippuen. Tätä seuraavalla ylimenoalueella on kahden kielen kuoroja; kolmikieliset alkavat matalimmillaan kontra-B:stä, korkeimmillaan pienestä dis:stä. (Hirvelä 2013, s. 22, Liite 2.) Burredin mukaan pianon soinnissa on todennäköisesti aina mukana hieman huojuntaa, sillä kahden kielen virittäminen täysin samantaajuiseksi on inhimillisesti mahdotonta, ja vaikka se onnistuisikin, kielikuoron kielten pieni vire-ero tuottaa miellyttävämpänä koetun soinnin (Burred 2009, s. 27).

²⁹ Muualla tekstissä puhuessani pianosta viittaa nimenomaan flyygeeliin, joka on taidemusiikin esitystilanteessa oletusarvoinen vaihtoehto pystypianoa paremman sointinsa vuoksi. *Käänin* kaltaisia kappaleita, joissa kielenmyötäisillä soittotavoilla on keskeinen asema, on lisäksi vaikea ellei mahdoton soittaa pystymallisilla pianoilla.

³⁰ Pianon rakenneosien suomenkieliset nimitykset Hirvelän (2013) mukaan.

Kielikuoroon kuuluvat kielet soivat pidempään kuin yksinäiset kielet. Niin kauan, kuin yksikin kielikuoron kieli soi, ääni johtuu *tallan (bridge)* kautta takaisin muihin saman kielikuoron kieliin. Tallan kautta johtunut värähtely on eri vaiheessa kuin alkuperäinen värähtely. Vierekkäisten kielten värähtelyjen ajautuessa tasan vastakkaisiin vaiheisiin, ne kumoavat tallassa toisensa, jolloin värähdysliikkeen energia ei voi poistua sen kautta.

Äänen johtuminen kielikuoron kielten kesken on pääasiallinen selitys pianolle tyypilliselle *kaksoisvaimenemiselle (double decay)*: amplitudi vaimenee ensimmäiset pari sekuntia nopeasti (välitön ääni, *immediate sound*), kunnes jokin kielikuoron kielistä sammuu ja takaisinjohtuminen tallan kautta alkaa. Ilmiö on selvin keskirekisterissä. Korkeassa rekisterissä resonanssi ei pidennä vaimenemisen kokonaiskestoa käytännössä ollenkaan. Matalassa rekisterissä välittömän äänen vaimeneminen kestää suhteessa kauemmin ja se lähes sulautuu yhteen resonanssivaiheen kanssa. (Burred 2009, s. 26–29.)

Kaikkein matalimmassa rekisterissä, jossa kieliä on vain yksi kutakin kosketinta kohti, takaisinjohtumista tallan kautta ei ilmene. Kaikupedaalia (*sustain pedal*) käytettäessä mahdollistuu kuitenkin myös niiden kielikuorojen resonanssi, joilla on jokseenkin harmonisessa suhteessa välittömästi soitettuun kielikuoroon olevia osääneksiä (Burred 2009, s. 34).

Käänin nauhaosuudessa käyttämäni pianonäytteet soitin Yamaha C3 -mallin flyygelin bassokielillä. Jäljempänä tarkastelemassani katkelmassa niistä on mukana vain sellaisia, jotka on soitettu yksittäisillä, siis kielikuoroon kuulumattomilla kielillä (A2-Fis1). Tässä yhteydessä kaksoisvaimeneminen voi selittää huojunnan ominaisuuksia vain siltä osin, kun keski- ja ylärekisterin kielikuoroihin kuuluvat kielet ovat resonoineet kaikupedaalin käytön ansiosta.

Suoritin äänityksen taideyliopiston Sibelius-Akatemian Musiikkitalon tilojen 2. kerroksen harjoitusluokassa, suhteellisen pienessä tilassa, jossa on kuivahko akustiikka. Asetin äänityslaitteen akustiikkapaneelin syvennykseen noin puolen metrin etäisyydelle pianon kaikukopan reunasta. Soitin matalimmasta rekisteristä ennakkotutustumisen perusteella kiintoisilta vaikuttaneita sävelpareja ”forte-otteella”. Painoin kaikupedaalin pohjaan

vasta alukkeen jälkeen, jotta alukkeen mahdollinen häly vahvistuisi mahdollisimman vähän. Parin sekunnin kuluessa tämän jälkeen aloitin tallentamisen, sillä välittömästi aluketta seuraavat noin viisi sekuntia eivät olleet huojunnan kannalta kiinnostavia. Pedaalin laskemisen jälkeen nostin myös sormet koskettimilta. Päätin kunkin äänityksen, kun äänityslaitteen (Zoom H4n) äänenpainemittari osoitti äänenpaineen laskeneen noin 40 dB tai kun en itse soittopaikalta käsin enää kuullut jälkikaikua. Pedaalin ansiosta tyypillisesti noin 45:stä 60 sekuntiin kestäneiden näytteiden kiinnostavin keskivaihe kesti 15–25 sekuntia.³¹

Tahdissa 52 olen miksannut nauhaosuuteen päällekkäin kolmea pianon matalaa kumua, jotka ovat peräisin sävelpareista A2-C1, C1-Es1 ja A2-Fis1. Olen myös viimeistelyvaiheessa korostanut huojuvia taajuuksia hieman taajuuskorjaustyökalulla eli ekvalisaattorilla.

³¹ Jälkikaiun maksimikesto vaihtelee mitä ilmeisimmin soittimittain; myöhemmin kokeillessani samoja dyadeja K. Kawai -merkkisellä flyygelillä muuten samankaltaisissa olosuhteissa jälkikaiut kestivät pisimmillään noin 40 sekuntia.

Nuottiesimerkki 6: Käänin tahdit 49–53.

The musical score consists of three staves: Bass Clarinet (B. Cl.), Harp (Hp.), and Piano (Pno.).

- B. Cl.:** Measures 49-53. Measure 49 starts with a *p* dynamic. Measures 50-51 feature a trill (M 60) with a *f* dynamic. Measure 52 has a *p* dynamic, and measures 53-54 have *pp* and *ppp* dynamics. A *M 93* marking is present in measure 49.
- Hp.:** Measures 49-53. Measure 49 has a key signature change to E major (E F#). Measure 50 has a *sf* dynamic. Measures 51-53 are marked with a *COMB* (comb) effect.
- Pno.:** Measures 49-53. Measure 49 has a *f* dynamic. Measure 50 has a *15th* marking. Measures 51-53 have *A Ped.* markings.

Tahdin 52 ympäristöä luonnehtii sekä lavalla soitettavien että nauhalta kuultavien kumujen ”varjostaminen” bassoklarinetin melko hiljaisilla, katkeilevilla multifoneilla, joiden pituus vaihtelee (nuottiesimerkki 6, ääninäyte 5). Tahdeissa 50–51 ”ohut” (*thin*) multifoni nro 60 trilleineen lyhenee ja vaimenee joka sisääntulolla terassimaisesti, ja tahdin 51 puolivälin jälkeen se vaikenee kokonaan.³² Harpulla on äkkivoimakas (*sf*) septimi Fis1-E tahdin 50 toisella neljäsosalla, mutta tahtiin 52 tultaessa sen jälkikaikua on vielä jäljellä,

³² Käänin bassoklarinettimultifonien numerointi viittaa Harry Sparnaayn kirjan *The Bass Clarinet. A personal history* (Sparnaay 2011) sisältämään multifonitaulukkoon lukuunottamatta muutamaa multifonia, jotka löytyivät kokeillen defunensemblen klarinetisti Mikko Raasakan kanssa 8.1. ja 3.4.2014.

vaikkakin selvästi hiljentyneenä.³³ Live-pianon matalan rekisterin plektraraapaisujen jälkikaikua katkotaan tahdeissa 50–51 ns. aktiivisella kaikupedaalin käytöllä (partituurimerkintä *APed*), jossa mekanismin hälyä käytetään tarkoituksellisenä rytmisenä elementtinä. Pedaalin palaututtua viimeisen kerran ylös tahdin 51 viimeisellä neljäsosalla häly vaimenee nopeasti.

Myös nauhan kumut ovat katkonaisia, kunnes ne tahdin 49 alusta alkaen soivat keskeytymättä. Tahtiin 52 tultaessa livesoitinten eleet lakkaavat ja myös niiden mahdolliset jälkikaiut ovat heikentyneet tasolle, joka ei häiritse huojuntaa. Mikäli tarpeen, on nauhaosuuden suhteellista voimakkuutta akustisiin soittimiin nähden mahdollista vahvistaa lixivetilanteen miksauksessa. Kellomaisesti humiseva kokonaisuus jatkuu noin viisi sekuntia, ennen kuin nauhaosuuteen ilmaantuu sitä häiritsevä raapaisuele (plektralla soitettu piano), joka kasvaa tahdin 53 loppua kohti.

Saadakseni haluamani vaikutelman kompensoin nauhoitettujen jälkikaikujen vaimenemista häivyttämällä niitä sisään (*fade in*). Tahdin 50 toisella neljäsosalla kuultavan voimakkaasti kahahtavan sisääntulon jälkeen vaimennan runsaasti näytteitä C1-Es1 ja A2-Fis1, minkä jälkeen voimistan niitä runsaasti aina kohti tahdin 53 loppua niin, että kummankin signaalin verhokäyrä säilyy tasaisen hiljaisena tahdin 50 loppupuolelta tahtiin 53 saakka. Näytettä A2-C1 en vaimenna tahdin 50 kahahduksen jälkeen lainkaan; sisäänhäivytän sitä suoraan siitä tasosta, jolla se alkaa, tosin niin vähän ja hitaasti, että sen signaali vaimenee. Tästä syystä A2-C1 dominoi nauhaosuutta tahdeissa 50–51, on vielä hieman muita voimakkaampi tahdissa 52 ja saavuttaa niiden kanssa saman voimakkuuden tahtiin 53 tultaessa.³⁴ Tämän tyyppisiä häivytyksiä käytän muuallakin *Käänin* nauhaosuudessa saadakseni aikaan hidasta muutosta äänikuvan ominaisuuksissa.

³³ Einarsdóttirin (2013, sivu *Sound duration/decay*) mukaan harpun matalimman, kontraoktaavialan sävelten vaimenemisaika *fortissimossa* soitettuna voi olla jopa 25 sekuntia.

³⁴ Myöhemmässä työvaiheessa olen vielä miksannut kyseisen kohdan itsensä kanssa päällekkäin vahvistaakseni hiljaisia signaaleita ja siinä yhteydessä olen palauttanut kumun vaimenevaa luonnetta uloshäivyttämällä kopioraitaa. Tämä ei kuitenkaan vaikuta alkuperäisten näytteiden keskinäiseen balanssiin.

Ääninäytteet 6, 7 ja 8 sisältävät tahteissa 50–53 käytettyä vastaavat katkelmat näistä dyadinäytteistä, kuitenkin verhokäyrältään raakamateriaalin kaltaisina eli ilman edellä kuvattuja häivytyksiä. Dyadia A2-C1 (ääninäyte 7) luonnehtivat matalien ja korkeiden taajuuksien puuroutuminen sekä noin kerran sekunnissa sykkivä hieman ylilaaaja suuri sekunti cis:n ja dis:n tienoilla.³⁵ A-Fis (ääninäyte 6) on ryhdikkään selkeä, mollimainen. Nopea, noin 4-5 Hz:n väpätys a1:n ja b1:n tienoilla sekä hidas elementti cis:n tuntumassa dominoivat. C1-Es1 (ääninäyte 8) on verrattain synkän kuuloinen, ja sen huojunnassa korostuu noin kahdeksasosatriolein (kolmasosasekunnein) vuorottelevat ”a1 ja b1”.

Ääninäyte 9 käsittää tahteja 50–53 vastaavan katkelman valmista fixed media -raitaa. Tahdin 52 aikana voimakkaimmin huojuva kerros kuullaan yksivivaisen oktaavialan yläosissa, noin a1:n tienoilla. Hieman matala a1 sykkii hieman yli yhden hertsin taajuudella. Sen heikoissa vaiheissa erottuu toinen, hankalammin hahmotettava äänerykelmä noin b1:n korkeudella. Amplitudimodulaatiot vuoroin tiivistyvät tiheäksi pulputukseksi, vuoroin hajaantuvat maltillisiksi lainehdinnaksi. Pienen cis:n tietämällä voidaan erottaa näitä hiljaisempi ja hitaammin sykkivä vuo.

Kun huojunta on osa kerrasta toiseen samanlaisena toistuvaa nauhaosuutta, sen toteutumisen esitystilanteessa voivat oikeastaan estää vain äänentoistoon tai saliakustiikkaan liittyvät ongelmat. Liian kaikuisa akustiikka voi puurouttaa huojunnan ja lyhentää aikaa, jonka se saa soida häiriöttä. Kantaesityksessä tätä ongelmaa ei ollut, koska Helsingin Musiikkitalon Black Box -sali on akustisesti hyvin kuiva ja sähköisesti vahvistettua musiikkia ajatellen rakennettu.

Nauhaosuuden ja livesoitinten balanssiin liittyy myös useita riskitekijöitä. *Käänin* akustiset stemmat sisältävät sekä hyvin hiljaisia että hyvin voimakkaita ääniä, minkä vuoksi tarvitaan lähimikrofoneista miksauspöytään tulevan signaalin voimakasta kompressoimista. *Kään* on ensimmäisiä elektroniikkaa hyödyntäviä teoksiani, enkä sitä kirjoittaessani

³⁵ Tässä en yksinkertaisuuden vuoksi yritäkään analysoida kuulokuvaa senttien tarkkuudella, vaikka huojunnassa vahvistuvat ja voimistuvat äänekset poikkeavat tasavireisestä.

osannut tukea miksaajan työtä notaatiolla. Merkinnät siitä, milloin eri äänilähteiden on tarkoitus sulautua äänikuvassa yhteen ja milloin puolestaan osan niistä erottua toisia paremmin, olisivat tehneet miksauksesta helpompaa. Kantaesityksessä kuullun ja sen radioinnin miksausten pieni ero esimerkillistä tätä hyvin. Harjoitusprosessin aikana saatoin olla reaaliaikaisessa yhteydessä saliaänen miksaajan kanssa, mutta radioon menevää miksausta saatoin käydä esikuuntelemassa toisella puolella taloa sijaitsevassa tarkkaamossa vain kerran.

Kun mukana on myös livesoittimia, ajankäyttöä koskeva notaatio-ongelma on niiden ja nauhan synkronointi. Mikäli soittajat ajautuisivat nauhan edelle tai jäisivät siitä jälkeen, huojunnalle varatut hetket saattaisivat peittyä tai häiriötön aika jäädä liian lyhyeksi huojunnan havaitsemiselle. *Käänissä* hyödynnän kahta metodia soittajien ja nauhan synkronoimiseksi: nauhaosuuden rytmisiä maamerkkejä viitteellisesti ilmaisevaa riviä partituurin ylälaidassa (nuottiesimerkki 6) sekä ns. *click trackiä*, joka nakuttaa sekunnin välein soittajien korvakuuloikkeissa. Partituurin tempomerkintä on koko ajan 60 neljäsosaa minuutissa ja *click trackissä* kunkin tahdin ensimmäinen isku on muista poikkeavan kuuloinen, joten etenemistä on verrattain helppo seurata laskemalla. Kantaesityksessä ratkaisu vaikutti toimivan hyvin.

6 Lopuksi

Edellä olen arvioinut omien yksittäisten teosteni yksittäisten katkelmien toimivuutta niiden yhden esityskerran ja sen tallenteen perusteella, akustisen ja psykoakustisen tiedon valossa. Päätelmäni ovat laadultaan subjektiivisia ammatillisia huomioita, ja niiden yleistettävyyteen tulee suhtautua varoen. Minä olen huojunnan suhteen ns. asiantuntijakuulija: Tarkkaavaisuuteni suuntautunee huojuntaan keskimääräistä kuulijaa herkemmin ja suhteeni huojuntahavaintoon lienee tavanomaista tietoisempi. Lisäksi tiedän, missä teosteni katkelmissa huojuntaa saattaa esiintyä.

Kenties selkein tulos tarkastelustani on säveltaso- ja sävytekijäratkaisujen yhteensovittamista koskevan tutkimuskysymyksen tarkentuminen. Mikäli halutaan tuottaa määrätyn taajuista huojuntaa määrättyssä rekisterissä akustisin soittimin, ei riitä, että lasketaan sopiva fundamenttien taajuusero ja valitaan kuulonvaraisesti väriltään ja voimakkuudeltaan yhteen sovitettavissa olevat instrumentit. Sen lisäksi on huomioitava, minkä osaaänesparin huojunta muodostuu amplitudiltaan voimakkaimmaksi instrumenttien dynaamisista sekä spektriominaisuuksista johtuen.

Merkitystä on erityisesti sillä, miten valittavan sävelen osaaänekset sijaitsevat suhteessa valittavien instrumenttien formanttialueisiin. Formanttialueiden merkitys korostuu matalimman rekisterin huojunnoissa. Ensinnäkin mitä matalammassa rekisterissä sävel sijaitsee, sen enemmän sillä on erotettavissa olevia osaaänneksiä. Toiseksi useimpien soitinten alin rekisteri ei resonoi optimaalisesti, jolloin voimakkain osaaänes on erittäin todennäköisesti muu kuin fundamentti.

Merkittävä rajoite luvussa 5 tekemässäni huojuntakokeilujen arvioinnissa on se, että en ole tarkastellut valittujen instrumenttien aaltomuotoa huojunnan toimivuutta tai toimimattomuutta selittävänä tekijänä. Valitettavasti siinä kirjallisuudessa, johon olen tutustunut, on esitetty huomattavasti vähemmän yksittäisten soitinten aaltomuotoa kuin niiden spektrin ominaisuuksia koskevia tutkimustuloksia. Tässä olisi yksi mahdollisuus kohdentaa akustista jatkotutkimusta musiikillisen käytännön kannalta kiinnostaviin seikkoihin.

Toinen rajoite on soitinkohtaisten säteilykuvioiden jättäminen huomiotta. Säveltäjänä minulla ei ole riittävästi huoneakustiikan asiantuntemusta, jotta säteilykuvioiden ja lavaasetelmien tarkastelu olisi ollut tässä yhteydessä mielekästä. Akustikko osaisi jatkaa pätevällä tavalla tutkimusta tästä näkökulmasta.

Vaikka luvussa 5 tarkastelemieni esimerkkien säveltaso- ja instrumentaatoratkaisut vaikuttavat pitkälti onnistuneen, käyttämäni notaatio ei täysin tue sävytekijäratkaisujen esitettävyyttä. Häiriöttömien huojuntaolosuhteiden takaamiseksi säveltäjän olisi pystyttävä viestimään notaatiolla esittäjälle, että kaikki äänen parametrit, joihin soittaja voi vaikuttaa, tulisi sovittaa yhteen muiden komponentteja soittavien kanssa ja pitää vakaana. Olen kyllä pyrkinyt ohjaamaan intonaation hienosäätöä, mutta notaationi ei juuri sisällä elementtejä, jotka kiinnittäisivät tavanomaista suuremmin soittajan huomion värin ja voimakkuuden sovittamiseen toisen komponentin soittajan kanssa. Kiinnostavaa on, että myöskään johdannossa mainitsemieni muiden teosten (Andre: *riss*, Bracci: *Tu vieni dal mare*, Pintscher: *celectial object I*, Tiensuu: *Plus*) partituureissa ei kohdisteta soittajan huomiota sävytekijöiden säätämiseen tämän enempää.

En ole tässä työssä saavuttanut kovin varteenotettavia tuloksia ajankäyttöön liittyvissä kysymyksissä. Lähinnä vaikuttaa siltä, että huojunnan havaitsemiselle varattua häiriötöntä aikaa on vaikea ylimitoittaa sävellysprosessin aikana. Ilmiö ei toki ole huojunnalle spesifi, vaan liittyy yleisempään kestoosuhteiden problematiikkaan osana sävellystyötä. Asiantuntijakuulijana ja sävellysmateriaalinsa ominaisuuksia intensiivisesti työstäessään säveltäjä kokee luovan työn kuluessa musiikillisen ajan väistämättä eri tavoin kuin yleisön jäsen esityksessä.

Tässä työssä sivuutettujen ennako- ja jälkipeittoilmiöiden tarkastelu voisi osaltaan tuoda valaistusta ajankäytön kysymyksiin. Samanaikaisia ääniä koskevan peittoilmiön vaikutuksen tarkastelu voisi puolestaan avata kenties vaikkapa harmoniaan tai tekstuurien kerrostamiseen liittyviä uria, jotka ovat tässä työssä jääneet tyystin avaamatta.

Tutkimusprosessin vaiheistus on jälkikäteen tarkasteltuna ongelmallinen. Mikäli tarkasteltujen teosten sävellysprosessi (vaihe 1) olisi limittynyt paremmin teoreettiseen taustaan

syventymisen kanssa (vaihe 2), olisin kyennyt systemaattisempiin kokeiluihin ja perustellumpiin ratkaisuihin jo sävellystyötä tehdessäni. Nyt moni perustavanlaatuinen oivalus jäi aikaan, jolloin *Schwebe* ja *Kään* oli jo kantaesitetty.

Niin havaittavuuden, esitettävyyden kuin notatoitavuudenkin tarkastelun osalta työtä olisi vahvistanut mikäli *On the Edge of Oblivion* ja *Hauras* olisivat saaneet kantaesityksensä vielä tutkimuksen ollessa sellaisessa vaiheessa, että olisin ehtinyt arvioida niiden onnistumista ja sisällyttää ne analysoitavaan aineistoon. Näiden teosten sävellystyö ajoittuu yhteen tutkimuksen itsearvioivan vaiheen (vaihe 3) kanssa, ja pyrin parhaani mukaan soveltamaan niissä päätelmiäni käytäntöön. *On the Edge of Oblivionissa* parannusyritykset painottuvat ajankäyttöön, *Hauraassa* formanttien huomiointiin säveltasojen ja instrumentaattoratkaisussa. Vaikka nämä teokset eivät ehtineet mukaan tutkimukseen, hermeneuttinen spiraali on kiertynyt askelen pidemmälle säveltäjäntyössäni.

Itse-reflektioiva tekemisperusteinen tutkimus on mahdollistanut huojunnan tutkimisen siinä kontekstissa, jossa se minua eniten kiinnostaa. Samalla aineisto jäi kuitenkin väistämättä suppeahkoksi ja todennäköisesti vähemmän laadukkaaksi, kuin jos olisin vertailut analyttisesti minua kokeneempien säveltäjien ratkaisuja. Esimerkiksi Alvin Lucierin tuotannon sisältämien huomattavan pelkistettyjen huojuntaratkaisujen analyttinen tarkastelu voisi antaa varsin tarkkoja vastauksia huojunnan havaittavuutta, esitettävyyttä ja notatoitavuutta koskeviin kysymyksiin.

Yksi minua huojunnan pariin inspiroinut tekijä on se, kuinka monenlaisiin ilmiöihin se assosioituu omassa kokemuksessani. Huojunnan mahdollista yleisempää assosioitumista voisi olla kiintoisaa tutkia kokeellisesti samaan tapaan kuin on tutkittu kuulijoiden musiikkiin liittämiä emootioita.

Työni on vain raaputtanut niiden lukemattomien musiikillisten mahdollisuuksien pintaa, joita huojunta voi tarjota. Toivoakseni olen kuitenkin onnistunut tekemään huojunnasta aiempaa helpommin hahmotettavissa olevan ilmiön paitsi itselleni, myös säveltäjäkollegoilleni.

Lähteet

Andre, Mark 2014: *riss*. Leipzig: Edition Peters.

Anttila, Pirkko 2005: *Ilmaisu, Teos, Tekeminen ja TUTKIVA TOIMINTA*. Artefakta 16. Hamina: AKATIIMI Oy.

Arom, Simha, Léothaud, Gilles & Voisin, Frédéric 1997: Experimental ethnomusicology: An interactive approach to the study of musical scales. Teoksessa Deliège, Irène & Sloboda, John (toim.): *Perception and Cognition of Music* s. 3-30. Hove: Psychology Press Ltd, Publishers.

Audsley, George Ashdown 1921: *Organ-Stops And Their Artistic Registration*. New York: The H. W. Gray Co. Saatavissa pdf-muodossa IMLSP-palvelussa, URL: http://imslp.org/wiki/Organ_Stops_and_Their_Artistic_Registration_%28Audsley,_George_Ashdown%29

Bracci, Giuliano 2011: *Tu vieni dal mare*. Den Haag: Donemus.

Burghauser, Jarmil & Špelda, Antonin 1967/1970: *Akustische Grundlagen des Orchesterens*. Tšekinkielisestä alkuteoksesta saksantanut Adolf Langer. Regensburg: Gustav Bosse Verlag.

Burred, Juan José 2009: *The Acoustics of the Piano. Research Work in Acoustics*. Revised version. Käänt. Ripplinger David. Madrid: Conservatorio Profesional de Música "Arturo Soria". Alkuperäisjulkaisu, *La Acústica del Piano* 1999. Saatavissa pdf-muodossa URL-osoitteessa http://www.jjburred.com/research/pdf/burred_acoustics_piano.pdf

Dowling, W. Jay & Harwood, Dane L. 1986: *Music Cognition*. Academic Press Series In Cognition And Perception. Orlando: Academic Press, Inc.

Einarsdóttir, Gunnhildur 2013: *Harp Notation*. Taideyliopiston Sibelius-Akatemia URL: <http://sites.siba.fi/web/harpnotation>. 18.6.2015

Hajda, John M.; Kendall, Roger A.; Carterette, Edward C. & Harshberger, Michael L. 1997: Methodological issues in timbre research. Teoksessa Deliège, Irène & Sloboda, John (toim.): *Perception and Cognition of Music* s. 253-306. Hove: Psychology Press Ltd, Publishers.

Heikkinen, Hannu L. T. 2010: Toimintatutkimuksen lähtökohdat. Teoksessa Heikkinen Hannu L. T., Rovio Esa & Syrjälä Leena (toim.) *Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat*, s. 16–38. 3. korjattu painos. Helsinki 2010: Kansanvalistusseura.

von Helmholtz, Hermann 1862/1913: *Die Lehre von den Tonempfindungen. Als Physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. 7. painos.

Hirvelä, Jouni 2013: *Soittimen rakenteen vaikutukset flyygelin sisältä soitettaviin erikoistekniikoihin. Soitinvertailu 56 flyygelimallista*. Taideyliopiston Sibelius-Akatemian Sävellyksen ja musiikinteorian aineryhmän kirjallinen työ.

Huovinen, Terhi & Rovio, Esa 2010: Toimintatutkija kentällä. Teoksessa Heikkinen Hannu L. T., Rovio Esa & Syrjälä Leena (toim.) *Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat*, s. 94–113. 3. korjattu painos. Helsinki 2010: Kansanvalistusseura.

International Piano Supply 1997: *Cents to Herz Conversion Chart*. URL: <http://home.broadpark.no/~rbrekne/referhtml/cents-hz.html>. 27.7.2015.

Levarie, Siegmund & Levy, Ernst 1980/1968: *Tone: A Study in Musical Acoustics*. 2nd Edition. Westport: Greenwood Press.

Lucier, Alvin 1972-2013: *Still and Moving Lines of Silence in Families of Hyperbolas, Part II*. Frankfurt: Material Press.

Meyer, Jürgen 2009: *Acoustics and the Performance of Music*. Käänt. Uwe Hansen. Fifth Edition. New York: Springer Science and Business Media. Alkuperäisteos: *Akustik und musikalische Aufführungspraxis: Leitfaden für Akustiker, Tonmeister, Musiker, Instrumentenbauer und Architekten* 1972/2004. Luettu Google Play -palvelun kautta.

Pintscher, Matthias 2009: *celestial object I*. Ensimmäinen osa kolmiosaisesta sarjasta *sonic eclipse* 2009–2010. Kassel: Bärenreiter.

Plomp, R. & Levelt W. J. M 1965: Tonal Consonance and Critical Bandwidth. *Journal of the Acoustical Society of America*, 38, s. 548-560.

Rasch, R. A. & Plomp, R. 1982: The Perception of Musical Tones. Teoksessa Deutsch, Diana (toim.): *The Psychology of Music*, s. 1-24. New York: Academic Press.

Rigden, John S. 1977/1985: *Physics and the Sound of Music*. 2nd edition. New York: John Wiley & Sons.

Roederer, Juan G. 1973/1975/1979: *Introduction to the Physics and Psychophysics of Music*. 2nd Edition. Heidelberg Science Library. New York: Springer-Verlag.

Rossing, Thomas D.; Moore, F. Richard & Wheeler, Paul A. 2002: *The Science of Sound*. Third Edition. San Francisco: Addison Wesley.

Schaeffer, Pierre 1966: *Traité des objets musicaux*. Paris: Éditions du Seuil.

Seashore, Carl E. 1938/1967: *Psychology of Music*. New York: Dover Publications.

Sethares, William A. 1999/2005: *Tuning, timbre, spectrum, scale*. 2nd edition. New York: Springer-Verlag.

Sparnaay, Harry 2011: *The Bass Clarinet. A Personal History*. Käänt. A. De Man & P. Roe. Barcelona: Periferia sheet music. Alkuperäisteos *El clarinete bajo. Una historia personal*.

Terhardt, Ernst 2000: Auditory Roughness. URL: <http://www.mmk.ei.tum.de/fileadmin/w00bqn/www/Personen/Terhardt/ter/top/roughness.html>. 24.6.2015

Tiensuu, Jukka 1992: *Plus*. Helsinki: Suomalaisen musiikin tiedotuskeskus.

Watts, Adam 2009: *Spectral Analysis of the French Horn and the Hand-in-Bell Effect*. Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign. URL: http://physics.illinois.edu/undergrad/reu/2009/Watts_Adam.pdf. 18.6.2015

Wolfe, Joe n.d.: Interference beats and Tartini tones. URL: <http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/beats.htm>. Osa sivustoa *Physclips. Physics animations and film clips*. 25.6.2015

Ääninäytteet

Ääninäyte 1: *Schweben* tahteja 62–66 vastaava katkelma kantaesityksen tallenteesta. Avanti!, joht. József Hárs 2.12.2013.

Ääninäyte 2: *Schweben* tahteja 123–133 vastaava katkelma kantaesityksen tallenteesta. Avanti!, joht. József Hárs. 2.12.2013

Ääninäyte 3: *Käänin* tahteja 23–24 vastaava katkelma kantaesityksen tallenteesta. Defunensemble 4.5.2014.

Ääninäyte 4: *Käänin* tahdin 23 viimeiseltä kahdeksasosalta alkava fixed media -raidan katkelma.

Ääninäyte 5: *Käänin* tahteja 50–53 vastaava katkelma kantaesityksen tallenteesta. Defunensemble 4.5.2014.

Ääninäyte 6: *Käänin* tahteja 50–53 vastaava miksaamaton raakamateriaali ”AFis”.

Ääninäyte 7: *Käänin* tahteja 50–53 vastaava miksaamaton raakamateriaali ”AC”.

Ääninäyte 8: *Käänin* tahteja 50–53 vastaava miksaamaton raakamateriaali ”CEs”.

Ääninäyte 9: *Käänin* tahteja 50–53 vastaava lopullisen fixed media -raidan katkelma.

Liitteet

Liite 1: Partituuriote *Schweben* tahdeista 58–72, 13.11.2013 versio. In C. Alkuperäinen paperikoko A3. A4-layout 31.8.2015.

Liite 2: Partituuriote *Schweben* tahdeista 123–134, kantaesityksen harjoituksissa kapellimestarin kanssa sovitut korjaukset sisältää versio. In C. Alkuperäinen paperikoko A3. A4-layout 31.8.2015.

♩. = 48
F *Torches of bubbles*
rubato

Flute *air dolce* → ord. *soft tonguing!* → 3 → flageolet on *f* → *air*

C. A. *soft tonguing! dolce mp*

Cl. *dolce air* → ord. → 3 → *air*

Bsn. *dolce mp* → *embouchure gliss. gliss.*

Hn. *dolce + p*

Tpt. *out mp*

B. Tbn. *out mp*

Tba. *out mp*

Perc. 1: Vibr. *mp* → 3 → 3 → *pp*

Perc. 2 *cymbal with brush L.V. pp*

Pno. *flageolet; touch in front of the dampers mp*

Vln. I **F** *Torches of bubbles rubato* *pizz. with wide vibrato mp*

Vln. II *pizz. with wide vibrato mp*

Vla. *pizz. with wide vibrato mp*

Vc. *tailpiece; as resonant sound as possible arco p < f*

Cb. *tailpiece; as resonant sound as possible arco p < f*

60

Fl. *air* *ord.* *mp* *air* *ord.* *mp* *3*

C. A. *mp* *mp*

Cl. *air* *ord.* *mp* *air* *ord.* *mp* *3*

Bsn. *mp* *mp*

Hn. *dolce* *p*

Tpt. *out* *mp* *p*

B. Tbn. *out* *mp*

Tba. *p*

Perc. 1: Vibr. *mp* *pp* *mp* *3* *3*

Perc. 2 *pp*

Perc. 2: Timp. *with snare drum stick* *p*

Pno. *ord.* *mp* *pp* *mp* *flageolet; touch in front of the dampers* *3*

Vln. I *pizz. with wide vibrato* *mp* *arco near to the neck* *p* *mf*

Vln. II *pizz. with wide vibrato* *mp* *arco near to the neck* *p* *mf* *tailpiece; as resonant sound as possible*

Vla. *pizz. with wide vibrato* *mp* *f* *tailpiece; as resonant sound as possible* *arco*

Vc. *tailpiece; as resonant sound as possible* *p* *f*

Cb. *arco* *tailpiece; as resonant sound as possible* *p* *f*

f *p* *f*

senza misura
c. 9"
give time to the beating

63

Fl. *p* *p* → air

C. A. 5:6

Cl. *p* → air

Bsn. *pp* *pp* gliss. embouchure gliss. glide intonation undulating slowly below and above horn, try to avoid beatings quicker than 10Hz

Hn. *pp* *pp* maintain intonation while bassoon is undulating

Perc. 1: Vibr. *pp* *ppp* motor off

Perc. 2: Crot. with snare drum stick *ppp* L.V.

Perc. 2 cymbal with snare drum stick high and long decay *p* L.V.

Pno. *pp* *ppp*

Vln. I arco near to the neck *p* *mf*

Vln. II arco near to the neck *p* *mf*

Vla. get ready with the ping pong ball!

Vc.

Cb.

Mechanically

G as long as the ping pong balls take time
ball I (viola player)

ball II (1st percussionist)
drop a ping pong ball vertically towards the floor from height of appr. 1,5 m

66

Perc. 1

Perc. 2

Pno.

"mf" simile

"mf" simile ...

"mf" simile ...

first percussionist drops a ping pong ball
snare drum synchronized with the ping pong ball;
when accelerating becomes impossible or the ball stops,
continue with the acquired pace

first percussionist drops a ping pong ball
knock the metal frame of the sound box synchronized
with the ping pong ball; when accelerating becomes
impossible or the ball stops, continue with the acquired pace

Mechanically

G as long as the ping pong balls take time
ball I (viola player)

ball II (1st percussionist)

viola player drops a ping pong ball
col legno battuto behind the bridge synchronized with the ping pong ball;
when accelerating becomes impossible or the ball stops, continue with the acquired pace

viola player drops a ping pong ball
col legno battuto behind the bridge synchronized with the ping pong ball;
when accelerating becomes impossible or the ball stops, continue with the acquired pace

drop a ping pong ball vertically towards the floor from height of appr. 1,5 m
when the ball has stopped,
join the other strings in clb bb

viola player drops a ping pong ball
col legno battuto behind the bridge synchronized with the ping pong ball;
when accelerating becomes impossible or the ball stops, continue with the acquired pace

viola player drops a ping pong ball
col legno battuto behind the bridge synchronized with the ping pong ball;
when accelerating becomes impossible or the ball stops, continue with the acquired pace

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

"mf" simile ...

"mf" simile ...

"mf" simile ...

"mf" simile ...

"mf" simile ...

**during this bar, gradually
synchronize with conductor**

sandpaper block
♩ = 130 quick back-and-forth movements

Perc. 1 *mf*

Perc. 2 snare *mp*

Pno. *mp*

**during this bar, gradually
synchronize with conductor**

♩ = 130

Vln. I *mp*

Vln. II *mp*

Vla.

Vc. *mp*

Cb. *mp*

**synchronized (perc, str, pno);
senza misura (woodwinds according to their own ping pong balls)**
drop a ping pong ball vertically towards the floor from height of appr. 1,5 m;
play staccato synchronized with your own ball; when not able to accelerate, stop.

69

Fl. *mf*

C. A. *mf*

Cl. *mf*

Bsn. *mf*

Perc. 1

Perc. 2

Pno.

AFTER BASSOON, drop a ping pong ball vertically towards the floor from height of appr. 1,5 m; play staccato synchronized with your own ball; when not able to accelerate, stop.

AFTER COR ANGLAIS, drop a ping pong ball vertically towards the floor from height of appr. 1,5 m; play staccato synchronized with your own ball; when not able to accelerate, stop.

AFTER FLUTE, drop a ping pong ball vertically towards the floor from height of appr. 1,5 m; play staccato synchronized with your own ball; when not able to accelerate, stop.

**synchronized (perc, str, pno);
senza misura (woodwinds according to their own ping pong balls)**

Vln. I

Vln. II

Vla. *mp* col legno tratto

Vc.

Cb.

70

Fl.

C. A.

Cl.

Bsn.

Perc. 1

Perc. 2

Pno.

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

To Ob.

123 *tr* *a collapse...* To B. Fl.

Fl. *f* *tr* *mf*

Ob. *f* *tr* *mf*

Bsn. *mf* Contrabassoon

Hn. natural 7th on B *fp* *ff*

Tpt. *fp* *ff*

B. Tbn. *fp* *ff*

Tba. *mf*

Perc. 1 tam tam with beater *p* *f* G. C. with beater *f*

Perc. 2 floor tom *p* *f*

Perc. 2: Timp. *f*

Pno. *f* 5

℄

Vln. I *f* *pp* ord. *8va*

Vln. II *f* *pp* ord. *8va*

Vla. *f* *ff*

Vc. *f* *ff*

Cb. *f* *f*

senza misura
c. 15-20"
 take breath ad. lib. but desynchronized with tuba

Cbsn.

take breath ad. lib. but desynchronized with contrabassoon

Tba.

senza misura
c. 15-20"
 on the top of the bridge
 ▶ (wood only)
 (8)

Vln. I

ppp

on the top of the bridge
 ▶ (wood only)
 (8)

Vln. II

ppp

find a pitch 1 Hz above tuba and contrabassoon, when found, keep it

Cb.



...and a new rise

126 **L** ♩ = c. 60 (tempo of the beating)

Cbsn.

senza sord.
 find the same pitch with contrabass

mp

B. Tbn.

mp

Tba.

mp

...and a new rise

L ♩ = c. 60 (tempo of the beating) → ord.

(8)

Vln. I

ord.

Vln. II

ord.

Vc.

Cb.

129

Bass Flute

Fl.

Ob.

Bass Clarinet

Cl.

Cbsn.

Hn.

Tpt.

B. Tbn.

Tba.

Perc. 1

Perc. 1

Perc. 2

Perc. 2: Timp.

Pno.

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

ff

pp

natural 7th on E

p

tam tam with drum stick

L.V.

ppp

G. C. with beater

ppp

floor tom

ppp

ppp

ppp

pp

f

mp

