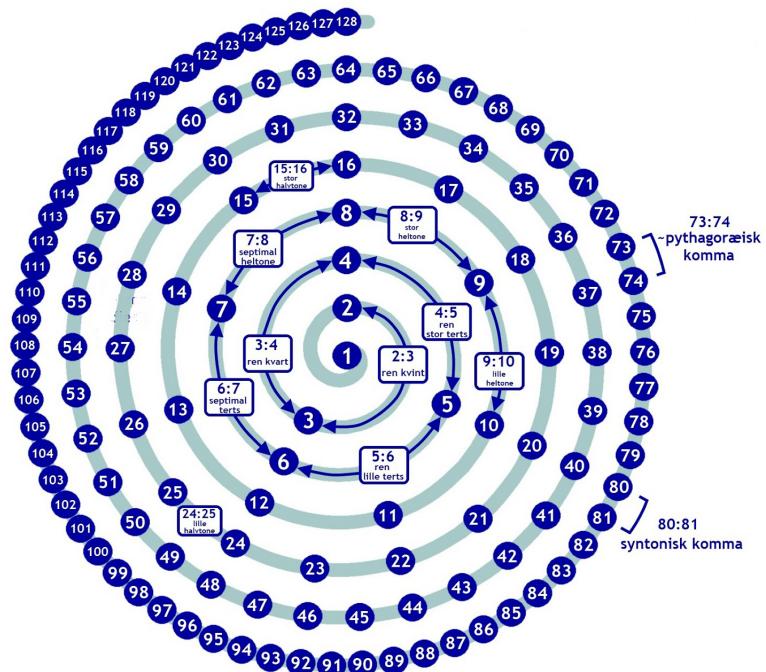


Stemningssystemer

En undersøgelse af intonationsstrategi
for a cappella SATB-kor

Kandidatspeciale
Sara Scully



Musikvidenskab
Aalborg Universitet
Musikkens Hus
DK-9000 Aalborg
<http://www.musik.aau.dk/>

Copyright © Aalborg University 2017
Dette projekt er skrevet i L^AT_EX.



Musikvidenskab
Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITET

STUDENTERRAPPORT

Titel:

Kandidatspeciale

Emne:

Stemningssystemer:

*En undersøgelse af intonationsstrategi
for a cappella SATB-kor*

Projektperiode:

Forårssemestret 2017

Deltager:

Sara Scully

Vejleder:

Mark Grimshaw

Oplagstal: 1**Antal tegn:**

116.235 af 84.000-192.000 tilladte tegn

Sidetal: 90**Afleveringsdato:**

19. juni 2017

Abstrakt:

Dette kandidatspeciale omhandler problemstillingen omkring renhed af intervaller ud fra en matematisk tilgang til teorien om stemningssystemer.

Der arbejdes med teorien om det pythagoræiske stemningssystem, det rene intonation stemningssystem og det 12-toner ligesværende stemningssystem.

Den menneskelige perception af toner gør, at selvom en tone ikke har den teoretisk forventede frekvens, vil en omegn af frekvenser blive opfattet som den samme tone. Derved kan toner beskrives ved brug af fuzzy teori.

A cappella-kor bliver analyseret teoretisk som instrument i projektet for at undersøge hvilke intonationsstrategier, der kan give de teoretisk reneste intervaller. Analysen viser, at det ikke er muligt at opnå fuldstændig renhed af alle intervaller, og at en harmonisk intonationsstrategi er overordnet bedre end en melodisk intonationsstrategi.

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatteren.

Indhold

Forord	vii
Engelsk resume	1
1 Baggrund for kandidatspeciale	3
1.1 Motivation	3
1.2 Musik og matematik	4
1.3 Problemfelt	5
1.3.1 Problemformulering	7
1.4 Metodeovervejelser	7
2 Stemningssystemer	9
2.1 Pythagoræisk stemning	11
2.2 Ren intonation	14
2.3 Ligesvævende stemning	16
3 Renhed af intervaller	19
3.1 Perception af toneforskel	21
3.2 Fuzzy teori	22
4 A cappella-kor	25
5 Analyse	27
5.1 Opsamling	31
6 Diskussion	43
7 Konklusion	45
Litteratur	47
Figurer	49
A Matematisk forklaring	53
B Noder	55
C Excel udregninger	57

Forord

Denne projektrapport er dokumentation for mit afsluttende kandidatspeciale på musikvidenskabs kandidatuddannelse ved Aalborg Universitet. Jeg har valgt at arbejde med en kombinationen af musik og matematik for at udforske emnet stemningssystemer.

Inden for dette emne har jeg valgt at fokusere på muligheden for at forbedre intervallers renhed ved ikke-faststemte instrumenter i forhold til faststemte instrumenter.

Det forudsættes, at læseren af denne rapport har en musikfaglig videnskabelig baggrund svarende til en færdiggjort bachelor i musik på Aalborg Universitet. Derudover kræves det en matematisk viden svarende til gymnasiets A-niveau.

Hvor rapportens indhold går udover disse forudsætninger, vil der efterfølgende blive simplificeret, eller der vil kunne findes forklaring i bilag A.

Projektet er bygget op med en præsentation af hvilke overvejelser, der er bag projektet efterfulgt af de relevante teorier, som ligger til grund for analysen. Herefter følger en analyse af et par udvalgte salmer som koralsats for SATB-kor.

Det hele samles i en diskussion om analysens resultater set i forhold til eventuelle fejlkilder, og hvad der ellers kunne gøres for at besvare problemformuleringen, inden der konkluderes på selve projektet.

Kilder bliver angivet med navn(e) på forfatter(e) efterfulgt af året for publikation. For yderlig information angående titel, udgave osv. henvises der til litteraturoversigten senere i projektet. Interne referencer, såsom definitioner, ligninger og figurer, er angivet ud fra, hvilket kapitel de findes i efterfulgt af et fortløbende nummer. En liste over alle figurer i rapporten findes som bilag.

Billedet på forsiden af rapporten er fundet på Pinterest¹ og efterfølgende blevet lettere redigeret i Photoshop for at blive tilpasset som forsidebillede.

Jeg vil gerne takke min vejleder Mark Grimshaw for god og konstruktiv vejledning gennem hele projektforløbet.

Sara Scully
Studienummer 20104115
<sscul10@student.aau.dk>

¹<https://dk.pinterest.com/pin/153122456059193639/>

English abstract

This master thesis is the final element of my master degree in music as my major subject and a minor in mathematics. As subject for this thesis I have chosen tuning-systems in order to combine music and mathematics to research the possibility to create a system, in which intervals are perfect in tune. The research question I want to work with is: if it is possible to make the intervals in a piece of music perfect in tune by changing the intonation of each note either vertically or horizontally and which gives the overall best result.

A tuning-system is a set of notes defined by their frequencies or their pitch ratios. In general a tuning-system can be described by following structural constraints: pitch set, repeat factor, intervals, hierarchy and key.

The eldest tuning-system is Pythagorean Tuning, which is generated by the pitch ratio of the perfect fifth. The pitch ratio in this tuning-system is far from simple rational numbers as is preferred to gain consonance of the intervals, therefore Just Intonation was developed. Just Intonation is generated by the pitch ratio of both the perfect fifth and the major third. The advantages of Just Intonation are that the pitch ratios are of simple integers and most of these ratios can be found naturally in the harmonics. Both Pythagorean Tuning and Just Intonation have the disadvantages that they generate an infinite set of tones and the pitch ratios are not preserved when changing key. Equal Tuning is a mathematical solution to the problems with Pythagorean Tuning and Just Intonation as it is a tempered approximation of Pythagorean Tuning. 12-tone Equal Tuning is generated by the pitch ratio $\sqrt[12]{2}$. This makes all other pitch ratios, except the octave, in the 12-tone Equal Tuning irrational and thereby out of tune according to the definition of consonance. But the human perception of sound accepts a tone as a region of frequencies. This makes it possible to use fuzzy set theory to describe when a note is perceived as in tune.

As instrument I have chosen to work with singers in an a cappella SATB-choir. My analysis is a theoretically experiment with focus on the approach of intonation. As material I have analyzed two Danish chorales. I have worked with four different intonation strategies in order to determine which one gives the overall most in tune intervals. In the vertically intonation strategy are the melodic intervals of each voice made theoretically in tune and in the horizontally intonation strategy the intervals in each chord are made theoretically in tune. For comparison I have chosen Just Intonation for a finite set of tones and 12-tone Equal Tuning.

The analysis shows that no intonation strategy can make all intervals in tune at the same time both vertically and horizontally. Between vertically and horizontally intonation strategies it is the horizontally intonation strategy which overall gives the most in tune intervals. The difference between horizontally intonation strategy and Just Intonation is not significant enough to say which of these gives the best result without further studies.

1. Baggrund for kandidatspeciale

Til at starte med i dette projekt vil jeg beskrive, hvad der ligger til grund for den problemstilling, som jeg har valgt at arbejde med i dette afsluttende projekt. Jeg vil komme ind på hvilke tanker og ideer, der forud for specialet har motiveret mig til at påbegynde arbejdet med dette emneområde. Derudover vil jeg præsentere det pågældende problemfelt for kandidatspecialet, som vil munde ud i en problemformulering, hvor resten af projektet er et forsøg på at besvare denne. Efter selve problemformuleringen er blevet præsenteret, kommer der et afsnit om hvilke tanker, der ligger bag opbygningen af specialet med forskellige til- og fravalg, samt hvordan jeg forventer at kunne finde svar på problemformuleringen.

Alt dette er for at give læseren et indtryk af, hvordan min personlige position er i forhold til det videnskabelige arbejde i projektet, da dette indirekte kommer til at påvirke forskningsarbejdet i dette kandidatspeciale.

1.1 Motivation

Kandidatspecialet her er det afsluttende element af min uddannelse som to-faglig kandidat fra Aalborg Universitet. Udover mit hovedfag i musik har jeg i løbet af uddannelsen læst matematik som sidefag. Det er vigtig for mig, at dette afsluttende projekt repræsenterer mit uddannelsesforløb og afspejler min faglige profil. Jeg har derfor i længere tid vidst, at jeg gerne ville kombinere musik og matematik i mit kandidatspeciale, og jeg har derfor søgt at finde en problemstilling, hvor disse to fagområder kan forenes.

Ved at kombinere musik og matematik bliver den videnskabelige tilgang til musikvidenskab af meget naturvidenskabelig og positivistisk karakter. Både fagligt og personligt tiltaler denne måde at udforske musikvidenskaben mig, hvilket har påvirket mit ønske omkring emnevalg i forhold til forberedelserne inden dette projektarbejdes start.

På forrige semester var der med synopsis modulet mulighed for at påbegynde litteratursøgning samt at arbejde med at indsnævre et problemfelt i forhold til, hvad man påtænkte at arbejde med i sit kandidatspeciale. Her valgte jeg at arbejde med musik og matematik i kombination i forsøget på at finde frem til et problemfelt, hvor musik bidrager med hovedvægten i forhold til problemfeltet, mens matematik mere er en indgangsvinkel eller et værkstøj til at arbejde med musik.

Gennem arbejdet med min synopsis fandt jeg meget hurtigt frem til, at forskningsfeltet omhandlende musik i sammenhæng med matematik er meget stort og går langt tilbage historisk set. Samtidig med er det stadig et aktuelt forskningsområde, hvor der fortsat arbejdes med at udvikle ny forskning inden for feltet. Alt dette gør, at jeg har fundet det relevant at arbejde videre med at finde en passende problemstilling til dette kandidatspeciale inden for emnefeltet.

En udfordring i forhold til forskningsfeltet omhandlende musik i kombination med matematik er, at en stor del af forskningen er lavet af matematikere med interesse for musik, mens jeg selv er en musiker med interesse for matematik. Samtidig skal formidlingen af problemfeltet i dette speciale være med henblik på, at læseren først og fremmest er musikfaglig. Dette begrænser lidt, hvor teoretisk og stringent matematikken kan være i projektet.

I løbet af mit arbejde med synopsis modulet valgte jeg at begrænse mit fokus til at omhandle sammenkobling af musik og matematik i forbindelse med konsonans, stemningssystemer, analyse og komposition for at arbejde lidt mere i dybden med et mindre område af emnefeltet musik og matematik (se Scully (2016)). Det har været en udfordring at afgrænse feltet på passende vis og selv med denne afgrænsning er emnefeltet stadigvæk meget stort. Så i forbindelse med dette speciale har jeg valgt at begrænse feltet yderlig og kun arbejde videre med stemningssystemer som problemfelt.

Før selve problemfeltet for projektet præsenteres, vil jeg først fokusere på musik og matematik som et fælles forskningsfelt.

1.2 Musik og matematik

Hvor andet ikke er nævnt, bygger dette afsnit på Broman (2007), Pace (2007), Scimemi (2002), Scully (2016) og Wollenberg (2003).

Traditionelt set har matematik og musik været tæt knyttet sammen på en sådan måde, at matematik har en stor indflydelse i musikteori samtidig med, at musik har inspireret matematikere til at undersøge og beskrive nye teorier. Særligt pythagoræisk teori har haft stor indflydelse på europæisk musikteori og var frem til slutningen af 1500-tallet den eneste matematiske model i musikteori (Derkert, 2007). Igennem hele middelalderen og frem til renæssancen blev musik studeret på universiteter som en del af det matematiske Quadrivium bestående af fagene geometri, aritmetik, astronomi og harmoni. Musik hørte på daværende tid ind under faget harmoni og var primært viden om og studiet af de numeriske ratioer, der fremkommer ved at inddale en streng så der frembringes nye konsonerende toner. Som en del af den matematiske Quadrivium havde musik meget lidt at gøre med vores moderne koncept omkring musik.

I 1600-tallet og 1700-tallet ændrede udviklingen sig inden for både musik og matematik, så sammenknytningen af de to videnskabsfelter blev mindre. Der skete et skift i opfattelsen af musik, så disciplinen i højere grad blev to-delt med et fokus på naturvidenskaben ved musik, heriblandt matematiske og fysiske egenskaber, og et andet fokus på musik var som kunstform og kulturelt fænomen. Som selvstændig disciplin ændrede musik sig fra at blive set på som et naturvidenskabeligt felt til at blive betragtet som en kunstform. Musik blev derfor i højere grad analyseret som et sprog med fokus på de udtryksfulde elementer. Derved mistede musik som videnskabeligt forskningsfelt noget af sin naturvidenskabelighed, selvom den naturvidenskabelige forskning inden for musik fortsat blev udviklet. Samtidig bevægede den naturvidenskabelige forskning sig generelt fra at have et meget teoretisk fokus til, at fokusset blev mere praktisk anlagt. Parallelt med denne skelne mellem videnskab og kunst kan den måde, man

anskuer musik og viden generelt deles op i teoretisk og praksis. En stigende historisk interesse for æstetiske og tekniske aspekter ved antikkens form for musikstudier fik i 1600-tallet inkluderet musik i den på daværende tid helt nye naturvidenskab, fysik og akustik.

Gennem matematikkens historie har matematikere fundet inspiration i musikalske fænomenener som undersøgelsesfelter. Der har særligt været fokuseret på musikalske stemningssystemer og produktion af musikinstrumenter, da disse felter konstant har været under udvikling med nye teorier. Det har først og fremmest været matematikere og fysikere med interesse for musik samt instrumentmagere, der har beskæftiget sig med musik på et naturvidenskabeligt niveau og ikke så meget udøvende musikere. En musikere, der beskæftiger sig med matematik uden at have en naturvidenskabelig baggrund, har været mere sjælden.

Mens musik har været et fascinerende felt for matematikere at udforske, har musikere været mere tiltrukket af mulighederne for at inkorporere matematiske koncepter i kompositioner og analyser. Mange af de fundamentale parametre inden for musik kan beskrives med begreber fra matematikkens verden. Derved kan matematisk teori bruges til at undersøge, beskrive og generere musik.

Den videnskabelige tilgang til musik, når matematik bruges som indgangsvinkel og hjælpeværktøj, er i høj grad præget af at være naturvidenskabelig og positivistisk, hvor man skaffer sig viden ud fra, hvad man med ens sanser kan iagttage, eller hvordan man ved brug af logisk tankegang og argumentation kan regne sammenhænge ud.

Der er en trang til at gøre musikteori naturvidenskabelig for at skabe et objektivt og sandfærdigt fundament til teoretiske antagelser (Sayrs og Proctor, 2007), men samtidig er visse kriterier, som oftest opfattes objektive, i virkeligheden subjektivt bestemt (Manns, 2007). I relevans til dette projekt kan kammertonen med et svingningstal på 440 Hz nævnes som et eksempel. Umiddelbart virker dette som et meget objektivt kriterium, hvor fysik, matematik og musik forenes, men tidligere i historien har kammertonen haft et væsentlig lavere svingningstal. Udviklingen af instrumenter har gennem historien påvirket tonehøjden af kammertonen, men denne er ikke blevet hævet naturligt af sig selv. Derimod er det subjektive valg blevet truffet af musikere og komponister i samarbejde med instrumentmagere, da udviklingen har gjort, at en ændring af kammertonen er blevet fundet mere passende for det musikalske udtryk og mere tilfredsstillende for ørerne. Generelt er studiet af tonehøjde præget af forskellige diskurser, som forholder sig forskellige til emnet i forhold til analysemetode og tidsperiode (Broman, 2007).

I dette projekt er sammenkoblingen af musik og matematik primært brugt som et deskriptivt værktøj til at beskrive og forklare det problemfelt, som præsenteres i næste afsnit.

1.3 Problemfelt

Problemfeltet, som jeg har valgt at beskæftige mig med i dette projekt, er stemningssystemer. Første gang, jeg stiftede bekendtskab med stemningssystemer som problemfelt,

var i 10. klasse, hvor jeg som obligatorisk selvvalgt opgave arbejdede med klaverets udvikling i historisk perspektiv samt med Johann Sebastian Bach som komponist med fokus på værket Das Wohltemperierte Klavier's indvirkning på udviklingen af stemningen af klaveret. Siden da har det fascineret mig, hvordan man på forskellig vis har forsøgt at stemme musikinstrumenter rene, men at det aldrig er muligt uden at lave et eller andet form for kompromis.

Et stemningssystem angiver groft sagt, hvilke toner der inden for systemet antages at være rigtige og rene. De fleste stemningssystemer er enten udformet på baggrund af matematiske antagelser eller kan beskrives matematisk, hvilket gør det oplagt at benytte matematik som hjælpeværktøj i dette musikprojekt. Samtidig kan matematik også bruges til at forklare nogle af de problemstillinger, der opstår ved stemningssystemer.

Prioriteringen af kriterier gældende for stemningssystemer adskiller sig meget ved forskellige musikkulturer, men også inden for den sammen musikkultur er der stor forskel i, hvilke kvaliteter der prioriteres. Overordnet kan et stemningssystem kategoriseres efter 5 kriterier, som bliver gennemgået i kapitel 2.

I min søgen efter viden inden for emnet stemningssystemer har jeg kort beskæftiget mig med musikkulturer for hele verden og deres forskellige stemningssystemer, men jeg har ret tidlig i processen valgt at fokusere på den vestlige kulturs stemningssystemer i dette projekt. Ved den vestlige kulturs stemningssystemer er problemfeltet særligt, at alle intervaller ikke kan være rene samtidig. Som udgangspunkt består et stemningssystem af en mængde af diskrete toner. Da nogle instrumenter, så som klavaturinstrumenter, kun har mulighed for at frembringe et endelige antal toner inden for en oktav, opstår der en problemstilling, idet nogle stemningssystemer genererer en uendelig mængde af toner, hvorved man må til at vælge hvilke toner, der skal bruges fra stemningssystemet, så det bliver en endelig mængde. Sådanne valg giver ofte nogle fejl, også kaldet kommaer, hvor en tone afviger fra det forventede i stemningssystemet.

Da jeg læste artiklen af Howard (2007), blev jeg opmærksom på et andet problem, som er opstået omkring stemningssystemer i den vestlige musikkultur. I dag bruges det ligesvævende stemningssystem som standart blandt mange musikere, hvilket gør, at dette tempererede stemningssystem bliver betragtet som synonym med rene toner i nuværende musikpraksis på trods af, at tonerne faktisk bevidst er stemt falsk. Hvis man spiller på et instrument uden faste toner, er der mulighed for at bruge det rene intonation stemningssystem, hvor tonerne faktisk er rene, men da det ligesvævende stemningssystem er blevet standart, kan man ved sammenligning mellem stemningssystemerne blive beskyldt for at spille falsk, når man faktisk spiller rent. Denne problemstilling har gjort, at jeg primært har valgt at fokusere mit speciale på det rene intonation stemningssystem og det ligesvævende stemningssystem. Yderlig har jeg valgt at fokusere på problemstillingen vedrørende, om instrumenter uden faste toner har større mulighed for at spille rent i samspil med andre, end instrumenter med et fast antal toner og uden mulighed for at ændre stemning undervejs i et musikstykke, hvilket har ledt til følgende problemformulering.

1.3.1 Problemformulering

Er det muligt for et instrument uden nogen form for faste toner (f.eks. sangstemmen) at være mere rent end henholdsvis det rene intonation stemningssystem og det lige-svævende stemningssystem for fast stemte instrumenter ved at ændre eller tilpasse intonationen for hver tone ud fra enten et vertikalt eller horisontalt fokus? Samt giver det vertikale eller horisontale fokus den bedste mulighed for rene toner?

1.4 Metodeovervejelser

I forhold til besvarelse af min problemformulering har jeg valgt at arbejde med en teoretisk tilgang til problemstillingen. Som instrument har jeg valgt at arbejde med sangstemmen, da der med dette instrument er fuld frihed i forhold til intonation. Af empiri har jeg udvalgt to salmer i koralsats for SATB-kor, hvormed jeg påtænker at foretage et teoretisk eksperiment. Eksperimentet skal forsøge at give svar på problemformuleringen ved udregninger af de forventede frekvenser ved forskellige fastsatte regler. Af regler påtænker jeg:

1. En frekvensanalyse, hvor fokus er på vertikal intonation, så intervallerne inden for hver stemme altid skal være teoretisk rene.
2. En frekvensanalyse, hvor fokus er på horizontal intonation, så intervallerne inden for hver akkord altid skal være teoretisk rene.
3. En frekvensanalyse, hvor udgangspunktet er det rene intonering stemningssystem i den givne toneart for et fast antal toner.
4. En frekvensanalyse, hvor udgangspunktet er det 12-tone ligesvævende stemningssystem.

Disse frekvensanalyser vil danne grundlag for at kunne sammenligne renheden af intervallerne i salmerne både melodisk og harmonisk, ud fra de forskellige stemnings-systemer eller intonationsstrategier, der testes. Derved vil der være mulighed for at bestemme, hvilken intonationsstrategi eller stemningssystem som overordnet frembringer de reneste intervaller.

Projektet her er af ren teoretisk karakter, hvilket er et bevidst valg, idet jeg har ønsket at undersøge de ideelle tilfælde for forhåbentlig at kunne komme frem til et generelt gældende svar på min problemformulering, som så senere hen kan undersøges og eksperimenteres med for at se, om der er sammenhæng mellem det teoretiske tilfælde og tilfældet, hvor teorien kommer til udfoldelse i praksis. I kapitel 6 vil jeg vende tilbage til at diskutere valget af den teoretiske tilgang til kandidatspecialen, samt hvordan tilgangen ellers kunne have været, og hvad der yderlig kan gøres for at arbejde videre med problemformuleringen.

I de næste kapitler vil jeg præsentere den teori, som ligger til grund for min analyse.

2. Stemningssystemer

I dette kapitel præsenteres forskellige teorier vedrørende stemningssystemer. Først forklares teorien ud fra en generel tilgang til, hvad der forstås ved et stemningssystem. Derefter fokuseres der på enkelte udvalgte stemningssystemer, som er vigtige i forhold til den senere analyse. Tilgangen til teorien vil være matematisk og omhandle forskellige problemstillinger ved stemningssystemerne. Fordeler og ulemper ved de forskellige stemningssystemer vil blive gennemgået.

Kapitlet bygger generelt på Benson (2008), Bibby (2003), Liern (2005) og Loy (2007). Derudover vil der i løbet af kapitlet være enkelte særskilte kildeangivelser, hvor jeg finder det nødvendigt.

Et stemningssystem er meget groft sagt en udvalgt diskret mængde af toner, der bruges til at spille musik. Med dette menes, at der blandt alle muligheder af lydfrekvenser vælges en delmængde af frekvenser. Denne delmængde af frekvenser udvælges ud fra forskellige kriterier alt efter, hvilket stemningssystem der er tale om.

I forbindelse med stemningssystemer kan man tale udvælgelse af både frekvenser og tonehøjder, hvor frekvens er udtryk for det fysiske mål af vibrationer per sekund, som angives i enheden Hz, mens tonehøjde er den tilsvarende perceptuelle oplevelse af frekvens. Hvor tonehøjde er begrænset til lyde inden for området af den menneskelig hørelse, kan frekvens antage alle positive værdier \mathbb{R}^+ . Det betyder, at selvom et stemningssystem teoretisk set er en delmængde af hele \mathbb{R}^+ , skal der i praksis tages hensyn til hørelsесområdet for mennesker.

Der gælder, at enhver musiktone har en grundfrekvens. Ud fra denne grundfrekvens er det muligt at beskrive et interval mellem to toner med deres frekvensforholdstal.

Definition 2.1 (Frekvensforholdstal). For to toner med grundfrekvens henholdsvis f_1 og f_2 er frekvensforholdstallet mellem disse defineret ved

$$I(f_1; f_2) := \frac{f_1}{f_2}$$

Når man sammenligner to toner i et interval, er det mest betydningsbærende ikke, hvilke grundfrekvenser tonerne konkret har, men derimod er rationen mellem deres frekvenser, hvilket frekvensforholdstallet beskriver det vigtigste. Dette skyldes, at vi opfatter et given interval ens, uanset i hvilket frekvensområde intervallet er i. Derfor er det en fordel at udtrykke frekvensforholdstallet med lavest mulig tæller og nævner, hvorved intervallet mellem to toner kan beskrives, uden de aktuelle frekvenser er involverede.

Siden antikken er de fleste stemningssystemer blevet fremstillet ved brug af matematisk argumentation (Liern, 2005). Matematik er blevet brugt til at forklare de

problemstiller, der er i forbindelse stemningssystemer og stemning af instrumenter samt til at finde løsningsforslag i form af forskellige nye stemningssystemer. Gennem historien er stemningssystemer et resultat for forskellige kompromiser. Polansky et al. (2009) har samlet fem forskellige kriterier, som de fleste stemningssystemer kan beskrives ved, og som ved hvert stemningssystem bliver prioriteret i højere eller lavere grad, da det ikke er muligt at opfylde alle kriterier på samme tid.

Tonehøjdemængde Et musikinstrument kan producere en endelig mængde af (diskrete) toner, der hver har sin egen præcise frekvens. Tonehøjdemængden angiver brugen af et fast antal toner i stemningssystemet og som konsekvens heraf ogsåså, at der bruges et bestemt antal intervaller.

Gentagelsesfaktor er brugen af en modulus for selve stemningssystemet og for skalaer generet i stemningssystemet. I den vestlige musikkultur er oktaven fast brugt som gentagelsesfaktor.

Intervaller er hvilke ideal intervaller et stemningssystem bygger på/eller indeholder. Der kan være tale om et enkelt ideal interval eller en mængde af ideal intervaller, der oftest er defineret i form af frekvensforholdstallene, som beskriver intervallerne.

Hierarki omhandler rangeringen og prioriteringen af, hvor vigtig nøjagtigheden af stemningssystemets intervaller er i forhold til ideal intervallerne.

Toneart betegner vigtigheden af skalaer startende på forskellige toner i stemningssystemet og muligheden for at modulere inden for stemningssystemet.

Det simpleste interval er i principippet unison, og dette interval har frekvensforholdstallet $1 : 1$, men i forhold til stemningssystemer er dette interval trivielt. Derefter er det næst simpleste frekvensforhold $2 : 1$, som er gældende for oktaven. I forhold til vores hørelse er unison og oktav intervaller som er særlig fremtrædende. Unison har den musikalske kvalitet af identitet, mens oktaven har den musikalske kvalitet af ækvivalens. Oprindelsen for disse to intervaller stammer fra forhistoriske forsøg på sang i grupper (Bibby, 2003). Kvinder og børn har sunget sammen i unison, og det samme har mænd, mens i blandende grupper af mænd og kvinder eller børn har man sunget i oktavafstand på grund af forskellen i stemmeambitus.

Definition 2.2 (Ækvivalensklasse). En partition af en mængde X er en mængde af ikke-tomme delmængder af X sådan, at ethvert element $x \in X$ er i en og kun en af disse delmængder. Delmængderne i en partition kaldes ækvivalensklasser. (Lindley og Turner-Smith, 1993)

Inden for musikkens verden er tonehøjdemængder så som $\{C, D, E, F, G, A, H\}$ en partition af mængden af toner, der kan spilles på et instrument. Sådanne ækvivalensklasser kaldes for faktorklasser af den originale mængde, da der inden for hver ækvivalensklasse er multipliceret med en faktor i forhold til, hvad der oprindeligt adskilte dens elementer.

Algebraiske egenskaber ved ækvivalensklasser sammen med, at der i vestlig musikkultur er oktavækvivalens, gør, at det for en given fast tone f_0 er tilstrækkeligt at analysere stemningssystemet inden for intervallet $[f_0, 2f_0[$. Internationalt er kamertonen bestemt til at være tonen A med frekvens 440 Hz, men uden tab af generealitet og for enkelthed er det tilstrækkeligt at antage, at $f_0 = 1$ og at arbejde inden for intervallet $[1, 2[$.

Udfordringen er derfor at bestemme, hvordan frekvensforholdstallene skal være for de toner, som ligger indenfor oktaven. Fra et matematisk synspunkt kan disse toner vælges vilkårlig, men tonerne skal opfyldte at være konsonerende ud fra et psykologisk kriterium. Konsonans er både et psykologisk og et fysisk kriterium, idet to toner er konsonerende ud fra et psykologisk synspunkt, hvis de lyder behageligt i samklang. Fysisk viser det sig, at konsonans opstår, når frekvensforholdstallet for to toner har en ratio bestående af lave heltal, hvilket er ensbetydende med simpel. Det gælder, at jo simpelere ratio jo mere konsonerende er tonerne. Det viser sig, at menneske ørets tolerance gør det muligt at afvige fra det fysiske kriterium om konsonans, men stadigvæk opfylder den psykologiske, hvilket uddybes i kapitel 3.

Generelt kan et stemningssystem beskrives på følgende måde.

Definition 2.3 (Stemningssystem 1). Lad f_2/f_1 være et interval og $\lambda = \log_2\left(\frac{f_2}{f_1}\right)$. Mængden

$$S_\lambda := \{2^{c_n} \mid c_n = \lambda \cdot n - \lfloor \lambda \cdot n \rfloor, \quad n \in \mathbb{Z}\} \subset [1, 2[\quad (2.1)$$

kaldes stemningssystemet generet af λ . (Liern, 2005)

Nogle stemningssystemer er generet af mere end ét interval og i sådanne tilfælde udvides definitionen af et stemningssystem til følgende:

Definition 2.4 (Stemningssystem 2). Lad $\Lambda = \{\lambda_i\}_{i=1}^k \subset [0, 1[$ og en familie af funktioner $f_i : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$, $i = 1, 2, \dots, k$. Mængden

$$S_\Lambda^\mathcal{F} := \{2^{c_n} \mid c_n = \sum_{i=1}^k \lambda_i \cdot f_i(n) - \lfloor \sum_{i=1}^k \lambda_i \cdot f_i(n) \rfloor, \quad n \in \mathbb{Z}\} \subset [1, 2[\quad (2.2)$$

kaldes stemningssystemet generet af $\{\lambda_i\}_{i=1}^k$ og $\mathcal{F} = \{f_i\}_{i=1}^k$. (Liern, 2005)

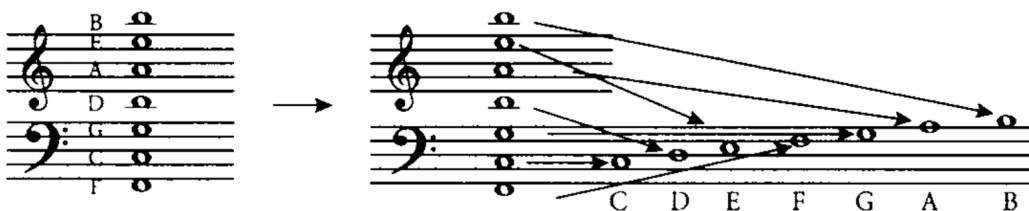
Hvis alle toners frekvensforholdstal i stemningssystemet er rationelle tal kaldes stemningssystemet et rent system, hvorimod hvis nogle toner har frekvensforholdstal, som er irrationelle, kaldes stemningssystemet tempereret.

2.1 Pythagoræisk stemning

Den ældste måde at konstruere en skala på er med det pythagoræiske stemningssystem. Selve stemningssystemet er ældre end Pythagoras, men det er opkaldt efter grækeren, da han associeres med den teoretisk matematiske forklaring bag stemningssystemet. Det pythagoræiske stemningssystem bygger udelukkende på frekvensforholdene $2 : 1$ og $3 : 1$ i kombination.

Betrægt en vibrerende streng med frekvens t . Samme streng kan også vibrere med den dobbelte frekvens $2t$. Intervallet mellem de to toner er en oktav, hvor frekvensforholdstallet har en ratio på $2t : t$ eller $2 : 1$. Hvis strengen i stedet vibrerer 3 gange hurtigere end den oprindelige frekvens, vil tonen, der fremkommer, have en frekvens på $3t$. Intervallet mellem tonerne med frekvenser $3t$ og $2t$ har en ratio på $3 : 2$. Tonen en oktav under $3t$ har frekvens $\frac{3}{2}t$ og ligger mellem tonerne med frekvens henholdsvis t og $2t$. Derved har vi nu en skala bestående af tre toner med frekvenser $t, \frac{3}{2}t, 2t$ (unison, kvint, oktav), hvorudfra der kan dannes flere nye toner.

Den pythagoræiske skala dannes herefter som en følge af kvinter, der efterfølgende oktaveres så tonerne kommer til at ligge inden for samme oktav, hvilket vises på figur 2.1.



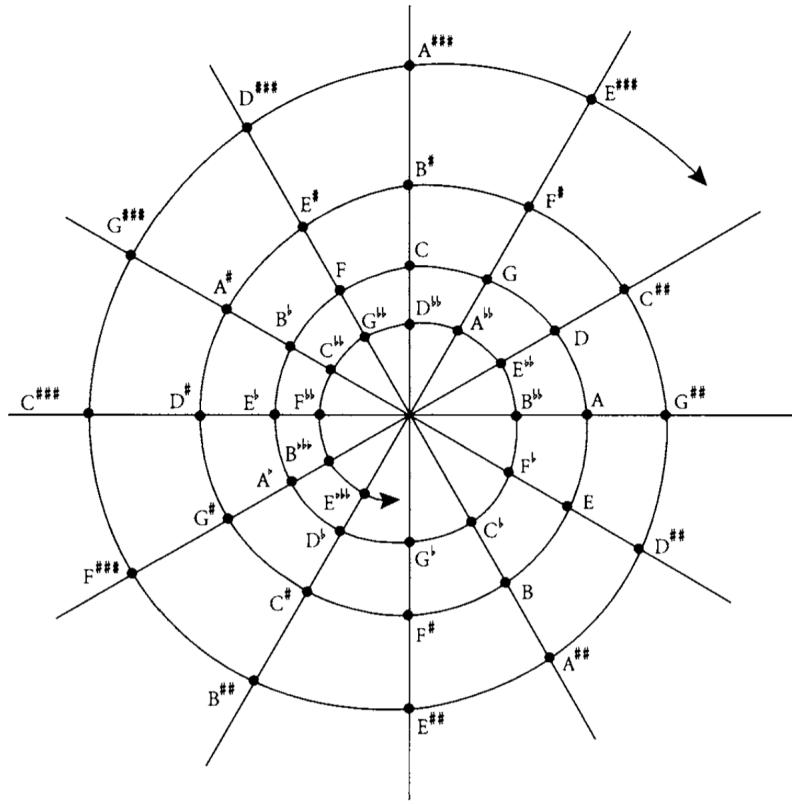
Figur 2.1: Generering af den pythagoræiske skala (Bibby, 2003).

Sammen med fremkomsten af nye toner i skalaen opstår også nye intervaller, hvor alle frekvensforholdstalsratioer kan udtrykkes ved $\{2^p \cdot 3^q \mid p, q \in \mathbb{Z}\}$. Frekvensforholdstalene for durskalaen i det pythagoræiske stemningssystem ses på figur 2.2.

Tonenavn	C	D	E	F	G	A	H	C'
Frekvens	$\frac{1}{1}t$	$\frac{9}{8}t$	$\frac{81}{64}t$	$\frac{4}{3}t$	$\frac{3}{2}t$	$\frac{27}{16}t$	$\frac{243}{128}t$	$\frac{2}{1}t$
$2^p \cdot 3^q$	1	$\frac{3^2}{2^3}$	$\frac{3^4}{2^6}$	$\frac{2^3}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3^3}{2^4}$	$\frac{3^5}{2^7}$	2
Interval	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{256}{243}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{256}{243}$	

Figur 2.2: Ud fra tonen C som grundtone fås følgende pythagoræiske skala (Bibby, 2003).

Processen med at genere nye toner i forhold til det pythagoræiske stemningssystem kan gentages i det uendelige, og herved viser problemet med stemningssystemet sig. Alle nye toner vil være unikke. Selvom tonerne F^\sharp og G^\flat på f.eks. klaveret er enharmoniske, vil disse toner inden for den pythagoræiske stemning være forskellige. Ud fra tonen C som grundfrekvens vil F^\sharp have en frekvens på $\frac{3^6}{2^9}$, mens G^\flat vil have en frekvens på $\frac{2^{10}}{3^6}$. Dette betyder, at G^\flat er lavere end F^\sharp , da $\frac{2^{10}}{3^6} < \frac{3^6}{2^9}$. Forskellen mellem de to toner er på $\frac{3^{12}}{2^{19}} \approx \frac{74}{73} \approx 1,014$ som også kaldes det pythagoræiske komma. Dette frekvensforholdstal vil være mellem alle toner, der på klaveret er enharmoniske, som vises på figur 2.3. Figuren illustrerer også problemet med, at der i det pythagoræiske stemningssystem dannes et uendeligt antal toner.



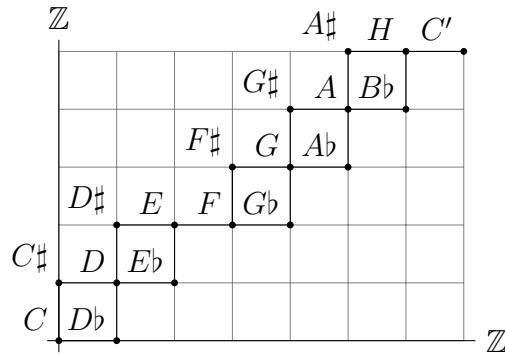
Figur 2.3: Spiral af pythagoræiske kvinter (Bibby, 2003).

Det pythagoræiske stemmingssystem kan matematisk udtrykkes i forhold til definition 2.3 på følgende vis.

$$S_\lambda := \{2^{c_n} \mid c_n = n \log_2 \left(\frac{3}{2}\right) - \lfloor n \log_2 \left(\frac{3}{2}\right) \rfloor, \quad n \in \mathbb{Z}\} \quad (2.3)$$

hvor $\lambda = \log_2 \left(\frac{3}{2}\right)$ og $f = n$.

En visuel måde at præsentere det pythagoræiske stemmingssystem er som på figur 2.4, hvor stemmingssystemets toner er præsenteret i et katesisk koordinatsystem.



Figur 2.4: Geometrisk fortolkning af pythagoræiske stemming (Haluska, 2000).

2.2 Ren intonation

Et andet problem med det pythagoræiske stemningssystem er, at en del af intervallerne langt fra opfylder det fysiske krav om konsonans med simple frekvensforholdstal. I den tidlige renæssance begyndte dette problem at blive tydelig, da udviklingen i musikken blev mere polyfonisk, og samklingende tertser og sekster blev mere normale (Bibby, 2003).

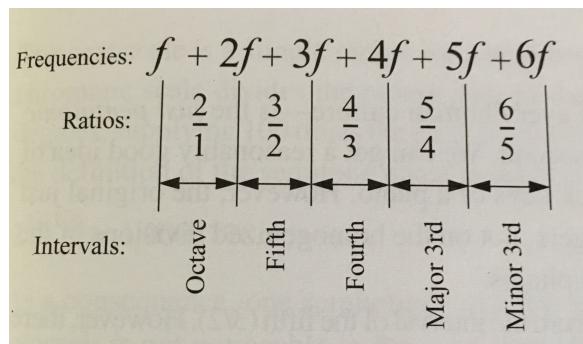
I løbet af 1500-tallet var der forskellige forsøg på at modifcere den pythagoræiske skala, hvor Gioseffe Zarlino i 1558 formaliserede forsøgene ved at foreslå $6 : 5 : 4$ som frekvensforholdstal for kvinten, tertsen og unison. Derved blev den store terts en lille smule lavere fra $\frac{81}{64} \approx \frac{80}{64} = \frac{5}{4}$, og den lille terts har frekvensforholdstal $\frac{6}{5}$. Det stemningssystem, Zarlino kom frem med, kaldes ren intonation, og frekvensforholdstallene for durskalaen kan angives som på figur 2.5.

Tonenavn	C	D	E	F	G	A	H	C'
Frekvens	$\frac{1}{1}t$	$\frac{9}{8}t$	$\frac{5}{4}t$	$\frac{4}{3}t$	$\frac{3}{2}t$	$\frac{5}{3}t$	$\frac{15}{8}t$	$\frac{2}{1}t$
$2^p \cdot 3^q \cdot 5^r$	1	$\frac{3^2}{2^3}$	$\frac{5}{2^2}$	$\frac{2^3}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{3 \cdot 5}{2^3}$	2
Interval	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	

Figur 2.5: Ud fra tonen C som grundtone fås følgende ren intonation skala (Bibby, 2003).

Alle frekvensforholdstal i stemningssystemet ren intonation kan udtrykkes ved $\{2p \cdot 3^q \cdot 5^r | p, q, r \in \mathbb{Z}\}$.

Den rene intonation skala har modsat den pythagoræiske skala to forskellige størrelse heltoner. Heltonen fra det pythagoræiske stemningssystem med frekvensforholdstal $\frac{9}{8}$ går igen i det rene intonation stemningssystem (stor heltone), men også en ny mindre heltone fremkommer med frekvensforholdstal $\frac{10}{9}$ (lille heltone). Frekvensforholdstallet mellem disse to interaller $\frac{9}{8} : \frac{10}{9} = \frac{81}{80} = 1.0125$ kaldes det syntoniske komma.



Figur 2.6: Overtonerækvenser og interaller (Loy, 2007).

Fordelen ved det rene intonation stemningssystem er, at alle frekvensforholdstal findes naturligt i overtonerækken. Figur 2.6 viser sammenhængen mellem overtonernes frekvenser, deres frekvensforholdstal og interallerne mellem de fem første overtonerne. Tonerne i overtonerækken passer også ind i den rene intonation stemningssystem

med nogle få undtagelser. Partialtone nummer 7, 11 og 13 (markeret med stjerner i figur 2.7) er falske i forhold til både det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem. I praktisk indpasses tonerne i ren intonation ved, at den 7. partialtone hæves til $B\flat$, og den 11. partialtone sænkes til F .



Figur 2.7: Overtonerækken ud fra C som grundtone (Bibby, 2003).

Inden for en enkelt toneart er det rene intonation stemningssystem en væsentlig forbedring af konsonans i forhold til det pythagoræiske stemningssystem. Det interval i C-dur skalaen, som er mindst konsonerende i den rene intonation, er intervallet mellem D og A. Dette interval har et frekvensforholdstal på $\frac{5}{3} : \frac{9}{8} = \frac{40}{27} \approx 1,4815$, hvilket er lavere, end man kunne forvente af en kvint. Denne kvint kaldes en syntonisk kvint og giver problemer, når man vil transponere den rene intonation skala.

Transponerer man C-dur skalaen en kvint op, fremkommer to nye toner. H bliver til $F\sharp$ som ved det pythagoræiske stemningssystem. Derudover bliver D til A , som ligger et syntonisk komma højere end A i C-dur. Dette skyldes, at intervallet mellem G og A er en lille heltone i C-dur men en stor heltone i G-dur. Generelt gælder det, at der for hver modulation i kvintafstand væk fra C-dur kommer to nye toner. For fast stemte instrumenter er det derved en større udfordring at transponere inden for det rene intonation stemningssystem end det pythagoræiske stemningssystem.

Matematisk kan det rene intonation stemningssystem beskrives ved definition 2.4 på følgende vis

$$S_{\lambda_1, \lambda_2}^{f_1, f_2} := \left\{ 2^{c_n} \mid c_n = \sum_{i=1}^2 \lambda_i \cdot f_i(n) - \left\lfloor \sum_{i=1}^2 \lambda_i \cdot f_i(n) \right\rfloor, \quad n \in \mathbb{Z} \right\} \quad (2.4)$$

hvor $\lambda_1 = \log_2 \left(\frac{3}{2} \right)$ og $\lambda_2 = \log_2 \left(\frac{5}{4} \right)$ samt $f_1(n) = n - 4f_2(n)$ og $f_2(n) = \lfloor \frac{n+1}{7} \rfloor + \lfloor \frac{n+4}{7} \rfloor$

I stedet for at analysere et stemningssystem i forhold til intervallet $[f_0, 2f_0[$ er det blandt musikere også meget brugt at danne en kvintcirkel af stemningssystemets toner, hvor tonerne er repræsenteret som punkter på cirklens omkreds. En sådan kvintcirkel er ikke nødvendigvis en lukket. Matematisk set for at kunne beskæftige sig med omkreds frem for et interval $[f_0, 2f_0[,$ betragtes funktionen $\phi : \mathbb{Z} \times S^1 \rightarrow S^1$ givet ved $\phi(n, \theta) = \theta + 2\pi c_n$, $n \in \mathbb{Z}$, hvor $S^1 = \{\theta \mid \theta \in [0, 2\pi]\}$ og $\{c_n\}_{n \in \mathbb{Z}}$ er følgen af eksponenter fra ligning 2.1 og ligning 2.2. Følgen $\{\phi(n, 0)\}_{n \in \mathbb{Z}}$ er ækvivalent med S_Λ^F fra definition 2.4.

Ved en analyse af det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem i forhold til en kvintcirkel og derved omkredsen af S^1 fås for alle $\theta \in S^1$, at $\{\theta + 2\pi c_n\}$ er tæt i S^1 . Dette skyldes, at de generende intervaller $\{\lambda_i\}_{i=1}^k$ i definition 2.3 og definition 2.4 er irrationelle. På baggrund af tætheden i S^1 gælder følgende:

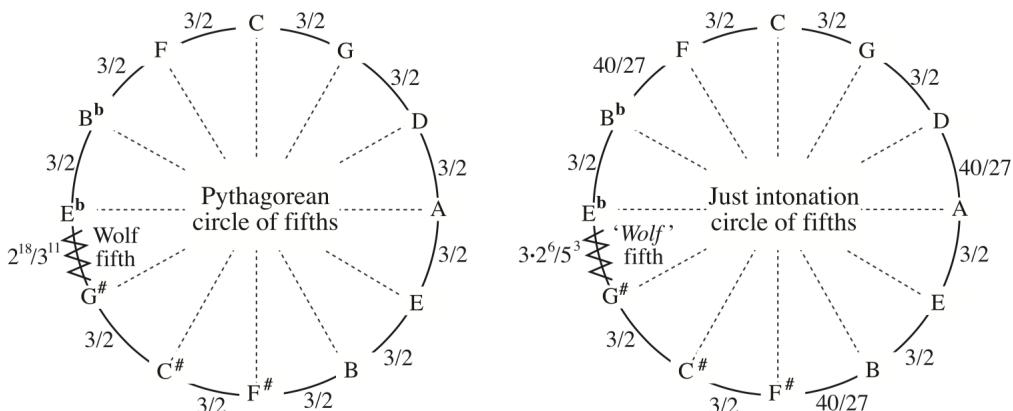
Proposition 2.5. Lad $\{c_n\}_{n \in \mathbb{Z}}$ være følgen af eksponenter i ligning 2.3 og ligning 2.4

- a) For $n, m \in \mathbb{Z}$ sådan, at $n \neq m$ gælder, at $\theta + 2\pi c_n \neq \theta + 2\pi c_m$
- b) Givet $\theta_0, \theta_1 \in S^1$ sådan, at $\theta \notin \{\theta_0 + 2\pi c_n\}_{n \in \mathbb{Z}}$ så gælder
 $\{\theta_0 + 2\pi c_n\}_{n \in \mathbb{Z}} \cap \{\theta_1 + 2\pi c_n\}_{n \in \mathbb{Z}} = \emptyset$

(Liern, 2005)

Proposition 2.5 beskriver matematisk to ulemper ved det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem. Punkt a) beskriver, at kvintcirklen ved disse to stemningssystemer ikke er lukket, så for at få et endeligt antal toner i oktaven er yderlig kriterier for udvælgelsen af toner nødvendigt. Ifølge punkt b) vil en musikkvens, som er ren i forhold til det pågældende stemningssystem, ikke nødvendigvis fortsat være ren, hvis sekvensen transponeres.

For at skabe en lukket kvintcirkel for det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem er det nødvendigt at gå på kompromis med frekvens-forholdstallet for nogle kvinter, hvilket er vist i figur 2.8.



Figur 2.8: Lukkede kvintcirkel for henholdsvis det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem (Liern, 2015).

2.3 Ligesvævende stemning

Den musikalske udvikling af instrumenter og kompositionsstile gjorde, at der fra begyndelsen af 1700-tallet blandt komponister og musikere kom en efterspørgelse for muligheden til at kunne transponere frit til alle tonearter uden, at nogle lyder mere rene eller falske end andre (Bibby, 2003). Det var særligt ved instrumenter med en fastholdt stemning såsom orgel og klaver, at dette problem var størst. Igennem tiden har der været mange forskellige løsningsforslag i form af tempererede stemningssystemer, hvor det 12-tone ligesvævende stemningssystem i dag er det mest fremtrædende i vestlig musikkultur. Tempererede stemningssystemer er approksimationer af rene stemningssystemer, hvor fokus er at forsøge at undgå de problemstillinger, som er beskrevet i proposition 2.5. Ligesvævende stemningssystemer er cykliske tempererede

stemningssystemer, hvor oktaven inddeltes i lige store dele, og alle toner kan generes med et basisinterval.

Allerede i 1581 foreslog Vincenzo Galilei et tempereret stemningssystem, hvor oktaven er inddelt i 12 lige store halvtoner og $\frac{18}{17}$ er brugt som frekvensforholdstal for det genererende interval. Problemet med dette forslag er, at $(\frac{18}{17})^{12} \approx 1.9855 < 2$ og $(\frac{18}{17})^7 \approx 1.4919 < \frac{3}{2}$. Altså er hverken oktaven eller kvinten helt rene i dette stemningssystem, men derimod lidt for lave. Dette gør også, at stemningssystemet ikke er cyklist.

Simon Stevin (1548-1620) tilskrives at have opfundet det 12-tone ligesvævende stemningssystem (Bibby, 2003). Han foreslog at bruge intervallet med frekvensforholdstal $\sqrt[12]{2}$, som genererende interval til et ligesvævende stemningssystem. Ved dette får oktaven frekvensforholdstallet $(\sqrt[12]{2})^{12} = 2$ og er ren, mens kvinten får frekvensforholdstallet $(\sqrt[12]{2})^7 \approx 1.4983$, hvilket er lidt for lavt, men en forbedring i forhold til Galileis forslag til et tempereret stemningssystem.

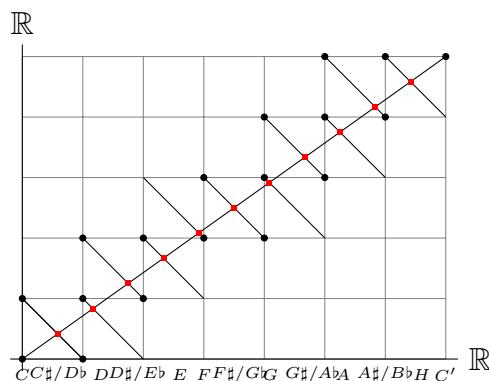
Generelt gælder, at givet $q \in \mathbb{N}$, så er de ligesvævende frekvensforholdstal givet ved $T^q := \{2^{k/q}\}_{k=0}^{q-1}$. Skal T^q udtrykkes som i definition 2.3 er det tilstrækkeligt at tage højde for, at givet $q \in \mathbb{N}$ så vil $T^q = S_{p/q}$ for alle $p \in \mathbb{N}$, hvor $\gcd(p; q) = 1$ og $p < q$ gælder. Dermed kan T^{12} angives i forhold til definition 2.3 som

$$S_{7/12} := \{2^{c_n} \mid c_n = n \frac{7}{12} - \lfloor n \frac{7}{12} \rfloor, \quad n \in \mathbb{Z}\} \quad (2.5)$$

hvor $\lambda = \frac{7}{12}$ og $f = n$.

Sammenlignes ligning 2.5 med definitionen af det pythagoræiske stemningssystem, som angivet i ligning 2.3, kan man se, at det 12-tone ligesvævende stemningssystem er en approksimation af den pythagoræiske stemningssystem, idet $\frac{7}{12}$ ifølge Scully (2008) er en kædebrøksapproksimation af $\log_2(\frac{3}{2})$, og definitionerne derudover er ens.

Grafisk kan approksimationen af det pythagoræiske stemningssystem til det ligesvævende stemningssystem vises som på figur 2.9.



Figur 2.9: Geometrisk fortolkning af ligesvævende stemning (Haluska, 2000).

I det 12-tone ligesvævende stemningssystem kan durskalaen angives med frekvensforholdstal vist på figur 2.10.

Tonenavn	C	D	E	F	G	A	H	C'
Frekvens	$1t$	$1,122t$	$1,260t$	$1,335t$	$1,498t$	$1,681t$	$1,888t$	$2t$
$2^{p/12}$	$2^{0/12}$	$2^{2/12}$	$2^{4/12}$	$2^{5/12}$	$2^{7/12}$	$2^{9/12}$	$2^{11/12}$	$2^{12/12}$

Figur 2.10: Ud fra tonen C som grundtone fås følgende ligesvævende skala (Bibby, 2003).

Fordelene ved det ligesvævende stemningssystem bliver tydelige ved transponering til en anden toneart. Som ved det pythagoræiske stemningssystem fremkommer der en ny tone, hver gang man transponerer en kvint væk fra C-dur. De nye toner i det ligesvævende stemningssystem ligger symmetrisk mellem to toner fra den oprindelige C-durskala. Derved bliver tonerne F♯ og G♭ enharmoniske og del af samme ækvivalensklasse. Det pythagoræiske komma er blevet elimineret, hvorved alle tonearter har sammen frekvensforholdstal mellem tonerne og lyder ens. Antallet af toner, som kan genereres i det ligesvævende stemningssystem, er en endelig mængde.

Set fra et matematisk synspunkt er det paradoksligt, at et irrationelt tal som $\sqrt[12]{2}$ bruges som frekvensforholdstal til at genererer konsonerende intervaller, når den fysiske definition på konsonans er simple rationelle frekvensforholdstal. Dette leder videre til næste kapitel, hvor opfattelsen af renhed af intervaller vil blive behandlet.

3. Renhed af intervaller

Indtil videre er det blevet taget som en selvfølge, hvordan man ud fra frekvensforholdstal regner intervaller ud. Jeg vil derfor i dette kapitel uddybe det matematiske aspekt ved intervaller og deres frekvensforholdstal. Derudover vil jeg i kapitlet præsentere teorier omhandlende opfattelsen af renhed af intervaller.

Givet en referencefrekvens f_0 er det muligt at bestemme frekvensen af en anden tone f_x i forhold til intervallet mellem f_0 og f_x . Oktavækvivalensen i de præsenterede stemningssystemer gør, at oktaven er et særligt vigtigt interval.

Definition 3.1 (Oktav). Frekvensen af en tone f_x i oktavafstand til en referencefrekvens f_0 bestemmes ved

$$f_x = f_R \cdot 2^x \quad x \in \mathbb{Z} \quad (\text{Loy, 2007})$$

Helt generelt for alle intervaller gælder følgende definition:

Definition 3.2 (Arbitrær interval). Frekvensen af en tone med et arbitrær interval x i forhold til en referencefrekvens f_0 bestemmes ved

$$f_x = f_R \cdot 2^x \quad x \in \mathbb{R} \quad (\text{Loy, 2007})$$

Hvis $0 \leq x \leq 1$ vil frekvensen være inden for den første oktav over f_0 .

Er ønsket at bestemme frekvensen af en bestemt tone i forhold til en referencefrekvens gøres dette ved at følge nedenstående tre trin.

1. Start med at bestemme referencefrekvensen f_0
2. Find frem til det teoretiske frekvensforholdstal $I(f_x; f_0)$ mellem den ønskede tone f_x og referencefrekvensen f_0 angivet inden for samme oktav
3. Bestem antal oktaver v mellem den ønskede tone f_x og referencefrekvensen f_0 .

Sammensat kan de tre trin beskrives i en samlet formel, hvorved det er muligt at bestemme frekvensen af en tone med en enkelt udregning ud fra en referencefrekvens. Dette gøres med denne formel:

$$f_{x,v} = f_0 \cdot I(f_x; f_0) \cdot 2^v \quad (3.1)$$

Hvis f.eks. $f_0=440$ Hz fås

$$F_{x,v} = f_0 \cdot I(f_x; f_0) \cdot 2^{v-4} \quad (3.2)$$

Som et specialtilfælde af ligning 3.1 kan frekvenserne i det 12-tone ligesvævende stemningssystem defineres ved:

Definition 3.3 (Ligesvævende interval). Frekvensen af det k'te ligesvævende halvtone interval inden for en oktav bestemmes ved

$$f_k = f_0 \cdot 2^{\frac{k}{12}} \quad k = \{1, 2, \dots, 11\}$$

For mere end én oktav bestemmes frekvensen ved

$$f_{k,v} = f_0 \cdot 2^{v+\frac{k}{12}} \quad k = \{1, 2, \dots, 11\}$$

(Loy, 2007)

Når man bruger de præsenterede formler til at regne på givne frekvenser, svarer det til at gå et interval op fra f_1 til f_2 til at multiplicere med det teoretiske frekvensforholdstal $I(f_2; f_1) = \frac{f_2}{f_1}$. At gå et interval ned svarer til at dividere med $I(f_2; f_1) = \frac{f_2}{f_1}$. Brøkregneregler gör så, at udregning af frekvensen af et nedadgående interval vil være det samme som at multiplicere med det omvendte frekvensforholdstal $I(f_1; f_2) = \frac{f_1}{f_2}$.

Opfattelsen af frekvenser er logaritmisk med 2 som grundtal. I nogle sammenhænge er det mere fordelagtigt at arbejde med frekvenser og intervaller som et lineært begreb, hvor enheden cent bliver brugt.

Definition 3.4 (Cent). Intervalstørrelsen mellem to toner f_1 og f_2 er i cent givet ved

$$d(f_1; f_2) = 1200 \cdot \left| \log_2 \frac{f_1}{f_2} \right|$$

(Liern, 2015)

Oktaven bliver herved inddelt i 1200 cent, og en halvtone i det ligesvævende stemningssystem svarer til 100 cent. Når man regner med cent, svarer det at gå et interval op til at addere centværdier. Det at gå et interval ned svarer til at subtrahere centværdier. Dette skyldes logaritmeregneregler.

Ud fra den fysiske definition af konsonans som værende simpleste mulige frekvensforholdstal fås, at intervallerne er rene, hvis de har frekvensforholdstal eller centværdi, som angivet i figur 3.1. Udregningen bag bestemmelsen af centværdierne for de rene intervaller ved vedlagt som figur C.11 eller figur C.21 i bilag C.

De rene intervaller er i høj grad sammenfaldende med de intervaller som findes i det rene intonation stemningssystem. Med de rene intervaller ses det, at alle omvendingsintervaller udgør en oktav (undtagen for tritonus), hvilket betyder, at det udregningsmæssig giver samme resultat, om man f.eks. først går en kvart op og efterfølgende en oktav ned, eller man går en kvint ned.

Interval	Frekvens-forholdstal	Cent
Unison	$\frac{1}{1}$	0
Lille sekund	$\frac{16}{15}$	111,7
Stor sekund	$\frac{9}{8}$	203,9
Lille terts	$\frac{6}{5}$	315,6
Stor terts	$\frac{5}{4}$	386,3
Kvart	$\frac{4}{3}$	498,0
Tritonus	$\frac{45}{32}$	590,2
Kvint	$\frac{3}{2}$	702,0
Lille sekst	$\frac{8}{5}$	813,7
Stor sekst	$\frac{5}{3}$	884,4
Lille septim	$\frac{16}{9}$	996,1
Stor septim	$\frac{15}{8}$	1088,3
Oktav	$\frac{2}{1}$	1200

Figur 3.1: De rene intervaller angivet som frekvensforholdstal og centværdi.

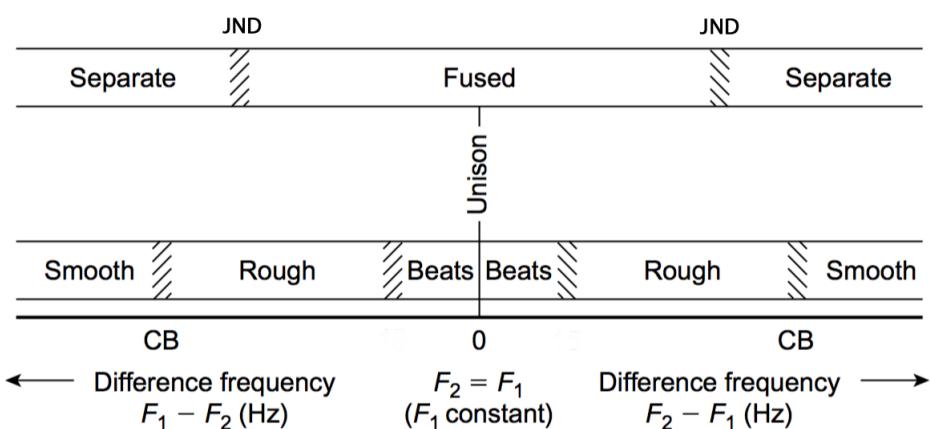
Kun et lille antal stemningssystemer fra Europa og Asien indeholder approksimationer af simple frekvensforholdstal, mens flere etnografiske musikvidenskabelige studier viser, at afrikansk, indonesisk og europæisk folkemusik signifikant afviger fra at bruge stemningssystemer med simple frekvensforholdstal. Derudover har forskellige forsøg også vist, at intervaller kan variere i forskellige performance af det samme musikstykke (Haluska, 2004). Så noget tyder på, at selvom intervaller ikke er rene og konsonerende i forhold til den fysiske definition, kan den menneskelige perception se bort for dette og stadig opfatte og kende forskellige intervaller.

3.1 Perception af toneforsk

Akustik og psykoakustik kan bruges til at beskrive dette fænomen. Jeg vil her kort forklare, hvordan den menneskelige perception opfatter forskel i tonehøjde. Afsnittet bygger på Howard og Angus (2009).

Perceptionen af toner sker ved en oversættelse af signaler gennem menneskets øre. En tone er et fysisk signal, der som trykbølge opfanges af øret. Ørets mekanik omsætter herefter det til et neurologisk signal, der opfattes som en tone. Enhver bestanddel af et lydsignal vil give et udslag et særligt sted på ørets basilarmembran. Der vil i en vis udstrækning være en bevægelse til begge sider af udslaget. Psykoakustisk afhænger evnen til at adskille to toner, hvor frekvensen næsten er ens, af, at bevægelsen på basilarmembranen er klart adskilt i to udslag.

Betrægt to toner med henholdsvis f_1 og f_2 som frekvens. Hvis $f_1 = f_2$ vil en enkelt tone kunne høres. Holdes f_1 fast, mens f_2 ændres en lille smule, vil der samtidig med den enkelte tone kunne høres en pulsering med frekvens $|f_1 - f_2|$. Øges frekvensforskellen yderlig, vil der fortsat kunne høres en forenet tone, men pulseringen vil ophøre og samklangen vil opleves mere rå i klangen, indtil to separate toner kan høres. Dette punkt kaldes *just noticeable difference* (JND) og er, hvor det tilsvarende udslag på basilarmembranen går fra at have ét samlet højdepunkt til at have to særskilte højdepunkter. Klangen af tonen vil stadig have en rå karakter. Frekvensforskellen, hvor perceptionen af samklangen mellem de to toner går fra at være rå til glat, kaldes den kritiske båndbredde (CB).



Figur 3.2: Illustration over ændring af perception af to toner med frekvens tæt på hinanden (Howard og Angus, 2009).

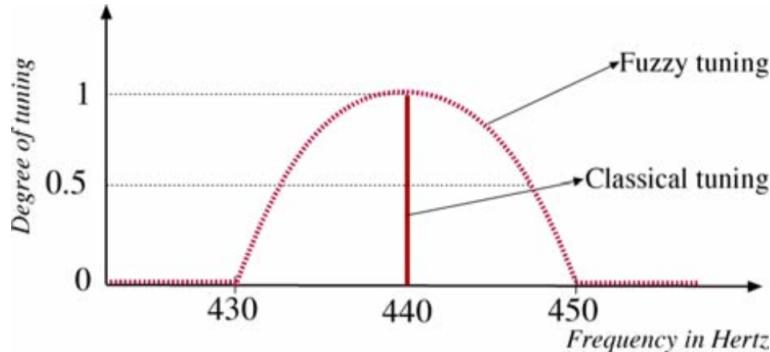
På figur 3.2 vise, hvordan perceptionen af to toner, hvis frekvenser ligger tæt på hinanden, udvikler sig efterhånden, som frekvensforskellen øges. Hermed er det ikke entydigt, at to toner med forskellige frekvenser også opfattes forskelligt, hvis forskellen er lille nok.

Som det næste vil jeg prøve at forklare fænomenet fra et matematisk synspunkt og med begreber fra fuzzy teori.

3.2 Fuzzy teori

Er kravet til en tone 440 Hz i et stemningssystem vil en tone på 443 Hz i principippet være falsk ud fra et boolesk logisk synspunkt, hvor alt enten er sandt eller falsk. Boolesk logik kan udtrykkes med en indikatorfunktion, der antager værdien 1, når et element er sandt og 0 ellers. Men for musiktoner vil en tone på 443 Hz på trods

af, at den er falsk i forhold til 440 Hz, opfattes mere rent end en tone på 448 Hz. Opfattelsen af grænsen mellem rent og falsk gør, at en tone kan repræsenteres som en fuzzy mængde, for hvilken et toleranceniveau er blevet fastsat (se figur 3.3).



Figur 3.3: Forskellen mellem klassisk og fuzzy opfattelse af renhed (del Corra et al., 2009).

Definition 3.5 (Fuzzy tal). Et fuzzy tal er en fuzzy mængde, hvis medlemsfunktion er konveks og stykvis kontinuert samt der er en værdi, hvis medlemsgrad er lig 1 (del Corra et al., 2009).

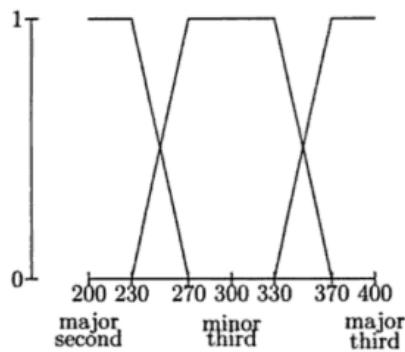
Hver enkelt tone i et stemningssystem kan herved betragtes som et fuzzy tal, når det gælder opfattelsen af renhed af toner. På samme vis kan intervaller også betragtes som fuzzy tal.

Interval	Melodisk	Harmonisk
Unison (oktav)	[-12;12]	[-30;30]
Lille sekund	[48;124]	[66;130]
Stor sekund	[160;230]	[166;230]
Lille terts	[272;330]	[266;330]
Stor terts	[372;430]	[372;430]
Kvart	[472;530]	[466;524]
Tritonus	[566;630]	[566;630]
Kvint	[672;730]	[672;730]
Lille sekst	[766;830]	[766;830]
Stor sekst	[866;930]	[866;924]
Lille septim	[966;1024]	[966;1024]
Stor septim	[1066;1136]	[1066;1136]

Figur 3.4: Garbuzov zoner angivet i cent for intervaller efter hinanden og samklingende (Haluska, 2004).

Musikforsker N. A. Garbuzov foreslog på baggrund af statistisk fra flere hundrede målinger, at opfattelsen af intervaller kan deles ind i zoner (Haluska, 2004). I figur 3.4 er angivet de intervalzoner, Garbuzov kom frem til for både melodiske intervaller, hvor intervaltoner kommer efter hinanden og for harmoniske intervaller, hvor intervaltonerne er samklingende. Disse Garbouzov zoner angiver inden for hvilke centværdier et

bestem interval opfattes. Omsættes dette til fuzzy teori vil medlemsfunktionens medlemsgrad være lig 1 for centværdier inden for hvilke de pågældende interval opfattes. Derudover vil der være nogle centværdier mellem to ved siden af hinanden liggende intervalstørrelser, hvor der er usikkerhed, om det er det ene eller det andet interval, der afkodes perceptuelt. Som fuzzy mængde er dette afbilledet i figur 3.5 med den lille terts som udgangspunkt.



Figur 3.5: Lille terts vist som fuzzy tal (Haluska, 2004).

Fuzzy teori kan, som præsenteret, benyttes til matematisk at beskrive, hvordan renhed af toner og intervaller opfattes af den menneskelige perception. Dette leder videre til næste kapitel om opfattelsen af renhed ved flerstemmig a cappella-sang.

4. A cappella-kor

I dette projekt har jeg valgt at arbejde med a cappella kor som instrumenter. Jeg vil med dette kapitel præsentere forskellige teorier og problemstillinger om a cappella kor, som forklarer, hvorfor lige netop dette emneområde inden for stemningssystemer er interessant at beskæftige sig med.

Teoretisk set vil tonerne i et stemningssystem være diskrete, men i praksis vil musikere på instrumenter uden fast stemning have mulighed for at frembringe toner fra en kontinuert mængde af frekvenser. Derved er det ikke på forhånd givet hvilket stemningssystems toner, som skal bruges til opførelsens af et givent musikstykke.

Sangere har i høj grad mulighed for at variere tonehøjde og intonation af hver eneste tone individuelt undervejs i et musikstykke, og det er ned til meget små ændringer. Det interessante i den sammenhæng er at undersøge om a cappella sangere benytter toner fra et bestemt stemningssystem.

Gennem forsøg med a cappella SATB-kor, som synger opvarmningsøvelser, hvor der skiftes mellem forskellige akkorder, mens én tone fastholdes ved hvert akkord-skift, har Howard (2007) undersøgt, om det kan påvises, hvilket stemningssystem der benyttes. Han arbejder med antagelsen om, at a cappella-kor har en tendens til at bruge et rent stemningssystem. Derfor bliver først de forventede frekvenser for det rene intonation stemningssystem og det ligesvævende stemningssystem udregnet for derefter at sammenligne det teoretiske med, hvilke frekvenser et SATB-kor synger i praksis. I artiklen beskrives, hvordan sangerne tilnærmedesvis fulgte de forventede frekvenser, som var blevet beregnet for det rene intonation stemningssystem. Samtidig viser det sig, at det afhænger af a cappella-korets træning og tilgang til musikken i forhold til i hvor høj grad tonerne fra det ideelle teoretisk rene intonation stemningssystem opnås. Kor, der normalvis synger størstedelen af tiden akkompagneret af et ligesvævende stemt klaver, vil i en a cappella situation være mindre tilbøjelig til at ramme frekvenserne svarende til det rene intonation stemningssystem fuldstændigt. Men der vil stadig være en afvigelse fra det ligesvævende stemningssystem tilnærmedesvis mod det rene intonation stemningssystem. Det spiller også ind, hvor trænede sangerne er til at lytte efter hinanden samt hvilken strategi, der bruges til at intonere tonerne efter. Howard (2007) kommer frem til, at der er tydelige tegn på tendensen til, at a cappella SATB-kor synger efter det rene intonation stemningssystem.

I forhold til intonationsstrategi fremhæver Powell (1991) flere sådanne forskellige strategier, hvor det i forhold til dette projekt særligt er vertikal intonation og horisontal intonation, som er relevante. Ved vertikal intonation, der også kan kaldes harmonisk intonation, lytter man til tonerne fra de andre sangere og intonere harmonisk ind efter disse. Herved er der fokus på, at hver akkords intervaller bliver intoneret efter de teoretiske rene intervaller (se figur 3.1). Horisontal intonation, som også kan navngives melodisk intonation, er, hvor sangerne på hver enkelt stemme fokuserer på at intonere

Kapitel 4. A cappella-kor

alle intervaller i deres melodi rent i henhold til figur 3.1.

En anden problemstilling i forhold til a cappella-kor og stemningssystemer, som Howard (2003) pointerer, er, at når sangere synger efter et rent stemningssystem, vil den absolutte stemning af et musikstykke muligvis blive ændret undervej i gen-nemførelsen af musikstykket. Derved kan man opleve at begyndelsestonearten ikke er den samme som sluttonearten. Særligt sammenholdt med det ligesvævende stemningssystem bliver det tydeligt, hvis der er et skift i den absolutte toneart.

Korledere og dirigenter registrerer ofte, at denne ændring af absolut toneart sker, men beskylder koret for ikke at synge rent. Hvorimod det modsatte faktisk kan være tilfældet, og koret synger perfekt rent ud fra forudsætningerne om maksimal konsonans ud fra den fysiske definition. Antagelsen om, at tonehøjden for tonerne i et musikstykke fastholdes i forhold til det ligesvævende stemningssystem, er den gense opfattelse i litteratur samt blandt korledere og dirigenter. Men i realiteten er det svært at fastholde det ligesvævende stemningssystem uden nogen form for akkompagnement (Howard, 2003). Gennem et citat af Lloyd og Boyle (1978) forklarer Howard (2003), at der ikke er en fysisk metode til at opnå det ligesvævende stemningssystem. Selv en klaverstemmer, hvis øre er trænet til at lytte efter de ønskede dissonanser, vil ikke kunne stemme et instrument i teoretisk perfekt ligesvævende stemning.

Disse problemstillinger og teorier omkring a cappella-kor har inspireret mig til at arbejde videre inden for emnefeltet og lave en analyse af hvilken intonationsstrategi, der giver den reneste helhed af et musikstykke.

5. Analyse

Projektets analysedel består af en teoretisk analyse af stemningssystemer ud fra udvalgte musiknumre i forhold til at besvare problemformuleringen. I dette kapitel vil analysearbejdet i projektet blive gennemgået, og der arbejdes ud fra den præsenterede teori fra tidligere i projektet. Til beregninger er programmet Microsoft Excel anvendt.

Formålet med dette projekt er at undersøge om, og hvordan man kan optimere renheten af intervaller i forhold til de præsenterede teorier omkring stemningssystemer, og at opfattelsen af toner kan beskrives med fuzzy teori. For at have så tæt på som muligt en kontinuert mængde af frekvenser til rådighed, har jeg valgt at bruge sangstemmen som instrument i analysen. Analysen omhandler, hvilken intonationsstrategi for et a cappella SATB-kor, der overordnet giver de reneste intervaller og derved det bedst klingende musikstykke i forhold til fysisk konsonans. Af intonationsstrategier har jeg valgt at fokusere på en harmonisk intonationsstrategi og en melodisk intonationsstrategi og sammenholde disse med stemningssystemet for ren intonation med et fast antal toner svarende til klaverets samt det 12-tone ligesvævende stemningssystem.

Jeg har valgt at bruge to salmer, der er arrangeret som firestemmig koralharmonisering, som analysemateriale, hvorved analysen bliver af teoretisk karakter.

De to salmer, jeg har udvalgt, er: *Syng lovsang, hele jorden* med musik af J. Berthier samt *Altid frejdig når du går*, hvor musikken er af C. E. F. Weyse. Disse to er valgt vilkårligt i en koralsbog ud fra, at jeg kender salmerne i forvejen, selv har sunget dem i korsammenhæng og personligt godt kan lide salmerne. Det vilkårlige valg er foretaget bevidst for at prøve at gøre analysen så generelt gældende som muligt. Noder til begge salmer er vedlagt som bilag. *Syng lovsang, hele jorden* som figur B.1 og *Altid frejdig når du går* som figur B.2 i bilag B.

For at få analytisk overblik over salmerne har jeg startet med at foretage en harmonisk analyse af dem i form af en akkordanalyse samt en funktionsanalyse. Dette er anførte på noderne i bilag B. Da salmerne er tydelig funktionsharmoniske, giver det mening at lave denne form for analyse og akkordanalysen er et hjælpeværktøj til dette. Første øjekast på noderne samt de begyndende analyser viser, at de to salmer adskiller sig markant på enkelte punkter. I *Syng lovsang, hele jorden* har alle stemmer et forholdsvis lille ambitus¹. Alle funktioner er i grundform, og med undtagelse af en enkelt bidominant, er der ingen afvigelser fra tonearten. Derimod har *Altid frejdig når du går* et generelt større ambitus i stemmerne². I bassen fremkommer andre toner end funktionernes grundtone og der moduleres undervejs. Betydningen af disse faktorer i forhold til analysen vil blive diskuteret i kapitel 6.

Den analytiske tilgang til stemningssystemer i forhold til de udvalgte salmer bygger på en komparativ metode, hvor intervallerne i musikstykkerne bestemmes ud fra de fire forskellige strategier og efterfølgende sammenlignes med de teoretiske forventede

¹sopran: kvart, alt: kvint, tenor: kvint, bas: lille sekst

²sopran: oktav, alt: formindske kvint, tenor: lille septim, bas: lille none

Kapitel 5. Analyse

rene intervaller, som er angivet i figur 3.1. Da det ikke er entydigt, hvordan de fire stemningsstrategier kan benyttes, vil jeg undervejs uddybe analysemетодen.

I analysen er de forventede frekvenser for tonerne i salmerne først udregnet for henholdsvis en melodisk intonationsstrategi, en harmonisk intonationsstrategi, det rene intonation stemningssystem for en endelig mængde bestående af 12 halvtuner samt det 12-toner ligesvævende stemningssystem. Som referencetone til at begynde alle frekvensanalyserne er brugt kammertonen på 440 Hz.

Den melodiske intonationsstrategi er bestemt individuelt for hver sangstemme. Her er frekvensen bestemt ud fra det teoretisk rene interval (se figur 3.1) mellem foregående og næste tone. Herved ændres referencefrekvensen hele tiden til at være den sidst sungne tone i stemmen. Ved den harmoniske analyse har jeg valgt at tage udgangspunkt i akkordens grundtone (ud fra funktionen), hvorefter de andre akkordtoners frekvenser udregnes ud fra det teoretisk rene interval mellem den pågældende akkordtone og grundtonen. Som referencefrekvens bruges hele tiden den foregående tone i samme stemme som akkordens grundtone. Den rene intonation stemningsstrategi beregnes efter frekvensforholdstallene angivet i figur 2.5, hvor hver tone udregnes første gang, den optræder. Herefter gentages eller oktaveres toner som nødvendigt, når den efterfølgende kommer i samme eller andre stemmer. Stemningsstrategien udregnes ud fra samme toneart som salmen står i. Frekvenserne for den ligesvævende stemning beregnes ud fra definition 3.3.

Resultatet af frekvensanalysen kan ses for *Syng lovsang, hele jorden* i figur 5.1 og for *Altid frejdig når du går* i figur 5.2. I figurerne er taktstregerne angivet med en fed streg. Af regnetekniske grunde bliver lange toner, hvor andre stemmer har bevægelse, noteret som tonegentagelser. Udregningerne bag frekvensanalysen er vedlagt som bilag C og figur 5.1s udregninger er vist i figur C.1 og figur C.2, mens udregninger bag figur 5.2 er vist i figur C.3 og figur C.4.

For at give et visuelt overblik over dataene har jeg valgt at give afvigelser farvemarkerer. I figur 5.1 og figur 5.2 anses det for at være en afvigelse, når en frekvens fra den melodiske intonationsstrategi, harmonisk intonationsstrategi eller ren intonation ikke er i overensstemmelse med minimum en anden. Generelt glæder, at afvigelser i den melodiske intonationsstrategi er angivet med gul, afvigelser i den harmoniske intonationsstrategi er angivet med lys grøn og afvigelser i den rene intonation er angivet med orange. Derudover er afvigelser, som skyldes et tritonus interval markeret med blågrøn farve. Disse vil blive diskuteret i kapitel 6. For den harmoniske intonationsstrategi er akkordens grundtone angivet med blå skrift for at tydeliggøre hvilken frekvens, der er brugt som reference til bestemmelsen af resten af akkordens toner.

Efter frekvenserne er beregnet, bruges disse til at bestemme størrelsen af alle intervaller i de to salmer angivet i cent. Samtidig angives også de teoretiske centværdier for intervallerne. Centværdierne for de melodiske intervaller er angivet for hver stemme individuelt i figur 5.3 for *Syng lovsang, hele jorden* og i figur 5.5 for *Altid frejdig når du går*. Beregningerne bag er vist i figur C.5, figur C.6 og figur C.7 for figur 5.3, mens beregningerne bag figur 5.5 er vist i figur C.12, figur C.13, figur C.14 og figur C.15. De harmoniske intervaller er bestemt som intervallet mellem to stemmer, hvor alle kombinationer og derved alle harmoniske intervaller er angivet i figur 5.4 for *Syng*

Rene intervaller - melodisk																		
S	391,1	391,1	391,1	417,2	391,1	347,7	309,0	289,7	309,0	347,7	391,1	417,2	347,7	391,1	391,1	417,2	391,1	347,7
A	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	293,3	260,7	244,4	260,7	293,3	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9
T	234,7	234,7	234,7	264,0	234,7	234,7	195,6	195,6	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7
B	156,4	156,4	104,3	156,4	117,3	132,0	99,0	132,0	117,3	156,4	104,3	156,4	117,3	132,0	132,0	105,6	105,6	118,8
Rene intervaller - harmonisk																		
S	391,1	391,1	391,1	417,2	391,1	352,0	316,8	297,0	316,8	352,0	391,1	391,1	417,2	391,1	352,0	316,8	316,8	297,0
A	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	293,3	264,0	247,5	264,0	293,3	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	264,0	264,0	237,6
T	234,7	234,7	234,7	260,7	234,7	198,0	198,0	198,0	198,0	198,0	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	198,0	198,0	237,6
B	156,4	156,4	104,3	156,4	117,3	132,0	99,0	132,0	117,3	156,4	104,3	117,3	156,4	156,4	156,4	105,6	105,6	118,8
Ren intonation (fast)																		
S	391,1	391,1	391,1	417,2	391,1	352,0	312,9	293,3	312,9	352,0	391,1	417,2	352,0	391,1	352,0	312,9	312,9	293,3
A	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	293,3	260,7	247,5	260,7	293,3	312,9	312,9	312,9	312,9	312,9	260,7	260,7	234,7
T	234,7	234,7	234,7	260,7	234,7	195,6	195,6	195,6	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	234,7	195,6	195,6	234,7
B	156,4	156,4	104,3	156,4	117,3	130,4	97,8	130,4	117,3	156,4	104,3	117,3	130,4	130,4	130,4	104,3	117,3	117,3
Ligesvævende stemning																		
S	392,0	392,0	392,0	415,3	392,0	349,2	311,1	293,7	311,1	349,2	392,0	415,3	392,0	349,2	311,1	311,1	293,7	311,1
A	311,1	311,1	311,1	311,1	311,1	293,7	261,6	246,9	261,6	293,7	311,1	311,1	311,1	311,1	311,1	261,6	261,6	233,1
T	233,1	233,1	233,1	261,6	233,1	196,0	196,0	196,0	196,0	233,1	233,1	233,1	233,1	233,1	233,1	196,0	196,0	174,6
B	155,6	155,6	103,8	155,6	116,5	130,8	98,0	130,8	116,5	155,6	103,8	116,5	155,6	155,6	155,6	103,8	103,8	116,5

Figur 5.1: Teoretiske frekvenser for *Syng lousang, hele jorden*. Der er markeret med farve, hvor der er afvigelser mellem intonationsstrategierne. Den blå skrift angiver akkordens grundtone.

Rene intervaller - melodisk		Rene intervaller - harmonisk grundtone		Ren intonation (fast)		Ligesværvende stemning																							
S	440,0	440,0	391,1	366,7	325,9	391,1	366,7	440,0	495,0	556,9	594,0	556,9	495,0	495,0	440,0	586,7	596,7	586,7	550,0	488,9	434,6	434,6	386,3	362,1	321,9	286,1			
A	293,3	330,0	293,3	293,3	293,3	293,3	275,0	293,3	330,0	330,0	330,0	330,0	330,0	330,0	330,0	275,0	275,0	309,4	330,0	293,3	391,1	325,9	289,7	325,9	289,7	271,6	289,7		
T	183,3	163,0	195,6	220,0	247,5	220,0	220,0	220,0	165,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	220,0	247,5	247,5	297,0	278,4	222,8	222,8	278,4	297,0	247,5	220,0	195,6	183,3
B	146,7	137,5	122,2	108,6	101,9	108,6	144,9	135,8	135,8	135,8	135,8	120,7	107,3	161,0	107,3	214,6	190,8	178,8	159,0	119,2	190,8	178,8	190,8	178,8	190,8	214,6	107,3	143,1	

Figur 5.2: Teoretiske frekvenser for *Altid frejdig når du går*. Der er markeret med farve, hvor der er afvigelser mellem intonationsstrategierne. Den blå skrift angiver akkordens grundtone.

lovsang, hele jorden med tilhørende udregninger i C.8, C.9 og C.10, mens de for *Altid frejdig når du går* er angivet i figur 5.6 med beregningerne vist i figur C.16, figur C.17, figur C.18, figur C.19 samt figur C.20.

Centværdierne for de teoretisk forventede rene intervaller er for *Syng lovesang, hele jorden* udregnet og angivet i figur C.11 samt for *Altid frejdig når du går* i C.21.

Ud fra alle disse centværdier bestemmes afvigelserne fra den teoretisk forventede centværdi for alle fire stemningsstrategier som differensen mellem den forventede værdi og den på baggrund af de forskellige stemningsstrategier udregnede værdi. Afvigelserne er vist som grafer med kurvediagrammer. Graferne for de melodiske intervaller er samlet i figur 5.7 for *Syng lovesang, hele jorden* samt i figur 5.8 for *Altid frejdig når du går*, mens graferne for kombinationerne af harmoniske intervaller er delt over figur 5.9 og 5.11 for *Syng lovesang, hele jorden* samt i figur 5.10 og figur 5.12 for *Altid frejdig når du går*. Bag disse grafer er udregningerne, som er vist i figur C.22 og figur C.23, der hører sammen med figur 5.7, mens figur C.26 og figur C.27 dækker både figur 5.9 og figur 5.11. På lignende vis er udregningerne bag figur 5.8 vist i figur C.24 samt figur C.25, mens figur C.28 og figur C.29 er resultatet af udregningerne i figur 5.12.

5.1 Opsamling

Ud fra alle disse beregninger og analyser af frekvenser samt centværdier er det muligt at se, at hverken harmonisk intonation eller melodisk intonation giver helt rene intervaller, hvis man mäter på både de melodiske strukturer og intervallerne i akkordopbygningen. Der vil være fejl, der kommer til udtryk ved det syntoniske komma, som er givet i cent ved

$$d(81; 80) = 1200 \cdot \left| \log_2 \frac{81}{80} \right| = 21,5$$

Dette komma svarer til, hvor meget de rene intervaller er for store i forhold til at overholde oktavækvivalensen.

Den melodiske strategi giver umiddelbart flere og større fejl, i forhold til det teoretisk forventede ved intervallerne mellem stemmerne end den harmoniske strategi gør ved intervallerne for den enkelte stemme. For at bestemme, hvilken strategi der overordnet giver de reneste intervaller bestemmes gennemsnittet af den absolutte værdi af differenserne. Da jeg ønsker at bestemme hvilken stemningsstrategi, der overordnet giver det mest velklingende musikstykke, er det i den her sammenhæng ligegyldigt om intervallernes afvigelse er større eller mindre end det teoretisk forventede. Det vigtigste er, hvor stor afvigelsen er, hvilket er argumentet for, at gennemsnittet bestemmes for de absolutte værdier af differencerne og ikke blot gennemsnittet af afvigelserne.

Da gennemsnittet af melodiske intervallers afvigelse bygger på 4 målinger, mens afvigelsen ved de harmoniske intervaller er 6 målinger, har jeg yderlig udregnet et vægtet gennemsnit, som tager højde for dette. Det absolute gennemsnit af hver afvigelsestype samt det samlede gennemsnit er for *Syng lovesang, hele jorden* angivet i figur 5.13, og for *Altid frejdig når du går* er det angivet i figur 5.14.

Beregningerne bag figur 5.13 kan ses i figur C.30 samt figur C.31, mens det for figur 5.14 kan ses i figur C.32 og figur C.33.

Intervalletter soprano																			
intervalletter	forventet	0,0	0,0	111,7	111,7	203,9	203,9	111,7	111,7	203,9	203,9	111,7	111,7	203,9	203,9				
forventet	0,0	0,0	111,7	111,7	203,9	203,9	111,7	111,7	203,9	203,9	111,7	111,7	203,9	203,9	0,0	111,7	111,7		
melodisk	0,0	0,0	111,7	111,7	203,9	203,9	111,7	111,7	203,9	203,9	111,7	315,6	203,9	0,0	111,7	111,7			
harmonisk	0,0	0,0	111,7	111,7	182,4	182,4	111,7	111,7	182,4	182,4	111,7	294,1	182,4	0,0	111,7	111,7			
ren intonation	0,0	0,0	111,7	111,7	182,4	182,4	111,7	111,7	182,4	182,4	111,7	294,1	182,4	0,0	111,7	111,7			
ligesvævende	0,0	0,0	100,0	100,0	200,0	200,0	100,0	100,0	200,0	200,0	100,0	300,0	200,0	0,0	100,0	100,0			
intervalletter alt																			
forventet	0,0	0,0	0,0	0,0	111,7	203,9	111,7	111,7	203,9	315,6	111,7	0,0	0,0	0,0	111,7	203,9	0,0	0,0	
melodisk	0,0	0,0	0,0	0,0	111,7	203,9	111,7	111,7	203,9	315,6	111,7	0,0	0,0	0,0	111,7	203,9	0,0	0,0	
harmonisk	0,0	0,0	0,0	0,0	111,7	182,4	111,7	182,4	111,7	182,4	294,1	111,7	0,0	0,0	111,7	182,4	0,0	0,0	
ren intonation	0,0	0,0	0,0	0,0	111,7	203,9	90,2	90,2	203,9	111,7	203,9	315,6	111,7	0,0	0,0	111,7	182,4	0,0	0,0
ligesvævende	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	200,0	100,0	100,0	200,0	300,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	200,0	0,0	0,0	
intervalletter tenor																			
forventet	0,0	0,0	203,9	203,9	0,0	315,6	0,0	0,0	315,6	0,0	203,9	0,0	315,6	0,0	111,7	111,7	203,9	0,0	203,9
melodisk	0,0	0,0	203,9	203,9	0,0	315,6	0,0	0,0	203,9	0,0	315,6	0,0	111,7	111,7	203,9	0,0	203,9	0,0	203,9
harmonisk	0,0	0,0	182,4	182,4	0,0	294,1	0,0	0,0	182,4	182,4	0,0	0,0	111,7	111,7	182,4	0,0	182,4	0,0	182,4
ren intonation	0,0	0,0	182,4	182,4	0,0	315,6	0,0	0,0	182,4	182,4	0,0	0,0	111,7	111,7	182,4	0,0	182,4	0,0	182,4
ligesvævende	0,0	0,0	200,0	200,0	0,0	300,0	0,0	0,0	200,0	200,0	0,0	0,0	100,0	100,0	200,0	0,0	200,0	0,0	200,0
intervalletter bas																			
forventet	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	203,9	498,0	203,9	498,0	702,0	203,9	498,0	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	0,0	386,3
melodisk	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	203,9	498,0	203,9	498,0	702,0	203,9	498,0	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	0,0	386,3
harmonisk	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	203,9	498,0	203,9	498,0	702,0	203,9	498,0	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	0,0	386,3
ren intonation	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	182,4	498,0	182,4	498,0	702,0	203,9	498,0	0,0	0,0	702,0	702,0	498,0	0,0	386,3
ligesvævende	0,0	0,0	700,0	700,0	500,0	200,0	500,0	200,0	500,0	700,0	200,0	500,0	0,0	0,0	700,0	700,0	498,0	0,0	500,0

Figur 5.3: Centværdier for melodiske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden*. Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Intervalletter soprano-alt	
forventet	386,3
melodisk	386,3
harmonisk	386,3
ren intonation	386,3
ligesværende	400,0
Intervalletter soprano-tenor	
forventet	884,4
melodisk	884,4
harmonisk	884,4
ren intonation	884,4
ligesværende	900,0
Intervalletter soprano-bas	
forventet	1586,3
melodisk	1586,3
harmonisk	1586,3
ren intonation	1586,3
ligesværende	1600,0
Intervalletter alt-tenor	
forventet	498,0
melodisk	498,0
harmonisk	498,0
ren intonation	498,0
ligesværende	500,0
Intervalletter alt-bas	
forventet	1200,0
melodisk	1200,0
harmonisk	1200,0
ren intonation	1200,0
ligesværende	1200,0
Intervalletter tenor-bas	
forventet	702,0
melodisk	702,0
harmonisk	702,0
ren intonation	702,0
ligesværende	700,0

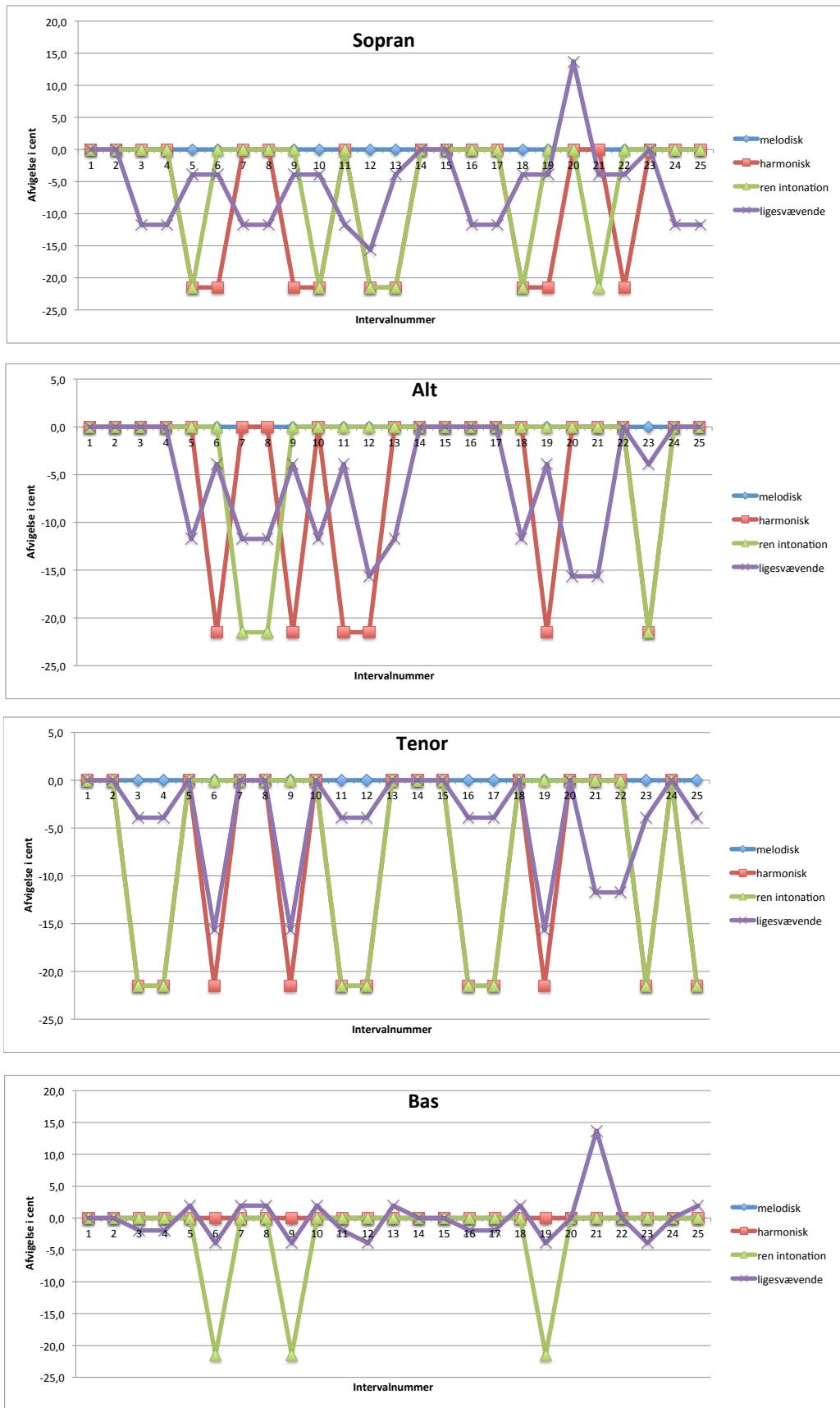
Figur 5.4: Centværdier for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden*. Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Intervalletter sopran		forventet	0,0	203,9	111,7	203,9	315,6	111,7	315,6	203,9	203,9	111,7	111,7	498,0	0,0	203,9	111,7	111,7	498,0	203,9	498,0	0,0	0,0	111,7	203,9	203,9	0,0	203,9	111,7	203,9	203,9			
melodisk		melodisk	0,0	203,9	111,7	203,9	315,6	111,7	315,6	203,9	203,9	111,7	111,7	498,0	0,0	203,9	111,7	111,7	498,0	203,9	498,0	0,0	0,0	111,7	203,9	203,9	0,0	203,9	111,7	203,9	203,9			
harmonisk		harmonisk	0,0	203,9	133,2	203,9	294,1	111,7	315,6	203,9	122,4	111,7	111,7	182,4	0,0	203,9	111,7	111,7	498,0	203,9	498,0	0,0	0,0	111,7	182,4	203,9	0,0	203,9	111,7	182,4	203,9			
ren intonation		ren intonation	0,0	203,9	111,7	182,4	294,1	111,7	315,6	182,4	182,4	111,7	111,7	182,4	0,0	203,9	111,7	111,7	498,0	203,9	498,0	0,0	0,0	111,7	182,4	203,9	0,0	203,9	111,7	182,4	203,9			
ligesværende		ligesværende	0,0	200,0	100,0	200,0	300,0	100,0	300,0	200,0	200,0	100,0	100,0	200,0	0,0	200,0	100,0	100,0	500,0	200,0	500,0	0,0	0,0	100,0	200,0	200,0	0,0	200,0	100,0	200,0	200,0			
intervallet alt																																		
forventet		forventet	203,9	203,9	0,0	0,0	111,7	111,7	203,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	0,0	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	
melodisk		melodisk	203,9	203,9	0,0	0,0	111,7	111,7	203,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	0,0	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	
harmonisk		harmonisk	203,9	203,9	21,5	21,5	111,7	111,7	203,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	0,0	0,0	203,9	111,7	182,4	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	182,4	0,0	203,9	111,7	182,4	0,0	
ren intonation		ren intonation	203,9	203,9	0,0	0,0	111,7	111,7	203,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	0,0	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	0,0	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	203,9	111,7	203,9	0,0	
ligesværende		ligesværende	200,0	200,0	0,0	0,0	100,0	100,0	200,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	200,0	100,0	0,0	0,0	200,0	100,0	500,0	0,0	0,0	0,0	200,0	100,0	200,0	0,0	200,0	100,0	200,0	0,0	
intervalletter tenor																																		
forventet		forventet	203,9	315,6	203,9	203,9	203,9	0,0	498,0	498,0	0,0	111,7	111,7	0,0	111,7	111,7	0,0	0,0	315,6	111,7	386,3	203,9	0,0	386,3	0,0	111,7	315,6	203,9	203,9	0,0	203,9	111,7	203,9	203,9
melodisk		melodisk	203,9	315,6	203,9	203,9	203,9	0,0	498,0	498,0	0,0	111,7	111,7	0,0	111,7	111,7	0,0	0,0	315,6	111,7	386,3	203,9	0,0	386,3	0,0	111,7	315,6	203,9	203,9	0,0	203,9	111,7	203,9	203,9
harmonisk		harmonisk	182,4	294,1	182,4	182,4	203,9	0,0	498,0	498,0	0,0	111,7	111,7	0,0	111,7	111,7	0,0	0,0	315,6	133,2	386,3	203,9	0,0	386,3	0,0	111,7	315,6	182,4	203,9	111,7	203,9	111,7	203,9	111,7
ren intonation		ren intonation	182,4	294,1	203,9	182,4	182,4	0,0	498,0	498,0	0,0	111,7	111,7	0,0	111,7	111,7	0,0	0,0	315,6	111,7	386,3	182,4	0,0	386,3	0,0	111,7	315,6	182,4	203,9	111,7	203,9	111,7	203,9	111,7
ligesværende		ligesværende	200,0	300,0	200,0	200,0	200,0	0,0	500,0	500,0	0,0	100,0	100,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	300,0	100,0	400,0	200,0	0,0	400,0	0,0	100,0	300,0	200,0	200,0	0,0	200,0	100,0	200,0	200,0
intervalletter bas																																		
forventet		forventet	111,7	203,9	203,9	111,7	111,7	498,0	111,7	0,0	0,0	203,9	702,0	0,0	702,0	1200,0	203,9	111,7	203,9	498,0	813,7	0,0	111,7	203,9	111,7	0,0	203,9	0,0	111,7	111,7	203,9	1200,0	498,0	
melodisk		melodisk	111,7	203,9	203,9	111,7	111,7	498,0	111,7	0,0	0,0	203,9	702,0	0,0	702,0	1200,0	203,9	111,7	203,9	498,0	813,7	0,0	111,7	203,9	111,7	0,0	203,9	0,0	111,7	111,7	203,9	1200,0	498,0	
harmonisk		harmonisk	111,7	203,9	203,9	133,2	111,7	498,0	111,7	0,0	0,0	182,4	203,9	702,0	0,0	702,0	1200,0	203,9	90,2	203,9	498,0	813,7	21,5	111,7	203,9	111,7	0,0	182,4	0,0	133,2	111,7	203,9	1200,0	498,0
ren intonation		ren intonation	111,7	203,9	182,4	111,7	111,7	0,0	0,0	203,9	182,4	702,0	0,0	702,0	1200,0	203,9	111,7	182,4	519,6	813,7	0,0	111,7	203,9	111,7	0,0	203,9	0,0	111,7	111,7	203,9	1200,0	498,0		
ligesværende		ligesværende	100,0	200,0	100,0	100,0	500,0	100,0	0,0	0,0	200,0	700,0	0,0	700,0	1200,0	200,0	100,0	500,0	800,0	0,0	100,0	200,0	100,0	0,0	200,0	0,0	100,0	100,0	200,0	1200,0	500,0			

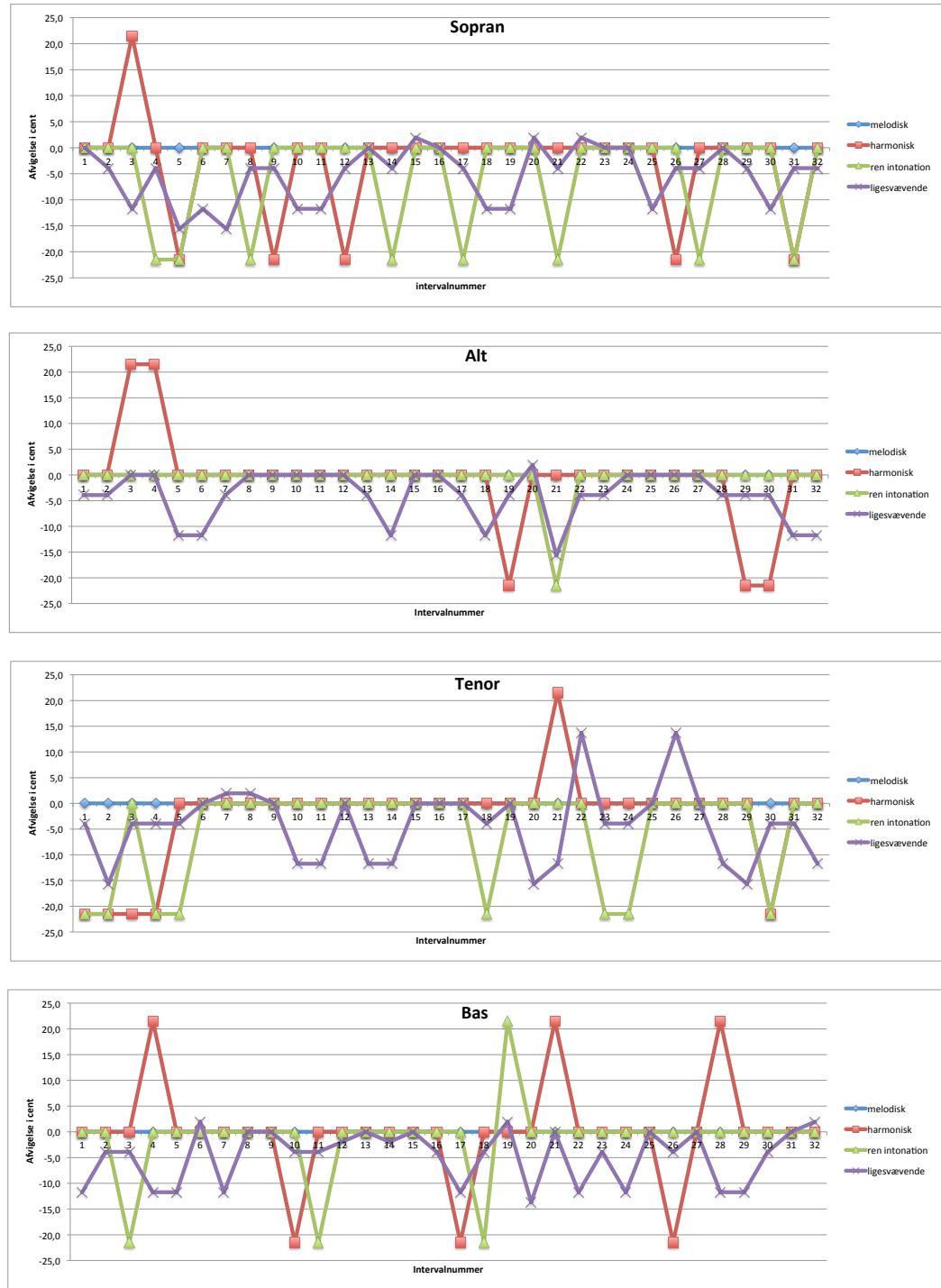
Figur 5.5: Centværdier for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går*. Afgigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afgigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Figur 5.6: Centværdier for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går*. Afgigelser med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afgigelser, der skyldes et tritonus interval, gul er afgigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afgigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Kapitel 5. Analyse

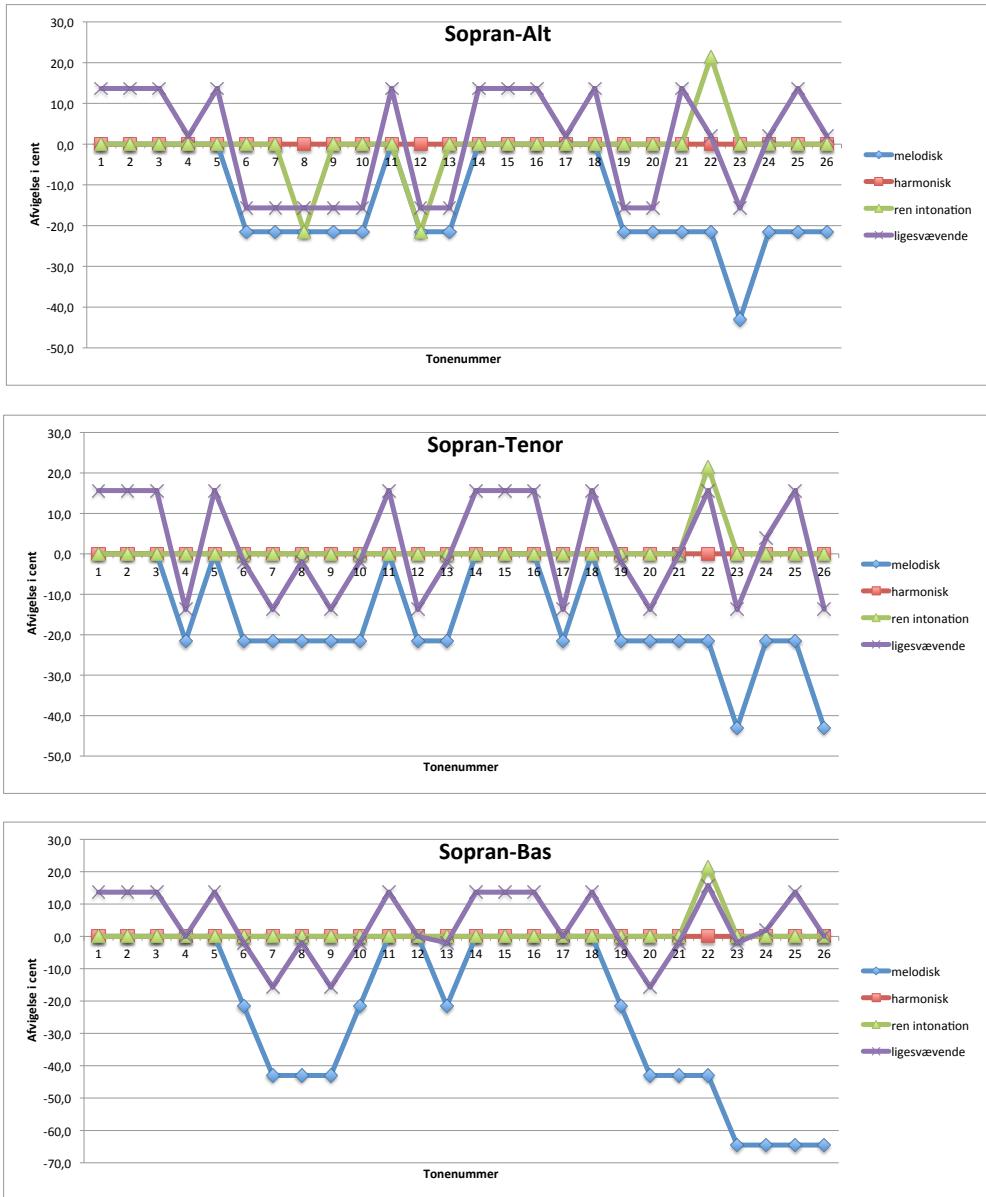


Figur 5.7: Afvigeler for melodiske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden*.

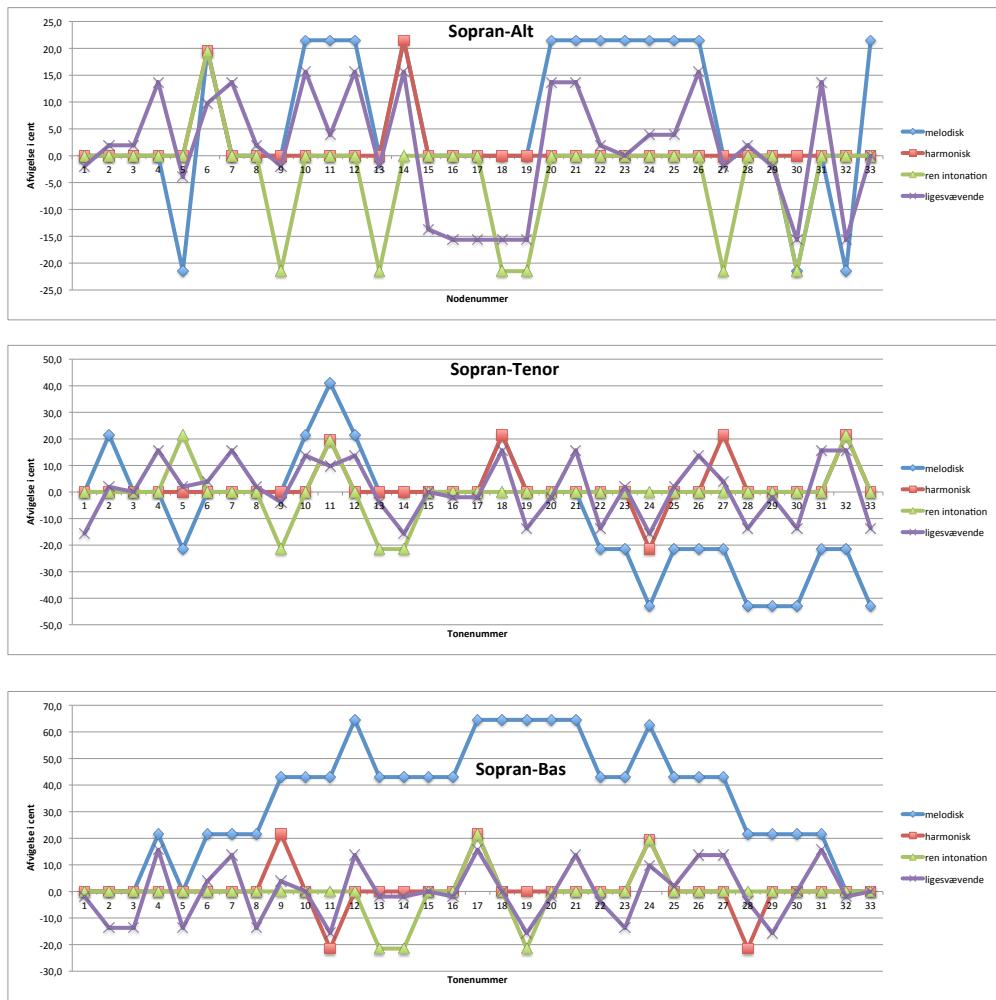


Figur 5.8: Afgigelser for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går*.

Kapitel 5. Analyse

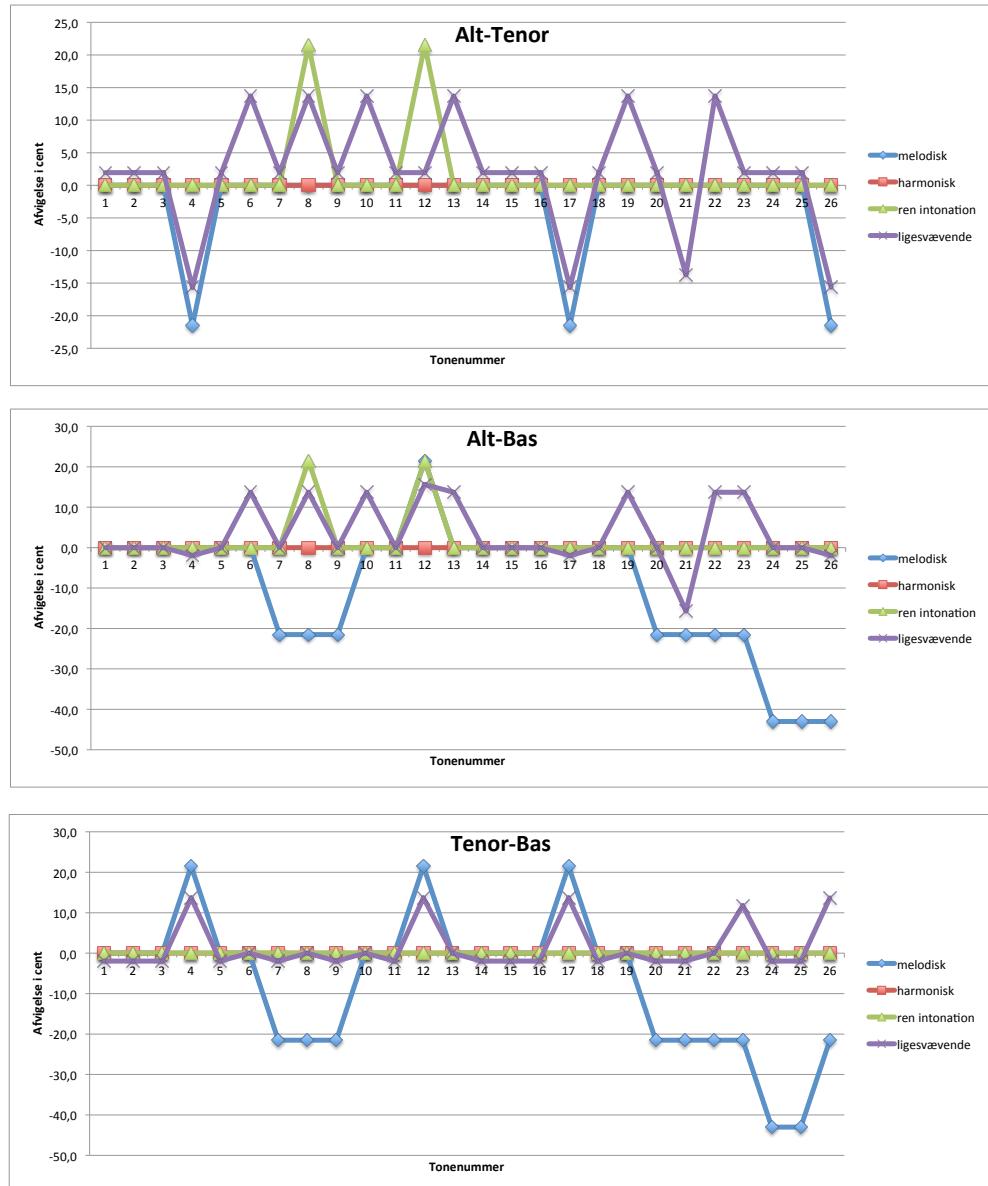


Figur 5.9: Afgigelser for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden*.

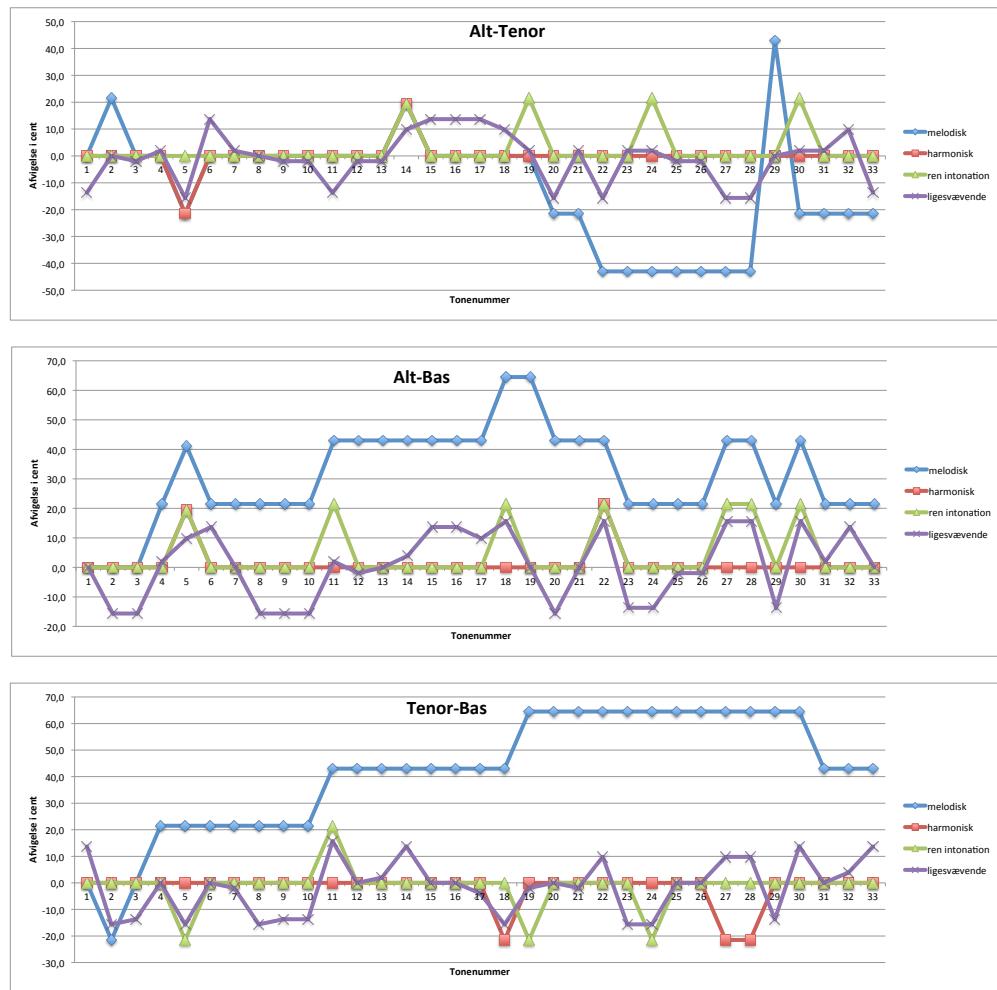


Figur 5.10: Afvigelser for harmoniske intervaler for *Altid frejdig når du går*.

Kapitel 5. Analyse



Figur 5.11: Afvigelser for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden*.



Figur 5.12: Afgigelser for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går*.

Kapitel 5. Analyse

	melodisk	harmonisk	ren intonation	ligesværende
sopran	0,00	7,74	4,30	6,79
alt	0,00	5,16	2,58	5,46
tenor	0,00	8,60	6,88	3,43
bas	0,00	0,00	2,58	2,29
sopran-alt	4,96	0,00	2,48	12,18
sopran-tenor	15,71	0,00	0,83	11,35
sopran-bas	23,15	0,00	0,83	8,28
alt-tenor	2,48	0,00	1,65	6,72
alt-bas	11,58	0,00	1,65	5,12
tenor-bas	12,40	0,00	0,00	3,71
gennemsnit	7,03	2,15	2,38	6,53
vægtet	11,71	5,38	5,33	12,39

Figur 5.13: Gennemsnit af de absolutte afvigelse for *Syng lovsang, hele jorden.*

	melodisk	harmonisk	ren intonation	ligesværende
sopran	0,00	4,03	4,70	5,67
alt	0,00	2,02	0,67	4,08
tenor	0,00	4,03	5,38	6,10
bas	0,00	4,03	2,69	5,13
sopran-alt	10,37	1,58	3,85	8,59
sopran-tenor	15,58	1,25	3,85	8,89
sopran-bas	43,75	2,55	3,20	8,18
alt-tenor	16,23	1,25	2,55	8,18
alt-bas	31,22	0,59	4,50	9,18
tenor-bas	43,00	1,95	2,61	8,00
gennemsnit	16,01	2,33	3,40	7,20
vægtet	26,69	5,06	6,79	13,75

Figur 5.14: Gennemsnit af de absolutte afvigelse for *Altid frejdig når du går.*

I det følgende kapitel vil jeg diskutere betydningen af denne analyse og sammenholde resultatet med teorien fra tidligere i projektet.

6. Diskussion

Her i kapitlet vil resultaterne fra analysen blive diskuteret med henblik på at kunne afslutte projektet med en konklusion på problemformuleringen. Derfor vil fokus være på betydningen af de teoretiske resultater, heriblandt sammenhængen med brugen i praksis samt metoden bag. Yderlig vil analysen blive diskuteret i forhold til, hvad der kan gøres for at udvide dette forskningsprojekt.

Resultatet af analysen viser, at der umiddelbart ikke findes en intonationsstrategi, hvor alle intervaller er teoretisk rene i både den melodiske og harmoniske struktur samtidig. Dette er meget vel forventet, idet alle stemningssystemer går på kompromis på forskellig vis. Så spørgsmålet er blot, hvilket kompromis der er bedst.

Ud fra figurerne 5.7, 5.8, 5.9, 5.10 5.11 og 5.12 ser det ved første øjekast ud til, at det ligesvævende stemningssystem er det bedste kompromis, da der for denne stemningsstrategi ikke er så store udsving som ved de andre stemningsstrategier. Men ud fra gennemsnitsberegningen viser det sig, at den ligesvævende stemningsstrategi ikke er en god strategi i forhold til målet om så teoretisk rene intervaller som muligt. Dette skyldes, at godt nok er afvigelserne mindre for den ligesvævende stemningsstrategi, men de er samtidig også hyppigere, så det er kun meget få intervaller, der er teoretisk rene. En anden ulempe ved det ligesvævende stemningssystem er, at stemningssystemet er fuldt ud matematisk genereret, og det har ikke nogen naturlig fysisk forbindelsen til generering af toner.

Generelt er der meget større udsving i afvigelserne for *Altid frejdig når du går* i forhold til *Syng løvsang, hele jorden*, hvilket kan tænkes at skyldes flere forskellige parametre. De to salmer adskiller sig på forskellige punkter som nævnt i kapitel 5. Derved kan de større udsving i afvigelserne meget vel skyldes den større ambitus mellem tonerne. En anden faktor, der virker til at forværre renheden af særligt den melodiske intonationsstrategi, er, at grundtonen ikke er fast i samme stemme i *Altid frejdig når du går* som den er i *Syng løvsang, hele jorden*. I *Syng løvsang, hele jorden* er grundtonen altid i basstemmen, derved bliver udregningerne for den harmoniske intonationsstrategi og den melodiske intonationsstrategi ens med hensyn til basstemmen.

At *Altid frejdig når du går* modulere undervejs i musikstykket kan muligvis også være med til at give udsving, men det vil kræve yderlig beregninger og forsøg med nye musikstykke for mere sikkert at kunne sige hvilke faktorer, der påvirker renheden af stemningen på hvilke måder.

En faktor, der giver en tydelig afvigelse, er tritonus-intervallerne, som er markeret med blågrøn farvekode. Hvis tritonus skal opfylde at være sit eget omvendingsinterval og derved, at to tritonusser tilsammen giver en oktav, kræver dette, at intervallet for tritonus har frekvensforholdstal $\frac{\sqrt{2}}{1}$, hvilket er et irrationelt tal. Frekvensforholdstallet $\frac{45}{32}$ er en approksimation af $\sqrt{2}$, men er ikke den eksakte værdi for tritonus. Intervallet tritonus går dermed imod definitionen om, at et rent stemningssystem og

Kapitel 6. Diskussion

derved dets rene intervaller har rationelle tal som frekvensforholdstal. Da $\frac{45}{32}$ er brugt som frekvensforholdstal for tritonus i analysen, vil det være interessant at undersøge nærmere, om særligt den harmoniske intonationsstrategi kan forbedres yderlig ved, at tritonus får ændret frekvensforholdstallet til $\sqrt{2}$.

I analysen har jeg valgt at sammenligne med det rene intonation stemningssystem for den pågældende toneart, som salmen står i. Det kan diskuteres, om dette er det rette valg, hvis sammenligningen skal forestille at være med et klaver stemt i ren intonation. Et sådan klaver vil højst sandsynlig være stemt ud fra C-dur, hvormed afvigelserne ville blevet meget større. Jeg har valgt at gå ud fra den toneart salmerne stå i, da det er muligt at stemme et instrument med faste toner om, så det tager udgangspunkt i den pågældende toneart, og det samtidig giver et bedre sammenligningsgrundlag.

Analysen er lavet fuldstændig på en teoretisk baggrund uden afsæt i, hvilken intonationsstrategi a capella-kor tager udgangspunkt i i praksis. Særligt ved udregning af den harmoniske intonation kan det manglende afsæt i virkelighed kritiseres. En akkord kan i korsammenhæng opbygges på mange forskellige måder, hvor jeg har udvalgt en enkelt måde ved at bygge op ud fra grundtonen og lave beregninger ud fra det. Det kan meget vel tænkes, at den harmoniske intonationsstrategi varierer fra kor til kor. Ud over, at opbygningen af akkorden kan gøres på forskellige måder, kan det også være forskelligt fra kor til kor på hvilke stemmer, der er de stærkest sangere, som de andre intonerer ind efter. Det vil også være interessant at undersøge, om der er forskel på kor for lige stemmer og blandende kor i forhold til intonationsstrategi.

For at bestemme disse nærmere er det nødvendigt med undersøgelser med afsæt i praktiske oplevelser i form af klingende lyd. For at kunne arbejde med lydoptagelser er det nødvendigt at have speciel software til rådighed, hvilket jeg ikke har haft i dette projekt. Samtidig vil det kunne blive en udfordring at få præcise nok frekvensmålinger til at bestemme hvilken intonationsstrategi, der benyttes i en konkret situation.

Jeg har i dette projekt meget ensidigt fokuseret på enkelte stemningssystemer og intonationsstrategier. Skulle projektet bredes yderlig ud, ville det være oplagt at starte med at analysere, om der kan findes andre tendenser, hvor de forskellige intonationsstrategier, jeg har valgt at analysere, adskiller sig fra hinanden, så som om den absolutte toneart holdes. Derudover vil det også være interessant at gentage min analysemetode med andre salmer, dels for at undersøge om mit resultat er videnskabeligt valid og kan reproduceres, men også for at undersøge hvilke faktorer, der påvirker stemningen af intervaller, og hvordan denne påvirkning kommer til udtryk i renheden af intervallerne. Yderlig kunne det være interessant at arbejde med andre typer kormusik end koraharmonisering både fra den vestlige musikkultur og andre kulturer. Dels fra et teoretisk synspunkt, men også med en praktisk tilgang for at undersøge, om der er forskelle i intonationsstrategi. Generelt vil dette kunne udvides til at undersøge, hvilket stemningssystem musikere med instrumenter uden fast stemning foretrækker og muligvis benytter automatisk, samt om dette er universelt eller kulturelt bestemt.

7. Konklusion

Konklusionen består af en opsummering af projektets indhold med fokus på de fremkommende resultater. Hele projektet samles herved i en samlet konklusion af projektets problemstilling.

Problemstillingen omkring stemningssystemer er inden for vestlig musikkultur tæt knyttet sammen med matematik. Et stemningssystem kan overordnet beskrives ud fra kriterierne tonehøjdemængde, gentagelsesfaktor, intervaller, hierarki og toneart, som hver især prioriteres forskelligt alt efter stemningssystem. Selve stemningssystemet består af en udvalgt mængde toner, der kan beskrives ved deres frekvenser eller mere generelt ved frekvensforholdstallene for intervallerne mellem tonerne.

Oktavækvivalensen i den vestlige musikkultur gør, at det er tilstrækkeligt at beskrive et stemningssystem inden for en oktav. Matematisk kan et stemningssystem beskrives ud fra et eller flere genererende intervaller. Et stemningssystem kaldes rent, hvis alle toners frekvensforholdstal kan beskrives med rationelle tal. Hvis nogle af tonerne har irrationelle frekvensforholdstal, kaldes stemningssystemet tempereret.

I dette projekt er der fokuseret på det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem, der begge er rene stemningssystemer samt det 12-tone ligesvævende stemningssystem, som er et tempereret stemningssystem. Fordelen ved det rene intonation stemningssystem er, at mange af de frekvensforholdstal findes i overtonerækken, mens ulempen ved både det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem er, at systemerne genererer en uendelig mængde af toner, og det ikke er muligt at fastholde frekvensforholdstallene for intervaller ved transponering. Det ligesvævende stemningssystem er en matematisk løsning på disse problemer.

Den menneskelige opfattelse af intervaller kan beskrives ved akustik og psykoakustik samt matematisk med fuzzy teori. Så selvom de teoretisk rene intervaller kan beskrives med forventede frekvensforholdstal, vil en afgivelse i en omegn af disse også opfattes af den menneskelige perception som den rigtige tone.

Det instrument, analysen bygger på, er a cappella SATB-kor.

Analysen er en teoretisk tilgang til stemningssystemer, hvor to salmer analyseres ud fra en melodisk intonationsstrategi, en harmonisk intonationsstrategi, det rene intonation stemningssystem for 12 faste halvtoner og det 12-tone ligesvævende stemningssystem. I analysen udregnes først frekvenserne for alle toner ud fra de fire intonationsstrategier, hvorefter alle intervalstørrelser bestemmes og sammenlignes med de forventede teoretisk rene intervaller.

Resultatet af analysen viser, at den harmoniske intonationsstrategi overordnet giver de reneste intervaller tæt forfulgt af det rene intonation stemningssystem med et

Kapitel 7. Konklusion

fast antal toner. Der er en afvigelse i forbindelse med tritonus intervaller, som gør, at det er svært at afgøre helt endeligt, hvilken af disse to stemningsstrategier som egentlig er bedst. Sammenlignes den melodiske intonationsstrategi med den harmoniske intonationsstrategi er der tydelig forskel i renheden, og af disse to intonationsstrategier giver den harmoniske intonationsstrategi overordnet den reneste helhed i musikstykkeerne.

Litteratur

- Benson, D. (2008). *Music: A Mathematical Offering*. Aberdeen: Department of Mathematics.
- Bibby, N. (2003). Tuning and temperament: closing the spiral. I J. Fauvel, R. Flood, og R. Wilson (red.), *Music and Mathematics - From Pythagoras to Fractals*, pp. 13–27. Oxford University Press.
- Broman, P. F. (2007). Music theory art, science, or what? I P. F. Broman og N. A. Engebretsen (red.), *What Kind of Theory is Music Theory?*, pp. 17–32. Stockholm University.
- del Corra, A., T. León, og V. Liern (2009). Compatibility of the different tunning systems in an orchestra. I *Comminications in Computer and Information Science*, Volume 38, pp. 93–103.
- Derkert, J. (2007). Mathematics and ideology in modernist music theory. I P. F. Broman og N. A. Engebretsen (red.), *What Kind of Theory is Music Theory?*, pp. 217–247. Stockholm University.
- Haluska, J. (2000). Equal temperamant and pythagorean tuning: a geometrical interpretation in the plane. *Fuzzy Sets and Systems* 114, 261–269.
- Haluska, J. (2004). *The mathematical theory of tone systems*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Howard, D. M. (2003). A cappella SATB quartet in-tune singing: Evidence of intonation shift. Proceedings of the Stockholm Music Acustics Conference.
- Howard, D. M. (2007). Equal or non-equal temperament in a capella SATB singing. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 32(2), 87–94.
- Howard, D. M. og J. A. S. Angus (2009). *Acoustics and Psychoacoustics*. Boston: Focal Press.
- Liern, V. (2005). Fuzzy tuning systems: the mathematics of musicians. *Fuzzy Sets and Systems* 150, 35–52.
- Liern, V. (2015). On the construction, comparison, and exchangeability of tuning systems. *Journal of Mathematics and Music* 9(3), 197–213.
- Lindley, M. og R. Turner-Smith (1993). *Mathematical Models of Musical Scales*. Bonn: Verlag für systematische Musikwissenschaft.
- Lloyd, L. S. og H. Boyle (1978). *Intervals, scales and temperament*. London: MacDonald and Jane's.

Litteratur

- Loy, G. (2007). *Muismathics: The Mathematical Foundations of Music*, Volume 1. Cambridge: The MIT Press.
- Manns, J. W. (2007). The concept of unity in music. I P. F. Broman og N. A. Engebretsen (red.), *What Kind of Theory is Music Theory?*, pp. 107–130. Stockholm University.
- Pace, E. K. (2007). The techne of music theory and the epistemic domain of the (neo-) aristotelian arts of logos. I P. F. Broman og N. A. Engebretsen (red.), *What Kind of Theory is Music Theory?*, pp. 133–183. Stockholm University.
- Polansky, L., D. Rockmore, M. K. Johnson, D. Repetto, og W. Pan (2009). A mathematical model for optimal tuning systems. *Perspectives of New Music* 47(1), 69–110.
- Powell, S. (1991). Choral intonation: More than meets the ear. *Music Educators Journal* 77(9), 40–43.
- Sayrs, E. og G. Proctor (2007). Playing the science card - science as a metaphor in the practice of music theory. I P. F. Broman og N. A. Engebretsen (red.), *What Kind of Theory is Music Theory?*, pp. 35–59. Stockholm University.
- Scimemi, B. (2002). The use of mechanical devices and numerical algorithms in the 18th century of the musical scale. I G. Assayag, H. G. Feichtinger, og J. F. Rodrigues (red.), *Mathematics and Music*, pp. 49–63. Springer.
- Scully, S. (2008). Stemninger. Studieretningsprojekt fra Herning Gymnasium.
- Scully, S. (2016). Synopsis: Musik og matematik. Synopsismodul Aalborg Universitet.
- Wollenberg, S. (2003). Music and mathematics: an overview. I J. Fauvel, R. Flood, og R. Wilson (red.), *Music and Mathematics - From Pythagoras to Fractals*, pp. 1–9. Oxford University Press.

Figurer

Figur 2.1:	Generering af den pythagoræiske skala.	12
Figur 2.2:	Ud fra tonen C som grundtone fås følgende pythagoræiske skala.	12
Figur 2.3:	Spiral af pythagoræiske kvinter.	13
Figur 2.4:	Geometrisk fortolkning af pythagoræiske stemning.	13
Figur 2.5:	Ud fra tonen C som grundtone fås følgende ren intonation skala.	14
Figur 2.6:	Overtonerækvenser og intervaller.	14
Figur 2.7:	Overtonerækken ud fra C som grundtone.	15
Figur 2.8:	Lukkede kvintcirkel for henholdsvis det pythagoræiske stemningssystem og det rene intonation stemningssystem.	16
Figur 2.9:	Geometrisk fortolkning af ligesvævende stemning.	17
Figur 2.10:	Ud fra tonen C som grundtone fås følgende ligesvævende skala.	18
Figur 3.1:	De rene intervaller angivet som frekvensforholdstal og centværdi.	21
Figur 3.2:	Illustration over ændring af perception af to toner med frekvens tæt på hinanden.	22
Figur 3.3:	Forskellen mellem klassisk og fuzzy opfattelse af renhed.	23
Figur 3.4:	Garbuzov zoner angivet i cent for intervaller efter hinanden og samklingende.	23
Figur 3.5:	Lille thirds vist som fuzzy tal.	24
Figur 5.1:	Teoretiske frekvenser for <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	29
Figur 5.2:	Teoretiske frekvenser for <i>Altid frejdig når du går</i>	30
Figur 5.3:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	32
Figur 5.4:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	33
Figur 5.5:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i>	34
Figur 5.6:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i>	35
Figur 5.7:	Afvigelser for melodiske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	36
Figur 5.8:	Afvigelser for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i>	37
Figur 5.9:	Afvigelser for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	38
Figur 5.10:	Afvigelser for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i>	39
Figur 5.11:	Afvigelser for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	40
Figur 5.12:	Afvigelser for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i>	41

Figurer

Figur 5.13:	Gennemsnit af de absolutte afvigelse for <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	42
Figur 5.14:	Gennemsnit af de absolutte afvigelse for <i>Altid frejdig når du går</i>	42
Figur B.1:	Noder til <i>Syng lovsang, hele jorden</i> med akkord- og funktionsanalyse.	55
Figur B.2:	Noder til <i>Altid frejdig når du går</i> med akkord- og funktionsanalyse.	56
Figur C.1:	Teoretiske frekvenser for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (1 ud af 2).	58
Figur C.2:	Teoretiske frekvenser for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (2 ud af 2).	59
Figur C.3:	Teoretiske frekvenser for <i>Altid frejdig når du går</i> (1 ud af 2).	60
Figur C.4:	Teoretiske frekvenser for <i>Altid frejdig når du går</i> (2 ud af 2).	61
Figur C.5:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (1 ud af 3).	62
Figur C.6:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (2 ud af 3).	63
Figur C.7:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (3 ud af 3).	64
Figur C.8:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (1 ud af 3).	65
Figur C.9:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (2 ud af 3).	66
Figur C.10:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (3 ud af 3).	67
Figur C.11:	Centværdier for de forventede intervaller brugt som Excel reference ved <i>Syng lovsang, hele jorden</i>	68
Figur C.12:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (1 ud af 4).	69
Figur C.13:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (2 ud af 4).	70
Figur C.14:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (3 ud af 4).	71
Figur C.15:	Centværdier for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (4 ud af 4).	72
Figur C.16:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (1 ud af 5).	73
Figur C.17:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (2 ud af 5).	74
Figur C.18:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (3 ud af 5).	75
Figur C.19:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (4 ud af 5).	76
Figur C.20:	Centværdier for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (5 ud af 5).	77
Figur C.21:	Centværdier for de forventede intervaller brugt som Excel reference ved <i>Altid frejdig når du går</i>	78

Figur C.22:	Afigelser for melodiske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (1 ud af 2).	79
Figur C.23:	Afigelser for melodiske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (2 ud af 2).	80
Figur C.24:	Afigelser for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (1 ud af 2).	81
Figur C.25:	Afigelser for melodiske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (2 ud af 2).	82
Figur C.26:	Afigelser for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (1 ud af 2).	83
Figur C.27:	Afigelser for harmoniske intervaller for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (2 ud af 2).	84
Figur C.28:	Afigelser for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (1 ud af 2).	85
Figur C.29:	Afigelser for harmoniske intervaller for <i>Altid frejdig når du går</i> (2 ud af 2).	86
Figur C.30:	Gennemsnit af de absolutte afvigelse for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (1 ud af 2).	87
Figur C.31:	Gennemsnit af de absolutte afvigelse for <i>Syng lovsang, hele jorden</i> (2 ud af 2).	88
Figur C.32:	Gennemsnit af de absolutte afvigelse for <i>Altid frejdig når du går</i> (1 ud af 2).	89
Figur C.33:	Gennemsnit af de absolutte afvigelse for <i>Altid frejdig når du går</i> (2 ud af 2).	90

A. Matematisk forklaring

$:=$	defineret ved
$\{x \mid \text{betegnelse}\}$	mængden af alle x , hvorom betegnelsen er opfyldt
$x \in X$	x er (et element) i X
$x \notin X$	x er ikke (et element) i X
\subset	delmængde
\mathbb{N}	mængden af naturlige tal $\{1, 2, 3, \dots\}$
\mathbb{Z}	mængden af heltal $\{\dots, -2, 1, 0, 1, 2, \dots\}$
\mathbb{R}	mængden af reelle tal
\emptyset	den tomme mængde
$\lfloor x \rfloor$	værdien af x runder ned til nærmeste heltal
$f : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{R}$	funktionens navn: definitionsmængde \rightarrow værdimængde
S^1	enhedscirklen
$ x $	den absolute værdi af x
$\gcd(x; y)$	største fælles divisor mellem x og y

B. Noder

Syng lovsang, hele jorden

J. Berthier

The musical score consists of two staves of music for four voices (Soprano, Alto, Tenor, Bass) and piano. The key signature is one flat, and the time signature is common time (indicated by '3'). The vocal parts are labeled S, A, T, B from top to bottom. The piano part is on the left, and the vocal parts are on the right. The lyrics are written below the notes. Harmonic analysis is provided above the notes, indicating chords and functions.

Chord Progressions:

- Measures 1-4: E♭, E♭, A♭ E♭, B♭, Cm, G, Cm, B♭ E♭, Fm/A♭ B♭, E♭
- Measures 5-8: E♭, A♭ E♭, B♭, Cm, Fm/A♭, A♭maj7 B♭sus4 B♭, E♭

Funktionsanalyse (Function Analysis):

- Measures 1-4: Syng (T), lov - sang (S), he - le (T), jor - den (D), Taf (Taf), (D), Tst (Tst), D (D), S6 (S6), D (D), T (T).
- Measures 5-8: lov - sang (T), he - le (S), jor - den (T), syng (D), lov - sang (S6), for (S), vor (5/4D), Gud. (D), Syng (T).

Figur B.1: Noder til *Syng lovsang, hele jorden* med akkord- og funktionsanalyse.

Altid frejdig når du går

Christian Richardt

C. E. F. Weyse

The musical score consists of two staves: Soprano (S) and Alto (A). The key signature is one sharp (F#), and the time signature is common time (C). The vocal parts sing in unison.

Harmonic Analysis:

- Measures 1-4: D, A/C#, G/B, D/A, E7/G# (A), -7, D, A/C#, E7/B (A), Esus4 (E), -7, A.
- Measures 5-8: A, D#dim, Em, Hm, G, A7/G, D/F#, E7/G#, A, Em6/G, D, Em/G, D/A, A, -7, D.

Chord Progressions:

- Measures 1-4: T, S3, 6, 4D, DD3, D, T, D3, T3, D5, T, 5, 4D, D, T.
- Measures 5-8: T, (D), Sp, Dv, Tp, S, D7, T3, DD3, D, Sp6, T3, S6, 6, 4D, D, -7, T.

Lyrics:

Al - tid frej - dig nä - r du går ve - je, Gud tør ken - de.
selv om du til må - let nä - r først ved ver - dens en - de.

Figur B.2: Noder til *Altid frejdig når du går* med akkord- og funktionsanalyse.

C. Excel udregninger

Som bilag er vedlagt Excel kommandoerne til udregningerne lavet i analysen. Figurerne kommer i samme rækkefølge, som de tilsvarende kommer i kapitel 5 med enkelte ekstra figurer tilføjet indimellem.

Bilag C. Excel udregninger

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1			Referencetone A = 440									
2												
3		Rene intervaller - melodisk										
4	S =E1*8/9	=B4	=C4	=D4*15/15	=E4*15/16	=F4*8/9	=G4*8/9	=H4*15/15	=I4*15/15	=J4*9/8	=K4*9/8	=L4*15/15
5	A =E1*32/45	=B5	=C5	=D5	=E5	=F5*15/16	=G5*8/9	=H5*15/15	=I5*15/15	=J5*9/8	=K5*15/15	=L5*9/8
6	T =E1*8/15	=B6	=C6	=D6*9/8	=E6*8/9	=F6	=G6*5/6	=H6	=I6	=J6*6/5	=K6	=L6*9/8
7	B =E1*32/45*2^-1	=B7	=C7	=D7*2/3	=E7*3/2	=F7*3/4	=G7*9/8	=H7*3/4	=I7*4/3	=J7*8/9	=K7*4/3	=L7*2/3
8												
9		Rene intervaller - harmonisk										
10	S =B13*5/4*2	=C13*5/4*2	=D13*5/4*2	=E13*2^2	=F13*5/4*2	=G13*3/2*2	=H13*6/5*2	=I13*3/2*2	=J13*6/5*2	=K13*3/2*2	=L13*5/4*2	=M13*2^2*2
11	A =B13*2	=C13*2	=D13*2	=E13*3/2^2	=F13*2	=G13*5/4*2	=H13*2	=I13*5/4*2	=J13*2	=K13*5/4*2	=L13*2	=M13*5/3*2
12	T =B13*3/2	=C13*3/2	=D13*3/2	=E13*5/4*2	=F13*3/2	=G13*2	=H13*3/2	=I13*2	=J13*3/2	=K13*2	=L13*3/2	=M13*5/4*2
13	B =E1*32/45*2^-1	=B13	=C13	=D13*2/3	=E13*3/2	=F13*3/4	=G13*9/8	=H13*3/4	=I13*4/3	=J13*8/9	=K13*4/3	=L13*2/3
14												
15		Ren intonation (fast)										
16	S =E1*8/9	=B16	=B16	=B17*4/3	=B16	=B17*9/8	=B17	=G17	=B17	=G16	=B16	=E16
17	A =E1*32/45	=B17	=B17	=B17	=B17	=B17*15/8*2^-1	=E18	=G17*((3/2)^3)*(2^-2)	=E18	=G17	=B17	=G16
18	T =E1*8/15	=B18	=B18	=B18	=B18	=B18	=B18	=H18	=B18	=B18	=B18	=E18
19	B =E1*32/45*2^-1	=B19	=B19	=B19*2/3	=B19	=B18/2	=E18/2	=H18/2	=H19	=G19	=B19	=E19
20												
21		Ligesværende stemning										
22	S =E1/2^n(2/12)	=B22	=B22	=E1/2^(1/12)	=B22	=E1/2^(4/12)	=B23	=G23	=B23	=G22	=B22	=E22
23	A =E1/2^n(6/12)	=B23	=B23	=E1/2^(7/12))	=E24	=E1*2^(2/12)/2	=E24	=G23	=B23	=G22		
24	T =E1*2^(1/12)/2	=B24	=B24	=E1*2^(3/12)/2	=B24	=B22/2	=H24	=B24	=B24	=E24		
25	B =B23/2	=B25	=B25	=E22/(2^2)	=B25	=E24/2	=H24/2	=H25	=G25	=B25	=E25	

Figur C.1: Teoretiske frekvenser for *Syng lovsang, hele jorden* (1 ud af 2). Der er markeret med farve, hvor der er afvigelser mellem intonationsstrategierne. Den blå skrift angiver akkordens grundtone.

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
1														
2														
3														
4	=M4*5/6	=N4*9/8	=O4	=P4	=Q4*16/15	=R4*15/16	=S4*8/9	=T4*8/9	=U4*5/4	=V4*8/9	=W4*8/9	=X4	=Y4*15/16	=Z4*16/15
5	=M5*5/6	=N5*16/15	=O5	=P5	=Q5	=R5	=S5*15/16	=T5*8/9	=U5*6/5	=V5*5/6	=W5	=X5*8/9	=Y5	=Z5
6	=M6*8/9	=N6	=O6	=P6	=Q6*9/8	=R6*8/9	=S6	=T6*5/6	=U6	=V6*16/15	=W6*15/16	=X6*8/9	=Y6	=Z6*9/8
7	=M7*9/8	=N7*4/3	=O7	=P7	=Q7*2/3	=R7*3/2	=S7*3/4	=T7*9/8	=U7	=V7*4/5	=W7	=X7*9/8	=Y7	=Z7*4/3
8														
9														
10	=N13*3/2*2	=O13*5/4*2	=P13*5/4*2	=Q13*5/4*2	=R13*2*2	=S13*5/4*2	=T13*3/2*2	=U13*6/5*2	=V13*3/2*2	=W13*5/3*2	=X13*3/2*2	=Y13*4/3*2	=Z13*5/4*2	=AA13*2
11	=N13*5/4*2	=O13*2	=P13*2	=Q13*2	=R13*3/2	=S13*2	=T13*5/4*2	=U13*2	=V13*6/5*2	=W13*5/4*2	=X13*5/4*2	=Y13*2	=Z13*2	=AA13*3/2
12	=N13*2	=O13*3/2	=P13*3/2	=Q13*3/2	=R13*5/4*2	=S13*3/2	=T13*2	=U13*3/2	=V13*3/2	=W13*2	=X13*15/8	=Y13*3/2	=Z13*3/2	=AA13*5/4
13	=M13*9/8	=N13*4/3	=O13	=P13	=Q13*2/3	=R13*3/2	=S13*3/4	=T13*9/8	=U13	=V13*4/5	=W13	=X13*9/8	=Y13	=Z13*4/3
14														
15														
16	=G16	=B15	=B16	=B16	=E16	=B16	=G16	=B17	=B16	=G16	=B17	=B17	=G17	=B17
17	=G17	=B17	=B17	=B17	=B17	=B17	=G17	=E18	=B17	=E18	=B18	=B18	=B18	=B18
18	=B18	=B18	=B18	=B18	=E18	=B18	=H18	=H18	=E16/2	=H18	=G16/2	=Y18	=H18	
19	=G19	=B19	=B19	=E19	=B19	=G19	=H19	=H19	=E19	=E19	=G19	=G19	=B19	
20														
21														
22	=G22	=B22	=B22	=B22	=E22	=B22	=G22	=B23	=B22	=G22	=B23	=B23	=G23	=B23
23	=G23	=B23	=B23	=B23	=E23	=B23	=G23	=E24	=B23	=E24	=B24	=B24	=B24	
24	=B24	=B24	=B24	=B24	=E24	=B24	=H24	=H24	=E22/2	=H24	=G22/2	=Y24	=H24	
25	=G25	=B25	=B25	=E25	=B25	=G25	=H25	=H25	=E25	=E25	=G25	=G25	=B25	

Figur C.2: Teoretiske frekvenser for *Syng lovsang, hele jorden* (2 ud af 2). Der er markeret med farve, hvor der er afvigelser mellem intonationsstrategierne. Den blå skrift angiver akkordens grundtone.

Bilag C. Excel udregninger

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1			Referencetone A = 440												
2		Rene intervalle - melodisk													
3															
4	S =E1	=B4	=C4*8/9	=D4*15/16	=E4*8/9	=F4*5/5	=G4*15/16	=H4*6/5	=I4*9/8	=J4*9/8	=K4*16/15	=L4*15/16	=M4*8/9	=N4 =O4*8/9	
5	A =E1*2/3	=B5*9/8	=C5*8/9	=D5	=E5	=F5*15/16	=G5*16/15	=H5*9/8	=I5	=J5	=K5	=L5	=M5 =N5*8/9	=O5*15/16	
6	T =E1*5/6/2	=B6*8/9 yellow	=C6*5/5	=D6*9/8	=E6*9/8	=F6*8/9	=G6*3/4	=H6*3/4	=I6	=J6	=K6*15/16	=L6*16/15	=M6 =N6*15/16	=O6*16/15	
7	B =E1*2/3/2	=B7*15/16	=C7*8/9	=D7*8/9	=E7*15/16	=F7*16/15	=G7*4/3	=H7*15/16	=I7	=J7	=K7*8/9	=L7*8/9	=M7*3/2	=N7 =O7*2/3	
8															
9		Rene intervalle - harmonisk grundtone													
10	S =B13*3/2*2	=B10 blue	=C10*8/9 green	=E13*5/3*2 green	=E10*8/9 green	=G13*16/9*2	=H13*5/4*2 green	=H10*6/5 green	=I12*9/8*2	=K12*5/4*2	=I11*16/9	=M13*5/4*2^2	=N13*3/2*2	=P13*3/2*2 green	
11	A =B13*2	=C10*3/4	=D10*3/4	=E13*4/3*2	=F10*8/9	=G13*5/4*2	=H13*2	=I10*3/4	=J12*3/2	=I11	=K11 green	=M13*3/2*2	=N13*2	=O13*16/9 green	=P13*5/4*2
12	T =B13*5/4	=C11/2	=D10/2	=E13*2	=F10*3/4	=G13*2	=H13*3/2	=I10*3/4/2	=I12*4/3 red	=I12	=I11*5/8	=M13*2	=N13*4/3	=O13*2 green	=P13*5/4
13	B =E1*2/3/2	=C10*5/8/2	=D10*5/4*2*2	=E13*8/9 green	=F10*5/8/2	=G13*16/15 green	=H13*4/3 green	=I10*5/8/2	=I12*5/8	=I13	=I11*3/4/2	=I13*8/9 green	=M13*3/2	=N13 green	=O13*2/3 green
14															
15		Ren intonation (fast)													
16	S =B17*3/2	=B16	=B17*4/3	=B18*2	=C17 orange	=D16	=B18*2	=B16	=D19*2/2 orange	=C19*2/2 orange	=B17*2	=C19*2/2 orange	=D19*2/2 orange	=D19*2/2 orange	=B16 orange
17	A =B19*2	=B17*9/8	=B17	=B17	=C19*2	=B17	=C17	=C17	=C17	=C17	=C17	=C17	=B17	=C19*2	
18	T =B19*5/4	=C17/2	=D16/2	=B16/2	=D19*2	=B16/2	=C17/2	=B16/2	=B16/2	=F19/2	=B16/2	=B16/2	=B16/2	=L18	=B16/2
19	B =E1*2/3/2	=B17*15/16/2	=B17*5/6/2	=B16/2/2 red	=C19*3/4 red	=B16/2/2 red	=B17/2	=C19 red	=C19	=C19 red	=C19	=C19 red	=C17/2	=C17/2 red	=B16/2/2 red
20															
21		Ligevææende stemning													
22	S =E1	=B22	=B22*2/2/12	=B24*2	=C23	=D22	=B24*2	=B22	=D25*2/2	=C25*2/2	=B23*2	=C25*2/2	=D25*2/2	=D25*2/2	=B22
23	A =B22*2/(7/12)	=B22*2/(5/12)	=B23	=B23	=C23	=B23	=B23	=C23	=C23	=C23	=C23	=C23	=C23	=C23	=C23
24	T =B22*2^(3/12)/2	=C23/2	=B22/2	=D25*2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B22/2
25	B =B23/2	=B22*2^(4/12)/2^2	=B22*2^(2/12)/2^2	=B22*2^(1/12)/2^2	=B23/2	=C25	=C25	=D25	=B22/2^2	=C23/2	=B22/2^2	=C23/2	=B22/2^2	=B22/2^2	

Figur C.3: Teoretiske frekvenser for *Altid frejdig når du går* (1 ud af 2). Der er markeret med farve, hvor der er afigelser mellem intonationsstrategierne. Den blå skrift angiver akkordens grundtone.

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A A	AB	AC	AD	A E	A F	A G	A H	
1																			
2																			
3																			
4	=D4*3/4	=Q4	=E4*9/8	=S4*16/15	=T4*15/16	=U4*4/3	=V4*8/9	=W4*4/3	=X4	=Y4	=Z4*15/16	=AA4*8/9	=AB4*8/9	=AC4	=AD4*8/9	=AE4*15/16	=AF4*8/9	=AG4*8/9	
5	=P5	=Q5	=E5*9/8	=S5*16/15	=T5*8/9	=U5*4/3	=V5*5/6	=W5*8/9	=X5*9/8	=Y5	=Z5*15/16	=AA5	=AB5*8/9	=AD5*9/8	=AE5*8/9	=AF5*5/16	=AG5*16/15		
6	=P6	=Q6	=E6*9/8	=S6*16/15	=T6*8/9	=U6*6/5	=V6*15/16	=W6*4/5	=X6*9/8	=Y6	=Z6*15/16	=AA6*5/4	=AB6	=AC6*16/15	=AD6*5/6	=AE6*8/9	=AF6*8/9	=AG6*15/16	
7	=P7/2	=Q7*8/9	=E7*15/16	=S7*8/9	=T7*3/4	=U7*8/5	=V7	=W7*15/16	=X7*9/8	=Y7	=Z7*15/16	=AA7*8/9	=AB7	=AC7*15/16	=AD7*16/15	=AE7*9/8	=AF7/2	=AG7*4/3	
8																			
9																			
10	=Q12*3/2	=Q10	=S11*6/5	=T13*6/5*2	=U13*3/2*2	=V13*5/4*2	=W10*8/9	=X11*2	=Y11*6/9	=Z13*4/3*2	=AA13*5/4*2	=AB11*3/2	=AC11*4/3	=AD11*3/2	=AE13*2	=AF13*5/3	=AG13*3/2*2	=AH13*2	
11	=Q11*5/4		=E11*9/8	=T13*2	=U13*6/5*2	=V13*2	=W10*3/4	=X11*9/8	=Y11*9/8	=Z13*3/2	=AA13*5/4*2	=AB11*3/2	=AC11*4/3	=AD11*3/2	=AE13*5/3	=AF13*4/3	=AG13*3/2*2	=AH13*2	
12	=P12	=Q12	=S11*3/2	=T13*3/2	=U13*2	=V13*3/2	=W10*5/8	=X11*3/4	=Y11*3/4	=Z13	=AA15/6	=AB11*5/6	=AC11	=AD11	=AE13*5/4	=AF13	=AG13*16/9	=AH13*5/4	
13	=Q12		=Q12*8/9	=S13*8/9	=T13*3/4	=U13*8/5	=V10*8/9/2	=X11*5/8	=Y11*5/8	=Z13	=AA13*5/4*2	=AB11*3/2	=AC11*4/3	=AD11*3/2	=AE13*5/3	=AF13*8/9	=AG13*3/2*2	=AH13*2	
14																			
15																			
16	=C17	=C17	=B18*2	=D16	=B18*2	=D19*22	=B16	=B17*2	=B17*2	=C19*2	=D19*22	=B16	=B16	=D16	=B16	=B18*2	=C17	=B17	
17	=C19*2		=C19*2	=B18*3/2	=C17	=B17	=D16	=C17	=C17	=C17	=C17	=B17	=C17	=C17	=B17	=C19*2	=B17		
18	=B16/2		=B16/2	=B16/2	=D19*2	=D19*2	=B17	=C19*2	=B16/2	=B16/2	=B16/2	=B16/2	=B16/2	=B16/2	=B16/2	=B18	=B16/2	=B18	
19	=B16/2	=D18	=B18		=C17/2	=D19	=D18	=D18	=B18	=B16/2	=B16/2	=D18	=D18	=D18	=B16/2	=B16/2	=B17/2		
20																			
21																			
22	=C23	=C23	=B24*2	=D22	=B24*2	=D25*22	=B22	=B23*2	=B23*2	=C25*2	=D25*22	=B22	=B22	=D22	=B22	=B24*2	=C23	=B23	
23	=C23		=C25*2	=B22/2*	=C23	=D22	=B23	=C23	=C23	=C23	=C23	=B23	=B23	=B23	=B23	=C25*2	=B23		
24	=B22/2		=B22/2	=D25*2	=B23	=C25*2	=B22/2	=D25*2	=B22/2	=B22/2	=B22/2	=B24	=B24	=B24	=B24	=D24	=B24		
25	=B22/2		=D24		=C23/2		=D25		=D24		=B22/2		=D24		=B24		=B22/2		

Figur C.4: Teoretiske frekvenser for *Altid frejdig når du går* (2 ud af 2). Der er markeret med farve, hvor der er afvigelser mellem intonationsstrategierne. Den blå skrift angiver akkordens grundtone.

Bilag C. Excel udregninger

	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1		Intervallet soprán							
2	forventet:	=CH2		=CH2	=CH3	=CH3	=CH4	=CH4	=CH3
3	melodisk	=1200*ABSLOG(B4/(C4-2))	=1200*ABSLOG(C4/(D4-2))	=1200*ABSLOG(D4/(E4-2))	=1200*ABSLOG(E4/(F4-2))	=1200*ABSLOG(F4/(G4-2))	=1200*ABSLOG(G4/(H4-2))	=1200*ABSLOG(H4/(I4-2))	=1200*ABSLOG(I4/(J4-2))
4	harmonisk	=1200*ABSLOG(B3/(C10-2))	=1200*ABSLOG(C10/(D10-2))	=1200*ABSLOG(D10/(E10-2))	=1200*ABSLOG(E10/(F10-2))	=1200*ABSLOG(F10/(G10-2))	=1200*ABSLOG(G10/(H10-2))	=1200*ABSLOG(H10/(I10-2))	=1200*ABSLOG(I10/(J10-2))
5	ren intonation	=1200*ABSLOG(B5/(C16-2))	=1200*ABSLOG(C16/(D16-2))	=1200*ABSLOG(D16/(E16-2))	=1200*ABSLOG(E16/(F16-2))	=1200*ABSLOG(F16/(G16-2))	=1200*ABSLOG(G16/(H16-2))	=1200*ABSLOG(H16/(I16-2))	=1200*ABSLOG(I16/(J16-2))
6	ligesværende	=1200*ABSLOG(B22/(C22-2))	=1200*ABSLOG(C22/(D22-2))	=1200*ABSLOG(D22/(E22-2))	=1200*ABSLOG(E22/(F22-2))	=1200*ABSLOG(F22/(G22-2))	=1200*ABSLOG(G22/(H22-2))	=1200*ABSLOG(H22/(I22-2))	=1200*ABSLOG(I22/(J22-2))
7									
8		intervaller alt							
9	forventet:	=CH2		=CH2	=CH2	=CH3	=CH4	=CH3	=CH3
10	melodisk	=1200*ABSLOG(B5/(C5-2))	=1200*ABSLOG(C5/(D5-2))	=1200*ABSLOG(D5/(E5-2))	=1200*ABSLOG(E5/(F5-2))	=1200*ABSLOG(F5/(G5-2))	=1200*ABSLOG(G5/(H5-2))	=1200*ABSLOG(H5/(I5-2))	=1200*ABSLOG(I5/(J5-2))
11	harmonisk	=1200*ABSLOG(B11/(C11-2))	=1200*ABSLOG(C11/(D11-2))	=1200*ABSLOG(D11/(E11-2))	=1200*ABSLOG(E11/(F11-2))	=1200*ABSLOG(F11/(G11-2))	=1200*ABSLOG(G11/(H11-2))	=1200*ABSLOG(H11/(I11-2))	=1200*ABSLOG(I11/(J11-2))
12	ren intonation	=1200*ABSLOG(B7/(C7-2))	=1200*ABSLOG(C7/(D7-2))	=1200*ABSLOG(D7/(E7-2))	=1200*ABSLOG(E7/(F7-2))	=1200*ABSLOG(F7/(G7-2))	=1200*ABSLOG(G7/(H7-2))	=1200*ABSLOG(H7/(I7-2))	=1200*ABSLOG(I7/(J7-2))
13	ligesværende	=1200*ABSLOG(B23/(C32-2))	=1200*ABSLOG(C32/(D32-2))	=1200*ABSLOG(D32/(E32-2))	=1200*ABSLOG(E32/(F32-2))	=1200*ABSLOG(F32/(G32-2))	=1200*ABSLOG(G32/(H32-2))	=1200*ABSLOG(H32/(I32-2))	=1200*ABSLOG(I32/(J32-2))
14									
15		intervaller tenor							
16	forventet:	=CH2		=CH4	=CH4	=CH2	=CH5	=CH2	=CH2
17	melodisk	=1200*ABSLOG(B6/(G6-2))	=1200*ABSLOG(C6/(D6-2))	=1200*ABSLOG(D6/(E6-2))	=1200*ABSLOG(E6/(F6-2))	=1200*ABSLOG(F6/(G6-2))	=1200*ABSLOG(G6/(H6-2))	=1200*ABSLOG(H6/(I6-2))	=1200*ABSLOG(I6/(J6-2))
18	harmonisk	=1200*ABSLOG(B22/(C22-2))	=1200*ABSLOG(C22/(D22-2))	=1200*ABSLOG(D22/(E22-2))	=1200*ABSLOG(E22/(F22-2))	=1200*ABSLOG(F22/(G22-2))	=1200*ABSLOG(G22/(H22-2))	=1200*ABSLOG(H22/(I22-2))	=1200*ABSLOG(I22/(J22-2))
19	ren intonation	=1200*ABSLOG(B18/(F18-2))	=1200*ABSLOG(C18/(D18-2))	=1200*ABSLOG(D18/(E18-2))	=1200*ABSLOG(E18/(F18-2))	=1200*ABSLOG(F18/(G18-2))	=1200*ABSLOG(G18/(H18-2))	=1200*ABSLOG(H18/(I18-2))	=1200*ABSLOG(I18/(J18-2))
20	ligesværende	=1200*ABSLOG(B24/(C24-2))	=1200*ABSLOG(C24/(D24-2))	=1200*ABSLOG(D24/(E24-2))	=1200*ABSLOG(E24/(F24-2))	=1200*ABSLOG(F24/(G24-2))	=1200*ABSLOG(G24/(H24-2))	=1200*ABSLOG(H24/(I24-2))	=1200*ABSLOG(I24/(J24-2))
21									
22		intervaller bass							
23	forventet:	=CH2		=CH9	=CH9	=CH7	=CH4	=CH7	=CH7
24	melodisk	=1200*ABSLOG(B7/(C7-2))	=1200*ABSLOG(C7/(D7-2))	=1200*ABSLOG(D7/(E7-2))	=1200*ABSLOG(E7/(F7-2))	=1200*ABSLOG(F7/(G7-2))	=1200*ABSLOG(G7/(H7-2))	=1200*ABSLOG(H7/(I7-2))	=1200*ABSLOG(I7/(J7-2))
25	harmonisk	=1200*ABSLOG(B3/(C13-2))	=1200*ABSLOG(C3/(D13-2))	=1200*ABSLOG(D3/(E13-2))	=1200*ABSLOG(E3/(F13-2))	=1200*ABSLOG(F3/(G13-2))	=1200*ABSLOG(G3/(H13-2))	=1200*ABSLOG(H3/(I13-2))	=1200*ABSLOG(I3/(J13-2))
26	ren intonation	=1200*ABSLOG(B19/(D19-2))	=1200*ABSLOG(C19/(D19-2))	=1200*ABSLOG(D19/(E19-2))	=1200*ABSLOG(E19/(F19-2))	=1200*ABSLOG(F19/(G19-2))	=1200*ABSLOG(G19/(H19-2))	=1200*ABSLOG(H19/(I19-2))	=1200*ABSLOG(I19/(J19-2))
27	ligesværende	=1200*ABSLOG(B25/(C25-2))	=1200*ABSLOG(C25/(D25-2))	=1200*ABSLOG(D25/(E25-2))	=1200*ABSLOG(E25/(F25-2))	=1200*ABSLOG(F25/(G25-2))	=1200*ABSLOG(G25/(H25-2))	=1200*ABSLOG(H25/(I25-2))	=1200*ABSLOG(I25/(J25-2))

Figur C.5: Centværdier for melodiske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (1 ud af 3). Afgivelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afgivelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgivelse i den rene intonation stemningsstrategi.

	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS
1	=CH4	=CH4	=CH3	=CH5	=CH4	=CH2	=CH2	=CH3
2	=1200*ABSLOG(10/11/K4;2))	=1200*ABSLOG(K4/L4;2))	=1200*ABSLOG(M4/N4;2))	=1200*ABSLOG(N4/O4;2))	=1200*ABSLOG(O4/P4;2))	=1200*ABSLOG(P4/Q4;2))	=1200*ABSLOG(Q4/R4;2))	=1200*ABSLOG(R4;2))
3	=1200*ABSLOG(10/11/K10;2))	=1200*ABSLOG(K10/L10;2))	=1200*ABSLOG(M10/N10;2))	=1200*ABSLOG(N10/O10;2))	=1200*ABSLOG(O10/P10;2))	=1200*ABSLOG(P10/Q10;2))	=1200*ABSLOG(Q10/R10;2))	=1200*ABSLOG(R10;2))
4	=1200*ABSLOG(10/11/K16;2))	=1200*ABSLOG(K16/L16;2))	=1200*ABSLOG(M16/N16;2))	=1200*ABSLOG(N16/O16;2))	=1200*ABSLOG(O16/P16;2))	=1200*ABSLOG(P16/Q16;2))	=1200*ABSLOG(Q16/R16;2))	=1200*ABSLOG(R16;2))
5	=1200*ABSLOG(16/K16;2))	=1200*ABSLOG(K16/L16;2))	=1200*ABSLOG(M16/N16;2))	=1200*ABSLOG(N16/O16;2))	=1200*ABSLOG(O16/P16;2))	=1200*ABSLOG(P16/Q16;2))	=1200*ABSLOG(Q16/R16;2))	=1200*ABSLOG(R16;2))
6	=1200*ABSLOG(122/K22;2))	=1200*ABSLOG(K22/L22;2))	=1200*ABSLOG(L22/M22;2))	=1200*ABSLOG(M22/N22;2))	=1200*ABSLOG(N22/O22;2))	=1200*ABSLOG(O22/P22;2))	=1200*ABSLOG(P22/Q22;2))	=1200*ABSLOG(Q22/R22;2))
7								
8								
9	=CH4	=CH3	=CH4	=CH5	=CH3	=CH2	=CH2	=CH2
10	=1200*ABSLOG(15/K5;2))	=1200*ABSLOG(K5/L5;2))	=1200*ABSLOG(L5/M5;2))	=1200*ABSLOG(M5/N5;2))	=1200*ABSLOG(N5/O5;2))	=1200*ABSLOG(O5/P5;2))	=1200*ABSLOG(P5/Q5;2))	=1200*ABSLOG(Q5/R5;2))
11	=1200*ABSLOG(11/K11;2))	=1200*ABSLOG(K11/L11;2))	=1200*ABSLOG(L11/M11;2))	=1200*ABSLOG(M11/N11;2))	=1200*ABSLOG(N11/O11;2))	=1200*ABSLOG(O11/P11;2))	=1200*ABSLOG(P11/Q11;2))	=1200*ABSLOG(Q11/R11;2))
12	=1200*ABSLOG(17/K17;2))	=1200*ABSLOG(K17/L17;2))	=1200*ABSLOG(L17/M17;2))	=1200*ABSLOG(M17/N17;2))	=1200*ABSLOG(N17/O17;2))	=1200*ABSLOG(O17/P17;2))	=1200*ABSLOG(P17/Q17;2))	=1200*ABSLOG(Q17/R17;2))
13	=1200*ABSLOG(123/K23;2))	=1200*ABSLOG(K23/L23;2))	=1200*ABSLOG(L23/M23;2))	=1200*ABSLOG(M23/N23;2))	=1200*ABSLOG(N23/O23;2))	=1200*ABSLOG(O23/P23;2))	=1200*ABSLOG(P23/Q23;2))	=1200*ABSLOG(Q23/R23;2))
14								
15								
16	=CH5	=CH2	=CH4	=CH4	=CH2	=CH2	=CH2	=CH4
17	=1200*ABSLOG(16/K6;2))	=1200*ABSLOG(K6/L6;2))	=1200*ABSLOG(L6/M6;2))	=1200*ABSLOG(M6/N6;2))	=1200*ABSLOG(N6/O6;2))	=1200*ABSLOG(O6/P6;2))	=1200*ABSLOG(P6/Q6;2))	=1200*ABSLOG(Q6/R6;2))
18	=1200*ABSLOG(12/K12;2))	=1200*ABSLOG(K12/L12;2))	=1200*ABSLOG(L12/M12;2))	=1200*ABSLOG(M12/N12;2))	=1200*ABSLOG(N12/O12;2))	=1200*ABSLOG(O12/P12;2))	=1200*ABSLOG(P12/Q12;2))	=1200*ABSLOG(Q12/R12;2))
19	=1200*ABSLOG(18/K18;2))	=1200*ABSLOG(K18/L18;2))	=1200*ABSLOG(L18/M18;2))	=1200*ABSLOG(M18/N18;2))	=1200*ABSLOG(N18/O18;2))	=1200*ABSLOG(O18/P18;2))	=1200*ABSLOG(P18/Q18;2))	=1200*ABSLOG(Q18/R18;2))
20	=1200*ABSLOG(124/K24;2))	=1200*ABSLOG(K24/L24;2))	=1200*ABSLOG(L24/M24;2))	=1200*ABSLOG(M24/N24;2))	=1200*ABSLOG(N24/O24;2))	=1200*ABSLOG(O24/P24;2))	=1200*ABSLOG(P24/Q24;2))	=1200*ABSLOG(Q24/R24;2))
21								
22								
23	=CH4	=CH7	=CH9	=CH4	=CH7	=CH2	=CH2	=CH9
24	=1200*ABSLOG(17/K7;2))	=1200*ABSLOG(K7/L7;2))	=1200*ABSLOG(L7/M7;2))	=1200*ABSLOG(M7/N7;2))	=1200*ABSLOG(N7/O7;2))	=1200*ABSLOG(O7/P7;2))	=1200*ABSLOG(P7/Q7;2))	=1200*ABSLOG(Q7/R7;2))
25	=1200*ABSLOG(13/K13;2))	=1200*ABSLOG(K13/L13;2))	=1200*ABSLOG(L13/M13;2))	=1200*ABSLOG(M13/N13;2))	=1200*ABSLOG(N13/O13;2))	=1200*ABSLOG(O13/P13;2))	=1200*ABSLOG(P13/Q13;2))	=1200*ABSLOG(Q13/R13;2))
26	=1200*ABSLOG(19/K19;2))	=1200*ABSLOG(K19/L19;2))	=1200*ABSLOG(L19/M19;2))	=1200*ABSLOG(M19/N19;2))	=1200*ABSLOG(N19/O19;2))	=1200*ABSLOG(O19/P19;2))	=1200*ABSLOG(P19/Q19;2))	=1200*ABSLOG(Q19/R19;2))
27	=1200*ABSLOG(25/K25;2))	=1200*ABSLOG(K25/L25;2))	=1200*ABSLOG(L25/M25;2))	=1200*ABSLOG(M25/N25;2))	=1200*ABSLOG(N25/O25;2))	=1200*ABSLOG(O25/P25;2))	=1200*ABSLOG(P25/Q25;2))	=1200*ABSLOG(Q25/R25;2))

Figur C.6: Centværdier for melodiske intervaller for *Syng lousang, hele jorden* (2 ud af 3). Afgigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afgigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

	A.T	A.U	A.V	A.W	A.X	A.Y	A.Z	B.A
1								
2	=CH3		=CH4		=CH4			=CH3
3	=1200*ABS(LOG(R4/S4;2))	=1200*ABS(LOG(S4/T4;2))	=1200*ABS(LOG(T4/U4;2))	=1200*ABS(LOG(U4/V4;2))	=1200**ABS(LOG(V4/W4;2))	=1200**ABSLOG(W4/X4;2))	=1200**ABSLOG(X4/Y4;2))	=1200*ABSLOG(Y4/Z4;2))
4	=1200*ABS(LOG(R10/S10;2))	=1200*ABS(LOG(S10/T10;2))	=1200*ABS(LOG(T10/U10;2))	=1200*ABS(LOG(U10/V10;2))	=1200**ABSLOG(V10/W10;2))	=1200**ABSLOG(W10/X10;2))	=1200**ABSLOG(X10/Y10;2))	=1200*ABSLOG(Y10/Z10;2))
5	=1200*ABS(LOG(R16/S16;2))	=1200*ABS(LOG(S16/T16;2))	=1200*ABS(LOG(T16/U16;2))	=1200*ABS(LOG(U16/V16;2))	=1200**ABSLOG(V16/W16;2))	=1200**ABSLOG(W16/X16;2))	=1200**ABSLOG(X16/Y16;2))	=1200*ABSLOG(Y16/Z16;2))
6	=1200*ABS(LOG(R22/S22;2))	=1200*ABS(LOG(S22/T22;2))	=1200*ABS(LOG(T22/U22;2))	=1200*ABS(LOG(U22/V22;2))	=1200**ABSLOG(V22/W22;2))	=1200**ABSLOG(W22/X22;2))	=1200**ABSLOG(X22/Y22;2))	=1200*ABSLOG(Y22/Z22;2))
7								
8								
9	=CH2		=CH3		=CH4			=CH2
10	=1200*ABS(LOG(R5/S5;2))	=1200*ABS(LOG(S5/T5;2))	=1200*ABS(LOG(T5/U5;2))	=1200*ABS(LOG(U5/V5;2))	=1200**ABSLOG(V5/W5;2))	=1200**ABSLOG(W5/X5;2))	=1200**ABSLOG(X5/Y5;2))	=1200*ABSLOG(Y5/Z5;2))
11	=1200*ABS(LOG(R11/S11;2))	=1200*ABS(LOG(S11/T11;2))	=1200*ABS(LOG(T11/U11;2))	=1200*ABSLOG(V11/W11;2))	=1200**ABSLOG(W11/X11;2))	=1200**ABSLOG(X11/Y11;2))	=1200**ABSLOG(Y11/Z11;2))	=1200*ABSLOG(Y11/Z11;2))
12	=1200*ABS(LOG(R17/S17;2))	=1200*ABS(LOG(S17/T17;2))	=1200*ABS(LOG(T17/U17;2))	=1200*ABSLOG(V17/W17;2))	=1200**ABSLOG(W17/X17;2))	=1200**ABSLOG(X17/Y17;2))	=1200**ABSLOG(Y17/Z17;2))	=1200*ABSLOG(Y17/Z17;2))
13	=1200*ABS(LOG(R23/S23;2))	=1200*ABSLOG(S23/T23;2))	=1200*ABSLOG(T23/U23;2))	=1200*ABSLOG(U23/V23;2))	=1200**ABSLOG(V23/W23;2))	=1200**ABSLOG(W23/X23;2))	=1200**ABSLOG(X23/Y23;2))	=1200*ABSLOG(Y23/Z23;2))
14								
15								
16	=CH4		=CH2		=CH5			=CH2
17	=1200*ABS(LOG(R6/S6;2))	=1200*ABSLOG(S6/T6;2))	=1200*ABSLOG(T6/U6;2))	=1200*ABSLOG(U6/V6;2))	=1200**ABSLOG(V6/W6;2))	=1200**ABSLOG(W6/X6;2))	=1200**ABSLOG(X6/Y6;2))	=1200*ABSLOG(Y6/Z6;2))
18	=1200*ABS(LOG(R12/S12;2))	=1200*ABSLOG(S12/T12;2))	=1200*ABSLOG(T12/U12;2))	=1200*ABSLOG(U12/V12;2))	=1200**ABSLOG(V12/W12;2))	=1200**ABSLOG(W12/X12;2))	=1200**ABSLOG(X12/Y12;2))	=1200*ABSLOG(Y12/Z12;2))
19	=1200*ABS(LOG(R18/S18;2))	=1200*ABSLOG(S18/T18;2))	=1200*ABSLOG(T18/U18;2))	=1200*ABSLOG(U18/V18;2))	=1200**ABSLOG(V18/W18;2))	=1200**ABSLOG(W18/X18;2))	=1200**ABSLOG(X18/Y18;2))	=1200*ABSLOG(Y18/Z18;2))
20	=1200*ABS(LOG(R24/S24;2))	=1200*ABSLOG(S24/T24;2))	=1200*ABSLOG(T24/U24;2))	=1200*ABSLOG(U24/V24;2))	=1200**ABSLOG(V24/W24;2))	=1200**ABSLOG(W24/X24;2))	=1200**ABSLOG(X24/Y24;2))	=1200*ABSLOG(Y24/Z24;2))
21								
22								
23	=CH9		=CH7		=CH4			=CH2
24	=1200*ABS(LOG(R13/S13;2))	=1200*ABSLOG(S13/T13;2))	=1200*ABSLOG(T13/U13;2))	=1200*ABSLOG(U13/V13;2))	=1200**ABSLOG(V13/W13;2))	=1200**ABSLOG(W13/X13;2))	=1200**ABSLOG(X13/Y13;2))	=1200*ABSLOG(Y13/Z13;2))
25	=1200*ABS(LOG(R19/S19;2))	=1200*ABSLOG(S19/T19;2))	=1200*ABSLOG(T19/U19;2))	=1200*ABSLOG(U19/V19;2))	=1200**ABSLOG(V19/W19;2))	=1200**ABSLOG(W19/X19;2))	=1200**ABSLOG(X19/Y19;2))	=1200*ABSLOG(Y19/Z19;2))
26	=1200*ABS(LOG(R25/S25;2))	=1200*ABSLOG(S25/T25;2))	=1200*ABSLOG(T25/U25;2))	=1200*ABSLOG(U25/V25;2))	=1200**ABSLOG(V25/W25;2))	=1200**ABSLOG(W25/X25;2))	=1200**ABSLOG(X25/Y25;2))	=1200*ABSLOG(Y25/Z25;2))
27								

Figur C.7: Centværdier for melodiske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (3 ud af 3). Afgivelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM
1 forventet =CH6	Intervaller soprano-alt =CH6		=CH6	=CH6	=CH7	=CH6	=CH5	=CH5	=CH5
2 forventet =CH6	=CH6		=CH6	=CH6	=CH7	=CH6	=CH5	=CH5	=CH5
3 melodisk =120°*ABSLOG(B4/(B5;2))	=120°*ABSLOG(B4/(B5;2))		=120°*ABSLOG(B4/(F5;2))						
4 harmonisk =200°*ABSLOG(B3/(B3;1;2))	=1200°*ABSLOG(B3/(B3;1;2))		=1200°*ABSLOG(B3/(C10/C11;2))						
5 ren intonation =200°*ABSLOG(B3/(B3;1;2))	=1200°*ABSLOG(B3/(B3;1;2))		=1200°*ABSLOG(B3/(C16/C17;2))						
6 ligesævende =200°*ABSLOG(B3/(B3;2/B3;3))	=1200°*ABSLOG(B3/(B3;2/B3;3))		=1200°*ABSLOG(B3/(C22/C23;2))						
7									
8 intervaller soprano-tenor =CH11			=CH11		=CH11		=CH10		=CH10
9 forventet =CH11	=CH11		=CH11		=CH11		=CH10		=CH10
10 melodisk =200°*ABSLOG(B6/(B5;2))	=1200°*ABSLOG(B6/(B5;2))		=1200°*ABSLOG(B6/(D5/D4;B5;2))						
11 harmonisk =200°*ABSLOG(B8/(B8;1;2))	=1200°*ABSLOG(B8/(B8;1;2))		=1200°*ABSLOG(C10/C12;2)						
12 ren intonation =200°*ABSLOG(B6/(B3;3;2))	=1200°*ABSLOG(B6/(B3;3;2))		=1200°*ABSLOG(C16/C18;2)						
13 ligesævende =1200°*ABSLOG(B6/(B3;2/B3;4))	=1200°*ABSLOG(B6/(B3;2/B3;4))		=1200°*ABSLOG(C22/C24;2)						
14									
15 intervaller soprano-das =CH14+CH6			=CH14+CH6		=CH14+CH6		=CH14+CH6		=CH14+CH6
16 forventet =CH14+CH6	=CH14+CH6		=CH14+CH6		=CH14+CH6		=CH14+CH6		=CH14+CH6
17 melodisk =1200°*ABSLOG(B6/(B4;B7;2))	=1200°*ABSLOG(B6/(B4;B7;2))		=1200°*ABSLOG(D4/(F4;F7;2))						
18 harmonisk =200°*ABSLOG(B8/(B8;1;3;2))	=1200°*ABSLOG(B8/(B8;1;3;2))		=1200°*ABSLOG(C10/C13;2)						
19 ren intonation =200°*ABSLOG(B6/(B3;19;2))	=1200°*ABSLOG(B6/(B3;19;2))		=1200°*ABSLOG(C16/C19;2)						
20 ligesævende =1200°*ABSLOG(B6/(B3;25;2))	=1200°*ABSLOG(B6/(B3;25;2))		=1200°*ABSLOG(C22/C25;2)						
21									
22 intervaller alt-tens =CH7			=CH7		=CH7		=CH7		=CH7
23 forventet =CH7	=CH7		=CH7		=CH7		=CH7		=CH7
24 melodisk =200°*ABSLOG(B5/(B6;2))	=1200°*ABSLOG(B5/(B6;2))		=1200°*ABSLOG(C5/C6;2)						
25 harmonisk =1200°*ABSLOG(B1/(B1;2))	=1200°*ABSLOG(B1/(B1;2))		=1200°*ABSLOG(C11/C12;2)						
26 ren intonation =200°*ABSLOG(B8/(B7;B8;2))	=1200°*ABSLOG(B8/(B7;B8;2))		=1200°*ABSLOG(C17/C18;2)						
27 ligesævende =1200°*ABSLOG(B3/B23;24;2)	=1200°*ABSLOG(B3/B23;24;2)		=1200°*ABSLOG(C23/C24;2)						
28									
29 intervaller alt-bas =CH14			=CH14		=CH14		=CH14		=CH14
30 forventet =CH14	=CH14		=CH14		=CH14		=CH14		=CH14
31 melodisk =1200°*ABSLOG(B6/(B7;2))	=1200°*ABSLOG(B6/(B7;2))		=1200°*ABSLOG(C6/C7;2)						
32 harmonisk =200°*ABSLOG(B1/(B1;3;2))	=1200°*ABSLOG(B1/(B1;3;2))		=1200°*ABSLOG(C11/C13;2)						
33 ren intonation =200°*ABSLOG(B3/B23;25;2)	=1200°*ABSLOG(B3/B23;25;2)		=1200°*ABSLOG(C17/C19;2)						
34 ligesævende =200°*ABSLOG(B3/B23;25;2)	=1200°*ABSLOG(B3/B23;25;2)		=1200°*ABSLOG(C23/C25;2)						
35									
36 intervaller tenor-bas =CH9			=CH9		=CH9		=CH9		=CH9
37 forventet =CH9	=CH9		=CH9		=CH9		=CH9		=CH9
38 melodisk =1200°*ABSLOG(B6/(B7;2))	=1200°*ABSLOG(B6/(B7;2))		=1200°*ABSLOG(C6/C7;2)						
39 harmonisk =1200°*ABSLOG(B1/(B1;3;2))	=1200°*ABSLOG(B1/(B1;3;2))		=1200°*ABSLOG(C11/C13;2)						
40 ren intonation =200°*ABSLOG(B1/(B1;3;2))	=1200°*ABSLOG(B1/(B1;3;2))		=1200°*ABSLOG(F1/(E1;E3;2))						
41 ligesævende =1200°*ABSLOG(B6/B25;2)	=1200°*ABSLOG(B6/B25;2)		=1200°*ABSLOG(E24/C25;2)						

Figur C.8: Centværdier for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (1 ud af 3). Afgivelser med det forventet er angiver med farve, hvor gul er afgivelse i den melodiske intonationsstrategi og orange er afgivelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV
1									
2	=CH15	=CH16		=CH15	=CH16	=CH6	=CH6	=CH7	=CH6
3	=1200*ABSLOG((4/K5*2))	=1200*ABSLOG((4/L5*2))	=1200*ABSLOG(M4/M5*2))	=1200*ABSLOG(MA/N5*2))	=1200*ABSLOG(60/0/05*2))	=1200*ABSLOG(60/0/05*2))	=1200*ABSLOG(60/0/05*2))	=1200*ABSLOG(R4/F5*2))	=1200*ABSLOG(S4/S5*2))
4	=1200*ABSLOG((10/K1*2))	=1200*ABSLOG((10/L1*2))	=1200*ABSLOG(M10/M11*2))	=1200*ABSLOG(N10/N11*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*2))	=1200*ABSLOG(R10/R11*2))	=1200*ABSLOG(S10/S11*2))
5	=1200*ABSLOG((16/K1*2))	=1200*ABSLOG((16/L1*2))	=1200*ABSLOG(M16/M17*2))	=1200*ABSLOG(N16/N17*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*7*2))	=1200*ABSLOG(R16/R17*2))	=1200*ABSLOG(S16/S17*2))
6	=1200*ABSLOG((22/K2*2))	=1200*ABSLOG((22/L2*2))	=1200*ABSLOG(M22/M23*2))	=1200*ABSLOG(N22/N23*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*3*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*3*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*3*2))	=1200*ABSLOG(R22/R23*2))	=1200*ABSLOG(S22/S23*2))
7									
8									
9	=CH19		=CH11		=CH19	=CH11	=CH11	=CH10	=CH11
10	=1200*ABSLOG((4/K6*2))	=1200*ABSLOG((4/L6*2))	=1200*ABSLOG(M4/M6*2))	=1200*ABSLOG(N4/N6*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/06*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/06*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/06*2))	=1200*ABSLOG(R4/F6*2))	=1200*ABSLOG(S4/S6*2))
11	=1200*ABSLOG((10/K1*2))	=1200*ABSLOG((10/L1*2))	=1200*ABSLOG(M10/M11*2))	=1200*ABSLOG(N10/N11*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/012*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/012*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/012*2))	=1200*ABSLOG(R10/R12*2))	=1200*ABSLOG(S10/S12*2))
12	=1200*ABSLOG((16/K1*2))	=1200*ABSLOG((16/L1*2))	=1200*ABSLOG(M16/M18*2))	=1200*ABSLOG(N16/N18*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*8*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*8*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*8*2))	=1200*ABSLOG(R16/R18*2))	=1200*ABSLOG(S16/S18*2))
13	=1200*ABSLOG((22/K2*2))	=1200*ABSLOG((22/L2*2))	=1200*ABSLOG(M22/M24*2))	=1200*ABSLOG(N22/N24*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*4*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*4*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*4*2))	=1200*ABSLOG(R22/R24*2))	=1200*ABSLOG(S22/S24*2))
14									
15	=CH14+CH9		=CH14+CH6		=CH14+CH9	=CH14+CH6	=CH14+CH6	=CH14+CH14	=CH14+CH6
16	=1200*ABSLOG((4/K7*2))	=1200*ABSLOG((4/L7*2))	=1200*ABSLOG(M4/M7*2))	=1200*ABSLOG(N4/N7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/07*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/07*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/07*2))	=1200*ABSLOG(R4/F7*2))	=1200*ABSLOG(S4/S7*2))
17	=1200*ABSLOG((10/K1*2))	=1200*ABSLOG((10/L1*2))	=1200*ABSLOG(M10/M13*2))	=1200*ABSLOG(N10/N13*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/013*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/013*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/013*2))	=1200*ABSLOG(R10/R13*2))	=1200*ABSLOG(S10/S13*2))
18	=1200*ABSLOG((16/K1*2))	=1200*ABSLOG((16/L1*2))	=1200*ABSLOG(M16/M19*2))	=1200*ABSLOG(N16/N19*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*9*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*9*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/016*9*2))	=1200*ABSLOG(R16/R19*2))	=1200*ABSLOG(S16/S19*2))
19	=1200*ABSLOG((22/K2*2))	=1200*ABSLOG((22/L2*2))	=1200*ABSLOG(M22/M25*2))	=1200*ABSLOG(N22/N25*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(R22/R25*2))	=1200*ABSLOG(S22/S25*2))
20									
21									
22									
23	=CH16	=CH17	=CH7		=CH16	=CH7	=CH7	=CH5	=CH7
24	=1200*ABSLOG((5/K5*2))	=1200*ABSLOG((5/L5*2))	=1200*ABSLOG(M5/M6*2))	=1200*ABSLOG(N5/N6*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/05*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/05*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/05*2))	=1200*ABSLOG(R5/F6*2))	=1200*ABSLOG(S5/S6*2))
25	=1200*ABSLOG((11/K1*2))	=1200*ABSLOG((11/L1*2))	=1200*ABSLOG(M11/M12*2))	=1200*ABSLOG(N11/N12*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*2))	=1200*ABSLOG(R11/R12*2))	=1200*ABSLOG(S11/S12*2))
26	=1200*ABSLOG((17/K1*2))	=1200*ABSLOG((17/L1*2))	=1200*ABSLOG(M17/M18*2))	=1200*ABSLOG(N17/N18*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/017*8*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/017*8*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/017*8*2))	=1200*ABSLOG(R17/R18*2))	=1200*ABSLOG(S17/S18*2))
27	=1200*ABSLOG((23/K2*2))	=1200*ABSLOG((23/L2*2))	=1200*ABSLOG(M23/M24*2))	=1200*ABSLOG(N23/N24*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*4*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*4*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*4*2))	=1200*ABSLOG(R23/R24*2))	=1200*ABSLOG(S23/S24*2))
28									
29	=CH14+CH6	=CH14	=CH14+CH11	=CH14+CH6	=CH14	=CH14	=CH14+CH9	=CH14+CH6	=CH14+CH9
30	=1200*ABSLOG((5/K7*2))	=1200*ABSLOG((5/L7*2))	=1200*ABSLOG(M5/M7*2))	=1200*ABSLOG(N5/N7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/05*7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/05*7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/05*7*2))	=1200*ABSLOG(R5/F7*2))	=1200*ABSLOG(S5/S7*2))
31	=1200*ABSLOG((11/K1*2))	=1200*ABSLOG((11/L1*2))	=1200*ABSLOG(M11/M13*2))	=1200*ABSLOG(N11/N13*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*3*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*3*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/011*3*2))	=1200*ABSLOG(R11/R13*2))	=1200*ABSLOG(S11/S13*2))
32	=1200*ABSLOG((17/K1*2))	=1200*ABSLOG((17/L1*2))	=1200*ABSLOG(M17/M19*2))	=1200*ABSLOG(N17/N19*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/017*9*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/017*9*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/017*9*2))	=1200*ABSLOG(R17/R19*2))	=1200*ABSLOG(S17/S19*2))
33	=1200*ABSLOG((23/K2*2))	=1200*ABSLOG((23/L2*2))	=1200*ABSLOG(M23/M25*2))	=1200*ABSLOG(N23/N25*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(R23/R25*2))	=1200*ABSLOG(S23/S25*2))
34									
35									
36	=CH14	=CH19	=CH14	=CH14	=CH19	=CH9	=CH9	=CH9	=CH9
37	=1200*ABSLOG((6/K7*2))	=1200*ABSLOG((6/L7*2))	=1200*ABSLOG(M6/M7*2))	=1200*ABSLOG(N6/N7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/06*7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/06*7*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/06*7*2))	=1200*ABSLOG(R6/F7*2))	=1200*ABSLOG(S6/S7*2))
38	=1200*ABSLOG((12/K1*2))	=1200*ABSLOG((12/L1*2))	=1200*ABSLOG(M12/M13*2))	=1200*ABSLOG(N12/N13*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/012*3*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/012*3*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/012*3*2))	=1200*ABSLOG(R12/R13*2))	=1200*ABSLOG(S12/S13*2))
39	=1200*ABSLOG((18/K1*2))	=1200*ABSLOG((18/L1*2))	=1200*ABSLOG(M18/M19*2))	=1200*ABSLOG(N18/N19*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/018*9*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/018*9*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/018*9*2))	=1200*ABSLOG(R18/R19*2))	=1200*ABSLOG(S18/S19*2))
40	=1200*ABSLOG((24/K2*2))	=1200*ABSLOG((24/L2*2))	=1200*ABSLOG(M24/M25*2))	=1200*ABSLOG(N24/N25*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(G0/0/2/02*5*2))	=1200*ABSLOG(R24/R25*2))	=1200*ABSLOG(S24/S25*2))

Figur C.9: Centværdier for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (2 ud af 3). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD
1								
2	=CH15	=CH5	=CH6	=CH7	=CH5	=CH7	=CH6	=CH7
3	=1200*ABS(LOG(T4/T5;2))	=1200*ABS(LOG(U4/U5;2))	=1200*ABS(LOG(W4/W5;2))	=1200*ABS(LOG(X4/X5;2))	=1200*ABS(LOG(Y4/Y5;2))	=1200*ABS(LOG(Z4/Z5;2))	=1200*ABSLOG(AA4/AA5;2))	
4	=1200*ABS(LOG(T10/T11;2))	=1200*ABS(LOG(U10/U11;2))	=1200*ABS(LOG(W10/W11;2))	=1200*ABS(LOG(X10/X11;2))	=1200*ABS(LOG(Y10/Y11;2))	=1200*ABS(LOG(Z10/Z11;2))	=1200*ABSLOG(AA10/AA11;2))	
5	=1200*ABS(LOG(T6/T7;2))	=1200*ABS(LOG(U6/U7;2))	=1200*ABS(LOG(W6/W7;2))	=1200*ABS(LOG(X6/X7;2))	=1200*ABS(LOG(Y6/Y7;2))	=1200*ABS(LOG(Z6/Z7;2))	=1200*ABSLOG(AA16/AA17;2))	
6	=1200*ABS(LOG(T22/T23;2))	=1200*ABS(LOG(U22/U23;2))	=1200*ABS(LOG(W22/W23;2))	=1200*ABS(LOG(X22/X23;2))	=1200*ABS(LOG(Y22/Y23;2))	=1200*ABS(LOG(Z22/Z23;2))	=1200*ABSLOG(AA22/AA23;2))	
7								
8								
9	=CH9	=CH10	=CH14	=CH11	=CH10	=CH12	=CH11	=CH10
10	=1200*ABSLOG(T4/T6;2))	=1200*ABSLOG(U4/U6;2))	=1200*ABSLOG(W4/W6;2))	=1200*ABSLOG(X4/X6;2))	=1200*ABSLOG(Y4/Y6;2))	=1200*ABSLOG(Z4/Z6;2))	=1200*ABSLOG(AA4/AA6;2))	
11	=1200*ABSLOG(T10/T12;2))	=1200*ABSLOG(U10/U12;2))	=1200*ABSLOG(W10/W12;2))	=1200*ABSLOG(X10/X12;2))	=1200*ABSLOG(Y10/Y12;2))	=1200*ABSLOG(Z10/Z12;2))	=1200*ABSLOG(AA10/AA12;2))	
12	=1200*ABSLOG(T6/T8;2))	=1200*ABSLOG(U6/U8;2))	=1200*ABSLOG(W6/W8;2))	=1200*ABSLOG(X6/X8;2))	=1200*ABSLOG(Y6/Y8;2))	=1200*ABSLOG(Z6/Z8;2))	=1200*ABSLOG(AA16/AA18;2))	
13	=1200*ABSLOG(T22/T24;2))	=1200*ABSLOG(U22/U24;2))	=1200*ABSLOG(W22/W24;2))	=1200*ABSLOG(X22/X24;2))	=1200*ABSLOG(Y22/Y24;2))	=1200*ABSLOG(Z22/Z24;2))	=1200*ABSLOG(AA22/AA24;2))	
14								
15								
16	=CH14+CH9	=CH14+CH5	=CH14+CH9	=CH14+CH11	=CH14+CH9	=CH14+CH7	=CH14+CH6	=CH14+CH2
17	=1200*ABSLOG(T4/T7;2))	=1200*ABSLOG(U4/U7;2))	=1200*ABSLOG(W4/W7;2))	=1200*ABSLOG(X4/X7;2))	=1200*ABSLOG(Y4/Y7;2))	=1200*ABSLOG(Z4/Z7;2))	=1200*ABSLOG(AA4/AA7;2))	
18	=1200*ABSLOG(T10/T13;2))	=1200*ABSLOG(U10/U13;2))	=1200*ABSLOG(W10/W13;2))	=1200*ABSLOG(X10/X13;2))	=1200*ABSLOG(Y10/Y13;2))	=1200*ABSLOG(Z10/Z13;2))	=1200*ABSLOG(AA10/AA13;2))	
19	=1200*ABSLOG(T6/T9;2))	=1200*ABSLOG(U6/U9;2))	=1200*ABSLOG(W6/W9;2))	=1200*ABSLOG(X6/X9;2))	=1200*ABSLOG(Y6/Y9;2))	=1200*ABSLOG(Z6/Z9;2))	=1200*ABSLOG(AA16/AA19;2))	
20	=1200*ABSLOG(T22/T25;2))	=1200*ABSLOG(U22/U25;2))	=1200*ABSLOG(W22/W25;2))	=1200*ABSLOG(X22/X25;2))	=1200*ABSLOG(Y22/Y25;2))	=1200*ABSLOG(Z22/Z25;2))	=1200*ABSLOG(AA22/AA25;2))	
21								
22								
23	=CH16	=CH7	=CH10	=CH6	=CH7	=CH7	=CH7	=CH15
24	=1200*ABSLOG(T5/T6;2))	=1200*ABSLOG(U5/U6;2))	=1200*ABSLOG(W5/W6;2))	=1200*ABSLOG(X5/X6;2))	=1200*ABSLOG(Y5/Y6;2))	=1200*ABSLOG(Z5/Z6;2))	=1200*ABSLOG(AA5/AA6;2))	
25	=1200*ABSLOG(T11/T12;2))	=1200*ABSLOG(U11/U12;2))	=1200*ABSLOG(W11/W12;2))	=1200*ABSLOG(X11/X12;2))	=1200*ABSLOG(Y11/Y12;2))	=1200*ABSLOG(Z11/Z12;2))	=1200*ABSLOG(AA11/AA12;2))	
26	=1200*ABSLOG(T17/T18;2))	=1200*ABSLOG(U17/U18;2))	=1200*ABSLOG(W17/W18;2))	=1200*ABSLOG(X17/X18;2))	=1200*ABSLOG(Y17/Y18;2))	=1200*ABSLOG(Z17/Z18;2))	=1200*ABSLOG(AA17/AA18;2))	
27	=1200*ABSLOG(T23/T24;2))	=1200*ABSLOG(U23/U24;2))	=1200*ABSLOG(W23/W24;2))	=1200*ABSLOG(X23/X24;2))	=1200*ABSLOG(Y23/Y24;2))	=1200*ABSLOG(Z23/Z24;2))	=1200*ABSLOG(AA23/AA24;2))	
28								
29								
30	=CH14+CH6	=CH14	=CH14+CH5	=CH14+CH6	=CH14+CH6	=CH14	=CH14	=CH9
31	=1200*ABSLOG(T5/T7;2))	=1200*ABSLOG(U5/U7;2))	=1200*ABSLOG(W5/W7;2))	=1200*ABSLOG(X5/X7;2))	=1200*ABSLOG(Y5/Y7;2))	=1200*ABSLOG(Z5/Z7;2))	=1200*ABSLOG(AA5/AA7;2))	
32	=1200*ABSLOG(T11/T13;2))	=1200*ABSLOG(U11/U13;2))	=1200*ABSLOG(W11/W13;2))	=1200*ABSLOG(X11/X13;2))	=1200*ABSLOG(Y11/Y13;2))	=1200*ABSLOG(Z11/Z13;2))	=1200*ABSLOG(AA11/AA13;2))	
33	=1200*ABSLOG(T17/T19;2))	=1200*ABSLOG(U17/U19;2))	=1200*ABSLOG(W17/W19;2))	=1200*ABSLOG(X17/X19;2))	=1200*ABSLOG(Y17/Y19;2))	=1200*ABSLOG(Z17/Z19;2))	=1200*ABSLOG(AA17/AA19;2))	
34	=1200*ABSLOG(T23/T25;2))	=1200*ABSLOG(U23/U25;2))	=1200*ABSLOG(W23/W25;2))	=1200*ABSLOG(X23/X25;2))	=1200*ABSLOG(Y23/Y25;2))	=1200*ABSLOG(Z23/Z25;2))	=1200*ABSLOG(AA23/AA25;2))	
35								
36								
37	=CH14	=CH9	=CH14	=CH14	=CH13	=CH9	=CH9	=CH5
38	=1200*ABSLOG(T6/T7;2))	=1200*ABSLOG(U6/U7;2))	=1200*ABSLOG(W6/W7;2))	=1200*ABSLOG(X6/X7;2))	=1200*ABSLOG(Y6/Y7;2))	=1200*ABSLOG(Z6/Z7;2))	=1200*ABSLOG(AA6/AA7;2))	
39	=1200*ABSLOG(T8/T9;2))	=1200*ABSLOG(U8/U9;2))	=1200*ABSLOG(W8/W9;2))	=1200*ABSLOG(X8/X9;2))	=1200*ABSLOG(Y8/Y9;2))	=1200*ABSLOG(Z8/Z9;2))	=1200*ABSLOG(AA8/AA9;2))	
40	=1200*ABSLOG(T18/T19;2))	=1200*ABSLOG(U18/U19;2))	=1200*ABSLOG(W18/W19;2))	=1200*ABSLOG(X18/X19;2))	=1200*ABSLOG(Y18/Y19;2))	=1200*ABSLOG(Z18/Z19;2))	=1200*ABSLOG(AA18/AA19;2))	
41	=1200*ABSLOG(T24/T25;2))	=1200*ABSLOG(U24/U25;2))	=1200*ABSLOG(W24/W25;2))	=1200*ABSLOG(X24/X25;2))	=1200*ABSLOG(Y24/Y25;2))	=1200*ABSLOG(Z24/Z25;2))	=1200*ABSLOG(AA24/AA25;2))	

Figur C.10: Centværdier for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (3 ud af 3). Afvigelse med det forventet er angiver med farve, hvor gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

	CF	CG	CH
1	Interval	Forholdstal	Cent
2	prim	1/1	=1200*ABS(LOG(1/1;2))
3	lille sekund	16/15	=1200*ABS(LOG(16/15;2))
4	stor sekund	9/8	=1200*ABS(LOG(9/8;2))
5	lille terts	6/5	=1200*ABS(LOG(6/5;2))
6	stor terts	5/4	=1200*ABS(LOG(5/4;2))
7	kvart	4/3	=1200*ABS(LOG(4/3;2))
8	tritonus	45/32	=1200*ABS(LOG(45/32;2))
9	kvint	3/2	=1200*ABS(LOG(3/2;2))
10	lille sekst	8/5	=1200*ABS(LOG(8/5;2))
11	stor sekst	5/3	=1200*ABS(LOG(5/3;2))
12	lille septim	16/9	=1200*ABS(LOG(16/9;2))
13	stor septim	15/8	=1200*ABS(LOG(15/8;2))
14	oktav	2/1	=1200*ABS(LOG(2;2))

Figur C.11: Centværdier for de forventede intervaller brugt som Excel reference ved *Syng lovsang, hele jorden.*

AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
1 forventet	Intervalle soprano							
2	=DC2	=DC4	=DC3	=DC4	=DC5	=DC3	=DC5	=DC4
3 melodisk	=1200*ABSLOG(B4/(C4,2))	=1200*ABSLOG(C4/(D4,2))	=1200*ABSLOG(D4/(E4,2))	=1200*ABSLOG(E4/(F4,2))	=1200*ABSLOG(F4/(G4,2))	=1200*ABSLOG(G4/(H4,2))	=1200*ABSLOG(H4/(I4,2))	=1200*ABSLOG(I4/(J4,2))
4 harmonisk	=1200*(ABSLOG(B10/(C10,2)))	=1200*(ABSLOG(C10/(D10,2)))	=1200*(ABSLOG(D10/(E10,2)))	=1200*(ABSLOG(E10/(F10,2)))	=1200*(ABSLOG(F10/(G10,2)))	=1200*(ABSLOG(G10/(H10,2)))	=1200*(ABSLOG(H10/(I10,2)))	=1200*(ABSLOG(I10/(J10,2)))
5 ren intonation	=1200*(ABSLOG(B15/(C15,2)))	=1200*(ABSLOG(C15/(D15,2)))	=1200*(ABSLOG(D15/(E15,2)))	=1200*(ABSLOG(E15/(F15,2)))	=1200*(ABSLOG(F15/(G15,2)))	=1200*(ABSLOG(G15/(H15,2)))	=1200*(ABSLOG(H15/(I15,2)))	=1200*(ABSLOG(I15/(J15,2)))
6 ligesværende	=1200*(ABSLOG(B22/(C22,2)))	=1200*(ABSLOG(C22/(D22,2)))	=1200*(ABSLOG(D22/(E22,2)))	=1200*(ABSLOG(E22/(F22,2)))	=1200*(ABSLOG(F22/(G22,2)))	=1200*(ABSLOG(G22/(H22,2)))	=1200*(ABSLOG(H22/(I22,2)))	=1200*(ABSLOG(I22/(J22,2)))
7								
8 intervallet alt								
9 forventet	=DC4	=DC4	=DC2	=DC2	=DC3	=DC3	=DC4	=DC2
10 melodisk	=1200*ABSLOG(B5/(C5,2))	=1200*ABSLOG(C5/(D5,2))	=1200*ABSLOG(D5/(E5,2))	=1200*ABSLOG(E5/(F5,2))	=1200*ABSLOG(F5/(G5,2))	=1200*ABSLOG(G5/(H5,2))	=1200*ABSLOG(H5/(I5,2))	=1200*ABSLOG(I5/(J5,2))
11 harmonisk	=1200*(ABSLOG(B11/(C11,2)))	=1200*(ABSLOG(C11/(D11,2)))	=1200*(ABSLOG(D11/(E11,2)))	=1200*(ABSLOG(E11/(F11,2)))	=1200*(ABSLOG(F11/(G11,2)))	=1200*(ABSLOG(G11/(H11,2)))	=1200*(ABSLOG(H11/(I11,2)))	=1200*(ABSLOG(I11/(J11,2)))
12 ren intonation	=1200*(ABSLOG(B17/(C17,2)))	=1200*(ABSLOG(C17/(D17,2)))	=1200*(ABSLOG(D17/(E17,2)))	=1200*(ABSLOG(E17/(F17,2)))	=1200*(ABSLOG(F17/(G17,2)))	=1200*(ABSLOG(G17/(H17,2)))	=1200*(ABSLOG(H17/(I17,2)))	=1200*(ABSLOG(I17/(J17,2)))
13 ligesværende	=1200*(ABSLOG(B23/(C23,2)))	=1200*(ABSLOG(C23/(D23,2)))	=1200*(ABSLOG(D23/(E23,2)))	=1200*(ABSLOG(E23/(F23,2)))	=1200*(ABSLOG(F23/(G23,2)))	=1200*(ABSLOG(G23/(H23,2)))	=1200*(ABSLOG(H23/(I23,2)))	=1200*(ABSLOG(I23/(J23,2)))
14								
15 intervallet tenor								
16 forventet	=DC4	=DC5	=DC4	=DC4	=DC4	=DC4	=DC2	=DC7
17 melodisk	=1200*(ABSLOG(B6/(C6,2)))	=1200*(ABSLOG(C6/(D6,2)))	=1200*(ABSLOG(D6/(E6,2)))	=1200*(ABSLOG(E6/(F6,2)))	=1200*(ABSLOG(F6/(G6,2)))	=1200*(ABSLOG(G6/(H6,2)))	=1200*(ABSLOG(H6/(I6,2)))	=1200*(ABSLOG(I6/(J6,2)))
18 harmonisk	=1200*(ABSLOG(B12/(C12,2)))	=1200*(ABSLOG(C12/(D12,2)))	=1200*(ABSLOG(D12/(E12,2)))	=1200*(ABSLOG(E12/(F12,2)))	=1200*(ABSLOG(F12/(G12,2)))	=1200*(ABSLOG(G12/(H12,2)))	=1200*(ABSLOG(H12/(I12,2)))	=1200*(ABSLOG(I12/(J12,2)))
19 ren intonation	=1200*(ABSLOG(B18/(C18,2)))	=1200*(ABSLOG(C18/(D18,2)))	=1200*(ABSLOG(D18/(E18,2)))	=1200*(ABSLOG(E18/(F18,2)))	=1200*(ABSLOG(F18/(G18,2)))	=1200*(ABSLOG(G18/(H18,2)))	=1200*(ABSLOG(H18/(I18,2)))	=1200*(ABSLOG(I18/(J18,2)))
20 ligesværende	=1200*(ABSLOG(B24/(C24,2)))	=1200*(ABSLOG(C24/(D24,2)))	=1200*(ABSLOG(D24/(E24,2)))	=1200*(ABSLOG(E24/(F24,2)))	=1200*(ABSLOG(F24/(G24,2)))	=1200*(ABSLOG(G24/(H24,2)))	=1200*(ABSLOG(H24/(I24,2)))	=1200*(ABSLOG(I24/(J24,2)))
21								
22 intervallet bass								
23 forventet	=DC3	=DC4	=DC3	=DC3	=DC7	=DC3	=DC2	=DC2
24 melodisk	=1200*(ABSLOG(B7/(C7,2)))	=1200*(ABSLOG(C7/(D7,2)))	=1200*(ABSLOG(D7/(E7,2)))	=1200*(ABSLOG(E7/(F7,2)))	=1200*(ABSLOG(F7/(G7,2)))	=1200*(ABSLOG(G7/(H7,2)))	=1200*(ABSLOG(H7/(I7,2)))	=1200*(ABSLOG(I7/(J7,2)))
25 harmonisk	=1200*(ABSLOG(B13/(C13,2)))	=1200*(ABSLOG(C13/(D13,2)))	=1200*(ABSLOG(D13/(E13,2)))	=1200*(ABSLOG(E13/(F13,2)))	=1200*(ABSLOG(F13/(G13,2)))	=1200*(ABSLOG(G13/(H13,2)))	=1200*(ABSLOG(H13/(I13,2)))	=1200*(ABSLOG(I13/(J13,2)))
26 ren intonation	=1200*(ABSLOG(B19/(C19,2)))	=1200*(ABSLOG(C19/(D19,2)))	=1200*(ABSLOG(D19/(E19,2)))	=1200*(ABSLOG(E19/(F19,2)))	=1200*(ABSLOG(F19/(G19,2)))	=1200*(ABSLOG(G19/(H19,2)))	=1200*(ABSLOG(H19/(I19,2)))	=1200*(ABSLOG(I19/(J19,2)))
27 ligesværende	=1200*(ABSLOG(B25/(C25,2)))	=1200*(ABSLOG(C25/(D25,2)))	=1200*(ABSLOG(D25/(E25,2)))	=1200*(ABSLOG(E25/(F25,2)))	=1200*(ABSLOG(F25/(G25,2)))	=1200*(ABSLOG(G25/(H25,2)))	=1200*(ABSLOG(H25/(I25,2)))	=1200*(ABSLOG(I25/(J25,2)))

Figur C.12: Centværdier for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går* (1 ud af 4). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

	A\$	A1	AU	AV	AW	AX	AY	AZ
1	=DC4	=DC3	=DC3	=DC4	=DC2	=DC4	=DC7	=DC2
2	=1200*ABS(LOG(14/K4;2))	=-1200*ABS(LOG(K4/A4;2))	=-1200*ABSLOG(L4/M4;2))	=-1200*ABSLOG(M4/N4;2))	=-1200*ABSLOG(N4/O4;2))	=-1200*ABSLOG(O4/P4;2))	=-1200*ABSLOG(P4/Q4;2))	=-1200*ABSLOG(Q4/R4;2))
3	=1200*ABS(LOG(10/K10;2))	=1200*ABSLOG(K10/L10;2))	=1200*ABSLOG(L10/M10;2))	=1200*ABSLOG(M10/N10;2))	=1200*ABSLOG(N10/O10;2))	=1200*ABSLOG(O10/P10;2))	=1200*ABSLOG(P10/Q10;2))	=1200*ABSLOG(Q10/R10;2))
4	=1200*ABS(LOG(11/K11;2))	=1200*ABSLOG(K11/L11;2))	=1200*ABSLOG(L11/M11;2))	=1200*ABSLOG(M11/N11;2))	=1200*ABSLOG(N11/O11;2))	=1200*ABSLOG(O11/P11;2))	=1200*ABSLOG(P11/Q11;2))	=1200*ABSLOG(Q11/R11;2))
5	=1200*ABS(LOG(16/K16;2))	=1200*ABSLOG(K16/L16;2))	=1200*ABSLOG(L16/M16;2))	=1200*ABSLOG(M16/N16;2))	=1200*ABSLOG(N16/O16;2))	=1200*ABSLOG(O16/P16;2))	=1200*ABSLOG(P16/Q16;2))	=1200*ABSLOG(Q16/R16;2))
6	=1200*ABS(LOG(12/J12;2))	=1200*ABSLOG(J12/L12;2))	=1200*ABSLOG(L12/M12;2))	=1200*ABSLOG(M12/N12;2))	=1200*ABSLOG(N12/O12;2))	=1200*ABSLOG(O12/P12;2))	=1200*ABSLOG(P12/Q12;2))	=1200*ABSLOG(Q12/R12;2))
7								
8								
9	=DC2	=DC2	=DC2	=DC2	=DC4	=DC3	=DC2	=DC2
10	=1200*ABS(LOG(15/K5;2))	=1200*ABSLOG(K5/L5;2))	=1200*ABSLOG(L5/M5;2))	=1200*ABSLOG(M5/N5;2))	=1200*ABSLOG(N5/O5;2))	=1200*ABSLOG(O5/P5;2))	=1200*ABSLOG(P5/Q5;2))	=1200*ABSLOG(Q5/R5;2))
11	=1200*ABS(LOG(11/J11;2))	=1200*ABSLOG(J11/L11;2))	=1200*ABSLOG(L11/M11;2))	=1200*ABSLOG(M11/N11;2))	=1200*ABSLOG(N11/O11;2))	=1200*ABSLOG(O11/P11;2))	=1200*ABSLOG(P11/Q11;2))	=1200*ABSLOG(Q11/R11;2))
12	=1200*ABS(LOG(17/K17;2))	=1200*ABSLOG(K17/L17;2))	=1200*ABSLOG(L17/M17;2))	=1200*ABSLOG(M17/N17;2))	=1200*ABSLOG(N17/O17;2))	=1200*ABSLOG(O17/P17;2))	=1200*ABSLOG(P17/Q17;2))	=1200*ABSLOG(Q17/R17;2))
13	=1200*ABS(LOG(13/K23;2))	=1200*ABSLOG(K23/L23;2))	=1200*ABSLOG(L23/M23;2))	=1200*ABSLOG(M23/N23;2))	=1200*ABSLOG(N23/O23;2))	=1200*ABSLOG(O23/P23;2))	=1200*ABSLOG(P23/Q23;2))	=1200*ABSLOG(Q23/R23;2))
14								
15								
16	=DC2	=DC3	=DC2	=DC3	=DC2	=DC3	=DC2	=DC2
17	=1200*ABS(LOG(16/K6;2))	=1200*ABSLOG(K6/L6;2))	=1200*ABSLOG(L6/M6;2))	=1200*ABSLOG(M6/N6;2))	=1200*ABSLOG(N6/O6;2))	=1200*ABSLOG(O6/P6;2))	=1200*ABSLOG(P6/Q6;2))	=1200*ABSLOG(Q6/R6;2))
18	=1200*ABS(LOG(11/J12;2))	=1200*ABSLOG(J12/L12;2))	=1200*ABSLOG(L12/M12;2))	=1200*ABSLOG(M12/N12;2))	=1200*ABSLOG(N12/O12;2))	=1200*ABSLOG(O12/P12;2))	=1200*ABSLOG(P12/Q12;2))	=1200*ABSLOG(Q12/R12;2))
19	=1200*ABS(LOG(18/K18;2))	=1200*ABSLOG(K18/L18;2))	=1200*ABSLOG(L18/M18;2))	=1200*ABSLOG(M18/N18;2))	=1200*ABSLOG(N18/O18;2))	=1200*ABSLOG(O18/P18;2))	=1200*ABSLOG(P18/Q18;2))	=1200*ABSLOG(Q18/R18;2))
20	=1200*ABS(LOG(14/K24;2))	=1200*ABSLOG(K24/L24;2))	=1200*ABSLOG(L24/M24;2))	=1200*ABSLOG(M24/N24;2))	=1200*ABSLOG(N24/O24;2))	=1200*ABSLOG(O24/P24;2))	=1200*ABSLOG(P24/Q24;2))	=1200*ABSLOG(Q24/R24;2))
21								
22								
23	=DC2	=DC4	=DC4	=DC9	=DC2	=DC9	=DC14	=DC4
24	=1200*ABS(LOG(7/K7;2))	=1200*ABSLOG(K7/L7;2))	=1200*ABSLOG(L7/M7;2))	=1200*ABSLOG(M7/N7;2))	=1200*ABSLOG(N7/O7;2))	=1200*ABSLOG(O7/P7;2))	=1200*ABSLOG(P7/Q7;2))	=1200*ABSLOG(Q7/R7;2))
25	=1200*ABS(LOG(13/K13;2))	=1200*ABSLOG(K13/L13;2))	=1200*ABSLOG(L13/M13;2))	=1200*ABSLOG(M13/N13;2))	=1200*ABSLOG(N13/O13;2))	=1200*ABSLOG(O13/P13;2))	=1200*ABSLOG(P13/Q13;2))	=1200*ABSLOG(Q13/R13;2))
26	=1200*ABS(LOG(19/K19;2))	=1200*ABSLOG(K19/L19;2))	=1200*ABSLOG(L19/M19;2))	=1200*ABSLOG(M19/N19;2))	=1200*ABSLOG(N19/O19;2))	=1200*ABSLOG(O19/P19;2))	=1200*ABSLOG(P19/Q19;2))	=1200*ABSLOG(Q19/R19;2))
27	=1200*ABS(LOG(25/K25;2))	=1200*ABSLOG(K25/L25;2))	=1200*ABSLOG(L25/M25;2))	=1200*ABSLOG(M25/N25;2))	=1200*ABSLOG(N25/O25;2))	=1200*ABSLOG(O25/P25;2))	=1200*ABSLOG(P25/Q25;2))	=1200*ABSLOG(Q25/R25;2))

Figur C.13: Centværdier for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går* (2 ud af 4). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonationsstemningsstrategi.

	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH
1								
2	=DC4	=DC3	=DC3	=DC7	=DC4	=DC7	=DC2	=DC2
3	=1200*ABS((LOG(R4/S4/2)))	=1200*ABS((LOG(S4/T4/2)))	=1200*ABS((LOG(T4/U4/2)))	=1200*ABS((LOG(U4/V4/2)))	=1200*ABS((LOG(V4/W4/2)))	=1200*ABS((LOG(W4/X4/2)))	=1200*ABS((LOG(X4/Y4/2)))	=1200*ABS((LOG(Y4/Z4/2)))
4	=1200*ABS((LOG(R10/S10/2)))	=1200*ABS((LOG(S10/T10/2)))	=1200*ABS((LOG(T10/U10/2)))	=1200*ABS((LOG(U10/V10/2)))	=1200*ABS((LOG(V10/W10/2)))	=1200*ABS((LOG(W10/X10/2)))	=1200*ABS((LOG(X10/Y10/2)))	=1200*ABS((LOG(Y10/Z10/2)))
5	=1200*ABS((LOG(R16/S16/2)))	=1200*ABS((LOG(S16/T16/2)))	=1200*ABS((LOG(T16/U16/2)))	=1200*ABS((LOG(U16/V16/2)))	=1200*ABS((LOG(V16/W16/2)))	=1200*ABS((LOG(W16/X16/2)))	=1200*ABS((LOG(X16/Y16/2)))	=1200*ABS((LOG(Y16/Z16/2)))
6	=1200*ABS((LOG(R22/S22/2)))	=1200*ABS((LOG(S22/T22/2)))	=1200*ABS((LOG(T22/U22/2)))	=1200*ABS((LOG(U22/V22/2)))	=1200*ABS((LOG(V22/W22/2)))	=1200*ABS((LOG(W22/X22/2)))	=1200*ABS((LOG(X22/Y22/2)))	=1200*ABS((LOG(Y22/Z22/2)))
7								
8								
9	=DC4	=DC3	=DC4	=DC7	=DC5	=DC4	=DC4	=DC2
10	=1200*ABS((LOG(R5/S5/2)))	=1200*ABS((LOG(S5/T5/2)))	=1200*ABS((LOG(T5/U5/2)))	=1200*ABS((LOG(U5/V5/2)))	=1200*ABS((LOG(W5/X5/2)))	=1200*ABS((LOG(X5/Y5/2)))	=1200*ABS((LOG(Y5/Z5/2)))	
11	=1200*ABS((LOG(R11/S11/2)))	=1200*ABS((LOG(S11/T11/2)))	=1200*ABS((LOG(T11/U11/2)))	=1200*ABS((LOG(U11/V11/2)))	=1200*ABS((LOG(V11/W11/2)))	=1200*ABS((LOG(W11/X11/2)))	=1200*ABS((LOG(X11/Y11/2)))	=1200*ABS((LOG(Y11/Z11/2)))
12	=1200*ABS((LOG(R17/S17/2)))	=1200*ABS((LOG(S17/T17/2)))	=1200*ABS((LOG(T17/U17/2)))	=1200*ABS((LOG(U17/V17/2)))	=1200*ABS((LOG(V17/W17/2)))	=1200*ABS((LOG(W17/X17/2)))	=1200*ABS((LOG(X17/Y17/2)))	=1200*ABS((LOG(Y17/Z17/2)))
13	=1200*ABS((LOG(R23/S23/2)))	=1200*ABS((LOG(S23/T23/2)))	=1200*ABS((LOG(T23/U23/2)))	=1200*ABS((LOG(U23/V23/2)))	=1200*ABS((LOG(V23/W23/2)))	=1200*ABS((LOG(W23/X23/2)))	=1200*ABS((LOG(X23/Y23/2)))	=1200*ABS((LOG(Y23/Z23/2)))
14								
15								
16	=DC2	=DC4	=DC2	=DC5	=DC3	=DC6	=DC4	=DC4
17	=1200*ABS((LOG(R6/S6/2)))	=1200*ABS((LOG(S6/T6/2)))	=1200*ABS((LOG(T6/U6/2)))	=1200*ABS((LOG(U6/V6/2)))	=1200*ABS((LOG(W6/X6/2)))	=1200*ABS((LOG(X6/Y6/2)))	=1200*ABS((LOG(Y6/Z6/2)))	
18	=1200*ABS((LOG(R12/S12/2)))	=1200*ABS((LOG(S12/T12/2)))	=1200*ABS((LOG(T12/U12/2)))	=1200*ABS((LOG(U12/V12/2)))	=1200*ABS((LOG(W12/X12/2)))	=1200*ABS((LOG(X12/Y12/2)))	=1200*ABS((LOG(Y12/Z12/2)))	
19	=1200*ABS((LOG(R18/S18/2)))	=1200*ABS((LOG(S18/T18/2)))	=1200*ABS((LOG(T18/U18/2)))	=1200*ABS((LOG(U18/V18/2)))	=1200*ABS((LOG(W18/X18/2)))	=1200*ABS((LOG(X18/Y18/2)))	=1200*ABS((LOG(Y18/Z18/2)))	
20	=1200*ABS((LOG(R24/S24/2)))	=1200*ABS((LOG(S24/T24/2)))	=1200*ABS((LOG(T24/U24/2)))	=1200*ABS((LOG(U24/V24/2)))	=1200*ABS((LOG(W24/X24/2)))	=1200*ABS((LOG(X24/Y24/2)))	=1200*ABS((LOG(Y24/Z24/2)))	
21								
22								
23	=DC3	=DC4	=DC7	=DC10	=DC2	=DC3	=DC4	=DC3
24	=1200*ABS((LOG(R7/T7/2)))	=1200*ABS((LOG(S7/T7/2)))	=1200*ABS((LOG(U7/V7/2)))	=1200*ABS((LOG(V7/W7/2)))	=1200*ABS((LOG(W7/X7/2)))	=1200*ABS((LOG(X7/Y7/2)))	=1200*ABS((LOG(Y7/Z7/2)))	
25	=1200*ABS((LOG(R13/S13/2)))	=1200*ABS((LOG(S13/T13/2)))	=1200*ABS((LOG(T13/U13/2)))	=1200*ABS((LOG(U13/V13/2)))	=1200*ABS((LOG(V13/W13/2)))	=1200*ABS((LOG(W13/X13/2)))	=1200*ABS((LOG(X13/Y13/2)))	=1200*ABS((LOG(Y13/Z13/2)))
26	=1200*ABS((LOG(R19/S19/2)))	=1200*ABS((LOG(S19/T19/2)))	=1200*ABS((LOG(T19/U19/2)))	=1200*ABS((LOG(U19/V19/2)))	=1200*ABS((LOG(V19/W19/2)))	=1200*ABS((LOG(W19/X19/2)))	=1200*ABS((LOG(X19/Y19/2)))	=1200*ABS((LOG(Y19/Z19/2)))
27	=1200*ABS((LOG(R25/S25/2)))	=1200*ABS((LOG(S25/T25/2)))	=1200*ABS((LOG(T25/U25/2)))	=1200*ABS((LOG(U25/V25/2)))	=1200*ABS((LOG(V25/W25/2)))	=1200*ABS((LOG(W25/X25/2)))	=1200*ABS((LOG(X25/Y25/2)))	=1200*ABS((LOG(Y25/Z25/2)))

Figur C.14: Centværdier for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går* (3 ud af 4). Afgigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afgivelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgivelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

	BL	BL	BK	BL	BM	BN	BO	BP
1								
2	=DC3		=DC4	=DC4	=DC2	=DC4	=DC4	=DC4
3	=1200*ABSLOG(Z4/(AA4;2))		=1200*ABSLOG(AA4/(AB4;2))	=1200*ABSLOG(AB4/(AC4;2))	=1200*ABSLOG(AC4/(AD4;2))	=1200*ABSLOG(AD4/(AE4;2))	=1200*ABSLOG(AE4/(AF4;2))	=1200*ABSLOG(AF4/(AG4;2))
4	=1200*ABSLOG(Z10/(AA10;2))	=1200*ABSLOG(AA10/(AB10;2))		=1200*ABSLOG(AB10/(AC10;2))	=1200*ABSLOG(AC10/(AD10;2))	=1200*ABSLOG(AD10/(AE10;2))	=1200*ABSLOG(AE10/(AF10;2))	=1200*ABSLOG(AF10/(AG10;2))
5	=1200*ABSLOG(Z6/(AA16;2))	=1200*ABSLOG(AA16/(AB16;2))		=1200*ABSLOG(AB16/(AC16;2))	=1200*ABSLOG(AC16/(AD16;2))	=1200*ABSLOG(AD16/(AE16;2))	=1200*ABSLOG(AE16/(AF16;2))	=1200*ABSLOG(AF16/(AG16;2))
6	=1200*ABSLOG(Z22/(AA22;2))		=1200*ABSLOG(AA22/(AB22;2))	=1200*ABSLOG(AB22/(AC22;2))	=1200*ABSLOG(AC22/(AD22;2))	=1200*ABSLOG(AD22/(AE22;2))	=1200*ABSLOG(AE22/(AF22;2))	=1200*ABSLOG(AF22/(AG22;2))
7								
8	=DC2		=DC2	=DC4	=DC4	=DC4	=DC3	=DC3
9	=1200*ABSLOG(Z5/(AA5;2))		=1200*ABSLOG(AA5/(AB5;2))	=1200*ABSLOG(AB5/(AC5;2))	=1200*ABSLOG(AC5/(AD5;2))	=1200*ABSLOG(AD5/(AE5;2))	=1200*ABSLOG(AE5/(AF5;2))	=1200*ABSLOG(AF5/(AG5;2))
10	=1200*ABSLOG(Z11/(AA11;2))		=1200*ABSLOG(AA11/(AB11;2))	=1200*ABSLOG(AB11/(AC11;2))	=1200*ABSLOG(AC11/(AD11;2))	=1200*ABSLOG(AD11/(AE11;2))	=1200*ABSLOG(AE11/(AF11;2))	=1200*ABSLOG(AF11/(AG11;2))
11	=1200*ABSLOG(Z17/(AA17;2))		=1200*ABSLOG(AA17/(AB17;2))	=1200*ABSLOG(AB17/(AC17;2))	=1200*ABSLOG(AC17/(AD17;2))	=1200*ABSLOG(AD17/(AE17;2))	=1200*ABSLOG(AE17/(AF17;2))	=1200*ABSLOG(AF17/(AG17;2))
12	=1200*ABSLOG(Z23/(AA23;2))		=1200*ABSLOG(AA23/(AB23;2))	=1200*ABSLOG(AB23/(AC23;2))	=1200*ABSLOG(AC23/(AD23;2))	=1200*ABSLOG(AD23/(AE23;2))	=1200*ABSLOG(AE23/(AF23;2))	=1200*ABSLOG(AF23/(AG23;2))
13								
14								
15	=DC2		=DC6	=DC2	=DC3	=DC5	=DC4	=DC3
16	=1200*ABSLOG(Z6/(AA6;2))		=1200*ABSLOG(AA6/(AB6;2))	=1200*ABSLOG(AB6/(AC6;2))	=1200*ABSLOG(AC6/(AD6;2))	=1200*ABSLOG(AD6/(AE6;2))	=1200*ABSLOG(AE6/(AF6;2))	=1200*ABSLOG(AF6/(AG6;2))
17	=1200*ABSLOG(Z12/(AA12;2))		=1200*ABSLOG(AA12/(AB12;2))	=1200*ABSLOG(AB12/(AC12;2))	=1200*ABSLOG(AC12/(AD12;2))	=1200*ABSLOG(AD12/(AE12;2))	=1200*ABSLOG(AE12/(AF12;2))	=1200*ABSLOG(AF12/(AG12;2))
18	=1200*ABSLOG(Z18/(AA18;2))		=1200*ABSLOG(AA18/(AB18;2))	=1200*ABSLOG(AB18/(AC18;2))	=1200*ABSLOG(AC18/(AD18;2))	=1200*ABSLOG(AD18/(AE18;2))	=1200*ABSLOG(AE18/(AF18;2))	=1200*ABSLOG(AF18/(AG18;2))
19	=1200*ABSLOG(Z24/(AA24;2))		=1200*ABSLOG(AA24/(AB24;2))	=1200*ABSLOG(AB24/(AC24;2))	=1200*ABSLOG(AC24/(AD24;2))	=1200*ABSLOG(AD24/(AE24;2))	=1200*ABSLOG(AE24/(AF24;2))	=1200*ABSLOG(AF24/(AG24;2))
20								
21								
22	=DC2		=DC4		=DC3	=DC3	=DC4	=DC7
23								
24	=1200*ABSLOG(Z7/(AA7;2))		=1200*ABSLOG(AA7/(AB7;2))	=1200*ABSLOG(AB7/(AC7;2))	=1200*ABSLOG(AC7/(AD7;2))	=1200*ABSLOG(AD7/(AE7;2))	=1200*ABSLOG(AE7/(AF7;2))	=1200*ABSLOG(AF7/(AG7;2))
25	=1200*ABSLOG(Z13/(AA13;2))	=1200*ABSLOG(AA13/(AB13;2))		=1200*ABSLOG(AB13/(AC13;2))	=1200*ABSLOG(AC13/(AD13;2))	=1200*ABSLOG(AD13/(AE13;2))	=1200*ABSLOG(AE13/(AF13;2))	=1200*ABSLOG(AF13/(AG13;2))
26	=1200*ABSLOG(Z19/(AA19;2))		=1200*ABSLOG(AA19/(AB19;2))	=1200*ABSLOG(AB19/(AC19;2))	=1200*ABSLOG(AC19/(AD19;2))	=1200*ABSLOG(AD19/(AE19;2))	=1200*ABSLOG(AE19/(AF19;2))	=1200*ABSLOG(AF19/(AG19;2))
27	=1200*ABSLOG(Z25/(AA25;2))		=1200*ABSLOG(AA25/(AB25;2))	=1200*ABSLOG(AB25/(AC25;2))	=1200*ABSLOG(AC25/(AD25;2))	=1200*ABSLOG(AD25/(AE25;2))	=1200*ABSLOG(AE25/(AF25;2))	=1200*ABSLOG(AF25/(AG25;2))

Figur C.15: Centværdier for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går* (4 ud af 4). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY
1 forventet	Intervaller soprano-alt						
2 melodisk	=DC9 =12.00*ABS(LOG(B4/B5;2))	=DC7 =1200*ABS(LOG(B4/B5;2))	=DC7 =1200*ABS(LOG(C4/C5;2))	=DC7 =1200*ABS(LOG(D4/D5;2))	=DC6 =1200*ABS(LOG(E4/E5;2))	=DC4 =1200*ABS(LOG(F4/F5;2))	=DC8 =1200*ABS(LOG(G4/G5;2))
3 harmonisk							=DC6 =1200*ABS(LOG(H4/H5;2))
4 ren intonation	=12.00*ABS(LOG(B10/B11;2))	=1200*ABS(LOG(C10/C11;2))	=12.00*ABS(LOG(D10/D11;2))	=1200*ABS(LOG(E10/E11;2))	=1200*ABS(LOG(F10/F11;2))	=1200*ABS(LOG(G10/G11;2))	=1200*ABS(LOG(H10/H11;2))
5 ligesværende	=12.00*ABS(LOG(B22/B23;2))	=1200*ABS(LOG(B22/B23;2))	=1200*ABS(LOG(C22/C23;2))	=1200*ABS(LOG(D22/D23;2))	=1200*ABS(LOG(E22/E23;2))	=1200*ABS(LOG(F22/F23;2))	=1200*ABS(LOG(G22/G23;2))
6 ligesværende							=1200*ABS(LOG(H22/H23;2))
7 ligesværende							
8 Intervaller soprano-tenor							
9 forventet	=DC14+DC5 =12.00*ABS(LOG(B4/B6;2))	=DC14+DC7 =1200*ABS(LLOG(C4/C6;2))	=DC14 =1200*ABS(LLOG(D4/D6;2))	=DC11 =1200*ABS(LLOG(E4/E6;2))	=DC7 =1200*ABS(LLOG(F4/F6;2))	=DC12 =1200*ABS(LLOG(G4/G6;2))	=DC11 =1200*ABS(LLOG(H4/H6;2))
10 melodisk	=1200*ABS(LLOG(B10/B12;2))	=1200*ABS(LLOG(C10/C12;2))	=1200*ABS(LLOG(D10/D12;2))	=1200*ABS(LLOG(E10/E12;2))	=1200*ABS(LLOG(F10/F12;2))	=1200*ABS(LLOG(G10/G12;2))	=1200*ABS(LLOG(H10/H12;2))
11 harmonisk							
12 ren intonation	=12.00*ABS(LLOG(B16/B18;2))	=1200*ABS(LLOG(C16/C18;2))	=12.00*ABS(LLOG(D16/D18;2))	=1200*ABS(LLOG(E16/E18;2))	=1200*ABS(LLOG(F16/F18;2))	=1200*ABS(LLOG(G16/G18;2))	=1200*ABS(LLOG(H16/H18;2))
13 ligesværende	=12.00*ABS(LLOG(B22/B24;2))	=1200*ABS(LLOG(C22/C24;2))	=1200*ABS(LLOG(D22/D24;2))	=1200*ABS(LLOG(E22/E24;2))	=1200*ABS(LLOG(F22/F24;2))	=1200*ABS(LLOG(G22/G24;2))	=1200*ABS(LLOG(H22/H24;2))
14 ligesværende							
15 Intervaller soprano-bas							
16 forventet	=DC14+DC9 =12.00*ABS(LLOG(B4/B7;2))	=DC14+DC10 =1200*ABS(LLOG(C4/C7;2))	=DC14+DC10 =1200*ABS(LLOG(D4/D7;2))	=DC14+DC11 =1200*ABS(LLOG(E4/E7;2))	=DC14+DC10 =1200*ABS(LLOG(F4/F7;2))	=DC14+DC12 =1200*ABS(LLOG(G4/G7;2))	=DC14+DC6 =1200*ABS(LLOG(H4/H7;2))
17 melodisk	=12.00*ABS(LLOG(B10/B13;2))	=1200*ABS(LLOG(C10/C13;2))	=12.00*ABS(LLOG(D10/D13;2))	=1200*ABS(LLOG(E10/E13;2))	=1200*ABS(LLOG(F10/F13;2))	=1200*ABS(LLOG(G10/G13;2))	=1200*ABS(LLOG(H10/H13;2))
18 harmonisk							
19 ren intonation	=12.00*ABS(LLOG(B16/B19;2))	=1200*ABS(LLOG(C16/C19;2))	=12.00*ABS(LLOG(D16/D19;2))	=1200*ABS(LLOG(E16/E19;2))	=1200*ABS(LLOG(F16/F19;2))	=1200*ABS(LLOG(G16/G19;2))	=1200*ABS(LLOG(H16/H19;2))
20 ligesværende	=12.00*ABS(LLOG(B22/B25;2))	=1200*ABS(LLOG(C22/C25;2))	=1200*ABS(LLOG(D22/D25;2))	=1200*ABS(LLOG(E22/E25;2))	=1200*ABS(LLOG(F22/F25;2))	=1200*ABS(LLOG(G22/G25;2))	=1200*ABS(LLOG(H22/H25;2))
21 ligesværende							
22 Intervaller alt-tenor							
23 forventet	=DC10 =12.00*ABS(LLOG(B5/B6;2))	=DC14 =1200*ABS(LLOG(C5/C6;2))	=DC9 =1200*ABS(LLOG(D5/D6;2))	=DC7 =1200*ABS(LLOG(E5/E6;2))	=DC5 =1200*ABS(LLOG(F5/F6;2))	=DC6 =1200*ABS(LLOG(G5/G6;2))	=DC7 =1200*ABS(LLOG(H5/H6;2))
24 melodisk	=12.00*ABS(LLOG(B11/B12;2))	=1200*ABS(LLOG(C11/C12;2))	=12.00*ABS(LLOG(D11/D12;2))	=1200*ABS(LLOG(E11/E12;2))	=1200*ABS(LLOG(F11/F12;2))	=1200*ABS(LLOG(G11/G12;2))	=1200*ABS(LLOG(H11/H12;2))
25 harmonisk							
26 ren intonation	=12.00*ABS(LLOG(B17/B18;2))	=1200*ABS(LLOG(C17/C18;2))	=12.00*ABS(LLOG(D17/D18;2))	=1200*ABS(LLOG(E17/E18;2))	=1200*ABS(LLOG(F17/F18;2))	=1200*ABS(LLOG(G17/G18;2))	=1200*ABS(LLOG(H17/H18;2))
27 ligesværende	=12.00*ABS(LLOG(B23/B24;2))	=1200*ABS(LLOG(C23/C24;2))	=1200*ABS(LLOG(D23/D24;2))	=1200*ABS(LLOG(E23/E24;2))	=1200*ABS(LLOG(F23/F24;2))	=1200*ABS(LLOG(G23/G24;2))	=1200*ABS(LLOG(H23/H24;2))
28 ligesværende							
29 Intervaller alt-bas							
30 forventet	=DC14 =12.00*ABS(LLOG(B5/B7;2))	=DC14+DC5 =1200*ABS(LLOG(C5/C7;2))	=DC14+DC5 =1200*ABS(LLOG(D5/D7;2))	=DC14+DC7 =1200*ABS(LLOG(E5/E7;2))	=DC14+DC8 =1200*ABS(LLOG(F5/F7;2))	=DC14+DC6 =1200*ABS(LLOG(G5/G7;2))	=DC14 =1200*ABS(LLOG(H5/H7;2))
31 melodisk	=12.00*ABS(LLOG(B11/B13;2))	=1200*ABS(LLOG(C11/C13;2))	=12.00*ABS(LLOG(D11/D13;2))	=1200*ABS(LLOG(E11/E13;2))	=1200*ABS(LLOG(F11/F13;2))	=1200*ABS(LLOG(G11/G13;2))	=1200*ABS(LLOG(H11/H13;2))
32 harmonisk	=12.00*ABS(LLOG(B17/B19;2))	=1200*ABS(LLOG(C17/C19;2))	=12.00*ABS(LLOG(D17/D19;2))	=1200*ABS(LLOG(E17/E19;2))	=1200*ABS(LLOG(F17/F19;2))	=1200*ABS(LLOG(G17/G19;2))	=1200*ABS(LLOG(H17/H19;2))
33 ren intonation	=12.00*ABS(LLOG(B23/B25;2))	=1200*ABS(LLOG(C23/C25;2))	=1200*ABS(LLOG(D23/D25;2))	=1200*ABS(LLOG(E23/E25;2))	=1200*ABS(LLOG(F23/F25;2))	=1200*ABS(LLOG(G23/G25;2))	=1200*ABS(LLOG(H23/H25;2))
34 ligesværende							
35 ligesværende							
36 Intervaller tenor-bas							
37 forventet	=DC6 =12.00*ABS(LLOG(B6/B7;2))	=DC5 =1200*ABS(LLOG(C6/C7;2))	=DC6 =1200*ABS(LLOG(D6/D7;2))	=DC4 =1200*ABS(LLOG(E6/E7;2))	=DC5 =1200*ABS(LLOG(F6/F7;2))	=DC4 =1200*ABS(LLOG(G6/G7;2))	=DC9 =1200*ABS(LLOG(H6/H7;2))
38 melodisk	=12.00*ABS(LLOG(B12/B13;2))	=1200*ABS(LLOG(C12/C13;2))	=12.00*ABS(LLOG(D12/D13;2))	=1200*ABS(LLOG(E12/E13;2))	=1200*ABS(LLOG(F12/F13;2))	=1200*ABS(LLOG(G12/G13;2))	=1200*ABS(LLOG(H12/H13;2))
39 harmonisk							
40 ren intonation	=12.00*ABS(LLOG(B18/B19;2))	=1200*ABS(LLOG(C18/C19;2))	=12.00*ABS(LLOG(D18/D19;2))	=1200*ABS(LLOG(E18/E19;2))	=1200*ABS(LLOG(F18/F19;2))	=1200*ABS(LLOG(G18/G19;2))	=1200*ABS(LLOG(H18/H19;2))
41 ligesværende	=12.00*ABS(LLOG(B24/B25;2))	=1200*ABS(LLOG(C24/C25;2))	=1200*ABS(LLOG(D24/D25;2))	=1200*ABS(LLOG(E24/E25;2))	=1200*ABS(LLOG(F24/F25;2))	=1200*ABS(LLOG(G24/G25;2))	=1200*ABS(LLOG(H24/H25;2))

Figur C.16: Centværdier for harmoniske intervalle for *Altid frejdig når du går* (1 ud af 5). Afvigeler med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afvigeler, der skyldes et tritonus interval, gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi

Bilag C. Excel udregninger

BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CF
1						
2	=DC7	=DC9	=DC11	=DC12	=DC11	=DC11
3	=12.00*ABS(LOG(14/15;2))	=1200*ABS(LOG(14/15;2))	=1200*ABS(LOG(K4/K5;2))	=1200*ABS(LOG(L4/L5;2))	=1200*ABS(LOG(M4/M5;2))	=1200*ABS(LOG(O4/O5;2))
4	=12.00*ABS(LOG(10/11;2))	=1200*ABS(LOG(10/11;2))	=1200*ABS(LOG(K10/K11;2))	=1200*ABS(LOG(L10/L11;2))	=1200*ABS(LOG(M10/M11;2))	=1200*ABS(LOG(N10/N11;2))
5	=12.00*ABS(LOG(116/117;2))	=1200*ABS(LOG(J16/J17;2))	=1200*ABS(LOG(K16/K17;2))	=1200*ABS(LOG(L16/L17;2))	=1200*ABS(LOG(M16/M17;2))	=1200*ABS(LOG(N16/N17;2))
6	=12.00*ABS(LOG(122/123;2))	=1200*ABS(LOG(J22/J23;2))	=1200*ABS(LOG(K22/K23;2))	=1200*ABS(LOG(L22/L23;2))	=1200*ABS(LOG(M22/M23;2))	=1200*ABS(LOG(N22/N23;2))
7						
8						
9	=DC14+DC7	=DC14+DC4	=DC14+DC6	=DC14+DC8	=DC14+DC6	=DC14+DC4
10	=12.00*ABS(LOG(14/16;2))	=1200*ABS(LOG(J4/J6;2))	=1200*ABS(LOG(K4/K6;2))	=1200*ABS(LOG(L4/L6;2))	=1200*ABS(LOG(M4/M6;2))	=1200*ABS(LOG(N4/N6;2))
11	=12.00*ABS(LOG(110/112;2))	=1200*ABS(LOG(J10/J12;2))	=1200*ABS(LOG(K10/K12;2))	=1200*ABS(LOG(L10/L12;2))	=1200*ABS(LOG(M10/M12;2))	=1200*ABS(LOG(N10/N12;2))
12	=12.00*ABS(LOG(116/118;2))	=1200*ABS(LOG(J16/J18;2))	=1200*ABS(LOG(K16/K18;2))	=1200*ABS(LOG(L16/L18;2))	=1200*ABS(LOG(M16/M18;2))	=1200*ABS(LOG(N16/N18;2))
13	=12.00*ABS(LOG(122/124;2))	=1200*ABS(LOG(J22/J24;2))	=1200*ABS(LOG(K22/K24;2))	=1200*ABS(LOG(L22/L24;2))	=1200*ABS(LOG(M22/M24;2))	=1200*ABS(LOG(N22/N24;2))
14						
15						
16	=DC14+DC10	=DC14+DC12	=DC14+DC14	=DC14+DC5	=DC14+DC6	=DC14+DC9
17	=12.00*ABS(LOG(14/17;2))	=1200*ABS(LOG(J4/J7;2))	=1200*ABS(LOG(K4/K7;2))	=1200*ABS(LOG(L4/L7;2))	=1200*ABS(LOG(M4/M7;2))	=1200*ABS(LOG(O4/O7;2))
18	=12.00*ABS(LOG(110/113;2))	=1200*ABS(LOG(J10/J13;2))	=1200*ABS(LOG(K10/K13;2))	=1200*ABS(LOG(L10/L13;2))	=1200*ABS(LOG(M10/M13;2))	=1200*ABS(LOG(N10/N13;2))
19	=12.00*ABS(LOG(116/119;2))	=1200*ABS(LOG(J16/J19;2))	=1200*ABS(LOG(K16/K19;2))	=1200*ABS(LOG(L16/L19;2))	=1200*ABS(LOG(M16/M19;2))	=1200*ABS(LOG(N16/N19;2))
20	=12.00*ABS(LOG(122/125;2))	=1200*ABS(LOG(J22/J25;2))	=1200*ABS(LOG(K22/K25;2))	=1200*ABS(LOG(L22/L25;2))	=1200*ABS(LOG(M22/M25;2))	=1200*ABS(LOG(N22/N25;2))
21						
22						
23	=DC14	=DC9	=DC10	=DC9	=DC9	=DC8
24	=12.00*ABS(LOG(15/16;2))	=1200*ABS(LOG(J5/J6;2))	=1200*ABS(LOG(K5/K6;2))	=1200*ABS(LOG(L5/L6;2))	=1200*ABS(LOG(M5/M6;2))	=1200*ABS(LOG(O5/O6;2))
25	=12.00*ABS(LOG(111/112;2))	=1200*ABS(LOG(J11/J12;2))	=1200*ABS(LOG(K11/K12;2))	=1200*ABS(LOG(L11/L12;2))	=1200*ABS(LOG(M11/M12;2))	=1200*ABS(LOG(N11/N12;2))
26	=12.00*ABS(LOG(117/118;2))	=1200*ABS(LOG(J17/J18;2))	=1200*ABS(LOG(K17/K18;2))	=1200*ABS(LOG(L17/L18;2))	=1200*ABS(LOG(M17/M18;2))	=1200*ABS(LOG(N17/N18;2))
27	=12.00*ABS(LOG(123/124;2))	=1200*ABS(LOG(J23/J24;2))	=1200*ABS(LOG(K23/K24;2))	=1200*ABS(LOG(L23/L24;2))	=1200*ABS(LOG(M23/M24;2))	=1200*ABS(LOG(N23/N24;2))
28						
29						
30	=DC14+DC5	=DC14+DC5	=DC14+DC5	=DC14+DC7	=DC14+DC9	=DC14
31	=12.00*ABS(LOG(15/17;2))	=1200*ABS(LOG(J5/J7;2))	=1200*ABS(LOG(K5/K7;2))	=1200*ABS(LOG(L5/L7;2))	=1200*ABS(LOG(M5/M7;2))	=1200*ABS(LOG(O5/O7;2))
32	=12.00*ABS(LOG(111/113;2))	=1200*ABS(LOG(J11/J13;2))	=1200*ABS(LOG(K11/K13;2))	=1200*ABS(LOG(L11/L13;2))	=1200*ABS(LOG(M11/M13;2))	=1200*ABS(LOG(N11/N13;2))
33	=12.00*ABS(LOG(117/119;2))	=1200*ABS(LOG(J17/J19;2))	=1200*ABS(LOG(K17/K19;2))	=1200*ABS(LOG(L17/L19;2))	=1200*ABS(LOG(M17/M19;2))	=1200*ABS(LOG(N17/N19;2))
34	=12.00*ABS(LOG(123/125;2))	=1200*ABS(LOG(J23/J25;2))	=1200*ABS(LOG(K23/K25;2))	=1200*ABS(LOG(L23/L25;2))	=1200*ABS(LOG(M23/M25;2))	=1200*ABS(LOG(N23/N25;2))
35						
36						
37	=DC5	=DC10	=DC10	=DC11	=DC14	=DC12
38	=12.00*ABS(LOG(16/17;2))	=1200*ABS(LOG(J6/J7;2))	=1200*ABS(LOG(K6/K7;2))	=1200*ABS(LOG(L6/L7;2))	=1200*ABS(LOG(M6/M7;2))	=1200*ABS(LOG(O6/O7;2))
39	=12.00*ABS(LOG(112/113;2))	=1200*ABS(LOG(J12/J13;2))	=1200*ABS(LOG(K12/K13;2))	=1200*ABS(LOG(L12/L13;2))	=1200*ABS(LOG(M12/M13;2))	=1200*ABS(LOG(N12/N13;2))
40	=12.00*ABS(LOG(118/119;2))	=1200*ABS(LOG(J18/J19;2))	=1200*ABS(LOG(K18/K19;2))	=1200*ABS(LOG(L18/L19;2))	=1200*ABS(LOG(M18/M19;2))	=1200*ABS(LOG(N18/N19;2))
41	=12.00*ABS(LOG(124/125;2))	=1200*ABS(LOG(J24/J25;2))	=1200*ABS(LOG(K24/K25;2))	=1200*ABS(LOG(L24/L25;2))	=1200*ABS(LOG(M24/M25;2))	=1200*ABS(LOG(N24/N25;2))

Figur C.17: Centværdier for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går* (2 ud af 5). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afvigelser, der skyldes et tritonus interval, gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi

	CG	CH	CI	CL	CK	CL	CM
1							
2	=DC10	=DC5	=DC5	=DC5	=DC5	=DC6	=DC6
3	=1200*ABSLOG(P4/P5;2))	=1200*ABSLOG(Q4/Q5;2))	=1200*ABSLOG(Q4/Q5;2))	=1200*ABSLOG(S4/S5;2))	=1200*ABSLOG(U4/U5;2))	=1200*ABSLOG(U4/U5;2))	=1200*ABSLOG(V4/V5;2))
4	=1200*ABSLOG(P10/P11;2))	=1200*ABSLOG(Q10/Q11;2))	=1200*ABSLOG(R10/R11;2))	=1200*ABSLOG(S10/S11;2))	=1200*ABSLOG(U10/U11;2))	=1200*ABSLOG(U10/U11;2))	=1200*ABSLOG(V10/V11;2))
5	=1200*ABSLOG(P16/P17;2))	=1200*ABSLOG(Q16/Q17;2))	=1200*ABSLOG(R16/R17;2))	=1200*ABSLOG(S16/S17;2))	=1200*ABSLOG(U16/U17;2))	=1200*ABSLOG(U16/U17;2))	=1200*ABSLOG(V16/V17;2))
6	=1200*ABSLOG(P22/P23;2))	=1200*ABSLOG(Q22/Q23;2))	=1200*ABSLOG(R22/R23;2))	=1200*ABSLOG(S22/S23;2))	=1200*ABSLOG(U22/U23;2))	=1200*ABSLOG(V22/V23;2))	=1200*ABSLOG(W22/W23;2))
7							
8							
9	=DC14	=DC9	=DC9	=DC11	=DC10	=DC9	=DC11
10	=1200*ABSLOG(P4/P6;2))	=1200*ABSLOG(Q4/Q6;2))	=1200*ABSLOG(R4/R6;2))	=1200*ABSLOG(S4/S6;2))	=1200*ABSLOG(T4/T6;2))	=1200*ABSLOG(U4/U6;2))	=1200*ABSLOG(V4/V6;2))
11	=1200*ABSLOG(P10/P12;2))	=1200*ABSLOG(Q10/Q12;2))	=1200*ABSLOG(R10/R12;2))	=1200*ABSLOG(S10/S12;2))	=1200*ABSLOG(T10/T12;2))	=1200*ABSLOG(U10/U12;2))	=1200*ABSLOG(V10/V12;2))
12	=1200*ABSLOG(P16/P18;2))	=1200*ABSLOG(Q16/Q18;2))	=1200*ABSLOG(R16/R18;2))	=1200*ABSLOG(S16/S18;2))	=1200*ABSLOG(T16/T18;2))	=1200*ABSLOG(U16/U18;2))	=1200*ABSLOG(V16/V18;2))
13	=1200*ABSLOG(P22/P24;2))	=1200*ABSLOG(Q22/Q24;2))	=1200*ABSLOG(R22/R24;2))	=1200*ABSLOG(S22/S24;2))	=1200*ABSLOG(T22/T24;2))	=1200*ABSLOG(U22/U24;2))	=1200*ABSLOG(V22/V24;2))
14							
15							
16	=DC14+DC14	=DC9	=DC11	=DC14	=DC14+DC5	=DC14+DC9	=DC14+DC6
17	=1200*ABSLOG(P4/P7;2))	=1200*ABSLOG(Q4/Q7;2))	=1200*ABSLOG(R4/R7;2))	=1200*ABSLOG(S4/S7;2))	=1200*ABSLOG(T4/T7;2))	=1200*ABSLOG(U4/U7;2))	=1200*ABSLOG(V4/V7;2))
18	=1200*ABSLOG(P10/P13;2))	=1200*ABSLOG(Q10/Q13;2))	=1200*ABSLOG(R10/R13;2))	=1200*ABSLOG(S10/S13;2))	=1200*ABSLOG(T10/T13;2))	=1200*ABSLOG(U10/U13;2))	=1200*ABSLOG(V10/V13;2))
19	=1200*ABSLOG(P16/P19;2))	=1200*ABSLOG(Q16/Q19;2))	=1200*ABSLOG(R16/R19;2))	=1200*ABSLOG(S16/S19;2))	=1200*ABSLOG(T16/T19;2))	=1200*ABSLOG(U16/U19;2))	=1200*ABSLOG(V16/V19;2))
20	=1200*ABSLOG(P22/P25;2))	=1200*ABSLOG(Q22/Q25;2))	=1200*ABSLOG(R22/R25;2))	=1200*ABSLOG(S22/S25;2))	=1200*ABSLOG(T22/T25;2))	=1200*ABSLOG(U22/U25;2))	=1200*ABSLOG(V22/V25;2))
21							
22							
23	=DC6	=DC6	=DC6	=DC8	=DC7	=DC5	=DC7
24	=1200*ABSLOG(P5/P6;2))	=1200*ABSLOG(Q5/Q6;2))	=1200*ABSLOG(R5/R6;2))	=1200*ABSLOG(S5/S6;2))	=1200*ABSLOG(T5/T6;2))	=1200*ABSLOG(U5/U6;2))	=1200*ABSLOG(V5/V6;2))
25	=1200*ABSLOG(P11/P12;2))	=1200*ABSLOG(Q11/Q12;2))	=1200*ABSLOG(R11/R12;2))	=1200*ABSLOG(S11/S12;2))	=1200*ABSLOG(T11/T12;2))	=1200*ABSLOG(U11/U12;2))	=1200*ABSLOG(V11/V12;2))
26	=1200*ABSLOG(P17/P18;2))	=1200*ABSLOG(Q17/Q18;2))	=1200*ABSLOG(R17/R18;2))	=1200*ABSLOG(S17/S18;2))	=1200*ABSLOG(T17/T18;2))	=1200*ABSLOG(U17/U18;2))	=1200*ABSLOG(V17/V18;2))
27	=1200*ABSLOG(P23/P24;2))	=1200*ABSLOG(Q23/Q24;2))	=1200*ABSLOG(R23/R24;2))	=1200*ABSLOG(S23/S24;2))	=1200*ABSLOG(T23/T24;2))	=1200*ABSLOG(U23/U24;2))	=1200*ABSLOG(V23/V24;2))
28							
29							
30	=DC14+DC6	=DC6	=DC8	=DC11	=DC14	=DC14+DC5	=DC14
31	=1200*ABSLOG(P5/P7;2))	=1200*ABSLOG(Q5/Q7;2))	=1200*ABSLOG(R5/R7;2))	=1200*ABSLOG(S5/S7;2))	=1200*ABSLOG(T5/T7;2))	=1200*ABSLOG(U5/U7;2))	=1200*ABSLOG(V5/V7;2))
32	=1200*ABSLOG(P11/P13;2))	=1200*ABSLOG(Q11/Q13;2))	=1200*ABSLOG(R11/R13;2))	=1200*ABSLOG(S11/S13;2))	=1200*ABSLOG(T11/T13;2))	=1200*ABSLOG(U11/U13;2))	=1200*ABSLOG(V11/V13;2))
33	=1200*ABSLOG(P17/P19;2))	=1200*ABSLOG(Q17/Q19;2))	=1200*ABSLOG(R17/R19;2))	=1200*ABSLOG(S17/S19;2))	=1200*ABSLOG(T17/T19;2))	=1200*ABSLOG(U17/U19;2))	=1200*ABSLOG(V17/V19;2))
34	=1200*ABSLOG(P23/P25;2))	=1200*ABSLOG(Q23/Q25;2))	=1200*ABSLOG(R23/R25;2))	=1200*ABSLOG(S23/S25;2))	=1200*ABSLOG(T23/T25;2))	=1200*ABSLOG(U23/U25;2))	=1200*ABSLOG(V23/V25;2))
35							
36							
37	=DC14	=DC2	=DC4	=DC5	=DC9	=DC14	=DC9
38	=1200*ABSLOG(P6/P7;2))	=1200*ABSLOG(Q6/Q7;2))	=1200*ABSLOG(R6/R7;2))	=1200*ABSLOG(S6/S7;2))	=1200*ABSLOG(T6/T7;2))	=1200*ABSLOG(U6/U7;2))	=1200*ABSLOG(V6/V7;2))
39	=1200*ABSLOG(P12/P13;2))	=1200*ABSLOG(Q12/Q13;2))	=1200*ABSLOG(R12/R13;2))	=1200*ABSLOG(S12/S13;2))	=1200*ABSLOG(T12/T13;2))	=1200*ABSLOG(U12/U13;2))	=1200*ABSLOG(V12/V13;2))
40	=1200*ABSLOG(P18/P19;2))	=1200*ABSLOG(Q18/Q19;2))	=1200*ABSLOG(R18/R19;2))	=1200*ABSLOG(S18/S19;2))	=1200*ABSLOG(T18/T19;2))	=1200*ABSLOG(U18/U19;2))	=1200*ABSLOG(V18/V19;2))
41	=1200*ABSLOG(P24/P25;2))	=1200*ABSLOG(Q24/Q25;2))	=1200*ABSLOG(R24/R25;2))	=1200*ABSLOG(S24/S25;2))	=1200*ABSLOG(T24/T25;2))	=1200*ABSLOG(U24/U25;2))	=1200*ABSLOG(V24/V25;2))

Figur C.18: Centværdier for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går* (3 ud af 5). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afvigelser, der skyldes et tritonus interval, gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi

Bilag C. Excel udregninger

	CN	CO	CP	CO	CR	CS	CT
1							
2	=DC7	=DC14	=DC12	=DC11	=DC9	=DC7	
3	=1200*ABS(LLOG(W4/W5;2))	=1200*ABS(LLOG(X4/X5;2))	=1200*ABS(LLOG(Y4/Y5;2))	=1200*ABS(LLOG(Z4/Z5;2))	=1200*ABS(LLOG(AA4/AA5;2))	=1200*ABS(LLOG(AB4/AB5;2))	=1200*ABS(LLOG(AC4/AC5;2))
4	=1200*ABS(LLOG(W10/N11;2))	=1200*ABS(LLOG(X10/X11;2))	=1200*ABS(LLOG(Y10/Y11;2))	=1200*ABS(LLOG(Z10/Z11;2))	=1200*ABS(LLOG(AA10/AA11;2))	=1200*ABS(LLOG(AB10/AB11;2))	=1200*ABS(LLOG(AC10/AC11;2))
5	=1200*ABS(LLOG(W16/N17;2))	=1200*ABS(LLOG(X16/X17;2))	=1200*ABS(LLOG(Y16/Y17;2))	=1200*ABS(LLOG(Z16/Z17;2))	=1200*ABS(LLOG(AA16/AA17;2))	=1200*ABS(LLOG(AB16/AB17;2))	=1200*ABS(LLOG(AC16/AC17;2))
6	=1200*ABS(LLOG(W22/N23;2))	=1200*ABS(LLOG(X22/X23;2))	=1200*ABS(LLOG(Y22/Y23;2))	=1200*ABS(LLOG(Z22/Z23;2))	=1200*ABS(LLOG(AA22/AA23;2))	=1200*ABS(LLOG(AB22/AB23;2))	=1200*ABS(LLOG(AC22/AC23;2))
7							
8							
9	=DC10	=DC14+DC7	=DC14-DC5	=DC14+DC7	=DC14+DC6	=DC12	=DC10
10	=1200*ABS(LLOG(W4/W5;2))	=1200*ABS(LLOG(X4/X5;2))	=1200*ABS(LLOG(Y4/Y5;2))	=1200*ABS(LLOG(Z4/Z5;2))	=1200*ABS(LLOG(AB4/AB5;2))	=1200*ABS(LLOG(AC4/AC5;2))	
11	=1200*ABS(LLOG(W10/N12;2))	=1200*ABS(LLOG(X10/X12;2))	=1200*ABS(LLOG(Y10/Y12;2))	=1200*ABS(LLOG(Z10/Z12;2))	=1200*ABS(LLOG(AA10/AA12;2))	=1200*ABS(LLOG(AB10/AB12;2))	=1200*ABS(LLOG(AC10/AC12;2))
12	=1200*ABS(LLOG(W16/N18;2))	=1200*ABS(LLOG(X16/X18;2))	=1200*ABS(LLOG(Y16/Y18;2))	=1200*ABS(LLOG(Z16/Z18;2))	=1200*ABS(LLOG(AA16/AA18;2))	=1200*ABS(LLOG(AB16/AB18;2))	=1200*ABS(LLOG(AC16/AC18;2))
13	=1200*ABS(LLOG(W22/N24;2))	=1200*ABS(LLOG(X22/X24;2))	=1200*ABS(LLOG(Y22/Y24;2))	=1200*ABS(LLOG(Z22/Z24;2))	=1200*ABS(LLOG(AA22/AA24;2))	=1200*ABS(LLOG(AB22/AB24;2))	=1200*ABS(LLOG(AC22/AC24;2))
14							
15							
16	=DC14+DC4	=DC14+DC10	=DC14+DC8	=DC14+DC7	=DC14+DC6	=DC14+DC6	=DC14+DC4
17	=1200*ABS(LLOG(W4/W7;2))	=1200*ABS(LLOG(X4/X7;2))	=1200*ABS(LLOG(Y4/Y7;2))	=1200*ABS(LLOG(Z4/Z7;2))	=1200*ABS(LLOG(AA4/AA7;2))	=1200*ABS(LLOG(AB4/AB7;2))	=1200*ABS(LLOG(AC4/AC7;2))
18	=1200*ABS(LLOG(W10/N13;2))	=1200*ABS(LLOG(X10/X13;2))	=1200*ABS(LLOG(Y10/Y13;2))	=1200*ABS(LLOG(Z10/Z13;2))	=1200*ABS(LLOG(AA10/AA13;2))	=1200*ABS(LLOG(AB10/AB13;2))	=1200*ABS(LLOG(AC10/AC13;2))
19	=1200*ABS(LLOG(W16/N19;2))	=1200*ABS(LLOG(X16/X19;2))	=1200*ABS(LLOG(Y16/Y19;2))	=1200*ABS(LLOG(Z16/Z19;2))	=1200*ABS(LLOG(AA16/AA19;2))	=1200*ABS(LLOG(AB16/AB19;2))	=1200*ABS(LLOG(AC16/AC19;2))
20	=1200*ABS(LLOG(W22/N25;2))	=1200*ABS(LLOG(X22/X25;2))	=1200*ABS(LLOG(Y22/Y25;2))	=1200*ABS(LLOG(Z22/Z25;2))	=1200*ABS(LLOG(AA22/AA25;2))	=1200*ABS(LLOG(AB22/AB25;2))	=1200*ABS(LLOG(AC22/AC25;2))
21							
22							
23	=DC5	=DC7	=DC7	=DC9	=DC9	=DC5	=DC5
24	=1200*ABS(LLOG(W5/W6;2))	=1200*ABS(LLOG(X5/X6;2))	=1200*ABS(LLOG(Y5/Y6;2))	=1200*ABS(LLOG(Z5/Z6;2))	=1200*ABS(LLOG(AA5/AA6;2))	=1200*ABS(LLOG(AB5/AB6;2))	=1200*ABS(LLOG(AC5/AC6;2))
25	=1200*ABS(LLOG(W11/N12;2))	=1200*ABS(LLOG(X11/X12;2))	=1200*ABS(LLOG(Y11/Y12;2))	=1200*ABS(LLOG(Z11/Z12;2))	=1200*ABS(LLOG(AA11/AA12;2))	=1200*ABS(LLOG(AB11/AB12;2))	=1200*ABS(LLOG(AC11/AC12;2))
26	=1200*ABS(LLOG(W17/N18;2))	=1200*ABS(LLOG(X17/X18;2))	=1200*ABS(LLOG(Y17/Y18;2))	=1200*ABS(LLOG(Z17/Z18;2))	=1200*ABS(LLOG(AA17/AA18;2))	=1200*ABS(LLOG(AB17/AB18;2))	=1200*ABS(LLOG(AC17/AC18;2))
27	=1200*ABS(LLOG(W23/N24;2))	=1200*ABS(LLOG(X23/X24;2))	=1200*ABS(LLOG(Y23/Y24;2))	=1200*ABS(LLOG(Z23/Z24;2))	=1200*ABS(LLOG(AA23/AA24;2))	=1200*ABS(LLOG(AB23/AB24;2))	=1200*ABS(LLOG(AC23/AC24;2))
28							
29							
30	=DC11	=DC10	=DC10	=DC9	=DC9	=DC11	=DC11
31	=1200*ABS(LLOG(W5/W7;2))	=1200*ABS(LLOG(X5/X7;2))	=1200*ABS(LLOG(Y5/Y7;2))	=1200*ABS(LLOG(Z5/Z7;2))	=1200*ABS(LLOG(AA5/AA7;2))	=1200*ABS(LLOG(AB5/AB7;2))	=1200*ABS(LLOG(AC5/AC7;2))
32	=1200*ABS(LLOG(W11/N13;2))	=1200*ABS(LLOG(X11/X13;2))	=1200*ABS(LLOG(Y11/Y13;2))	=1200*ABS(LLOG(Z11/Z13;2))	=1200*ABS(LLOG(AA11/AA13;2))	=1200*ABS(LLOG(AB11/AB13;2))	=1200*ABS(LLOG(AC11/AC13;2))
33	=1200*ABS(LLOG(W17/N19;2))	=1200*ABS(LLOG(X17/X19;2))	=1200*ABS(LLOG(Y17/Y19;2))	=1200*ABS(LLOG(Z17/Z19;2))	=1200*ABS(LLOG(AA17/AA19;2))	=1200*ABS(LLOG(AB17/AB19;2))	=1200*ABS(LLOG(AC17/AC19;2))
34	=1200*ABS(LLOG(W23/N25;2))	=1200*ABS(LLOG(X23/X25;2))	=1200*ABS(LLOG(Y23/Y25;2))	=1200*ABS(LLOG(Z23/Z25;2))	=1200*ABS(LLOG(AA23/AA25;2))	=1200*ABS(LLOG(AB23/AB25;2))	=1200*ABS(LLOG(AC23/AC25;2))
35							
36							
37	=DC8	=DC5	=DC5	=DC2	=DC2	=DC8	=DC8
38	=1200*ABS(LLOG(W6/W7;2))	=1200*ABS(LLOG(X6/X7;2))	=1200*ABS(LLOG(Y6/Y7;2))	=1200*ABS(LLOG(Z6/Z7;2))	=1200*ABS(LLOG(AA6/AA7;2))	=1200*ABS(LLOG(AB6/AB7;2))	=1200*ABS(LLOG(AC6/AC7;2))
39	=1200*ABS(LLOG(W12/N13;2))	=1200*ABS(LLOG(X12/X13;2))	=1200*ABS(LLOG(Y12/Y13;2))	=1200*ABS(LLOG(Z12/Z13;2))	=1200*ABS(LLOG(AA12/AA13;2))	=1200*ABS(LLOG(AB12/AB13;2))	=1200*ABS(LLOG(AC12/AC13;2))
40	=1200*ABS(LLOG(W18/N19;2))	=1200*ABS(LLOG(X18/X19;2))	=1200*ABS(LLOG(Y18/Y19;2))	=1200*ABS(LLOG(Z18/Z19;2))	=1200*ABS(LLOG(AA18/AA19;2))	=1200*ABS(LLOG(AB18/AB19;2))	=1200*ABS(LLOG(AC18/AC19;2))
41	=1200*ABS(LLOG(W24/N25;2))	=1200*ABS(LLOG(X24/X25;2))	=1200*ABS(LLOG(Y24/Y25;2))	=1200*ABS(LLOG(Z24/Z25;2))	=1200*ABS(LLOG(AA24/AA25;2))	=1200*ABS(LLOG(AB24/AB25;2))	=1200*ABS(LLOG(AC24/AC25;2))

Figur C.19: Centværdier for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går* (4 ud af 5). Afvigeler med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afvigeler, der skyldes et tritonus interval, gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi

	CJ	CV	CW	CX	CY
1					
2	=DC9	=DC5	=DC6	=DC5	=DC2
3	=1200*ABS(LOG(AD4/AD5;2))	=1200*ABS(LOG(AE4/AE5;2))	=-1200*ABS(LOG(AF4/AF5;2))	=1200*ABS(LOG(AG4/AG5;2))	=1200*ABS(LOG(AH4/AH5;2))
4	=1200*ABS(LOG(AD10/AD11;2))	=1200*ABS(LOG(AE10/AE11;2))	=-1200*ABS(LOG(AF10/AF11;2))	=1200*ABS(LOG(AG10/AG11;2))	=1200*ABS(LOG(AH10/AH11;2))
5	=1200*ABS(LOG(AD16/AD17;2))	=1200*ABS(LOG(AE16/AE17;2))	=-1200*ABS(LOG(AF16/AF17;2))	=1200*ABS(LOG(AG16/AG17;2))	=1200*ABS(LOG(AH16/AH17;2))
6	=1200*ABS(LOG(AD22/AD23;2))	=1200*ABS(LOG(AE22/AE23;2))	=-1200*ABS(LOG(AF22/AE23;2))	=1200*ABS(LOG(AG22/AG23;2))	=1200*ABS(LOG(AH22/AH23;2))
7					
8					
9	=DC9	=DC10	=DC11	=DC11	=DC10
10	=1200*ABS(LOG(AD4/AD6;2))	=1200*ABS(LOG(AE4/AE6;2))	=1200*ABS(LOG(AF4/AF6;2))	=1200*ABS(LOG(AG4/AG6;2))	=1200*ABS(LOG(AH4/AH6;2))
11	=1200*ABS(LOG(AD10/AD12;2))	=1200*ABS(LOG(AE10/AE12;2))	=-1200*ABS(LOG(AF10/AF12;2))	=1200*ABS(LOG(AG10/AG12;2))	=1200*ABS(LOG(AH10/AH12;2))
12	=1200*ABS(LOG(AD16/AD18;2))	=1200*ABS(LOG(AE16/AE18;2))	=-1200*ABS(LOG(AF16/AE18;2))	=1200*ABS(LOG(AG16/AE18;2))	=1200*ABS(LOG(AH16/AH18;2))
13	=1200*ABS(LOG(AD22/AD24;2))	=1200*ABS(LOG(AE22/AE24;2))	=-1200*ABS(LOG(AF22/AE24;2))	=1200*ABS(LOG(AG22/AG24;2))	=1200*ABS(LOG(AH22/AH24;2))
14					
15					
16	=DC14+DC5	=DC14	=DC11	=DC14+DC9	=DC14
17	=1200*ABS(LOG(AD4/AD7;2))	=1200*ABS(LOG(AE4/AE7;2))	=1200*ABS(LOG(AF4/AE7;2))	=1200*ABS(LOG(AG4/AG7;2))	=1200*ABS(LOG(AH4/AH7;2))
18	=1200*ABS(LOG(AD10/AD13;2))	=1200*ABS(LOG(AE10/AE13;2))	=-1200*ABS(LOG(AF10/AE13;2))	=1200*ABS(LOG(AG10/AE13;2))	=1200*ABS(LOG(AH10/AE13;2))
19	=1200*ABS(LOG(AD16/AD19;2))	=1200*ABS(LOG(AE16/AE19;2))	=-1200*ABS(LOG(AF16/AE19;2))	=1200*ABS(LOG(AG16/AE19;2))	=1200*ABS(LOG(AH16/AE19;2))
20	=1200*ABS(LOG(AD22/AD25;2))	=1200*ABS(LOG(AE22/AE25;2))	=-1200*ABS(LOG(AF22/AE25;2))	=1200*ABS(LOG(AG22/AG25;2))	=1200*ABS(LOG(AH22/AH25;2))
21					
22					
23	=DC2	=DC7	=DC7	=DC3	=DC10
24	=1200*ABS(LOG(AD5/AD6;2))	=1200*ABS(LOG(AE5/AE6;2))	=-1200*ABS(LOG(AF5/AE6;2))	=1200*ABS(LOG(AG5/AG6;2))	=1200*ABS(LOG(AH5/AH6;2))
25	=1200*ABS(LOG(AD11/AD12;2))	=1200*ABS(LOG(AE11/AE12;2))	=-1200*ABS(LOG(AF11/AE12;2))	=1200*ABS(LOG(AG11/AE12;2))	=1200*ABS(LOG(AH11/AE12;2))
26	=1200*ABS(LOG(AD17/AD18;2))	=1200*ABS(LOG(AE17/AE18;2))	=-1200*ABS(LOG(AF17/AE18;2))	=1200*ABS(LOG(AG17/AE18;2))	=1200*ABS(LOG(AH17/AE18;2))
27	=1200*ABS(LOG(AD23/AD24;2))	=1200*ABS(LOG(AE23/AE24;2))	=-1200*ABS(LOG(AF23/AE24;2))	=1200*ABS(LOG(AG23/AE24;2))	=1200*ABS(LOG(AH23/AE24;2))
28					
29					
30	=DC10	=DC11	=DC7	=DC14+DC6	=DC14
31	=1200*ABS(LOG(AD5/AD7;2))	=1200*ABS(LOG(AE5/AE7;2))	=-1200*ABS(LOG(AF5/AE7;2))	=1200*ABS(LOG(AG5/AE7;2))	=1200*ABS(LOG(AH5/AH7;2))
32	=1200*ABS(LOG(AD11/AD13;2))	=1200*ABS(LOG(AE11/AE13;2))	=-1200*ABS(LOG(AF11/AE13;2))	=1200*ABS(LOG(AG11/AE13;2))	=1200*ABS(LOG(AH11/AE13;2))
33	=1200*ABS(LOG(AD17/AD19;2))	=1200*ABS(LOG(AE17/AE19;2))	=-1200*ABS(LOG(AF17/AE19;2))	=1200*ABS(LOG(AG17/AE19;2))	=1200*ABS(LOG(AH17/AE19;2))
34	=1200*ABS(LOG(AD23/AD25;2))	=1200*ABS(LOG(AE23/AE25;2))	=-1200*ABS(LOG(AF23/AE25;2))	=1200*ABS(LOG(AG23/AE25;2))	=1200*ABS(LOG(AH23/AE25;2))
35					
36					
37	=DC10	=DC6	=DC2	=DC12	=DC6
38	=1200*ABS(LOG(AD6/AD7;2))	=1200*ABS(LOG(AE6/AE7;2))	=-1200*ABS(LOG(AF6/AE7;2))	=1200*ABS(LOG(AG6/AE7;2))	=1200*ABS(LOG(AH6/AE7;2))
39	=1200*ABS(LOG(AD12/AD13;2))	=1200*ABS(LOG(AE12/AE13;2))	=-1200*ABS(LOG(AF12/AE13;2))	=1200*ABS(LOG(AG12/AE13;2))	=1200*ABS(LOG(AH12/AE13;2))
40	=1200*ABS(LOG(AD18/AD19;2))	=1200*ABS(LOG(AE18/AE19;2))	=-1200*ABS(LOG(AF18/AE19;2))	=1200*ABS(LOG(AG18/AE19;2))	=1200*ABS(LOG(AH18/AE19;2))
41	=1200*ABS(LOG(AD24/AD25;2))	=1200*ABS(LOG(AE24/AE25;2))	=-1200*ABS(LOG(AF24/AE25;2))	=1200*ABS(LOG(AG24/AE25;2))	=1200*ABS(LOG(AH24/AE25;2))

Figur C.20: Centværdier for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går* (5 ud af 5). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afvigelse, der skyldes et tritonus interval, gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi

Bilag C. Excel udregninger

	DA	DB	DC
1	Interval	Forholdstal	Cent
2	prim	1/1	=1200*ABS(LOG(1/1;2))
3	lille sekund	16/15	=1200*ABS(LOG(16/15;2))
4	stor sekund	9/8	=1200*ABS(LOG(9/8;2))
5	lille terts	6/5	=1200*ABS(LOG(6/5;2))
6	stor terts	5/4	=1200*ABS(LOG(5/4;2))
7	kvart	4/3	=1200*ABS(LOG(4/3;2))
8	tritonus	45/32	=1200*ABS(LOG(45/32;2))
9	kvint	3/2	=1200*ABS(LOG(3/2;2))
10	lille sekst	8/5	=1200*ABS(LOG(8/5;2))
11	stor sekst	5/3	=1200*ABS(LOG(5/3;2))
12	lille septim	16/9	=1200*ABS(LOG(16/9;2))
13	stor septim	15/8	=1200*ABS(LOG(15/8;2))
14	oktav	2/1	=1200*ABS(LOG(2;2))

Figur C.21: Centværdier for de forventede intervaller brugt som Excel reference ved *Altid frejdig når du går.*

	Cl	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CO	CR	CS	CT	CU	CV
1	Intervalletter soprán												
2	melodisk	=AD3-AD2	=AE3-AE2	=AF3-AF2	=AG3-AG2	=AH3-AH2	=AJ3-AJ2	=AK3-AK2	=AL3-AL2	=AM3-AM2	=AN3-AN2	=AO3-AO2	
3	harmonisk	=AD4-AD2	=AE4-AE2	=AF4-AF2	=AG4-AG2	=AH4-AH2	=AJ4-AJ2	=AK4-AK2	=AL4-AL2	=AM4-AM2	=AN4-AN2	=AO4-AO2	
4	ren intonation	=AD5-AD2	=AE5-AE2	=AF5-AF2	=AG5-AG2	=AH5-AH2	=AJ5-AJ2	=AK5-AK2	=AL5-AL2	=AM5-AM2	=AN5-AN2	=AO5-AO2	
5	ligesværende	=AD6-AD2	=AE6-AE2	=AF6-AF2	=AG6-AG2	=AH6-AH2	=AJ6-AJ2	=AK6-AK2	=AL6-AL2	=AM6-AM2	=AN6-AN2	=AO6-AO2	
6													
7	intervalletter alt												
8	melodisk	=AD10-AD9	=AE10-AE9	=AF10-AF9	=AG10-AG9	=AH10-AH9	=AJ10-AJ9	=AK10-AK9	=AL10-AL9	=AM10-AM9	=AN10-AN9	=AO10-AO9	
9	harmonisk	=AD11-AD9	=AE11-AE9	=AF11-AF9	=AG11-AG9	=AH11-AH9	=AJ11-AJ9	=AK11-AK9	=AL11-AL9	=AM11-AM9	=AN11-AN9	=AO11-AO9	
10	ren intonation	=AD12-AD9	=AE12-AE9	=AF12-AF9	=AG12-AG9	=AH12-AH9	=AJ12-AJ9	=AK12-AK9	=AL12-AL9	=AM12-AM9	=AN12-AN9	=AO12-AO9	
11	ligesværende	=AD13-AD9	=AE13-AE9	=AF13-AF9	=AG13-AG9	=AH13-AH9	=AJ13-AJ9	=AK13-AK9	=AL13-AL9	=AM13-AM9	=AN13-AN9	=AO13-AO9	
12													
13	intervalletter tenor												
14	melodisk	=AD17-AD16	=AE17-AE16	=AF17-AF16	=AG17-AG16	=AH17-AH16	=AJ17-AJ16	=AK17-AK16	=AL17-AL16	=AM17-AM16	=AN17-AN16	=AO17-AO16	
15	harmonisk	=AD18-AD16	=AE18-AE16	=AF18-AF16	=AG18-AG16	=AH18-AH16	=AJ18-AJ16	=AK18-AK16	=AL18-AL16	=AM18-AM16	=AN18-AN16	=AO18-AO16	
16	ren intonation	=AD19-AD16	=AE19-AE16	=AF19-AF16	=AG19-AG16	=AH19-AH16	=AJ19-AJ16	=AK19-AK16	=AL19-AL16	=AM19-AM16	=AN19-AN16	=AO19-AO16	
17	ligesværende	=AD20-AD16	=AE20-AE16	=AF20-AF16	=AG20-AG16	=AH20-AH16	=AJ20-AJ16	=AK20-AK16	=AL20-AL16	=AM20-AM16	=AN20-AN16	=AO20-AO16	
18													
19	intervalletter bas												
20	melodisk	=AD24-AD23	=AE24-AE23	=AF24-AF23	=AG24-AG23	=AH24-AH23	=AJ24-AJ23	=AK24-AK23	=AL24-AL23	=AM24-AM23	=AN24-AN23	=AO24-AO23	
21	harmonisk	=AD25-AD23	=AE25-AE23	=AF25-AF23	=AG25-AG23	=AH25-AH23	=AJ25-AJ23	=AK25-AK23	=AL25-AL23	=AM25-AM23	=AN25-AN23	=AO25-AO23	
22	ren intonation	=AD26-AD23	=AE26-AE23	=AF26-AF23	=AG26-AG23	=AH26-AH23	=AJ26-AJ23	=AK26-AK23	=AL26-AL23	=AM26-AM23	=AN26-AN23	=AO26-AO23	
23	ligesværende	=AD27-AD23	=AE27-AE23	=AF27-AF23	=AG27-AG23	=AH27-AH23	=AJ27-AJ23	=AK27-AK23	=AL27-AL23	=AM27-AM23	=AN27-AN23	=AO27-AO23	

Figur C.22: Afgigelser for melodiske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (1 ud af 2). Afgigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afgelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

CW	CX	CY	CZ	DA	DB	DC	DD	DE	DF	DG	DH	DI
1												
2	=AP3-AP2	=AQ3-AQ2	=AR3-AR2	=AS3-AS2	=AT3-AT2	=AU3-AU2	=AV3-AV2	=AW3-AW2	=AX3-AX2	=AY3-AV2	=AZ3-AZ2	=BA3-BA2
3	=AP4-AP2	=AQ4-AQ2	=AR4-AR2	=AS4-AS2	=AT4-AT2	=AU4-AU2	=AV4-AV2	=AW4-AW2	=AX4-AX2	=AY4-AV2	=AZ4-AZ2	=BA4-BA2
4	=AP5-AP2	=AQ5-AQ2	=AR5-AR2	=AS5-AS2	=AT5-AT2	=AU5-AU2	=AV5-AV2	=AW5-AW2	=AX5-AX2	=AY5-AV2	=AZ5-AZ2	=BA5-BA2
5	=AP6-AP2	=AQ6-AQ2	=AR6-AR2	=AS6-AS2	=AT6-AT2	=AU6-AU2	=AV6-AV2	=AW6-AW2	=AX6-AX2	=AY6-AV2	=AZ6-AZ2	=BA6-BA2
6												
7												
8	=AP10-AP9	=AQ10-AQ9	=AR10-AR9	=AS10-AS9	=AT10-AT9	=AU10-AU9	=AV10-AV9	=AW10-AW9	=AX10-AX9	=AY10-AV9	=AZ10-AZ9	=BA10-BA9
9	=AP11-AP9	=AQ11-AQ9	=AR11-AR9	=AS11-AS9	=AT11-AT9	=AU11-AU9	=AV11-AV9	=AW11-AW9	=AX11-AX9	=AY11-AV9	=AZ11-AZ9	=BA11-BA9
10	=AP12-AP9	=AQ12-AQ9	=AR12-AR9	=AS12-AS9	=AT12-AT9	=AU12-AU9	=AV12-AV9	=AW12-AW9	=AX12-AX9	=AY12-AV9	=AZ12-AZ9	=BA12-BA9
11	=AP13-AP9	=AQ13-AQ9	=AR13-AR9	=AS13-AS9	=AT13-AT9	=AU13-AU9	=AV13-AV9	=AW13-AW9	=AX13-AX9	=AY13-AV9	=AZ13-AZ9	=BA13-BA9
12												
13												
14	=AP17-AP16	=AQ17-AQ16	=AR17-AR16	=AS17-AS16	=AT17-AT16	=AU17-AU16	=AV17-AV16	=AW17-AW16	=AX17-AX16	=AY17-AV16	=AZ17-AZ16	=BA17-BA16
15	=AP18-AP16	=AQ18-AQ16	=AR18-AR16	=AS18-AS16	=AT18-AT16	=AU18-AU16	=AV18-AV16	=AW18-AW16	=AX18-AX16	=AY18-AV16	=AZ18-AZ16	=BA18-BA16
16	=AP19-AP16	=AQ19-AQ16	=AR19-AR16	=AS19-AS16	=AT19-AT16	=AU19-AU16	=AV19-AV16	=AW19-AW16	=AX19-AX16	=AY19-AV16	=AZ19-AZ16	=BA19-BA16
17	=AP20-AP16	=AQ20-AQ16	=AR20-AR16	=AS20-AS16	=AT20-AT16	=AU20-AU16	=AV20-AV16	=AW20-AW16	=AX20-AX16	=AY20-AV16	=AZ20-AZ16	=BA20-BA16
18												
19												
20	=AP24-AP23	=AQ24-AQ23	=AR24-AR23	=AS24-AS23	=AT24-AT23	=AU24-AU23	=AV24-AV23	=AW24-AW23	=AX24-AX23	=AY24-AV23	=AZ24-AZ23	=BA24-BA23
21	=AP25-AP23	=AQ25-AQ23	=AR25-AR23	=AS25-AS23	=AT25-AT23	=AU25-AU23	=AV25-AV23	=AW25-AW23	=AX25-AX23	=AY25-AV23	=AZ25-AZ23	=BA25-BA23
22	=AP26-AP23	=AQ26-AQ23	=AR26-AR23	=AS26-AS23	=AT26-AT23	=AU26-AU23	=AV26-AV23	=AW26-AW23	=AX26-AX23	=AY26-AV23	=AZ26-AZ23	=BA26-BA23
23	=AP27-AP23	=AQ27-AQ23	=AR27-AR23	=AS27-AS23	=AT27-AT23	=AU27-AU23	=AV27-AV23	=AW27-AW23	=AX27-AX23	=AY27-AV23	=AZ27-AZ23	=BA27-BA23

Figur C.23: Afvigelser for melodiske intervaller for *Syng lousang, hele jorden* (2 ud af 2). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonationsstemningsstrategi.

	DE	DF	DG	DH	DI	DJ	DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	
1 melodisk	Intervalletter soprani =AK3-AK2		=AL3-AL2	=AM3-AM2	=AN3-AN2	=AO3-AO2	=AP3-AP2	=AQ3-AQ2	=AR3-AR2	=AS3-AS2	=AT3-AT2	=AU3-AU2	=AV3-AV2	=AW3-AW2	=AX3-AX2	=AY3-AY2	
2 harmonisk		=AK4-AK2		=AL4-AL2	=AM4-AM2	=AN4-AN2	=AO4-AO2	=AP4-AP2	=AQ4-AQ2	=AR4-AR2	=AS4-AS2	=AT4-AT2	=AU4-AU2	=AV4-AV2	=AW4-AW2	=AX4-AX2	=AY4-AY2
3 ren intonation	=AK5-AK2		=AL5-AL2	=AM5-AM2	=AN5-AN2	=AO5-AO2	=AP5-AP2	=AQ5-AQ2	=AR5-AR2	=AS5-AS2	=AT5-AT2	=AU5-AU2	=AV5-AV2	=AW5-AW2	=AX5-AX2	=AY5-AY2	
4 ligesværende	=AK6-AK2		=AL6-AL2	=AM6-AM2	=AN6-AN2	=AO6-AO2	=AP6-AP2	=AQ6-AQ2	=AR6-AR2	=AS6-AS2	=AT6-AT2	=AU6-AU2	=AV6-AV2	=AW6-AW2	=AX6-AX2	=AY6-AY2	
5 intervaler alt																	
6 melodisk	=AK10-AK9		=AL10-AL9	=AM10-AM9	=AN10-AN9	=AO10-AO9	=AP10-AP9	=AQ10-AQ9	=AR10-AR9	=AS10-AS9	=AT10-AT9	=AU10-AU9	=AV10-AV9	=AW10-AW9	=AX10-AX9	=AY10-AY9	
7 harmonisk	=AK11-AK9		=AL11-AL9	=AM11-AM9	=AN11-AN9	=AO11-AO9	=AP11-AP9	=AQ11-AQ9	=AR11-AR9	=AS11-AS9	=AT11-AT9	=AU11-AU9	=AV11-AV9	=AW11-AW9	=AX11-AX9	=AY11-AY9	
8 ren intonation	=AK12-AK9		=AL12-AL9	=AM12-AM9	=AN12-AN9	=AO12-AO9	=AP12-AP9	=AQ12-AQ9	=AR12-AR9	=AS12-AS9	=AT12-AT9	=AU12-AU9	=AV12-AV9	=AW12-AW9	=AX12-AX9	=AY12-AY9	
9 ligesværende	=AK13-AK9		=AL13-AL9	=AM13-AM9	=AN13-AN9	=AO13-AO9	=AP13-AP9	=AQ13-AQ9	=AR13-AR9	=AS13-AS9	=AT13-AT9	=AU13-AU9	=AV13-AV9	=AW13-AW9	=AX13-AX9	=AY13-AY9	
10 intervalletter tenor																	
11 melodisk	=AK17-AK16		=AL17-AL16	=AM17-AM16	=AN17-AN16	=AO17-AO16	=AP17-AP16	=AQ17-AQ16	=AR17-AR16	=AS17-AS16	=AT17-AT16	=AU17-AU16	=AV17-AV16	=AW17-AW16	=AX17-AX16	=AY17-AY16	
12 harmonisk	=AK18-AK16		=AL18-AL16	=AM18-AM16	=AN18-AN16	=AO18-AO16	=AP18-AP16	=AQ18-AQ16	=AR18-AR16	=AS18-AS16	=AT18-AT16	=AU18-AU16	=AV18-AV16	=AW18-AW16	=AX18-AX16	=AY18-AY16	
13 ren intonation	=AK19-AK16		=AL19-AL16	=AM19-AM16	=AN19-AN16	=AO19-AO16	=AP19-AP16	=AQ19-AQ16	=AR19-AR16	=AS19-AS16	=AT19-AT16	=AU19-AU16	=AV19-AV16	=AW19-AW16	=AX19-AX16	=AY19-AY16	
14 ligesværende	=AK20-AK16		=AL20-AL16	=AM20-AM16	=AN20-AN16	=AO20-AO16	=AP20-AP16	=AQ20-AQ16	=AR20-AR16	=AS20-AS16	=AT20-AT16	=AU20-AU16	=AV20-AV16	=AW20-AW16	=AX20-AX16	=AY20-AY16	
15 intervalletter bas																	
16 melodisk	=AK24-AK23		=AL24-AL23	=AM24-AM23	=AN24-AN23	=AO24-AO23	=AP24-AP23	=AQ24-AQ23	=AR24-AR23	=AS24-AS23	=AT24-AT23	=AU24-AU23	=AV24-AV23	=AW24-AW23	=AX24-AX23	=AY24-AY23	
17 harmonisk	=AK25-AK23		=AL25-AL23	=AM25-AM23	=AN25-AN23	=AO25-AO23	=AP25-AP23	=AQ25-AQ23	=AR25-AR23	=AS25-AS23	=AT25-AT23	=AU25-AU23	=AV25-AV23	=AW25-AW23	=AX25-AX23	=AY25-AY23	
18 ren intonation	=AK26-AK23		=AL26-AL23	=AM26-AM23	=AN26-AN23	=AO26-AO23	=AP26-AP23	=AQ26-AQ23	=AR26-AR23	=AS26-AS23	=AT26-AT23	=AU26-AU23	=AV26-AV23	=AW26-AW23	=AX26-AX23	=AY26-AY23	
19 ligesværende	=AK27-AK23		=AL27-AL23	=AM27-AM23	=AN27-AN23	=AO27-AO23	=AP27-AP23	=AQ27-AQ23	=AR27-AR23	=AS27-AS23	=AT27-AT23	=AU27-AU23	=AV27-AV23	=AW27-AW23	=AX27-AX23	=AY27-AY23	

Figur C.24: Afgigelser for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går* (1 ud af 2). Afgigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afgigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

	DU	DV	DW	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ	EK
1																	
2	=A23-A22	=BA3-Ba2	=BB3-BB2	=BC3-Bc2	=BD3-BD2	=BE3-BE2	=BF3-BF2	=BG3-BG2	=BH3-BH2	=B13-B12	=B13-B12	=BK3-BK2	=BL3-BL2	=BM3-BM2	=BN3-BN2	=BO3-BO2	=BP3-BP2
3	=A24-A22	=BA4-Ba2	=BB4-BB2	=BC4-Bc2	=BD4-BD2	=BE4-BE2	=BF4-BF2	=BG4-BG2	=BH4-BH2	=B14-B12	=B14-B12	=BK4-BK2	=BL4-BL2	=BM4-BM2	=BN4-BN2	=BO4-BO2	=BP4-BP2
4	=A25-A22	=BA5-Ba2	=BB5-BB2	=BC5-Bc2	=BD5-BD2	=BE5-BE2	=BF5-BF2	=BG5-BG2	=BH5-BH2	=B15-B12	=B15-B12	=BK5-BK2	=BL5-BL2	=BM5-BM2	=BN5-BN2	=BO5-BO2	=BP5-BP2
5	=A26-A22	=BA6-Ba2	=BB6-BB2	=BC6-Bc2	=BD6-BD2	=BE6-BE2	=BF6-BF2	=BG6-BG2	=BH6-BH2	=B16-B12	=B16-B12	=BK6-BK2	=BL6-BL2	=BM6-BM2	=BN6-BN2	=BO6-BO2	=BP6-BP2
6																	
7																	
8	=A210-A29	=BA10-Ba9	=BB10-BB9	=BC10-Bc9	=BD10-BD9	=BE10-BE9	=BF10-BF9	=BG10-BG9	=BH10-BH9	=B110-B19	=B110-B19	=BK10-BK9	=BL10-BL9	=BM10-BM9	=BN10-BN9	=BO10-BO9	=BP10-BP9
9	=A211-A29	=BA11-Ba9	=BB11-BB9	=BC11-Bc9	=BD11-BD9	=BE11-BE9	=BF11-BF9	=BG11-BG9	=BH11-BH9	=B111-B19	=B111-B19	=BK11-BK9	=BL11-BL9	=BM11-BM9	=BN11-BN9	=BO11-BO9	=BP11-BP9
10	=A212-A29	=BA12-Ba9	=BB12-BB9	=BC12-Bc9	=BD12-BD9	=BE12-BE9	=BF12-BF9	=BG12-BG9	=BH12-BH9	=B112-B19	=B112-B19	=BK12-BK9	=BL12-BL9	=BM12-BM9	=BN12-BN9	=BO12-BO9	=BP12-BP9
11	=A213-A29	=BA13-Ba9	=BB13-BB9	=BC13-Bc9	=BD13-BD9	=BE13-BE9	=BF13-BF9	=BG13-BG9	=BH13-BH9	=B113-B19	=B113-B19	=BK13-BK9	=BL13-BL9	=BM13-BM9	=BN13-BN9	=BO13-BO9	=BP13-BP9
12																	
13																	
14	=A217-A216	=BA17-Ba16	=BB17-BB16	=BC17-Bc16	=BD17-BD16	=BE17-BE16	=BF17-BF16	=BG17-BG16	=BH17-BH16	=B117-B16	=B117-B16	=BK17-BK16	=BL17-BL16	=BM17-BM16	=BN17-BN16	=BO17-BO16	=BP17-BP16
15	=A218-A216	=BA18-Ba16	=BB18-BB16	=BC18-Bc16	=BD18-BD16	=BE18-BE16	=BF18-BF16	=BG18-BG16	=BH18-BH16	=B118-B16	=B118-B16	=BK18-BK16	=BL18-BL16	=BM18-BM16	=BN18-BN16	=BO18-BO16	=BP18-BP16
16	=A219-A216	=BA19-Ba16	=BB19-BB16	=BC19-Bc16	=BD19-BD16	=BE19-BE16	=BF19-BF16	=BG19-BG16	=BH19-BH16	=B119-B16	=B119-B16	=BK19-BK16	=BL19-BL16	=BM19-BM16	=BN19-BN16	=BO19-BO16	=BP19-BP16
17	=A220-A216	=BA20-Ba16	=BB20-BB16	=BC20-Bc16	=BD20-BD16	=BE20-BE16	=BF20-BF16	=BG20-BG16	=BH20-BH16	=B120-B116	=B120-B116	=BK20-BK16	=BL20-BL16	=BM20-BM16	=BN20-BN16	=BO20-BO16	=BP20-BP16
18																	
19																	
20	=A224-A223	=BA24-BA23	=BB24-BB23	=BC24-Bc23	=BD24-BD23	=BE24-BE23	=BF24-BF23	=BG24-BG23	=BH24-BH23	=B124-B123	=B124-B123	=BK24-BK23	=BL24-BL23	=BM24-BM23	=BN24-BN23	=BO24-BO23	=BP24-BP23
21	=A225-A223	=BA25-Ba23	=BB25-BB23	=BC25-Bc23	=BD25-BD23	=BE25-BE23	=BF25-BF23	=BG25-BG23	=BH25-BH23	=B125-B123	=B125-B123	=BK25-BK23	=BL25-BL23	=BM25-BM23	=BN25-BN23	=BO25-BO23	=BP25-BP23
22	=A226-A223	=BA26-Ba23	=BB26-BB23	=BC26-Bc23	=BD26-BD23	=BE26-BE23	=BF26-BF23	=BG26-BG23	=BH26-BH23	=B126-B123	=B126-B123	=BK26-BK23	=BL26-BL23	=BM26-BM23	=BN26-BN23	=BO26-BO23	=BP26-BP23
23	=A227-A223	=BA27-Ba23	=BB27-BB23	=BC27-Bc23	=BD27-BD23	=BE27-BE23	=BF27-BF23	=BG27-BG23	=BH27-BH23	=B127-B123	=B127-B123	=BK27-BK23	=BL27-BL23	=BM27-BM23	=BN27-BN23	=BO27-BO23	=BP27-BP23

Figur C.25: Afvigelser for melodiske intervaller for *Altid frejdig når du går* (2 ud af 2). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor lys grøn er afvigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonationsstemningsstrategi.

DK	DL	DM	DN	DO	DP	DQ	DR	DS	DT	DU	DV	DW
1 Intervallder soprán-alt												
2 melodisk	=BEF3-BE2	=BF3-BF2	=BG3-BG2	=BH3-BH2	=BJ3-BJ2	=BK3-BK2	=BL3-BL2	=BM3-BM2	=BN3-BN2	=BO3-BO2	=BP3-BP2	
3 harmonisk	=BE4-BE2	=BF4-BF2	=BG4-BG2	=BH4-BH2	=BJ4-BJ2	=BK4-BK2	=BL4-BL2	=BM4-BM2	=BN4-BN2	=BO4-BO2	=BP4-BP2	
4 ren intonation	=BE5-BE2	=BF5-BF2	=BG5-BG2	=BH5-BH2	=BJ5-BJ2	=BK5-BK2	=BL5-BL2	=BM5-BM2	=BN5-BN2	=BO5-BO2	=BP5-BP2	
5 ligesværende	=BE6-BE2	=BF6-BF2	=BG6-BG2	=BH6-BH2	=BJ6-BJ2	=BK6-BK2	=BL6-BL2	=BM6-BM2	=BN6-BN2	=BO6-BO2	=BP6-BP2	
6												
7 Intervallder soprán-tenor												
8 melodisk	=BE10-BE9	=BF10-BF9	=BG10-BG9	=BH10-BH9	=BJ10-BJ9	=BK10-BK9	=BL10-BL9	=BM10-BM9	=BN10-BN9	=BO10-BO9	=BP10-BP9	
9 harmonisk	=BE11-BE9	=BF11-BF9	=BG11-BG9	=BH11-BH9	=BJ11-BJ9	=BK11-BK9	=BL11-BL9	=BM11-BM9	=BN11-BN9	=BO11-BO9	=BP11-BP9	
10 ren intonation	=BE12-BE9	=BF12-BF9	=BG12-BG9	=BH12-BH9	=BJ12-BJ9	=BK12-BK9	=BL12-BL9	=BM12-BM9	=BN12-BN9	=BO12-BO9	=BP12-BP9	
11 ligesværende	=BE13-BE9	=BF13-BF9	=BG13-BG9	=BH13-BH9	=BJ13-BJ9	=BK13-BK9	=BL13-BL9	=BM13-BM9	=BN13-BN9	=BO13-BO9	=BP13-BP9	
12												
13 Intervallder soprán-bas												
14 melodisk	=BE17-BE16	=BF17-BF16	=BG17-BG16	=BH17-BH16	=BJ17-BJ16	=BK17-BK16	=BL17-BL16	=BM17-BM16	=BN17-BN16	=BO17-BO16	=BP17-BP16	
15 harmonisk	=BE18-BE16	=BF18-BF16	=BG18-BG16	=BH18-BH16	=BJ18-BJ16	=BK18-BK16	=BL18-BL16	=BM18-BM16	=BN18-BN16	=BO18-BO16	=BP18-BP16	
16 ren intonation	=BE19-BE16	=BF19-BF16	=BG19-BG16	=BH19-BH16	=BJ19-BJ16	=BK19-BK16	=BL19-BL16	=BM19-BM16	=BN19-BN16	=BO19-BO16	=BP19-BP16	
17 ligesværende	=BE20-BE16	=BF20-BF16	=BG20-BG16	=BH20-BH16	=BJ20-BJ16	=BK20-BK16	=BL20-BL16	=BM20-BM16	=BN20-BN16	=BO20-BO16	=BP20-BP16	
18												
19 Intervallder alt-tenor												
20 melodisk	=BE24-BE23	=BF24-BF23	=BG24-BG23	=BH24-BH23	=BJ24-BJ23	=BK24-BK23	=BL24-BL23	=BM24-BM23	=BN24-BN23	=BO24-BO23	=BP24-BP23	
21 harmonisk	=BE25-BE23	=BF25-BF23	=BG25-BG23	=BH25-BH23	=BJ25-BJ23	=BK25-BK23	=BL25-BL23	=BM25-BM23	=BN25-BN23	=BO25-BO23	=BP25-BP23	
22 ren intonation	=BE26-BE23	=BF26-BF23	=BG26-BG23	=BH26-BH23	=BJ26-BJ23	=BK26-BK23	=BL26-BL23	=BM26-BM23	=BN26-BN23	=BO26-BO23	=BP26-BP23	
23 ligesværende	=BE27-BE23	=BF27-BF23	=BG27-BG23	=BH27-BH23	=BJ27-BJ23	=BK27-BK23	=BL27-BL23	=BM27-BM23	=BN27-BN23	=BO27-BO23	=BP27-BP23	
24												
25 Intervallder alt-bas												
26 melodisk	=BE31-BE30	=BF31-BF30	=BG31-BG30	=BH31-BH30	=BJ31-BJ30	=BK31-BK30	=BL31-BL30	=BM31-BM30	=BN31-BN30	=BO31-BO30	=BP31-BP30	
27 harmonisk	=BE32-BE30	=BF32-BF30	=BG32-BG30	=BH32-BH30	=BJ32-BJ30	=BK32-BK30	=BL32-BL30	=BM32-BM30	=BN32-BN30	=BO32-BO30	=BP32-BP30	
28 ren intonation	=BE33-BE30	=BF33-BF30	=BG33-BG30	=BH33-BH30	=BJ33-BJ30	=BK33-BK30	=BL33-BL30	=BM33-BM30	=BN33-BN30	=BO33-BO30	=BP33-BP30	
29 ligesværende	=BE34-BE30	=BF34-BF30	=BG34-BG30	=BH34-BH30	=BJ34-BJ30	=BK34-BK30	=BL34-BL30	=BM34-BM30	=BN34-BN30	=BO34-BO30	=BP34-BP30	
30												
31 Intervallder tenor-bas												
32 melodisk	=BE38-BE37	=BF38-BF37	=BG38-BG37	=BH38-BH37	=BJ38-BJ37	=BK38-BK37	=BL38-BL37	=BM38-BM37	=BN38-BN37	=BO38-BO37	=BP38-BP37	
33 harmonisk	=BE39-BE37	=BF39-BF37	=BG39-BG37	=BH39-BH37	=BJ39-BJ37	=BK39-BK37	=BL39-BL37	=BM39-BM37	=BN39-BN37	=BO39-BO37	=BP39-BP37	
34 ren intonation	=BE40-BE37	=BF40-BF37	=BG40-BG37	=BH40-BH37	=BJ40-BJ37	=BK40-BK37	=BL40-BL37	=BM40-BM37	=BN40-BN37	=BO40-BO37	=BP40-BP37	
35 ligesværende	=BE41-BE37	=BF41-BF37	=BG41-BG37	=BH41-BH37	=BJ41-BJ37	=BK41-BK37	=BL41-BL37	=BM41-BM37	=BN41-BN37	=BO41-BO37	=BP41-BP37	

Figur C.26: Afvigelser for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (1 ud af 2). Afvigelser med det forventet er angiver med farve, hvor gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

	DX	DY	DZ	EA	EB	EC	ED	EE	EF	EG	EH	EI	EJ
1													
2	=BQ3-BQ2	=BR3-BR2	=BS3-BS2	=BT3-BT2	=BU3-BU2	=BV3-BV2	=BW3-BW2	=BX3-BX2	=BY3-BY2	=BZ3-BZ2	=CA3-CA2	=CB3-CB2	=CC3-CC2
3	=BQ4-BQ2	=BR4-BR2	=BS4-BS2	=BT4-BT2	=BU4-BU2	=BV4-BV2	=BW4-BW2	=BX4-BX2	=BY4-BY2	=BZ4-BZ2	=CA4-CA2	=CB4-CB2	=CC4-CC2
4	=BQ5-BQ2	=BR5-BR2	=BS5-BS2	=BT5-BT2	=BU5-BU2	=BV5-BV2	=BW5-BW2	=BX5-BX2	=BY5-BY2	=BZ5-BZ2	=CA5-CA2	=CB5-CB2	=CC5-CC2
5	=BQ6-BQ2	=BR6-BR2	=BS6-BS2	=BT6-BT2	=BU6-BU2	=BV6-BV2	=BW6-BW2	=BX6-BX2	=BY6-BY2	=BZ6-BZ2	=CA6-CA2	=CB6-CB2	=CC6-CC2
6													
7													
8	=BQ10-BQ9	=BR10-BR9	=BS10-BS9	=BT10-BT9	=BU10-BU9	=BV10-BV9	=BW10-BW9	=BX10-BX9	=BY10-BY9	=BZ10-BZ9	=CA10-CA9	=CB10-CB9	=CC10-CC9
9	=BQ11-BQ9	=BR11-BR9	=BS11-BS9	=BT11-BT9	=BU11-BU9	=BV11-BV9	=BW11-BW9	=BX11-BX9	=BY11-BY9	=BZ11-BZ9	=CA11-CA9	=CB11-CB9	=CC11-CC9
10	=BQ12-BQ9	=BR12-BR9	=BS12-BS9	=BT12-BT9	=BU12-BU9	=BV12-BV9	=BW12-BW9	=BX12-BX9	=BY12-BY9	=BZ12-BZ9	=CA12-CA9	=CB12-CB9	=CC12-CC9
11	=BQ13-BQ9	=BR13-BR9	=BS13-BS9	=BT13-BT9	=BU13-BU9	=BV13-BV9	=BW13-BW9	=BX13-BX9	=BY13-BY9	=BZ13-BZ9	=CA13-CA9	=CB13-CB9	=CC13-CC9
12													
13													
14	=BQ17-BQ16	=BR17-BR16	=BS17-BS16	=BT17-BT16	=BU17-BU16	=BV17-BV16	=BW17-BW16	=BX17-BX16	=BY17-BY16	=BZ17-BZ16	=CA17-CA16	=CB17-CB16	=CC17-CC16
15	=BQ18-BQ16	=BR18-BR16	=BS18-BS16	=BT18-BT16	=BU18-BU16	=BV18-BV16	=BW18-BW16	=BX18-BX16	=BY18-BY16	=BZ18-BZ16	=CA18-CA16	=CB18-CB16	=CC18-CC16
16	=BQ19-BQ16	=BR19-BR16	=BS19-BS16	=BT19-BT16	=BU19-BU16	=BV19-BV16	=BW19-BW16	=BX19-BX16	=BY19-BY16	=BZ19-BZ16	=CA19-CA16	=CB19-CB16	=CC19-CC16
17	=BQ20-BQ16	=BR20-BR16	=BS20-BS16	=BT20-BT16	=BU20-BU16	=BV20-BV16	=BW20-BW16	=BX20-BX16	=BY20-BY16	=BZ20-BZ16	=CA20-CA16	=CB20-CB16	=CC20-CC16
18													
19													
20	=BQ24-BQ23	=BR24-BR23	=BS24-BS23	=BT24-BT23	=BU24-BU23	=BV24-BV23	=BW24-BW23	=BX24-BX23	=BY24-BY23	=BZ24-BZ23	=CA24-CA23	=CB24-CB23	=CC24-CC23
21	=BQ25-BQ23	=BR25-BR23	=BS25-BS23	=BT25-BT23	=BU25-BU23	=BV25-BV23	=BW25-BW23	=BX25-BX23	=BY25-BY23	=BZ25-BZ23	=CA25-CA23	=CB25-CB23	=CC25-CC23
22	=BQ26-BQ23	=BR26-BR23	=BS26-BS23	=BT26-BT23	=BU26-BU23	=BV26-BV23	=BW26-BW23	=BX26-BX23	=BY26-BY23	=BZ26-BZ23	=CA26-CA23	=CB26-CB23	=CC26-CC23
23	=BQ27-BQ23	=BR27-BR23	=BS27-BS23	=BT27-BT23	=BU27-BU23	=BV27-BV23	=BW27-BW23	=BX27-BX23	=BY27-BY23	=BZ27-BZ23	=CA27-CA23	=CB27-CB23	=CC27-CC23
24													
25													
26	=BQ31-BQ30	=BR31-BR30	=BS31-BS30	=BT31-BT30	=BU31-BU30	=BV31-BV30	=BW31-BW30	=BX31-BX30	=BY31-BY30	=BZ31-BZ30	=CA31-CA30	=CB31-CB30	=CC31-CC30
27	=BQ32-BQ30	=BR32-BR30	=BS32-BS30	=BT32-BT30	=BU32-BU30	=BV32-BV30	=BW32-BW30	=BX32-BX30	=BY32-BY30	=BZ32-BZ30	=CA32-CA30	=CB32-CB30	=CC32-CC30
28	=BQ33-BQ30	=BR33-BR30	=BS33-BS30	=BT33-BT30	=BU33-BU30	=BV33-BV30	=BW33-BW30	=BX33-BX30	=BY33-BY30	=BZ33-BZ30	=CA33-CA30	=CB33-CB30	=CC33-CC30
29	=BQ34-BQ30	=BR34-BR30	=BS34-BS30	=BT34-BT30	=BU34-BU30	=BV34-BV30	=BW34-BW30	=BX34-BX30	=BY34-BY30	=BZ34-BZ30	=CA34-CA30	=CB34-CB30	=CC34-CC30
30													
31													
32	=BQ38-BQ37	=BR38-BR37	=BS38-BS37	=BT38-BT37	=BU38-BU37	=BV38-BV37	=BW38-BW37	=BX38-BX37	=BY38-BY37	=BZ38-BZ37	=CA38-CA37	=CB38-CB37	=CC38-CC37
33	=BQ39-BQ37	=BR39-BR37	=BS39-BS37	=BT39-BT37	=BU39-BU37	=BV39-BV37	=BW39-BW37	=BX39-BX37	=BY39-BY37	=BZ39-BZ37	=CA39-CA37	=CB39-CB37	=CC39-CC37
34	=BQ40-BQ37	=BR40-BR37	=BS40-BS37	=BT40-BT37	=BU40-BU37	=BV40-BV37	=BW40-BW37	=BX40-BX37	=BY40-BY37	=BZ40-BZ37	=CA40-CA37	=CB40-CB37	=CC40-CC37
35	=BQ41-BQ37	=BR41-BR37	=BS41-BS37	=BT41-BT37	=BU41-BU37	=BV41-BV37	=BW41-BW37	=BX41-BX37	=BY41-BY37	=BZ41-BZ37	=CA41-CA37	=CB41-CB37	=CC41-CC37

Figur C.27: Afvigeler for harmoniske intervaller for *Syng lovsang, hele jorden* (2 ud af 2). Afvigeler med det forventet er angiver med farve, hvor gul er afvigelse i den melodiske intonationsstrategi og orange er afvigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

EM	EN	EO	EP	EQ	ER	ES	ET	EU	EV	EW	EX	EY	EZ	FA	FB	FC
1 melodisk intervaller soprani-tilt	=BS3-B52 =BT3-BT2	=BU3-BU2 =BV3-BV2	=BW3-BW2 =BX3-BX2	=BY3-BY2 =BZ3-BZ2	=CA3-CA2 =CB3-CB2	=CC3-CC2 =CD3-CD2	=CE3-CE2 =CF3-CF2	=CG3-CG2 =CH3-CH2	=CH13-CH2							
2 melodisk harmonisk	=BS4-B52 =BT4-BT2	=BU4-BU2 =BV4-BV2	=BW4-BW2 =BX4-BX2	=BY4-BY2 =BZ4-BZ2	=CA4-CA2 =CB4-CB2	=CC4-CC2 =CD4-CD2	=CE4-CE2 =CF4-CF2	=CG4-CG2 =CH4-CH2	=CH14-CH2							
3 ten intonation	=BS5-B52 =BT5-BT2	=BU5-BU2 =BV5-BV2	=BW5-BW2 =BX5-BX2	=BY5-BY2 =BZ5-BZ2	=CA5-CA2 =CB5-CB2	=CC5-CC2 =CD5-CD2	=CE5-CE2 =CF5-CF2	=CG5-CG2 =CH5-CH2	=CH15-CH2							
4 ren intonation	=BS6-B52 =BT6-BT2	=BU6-BU2 =BV6-BV2	=BW6-BW2 =BX6-BX2	=BY6-BY2 =BZ6-BZ2	=CA6-CA2 =CB6-CB2	=CC6-CC2 =CD6-CD2	=CE6-CE2 =CF6-CF2	=CG6-CG2 =CH6-CH2	=CH16-CH2							
5 ligesævende	=BS7-B52 =BT7-BT2	=BU7-BU2 =BV7-BV2	=BW7-BW2 =BX7-BX2	=BY7-BY2 =BZ7-BZ2	=CA7-CA2 =CB7-CB2	=CC7-CC2 =CD7-CD2	=CE7-CE2 =CF7-CF2	=CG7-CG2 =CH7-CH2	=CH17-CH2							
6 Intervalter soprani-tenor	=BS10-B59 =BT10-BT9	=BU10-BU9 =BV10-BV9	=BW10-BW9 =BX10-BX9	=BY10-BY9 =BZ10-BZ9	=CA10-CA9 =CB10-CB9	=CC10-CC9 =CD10-CD9	=CE10-CE9 =CF10-CF9	=CG10-CG9 =CH10-CH9	=CH20-CH9							
7 melodisk harmonisk	=BS11-B59 =BT11-BT9	=BU11-BU9 =BV11-BV9	=BW11-BW9 =BX11-BX9	=BY11-BY9 =BZ11-BZ9	=CA11-CA9 =CB11-CB9	=CC11-CC9 =CD11-CD9	=CE11-CE9 =CF11-CF9	=CG11-CG9 =CH11-CH9	=CH21-CH9							
8 melodisk harmonisk	=BS12-B59 =BT12-BT9	=BU12-BU9 =BV12-BV9	=BW12-BW9 =BX12-BX9	=BY12-BY9 =BZ12-BZ9	=CA12-CA9 =CB12-CB9	=CC12-CC9 =CD12-CD9	=CE12-CE9 =CF12-CF9	=CG12-CG9 =CH12-CH9	=CH22-CH9							
9 ten intonation	=BS13-B59 =BT13-BT9	=BU13-BU9 =BV13-BV9	=BW13-BW9 =BX13-BX9	=BY13-BY9 =BZ13-BZ9	=CA13-CA9 =CB13-CB9	=CC13-CC9 =CD13-CD9	=CE13-CE9 =CF13-CF9	=CG13-CG9 =CH13-CH9	=CH23-CH9							
10 ren intonation	=BS14-B59 =BT14-BT9	=BU14-BU9 =BV14-BV9	=BW14-BW9 =BX14-BX9	=BY14-BY9 =BZ14-BZ9	=CA14-CA9 =CB14-CB9	=CC14-CC9 =CD14-CD9	=CE14-CE9 =CF14-CF9	=CG14-CG9 =CH14-CH9	=CH24-CH9							
11 ligesævende	=BS15-B59 =BT15-BT9	=BU15-BU9 =BV15-BV9	=BW15-BW9 =BX15-BX9	=BY15-BY9 =BZ15-BZ9	=CA15-CA9 =CB15-CB9	=CC15-CC9 =CD15-CD9	=CE15-CE9 =CF15-CF9	=CG15-CG9 =CH15-CH9	=CH25-CH9							
12 Intervalter sopran-bas	=BS16-B59 =BT16-BT9	=BU16-BU9 =BV16-BV9	=BW16-BW9 =BX16-BX9	=BY16-BY9 =BZ16-BZ9	=CA16-CA9 =CB16-CB9	=CC16-CC9 =CD16-CD9	=CE16-CE9 =CF16-CF9	=CG16-CG9 =CH16-CH9	=CH26-CH9							
13 melodisk	=BS17-B59 =BT17-BT9	=BU17-BU9 =BV17-BV9	=BW17-BW9 =BX17-BX9	=BY17-BY9 =BZ17-BZ9	=CA17-CA9 =CB17-CB9	=CC17-CC9 =CD17-CD9	=CE17-CE9 =CF17-CF9	=CG17-CG9 =CH17-CH9	=CH27-CH9							
14 melodisk	=BS18-B59 =BT18-BT9	=BU18-BU9 =BV18-BV9	=BW18-BW9 =BX18-BX9	=BY18-BY9 =BZ18-BZ9	=CA18-CA9 =CB18-CB9	=CC18-CC9 =CD18-CD9	=CE18-CE9 =CF18-CF9	=CG18-CG9 =CH18-CH9	=CH28-CH9							
15 harmonisk	=BS19-B59 =BT19-BT9	=BU19-BU9 =BV19-BV9	=BW19-BW9 =BX19-BX9	=BY19-BY9 =BZ19-BZ9	=CA19-CA16 =CB19-CB16	=CC19-CC16 =CD19-CD16	=CE19-CE16 =CF19-CF16	=CG19-CG16 =CH19-CH16	=CH29-CH16							
16 ten intonation	=BS20-B59 =BT20-BT9	=BU20-BU9 =BV20-BV9	=BW20-BW9 =BX20-BX9	=BY20-BY9 =BZ20-BZ9	=CA20-CA16 =CB20-CB16	=CC20-CC16 =CD20-CD16	=CE20-CE16 =CF20-CF16	=CG20-CG16 =CH20-CH16	=CH30-CH16							
17 ren intonation	=BS21-B59 =BT21-BT9	=BU21-BU9 =BV21-BV9	=BW21-BW9 =BX21-BX9	=BY21-BY9 =BZ21-BZ9	=CA21-CA16 =CB21-CB16	=CC21-CC16 =CD21-CD16	=CE21-CE16 =CF21-CF16	=CG21-CG16 =CH21-CH16	=CH31-CH16							
18 ligesævende	=BS22-B59 =BT22-BT9	=BU22-BU9 =BV22-BV9	=BW22-BW9 =BX22-BX9	=BY22-BY9 =BZ22-BZ9	=CA22-CA16 =CB22-CB16	=CC22-CC16 =CD22-CD16	=CE22-CE16 =CF22-CF16	=CG22-CG16 =CH22-CH16	=CH32-CH16							
19 Intervalter alt-tenor	=BS23-B59 =BT23-BT9	=BU23-BU9 =BV23-BV9	=BW23-BW9 =BX23-BX9	=BY23-BY9 =BZ23-BZ9	=CA23-CA16 =CB23-CB16	=CC23-CC16 =CD23-CD16	=CE23-CE16 =CF23-CF16	=CG23-CG16 =CH23-CH16	=CH33-CH16							
20 melodisk	=BS24-B59 =BT24-BT9	=BU24-BU9 =BV24-BV9	=BW24-BW9 =BX24-BX9	=BY24-BY9 =BZ24-BZ9	=CA24-CA16 =CB24-CB16	=CC24-CC16 =CD24-CD16	=CE24-CE16 =CF24-CF16	=CG24-CG16 =CH24-CH16	=CH34-CH16							
21 harmonisk	=BS25-B59 =BT25-BT9	=BU25-BU9 =BV25-BV9	=BW25-BW9 =BX25-BX9	=BY25-BY9 =BZ25-BZ9	=CA25-CA16 =CB25-CB16	=CC25-CC16 =CD25-CD16	=CE25-CE16 =CF25-CF16	=CG25-CG16 =CH25-CH16	=CH35-CH16							
22 ten intonation	=BS26-B59 =BT26-BT9	=BU26-BU9 =BV26-BV9	=BW26-BW9 =BX26-BX9	=BY26-BY9 =BZ26-BZ9	=CA26-CA16 =CB26-CB16	=CC26-CC16 =CD26-CD16	=CE26-CE16 =CF26-CF16	=CG26-CG16 =CH26-CH16	=CH36-CH16							
23 ligesævende	=BS27-B59 =BT27-BT9	=BU27-BU9 =BV27-BV9	=BW27-BW9 =BX27-BX9	=BY27-BY9 =BZ27-BZ9	=CA27-CA16 =CB27-CB16	=CC27-CC16 =CD27-CD16	=CE27-CE16 =CF27-CF16	=CG27-CG16 =CH27-CH16	=CH37-CH16							
24 Intervalter alt-bas	=BS28-B59 =BT28-BT9	=BU28-BU9 =BV28-BV9	=BW28-BW9 =BX28-BX9	=BY28-BY9 =BZ28-BZ9	=CA28-CA16 =CB28-CB16	=CC28-CC16 =CD28-CD16	=CE28-CE16 =CF28-CF16	=CG28-CG16 =CH28-CH16	=CH38-CH16							
25 melodisk	=BS31-B59 =BT31-BT9	=BU31-BU9 =BV31-BV9	=BW31-BW9 =BX31-BX9	=BY31-BY9 =BZ31-BZ9	=CA31-CA16 =CB31-CB16	=CC31-CC16 =CD31-CD16	=CE31-CE16 =CF31-CF16	=CG31-CG16 =CH31-CH16	=CH41-CH16							
26 harmonisk	=BS32-B59 =BT32-BT9	=BU32-BU9 =BV32-BV9	=BW32-BW9 =BX32-BX9	=BY32-BY9 =BZ32-BZ9	=CA32-CA16 =CB32-CB16	=CC32-CC16 =CD32-CD16	=CE32-CE16 =CF32-CF16	=CG32-CG16 =CH32-CH16	=CH51-CH16							
27 ten intonation	=BS33-B59 =BT33-BT9	=BU33-BU9 =BV33-BV9	=BW33-BW9 =BX33-BX9	=BY33-BY9 =BZ33-BZ9	=CA33-CA16 =CB33-CB16	=CC33-CC16 =CD33-CD16	=CE33-CE16 =CF33-CF16	=CG33-CG16 =CH33-CH16	=CH61-CH16							
28 ligesævende	=BS34-B59 =BT34-BT9	=BU34-BU9 =BV34-BV9	=BW34-BW9 =BX34-BX9	=BY34-BY9 =BZ34-BZ9	=CA34-CA16 =CB34-CB16	=CC34-CC16 =CD34-CD16	=CE34-CE16 =CF34-CF16	=CG34-CG16 =CH34-CH16	=CH71-CH16							
29 Intervalter soprani-bas	=BS35-B59 =BT35-BT9	=BU35-BU9 =BV35-BV9	=BW35-BW9 =BX35-BX9	=BY35-BY9 =BZ35-BZ9	=CA35-CA16 =CB35-CB16	=CC35-CC16 =CD35-CD16	=CE35-CE16 =CF35-CF16	=CG35-CG16 =CH35-CH16	=CH81-CH16							
30 melodisk	=BS38-B59 =BT38-BT9	=BU38-BU9 =BV38-BV9	=BW38-BW9 =BX38-BX9	=BY38-BY9 =BZ38-BZ9	=CA38-CA16 =CB38-CB16	=CC38-CC16 =CD38-CD16	=CE38-CE16 =CF38-CF16	=CG38-CG16 =CH38-CH16	=CH91-CH16							
31 ten intonation	=BS39-B59 =BT39-BT9	=BU39-BU9 =BV39-BV9	=BW39-BW9 =BX39-BX9	=BY39-BY9 =BZ39-BZ9	=CA39-CA16 =CB39-CB16	=CC39-CC16 =CD39-CD16	=CE39-CE16 =CF39-CF16	=CG39-CG16 =CH39-CH16	=CH101-CH16							
32 ren intonation	=BS40-B59 =BT40-BT9	=BU40-BU9 =BV40-BV9	=BW40-BW9 =BX40-BX9	=BY40-BY9 =BZ40-BZ9	=CA40-CA16 =CB40-CB16	=CC40-CC16 =CD40-CD16	=CE40-CE16 =CF40-CF16	=CG40-CG16 =CH40-CH16	=CH111-CH16							
33 ligesævende	=BS41-B59 =BT41-BT9	=BU41-BU9 =BV41-BV9	=BW41-BW9 =BX41-BX9	=BY41-BY9 =BZ41-BZ9	=CA41-CA16 =CB41-CB16	=CC41-CC16 =CD41-CD16	=CE41-CE16 =CF41-CF16	=CG41-CG16 =CH41-CH16	=CH121-CH16							
34 Intervalter soprani-tenor	=BS42-B59 =BT42-BT9	=BU42-BU9 =BV42-BV9	=BW42-BW9 =BX42-BX9	=BY42-BY9 =BZ42-BZ9	=CA42-CA16 =CB42-CB16	=CC42-CC16 =CD42-CD16	=CE42-CE16 =CF42-CF16	=CG42-CG16 =CH42-CH16	=CH131-CH16							
35 melodisk	=BS53-B59 =BT53-BT9	=BU53-BU9 =BV53-BV9	=BW53-BW9 =BX53-BX9	=BY53-BY9 =BZ53-BZ9	=CA53-CA16 =CB53-CB16	=CC53-CC16 =CD53-CD16	=CE53-CE16 =CF53-CF16	=CG53-CG16 =CH53-CH16	=CH141-CH16							

Figur C.28: Afgigelser for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går* (1 ud af 2). Afigelser med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afgigelser, der skyldes et tritonus interval, gul er afgigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afgigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

Bilag C. Excel udregninger

FD	FE	FF	FG	FH	FI	FK	FL	FM	FN	FO	FP	FQ	FR	FS	FT
1															
2	=C3-C2	=C13-C12	=CK3-CK2	=C13-C12	=CN3-CM2	=CN3-CN2	=C03-C02	=CP3-CP2	=C03-C02	=CR3-CR2	=C33-CS2	=CT3-CT2	=CU3-CU2	=CV3-CV2	=CW3-CW2
3	=C4-C2	=C14-C12	=CK4-CK2	=C14-C12	=CM4-CM2	=CN4-CN2	=C04-C02	=CP4-CP2	=C04-C02	=CR4-CR2	=C34-CS2	=CT4-CT2	=CU4-CU2	=CV4-CV2	=CW4-CW2
4	=C5-C2	=C15-C12	=CK5-CK2	=C15-C12	=CM5-CM2	=CN5-CN2	=C05-C02	=CP5-CP2	=C05-C02	=CR5-CR2	=C35-CS2	=CT5-CT2	=CU5-CU2	=CV5-CV2	=CW5-CW2
5	=C6-C2	=C16-C12	=CK6-CK2	=C16-C12	=CM6-CM2	=CN6-CN2	=C06-C02	=CP6-CP2	=C06-C02	=CR6-CR2	=C36-CS2	=CT6-CT2	=CU6-CU2	=CV6-CV2	=CW6-CW2
6															
7															
8	=C10-C9	=C10-C12	=CK10-CK9	=C110-CL9	=CN10-CM9	=CN10-CN9	=C010-C09	=CP10-CP9	=C010-C09	=CR10-GR9	=CS10-CS9	=CT10-CT9	=CU10-CU9	=CV10-CV9	=CW10-CW9
9	=C11-C9	=C11-C12	=CK11-CK9	=C111-CL9	=CM11-CM9	=CN11-CN9	=C011-C09	=CP11-CP9	=C011-C09	=CR11-GR9	=CS11-CS9	=CT11-CT9	=CU11-CU9	=CV11-CV9	=CW11-CW9
10	=C12-C9	=C12-C12	=CK12-CK9	=C112-CL9	=CM12-CM9	=CN12-CN9	=C012-C09	=CP12-CP9	=C012-C09	=CR12-GR9	=CS12-CS9	=CT12-CT9	=CU12-CU9	=CV12-CV9	=CW12-CW9
11	=C13-C9	=C13-C12	=CK13-CK9	=C113-CL9	=CM13-CM9	=CN13-CN9	=C013-C09	=CP13-CP9	=C013-C09	=CR13-GR9	=CS13-CS9	=CT13-CT9	=CU13-CU9	=CV13-CV9	=CW13-CW9
12															
13															
14	=C17-C16	=C17-C16	=CK17-CK16	=C17-CL16	=CM17-CM16	=CN17-CN16	=C017-C016	=CP17-CP16	=C017-C016	=CR17-GR16	=CS17-CS16	=CT17-CT16	=CU17-CU16	=CV17-CV16	=CW17-CW16
15	=C18-C16	=C18-C16	=CK18-CK16	=C118-CL16	=CM18-CM16	=CN18-CN16	=C018-C016	=CP18-CP16	=C018-C016	=CR18-GR16	=CS18-CS16	=CT18-CT16	=CU18-CU16	=CV18-CV16	=CW18-CW16
16	=C19-C16	=C19-C16	=CK19-CK16	=C119-CL16	=CM19-CM16	=CN19-CN16	=C019-C016	=CP19-CP16	=C019-C016	=CR19-GR16	=CS19-CS16	=CT19-CT16	=CU19-CU16	=CV19-CV16	=CW19-CW16
17	=C20-C16	=C20-C16	=CK20-CK16	=C120-CL16	=CM20-CM16	=CN20-CN16	=C020-C016	=CP20-CP16	=C020-C016	=CR20-GR16	=CS20-CS16	=CT20-CT16	=CU20-CU16	=CV20-CV16	=CW20-CW16
18															
19															
20	=C24-C23	=C24-C23	=CK24-CK23	=C24-CL23	=CM24-CM23	=CN24-CN23	=C024-C023	=CP24-CP23	=C024-C023	=CR24-GR23	=CS24-CS23	=CT24-CT23	=CU24-CU23	=CV24-CV23	=CW24-CW23
21	=C25-C23	=C25-C23	=CK25-CK23	=C25-CL23	=CM25-CM23	=CN25-CN23	=C025-C023	=CP25-CP23	=C025-C023	=CR25-GR23	=CS25-CS23	=CT25-CT23	=CU25-CU23	=CV25-CV23	=CW25-CW23
22	=C26-C23	=C26-C23	=CK26-CK23	=C26-CL23	=CM26-CM23	=CN26-CN23	=C026-C023	=CP26-CP23	=C026-C023	=CR26-GR23	=CS26-CS23	=CT26-CT23	=CU26-CU23	=CV26-CV23	=CW26-CW23
23	=C27-C23	=C27-C23	=CK27-CK23	=C27-CL23	=CM27-CM23	=CN27-CN23	=C027-C023	=CP27-CP23	=C027-C023	=CR27-GR23	=CS27-CS23	=CT27-CT23	=CU27-CU23	=CV27-CV23	=CW27-CW23
24															
25															
26	=C31-C30	=C31-C30	=CK31-CK30	=C31-CL30	=CM31-CM30	=CN31-CN30	=C031-C030	=CP31-CP30	=C031-C030	=CR31-GR30	=CS31-CS30	=CT31-CT30	=CU31-CU30	=CV31-CV30	=CW31-CW30
27	=C32-C30	=C32-C30	=CK32-CK30	=C32-CL30	=CM32-CM30	=CN32-CN30	=C032-C030	=CP32-CP30	=C032-C030	=CR32-GR30	=CS32-CS30	=CT32-CT30	=CU32-CU30	=CV32-CV30	=CW32-CW30
28	=C33-C30	=C33-C30	=CK33-CK30	=C33-CL30	=CM33-CM30	=CN33-CN30	=C033-C030	=CP33-CP30	=C033-C030	=CR33-GR30	=CS33-CS30	=CT33-CT30	=CU33-CU30	=CV33-CV30	=CW33-CW30
29	=C34-C30	=C34-C30	=CK34-CK30	=C34-CL30	=CM34-CM30	=CN34-CN30	=C034-C030	=CP34-CP30	=C034-C030	=CR34-GR30	=CS34-CS30	=CT34-CT30	=CU34-CU30	=CV34-CV30	=CW34-CW30
30															
31															
32	=C38-C37	=C38-C37	=CK38-CK37	=C38-CL37	=CM38-CM37	=CN38-CN37	=C038-C037	=CP38-CP37	=C038-C037	=CR38-GR37	=CS38-CS37	=CT38-CT37	=CU38-CU37	=CV38-CV37	=CW38-CW37
33	=C39-C37	=C39-C37	=CK39-CK37	=C39-CL37	=CM39-CM37	=CN39-CN37	=C039-C037	=CP39-CP37	=C039-C037	=CR39-GR37	=CS39-CS37	=CT39-CT37	=CU39-CU37	=CV39-CV37	=CW39-CW37
34	=C40-C37	=C40-C37	=CK40-CK37	=C40-CL37	=CM40-CM37	=CN40-CN37	=C040-C037	=CP40-CP37	=C040-C037	=CR40-GR37	=CS40-CS37	=CT40-CT37	=CU40-CU37	=CV40-CV37	=CW40-CW37
35	=C41-C37	=C41-C37	=CK41-CK37	=C41-CL37	=CM41-CM37	=CN41-CN37	=C041-C037	=CP41-CP37	=C041-C037	=CR41-GR37	=CS41-CS37	=CT41-CT37	=CU41-CU37	=CV41-CV37	=CW41-CW37

Figur C.29: Afgigelser for harmoniske intervaller for *Altid frejdig når du går* (2 ud af 2). Afgigelser med det forventet er angiver med farve, hvor blågrøn er afgigelser, der skyldes et tritonus interval, gul er afgigelse i den melodiske intonationsstrategi, lys grøn er afgigelse i den harmoniske intonationsstrategi og orange er afgigelse i den rene intonation stemningsstrategi.

	FW	FX	FY
2	melodisk		harmonisk
3	sopran =0/25		=21,5*9/25
4	alt =0/25		=21,5*6/25
5	tenor =0/25		=21,5*10/25
6	bas =0/25		=0/25
7	sopran+alt =(21,5*4+43)/26		=0/26
8	sopran+tenor =(21,5*15+43*2)/26		=0/26
9	sopran+bas =(21,5*4+43*6+64,5*4)/26		=0/26
10	alt+tenor =21,5*3/26		=0/26
11	alt+bas =(21,5*8+43*3)/26		=0/26
12	tenor+bas =(21,5*11+43*2)/26		=0/26
13	gennemsnit =MIDDEL(FX3:FX12)		=MIDDEL(FY3:FY12)
14	vægtet =FX3*1/4+FX4*1/4+FX5*1/4+FX6*1/4+FX7*1/6+FX8*1/6+FX9*1/6+FX10*1/6+FX11*1/6+FX12*1/6		=FY3*1/4+FY4*1/4+FY5*1/4+FY7*1/6+FY8*1/6+FY9*1/6+FY10*1/6+FY11*1/6+FY12*1/6

Figur C.30: Gennemsnit af de absolutte afvigelse for *Syng lovsang, hele jorden* (1 ud af 2).

Bilag C. Excel udregninger

	FZ		GA
2		ligesværende	
ren intonation			
3	=21,5*3/25	=11,7*9/3,9*15,6*13,7)/25	
4	=2,1,5*3/25	=11,7*6+3,9*5+15,6*3)/25	
5	=2,1,5*8/25	=3,9*8+15,6*2+11,7*2)/25	
6	=2,1,5*3/25	= (2*12+3,9*5+13,7)/25	
7	=2,1,5*3/26	= (13,7*11+2*5+15,6*10)/26	
8	=2,1,5/26	= (15,6*11+13,7*8+2*5+3,9)/26	
9	=2,1,5/26	= (13,7*10+2*8+15,6*4)/26	
10	=2,1,5*2/26	= (2*16+15,6*3+13,7*7)/26	
11	=2,1,5*2/26	= (2*3+13,7*7+15,6*2)/26	
12	=0/26	= (2*15+13,7*4+11,7)/26	
13	=MIDDEL(F23:F212)	=MIDDEL(GA3:GA12)	
14	=F23*1/4+F24*1/4+F25*1/4+F26*1/4+F27*1/6+F28*1/6+F29*1/6+F210*1/6+F211*1/6+F212*1/6	=GA3*1/4+GA4*1/4+GA5*1/4+GA6*1/4+GA7*1/6+GA8*1/6+GA9*1/6+GA10*1/6+GA11*1/6+GA12*1/6	

Figur C.31: Gennemsnit af de absolutte afvigelse for *Syng lovsang, hele jorden* (2 ud af 2).

	HO	HP	HQ
2			
3	melodisk		harmonisk
4	sopran =0/32	=21,5/6/32	
5	alt =0/32	=21,5/3/32	
6	tenor =0/32	=21,5/6/32	
7	bas =0/32	=21,5/6/32	
8	sopran-alt =(21,5+15+19,6)/33	=21,5+19,6)/26	
9	sopran-tenor =(21,5+12+4+5+4+1,1)/33	=21,5+19,6)/33	
10	sopran-bas =(21,5+8+4+3+12+6+4,5+6+6+2,6)/26	=21,5+3+19,6)/33	
11	alt-tenor =(21,5+8+4+3+8+19,6)/33	=21,5+19,6)/33	
12	alt-bas =(21,5+14+4+3+13+6+4,5+2+4+1,1)/33	=19,6/33	
13	tenor-bas =(21,5+8+4+3+11+6+4,5+12)/33	=21,5/3/33	
14	gemensamt =MIDDLE(HR4;HP13)	=MIDDLE(HQ4;HQ13)	
15	væglet =HP4*1/4+HP5*1/4+HP6*1/4+HP7*1/4+HP8*1/6+HP9*1/6+HP10*1/6+HP11*1/6+HP12*1/6+HP13*1/6	=HQ4*1/4+HQ5*1/4+HQ6*1/4+HQ7*1/4+HQ8*1/6+HQ9*1/6+HQ10*1/6+HQ11*1/6+HQ12*1/6+HQ13*1/6	

Figur C.32: Gennemsnit af de absolutte afvigelse for *Altid frejdig når du går* (1 ud af 2).

Bilag C. Excel udregninger

	HR	HS
2		
3 ren intonation	ligesævende	
4 $=21,5*7/32$	$=(11,7*8+3,9*13+15,6*2+2*3)/32$	
5 $=21,5/32$	$=(11,7*6+3,9*11+15,6*2)/32$	
6 $=21,5*8/32$	$=(3,9*9+15,6*3+11,7*4+2*2+13,7*2)/32$	
7 $=21,5*4/32$	$=(2*5+3,9*9+13,7+11,7*9)/32$	
8 $=21,5*5+19,6)/33$	$=(13,7*6+*10+15,6*10+3,9*4+9,8)/33$	
9 $=21,5*5+19,6)/33$	$=(15,6*9+13,7*8+2*9+3,9*4+9,8)/33$	
10 $=21,5*4+19,6)/33$	$=(13,7*10+2*7+15,6*6+3,9*4+9,8)/33$	
11 $=21,5*3+19,6)/33$	$=(2*7+15,6*6+13,7*10+3,9*4+9,8)/33$	
12 $=21,5*6+19,6)/33$	$=(2*6+13,7*7+15,6*11+9,8*2+3,9)/33$	
13 $=21,5*4/33$	$=(2*4+13,7*8+15,6*7+3,9*2+9,8*3)/33$	
14 $=MIDDEL(HR4:HS13)$	$=MIDDEL(HS4:HS13)$	
15 $=HR4*1/4+HR5*1/4+HR6*1/4+HR7*1/4+HR8*1/6+HR9*1/6+HR10*1/6+HR11*1/6+HR12*1/6+HR13*1/6$	$=HS4*1/4+HS5*1/4+HS6*1/4+HS7*1/4+HS8*1/6+HS9*1/6+HS10*1/6+HS11*1/6+HS12*1/6+HS13*1/6$	

Figur C.33: Gennemsnit af de absolutte afvigelse for *Altid frejdig når du går* (2 ud af 2).