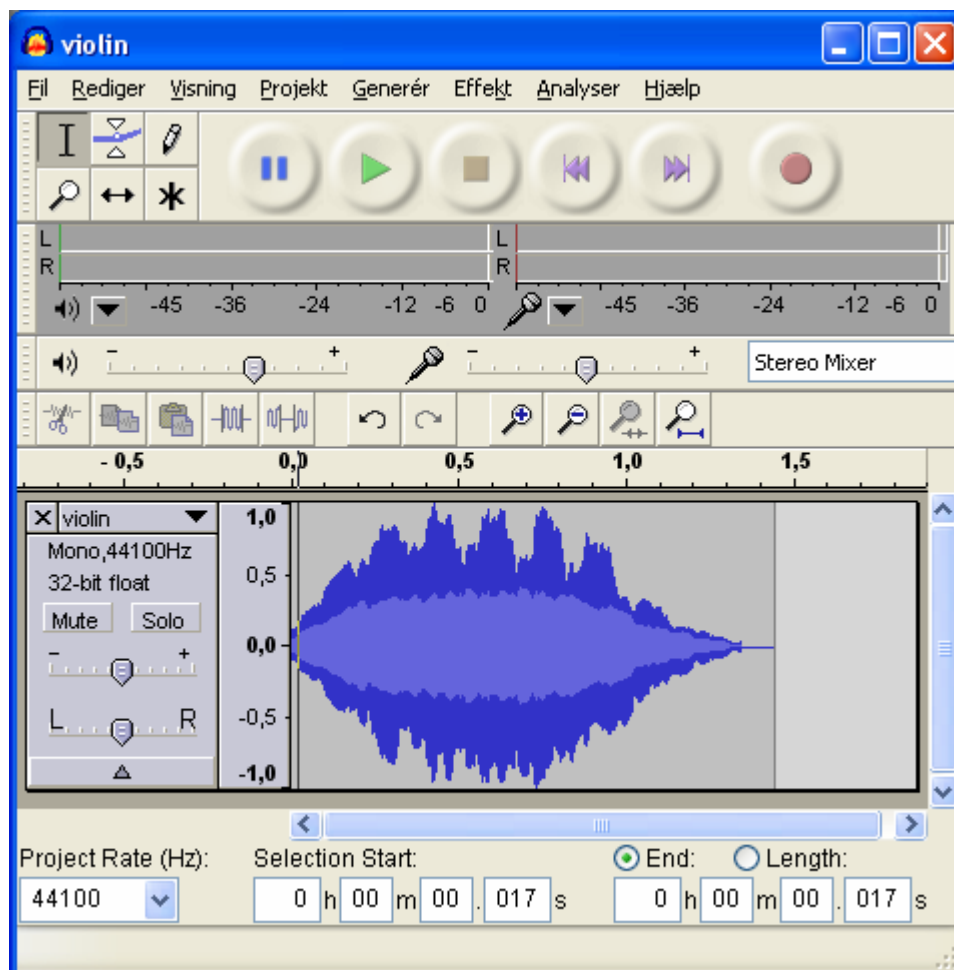


Violin

Jeg har fundet en tone fra en violin, og vil prøve at genskabe den kunstigt.

Hele tonen jeg har klippet ud ser ud således. Vi har altså lidt over et sekund.



Opgaven går ud på at beskrive det særegne ved dette instrument, ud fra denne tone alene.

Det kan godt være en åben opgave, der kan indeholde mange forskellige aspekter.

- Beskriv overtoneforholdene for denne tone
- Hvor bliver ovenstående beskrivelse af at det vi hører er EN tone alt for simpel. Beskriv de andre elementer som en overtoneanalyse ikke indfanger.

Første del er interessant, men det er anden del også. Og den er en vigtig del af forklaringen på at vi ikke bare lige kan genskabe en tone.

Når man lytter til den kan man høre at det kun er en tone men også at der er vibrato på tonen, og det betyder at den hele tiden ændrer sig. Vibrato frembringes på alle strenge instrumenter ved at hånden sættes i svingninger og det betyder nok at strengen skiftevis trækkes tilbage og skubbes sammen. På en violin kan det også betyde at fingeren på strengen flyttes, så strengen bliver kortere, men på guitar hvor strengelængden jo bestemmes af båndene anvendes samme teknik. Allerede her er vores metode lidt forenklet.

Er der andre grunde der er foreklede. Ja dels kan man forstille sig at klangen ændrer sig. Man kan forestille sig at selve forløbet, dannelsen og afviklingen af tonen, at der er en udvikling. Starter vi fx lige på frekvensen?

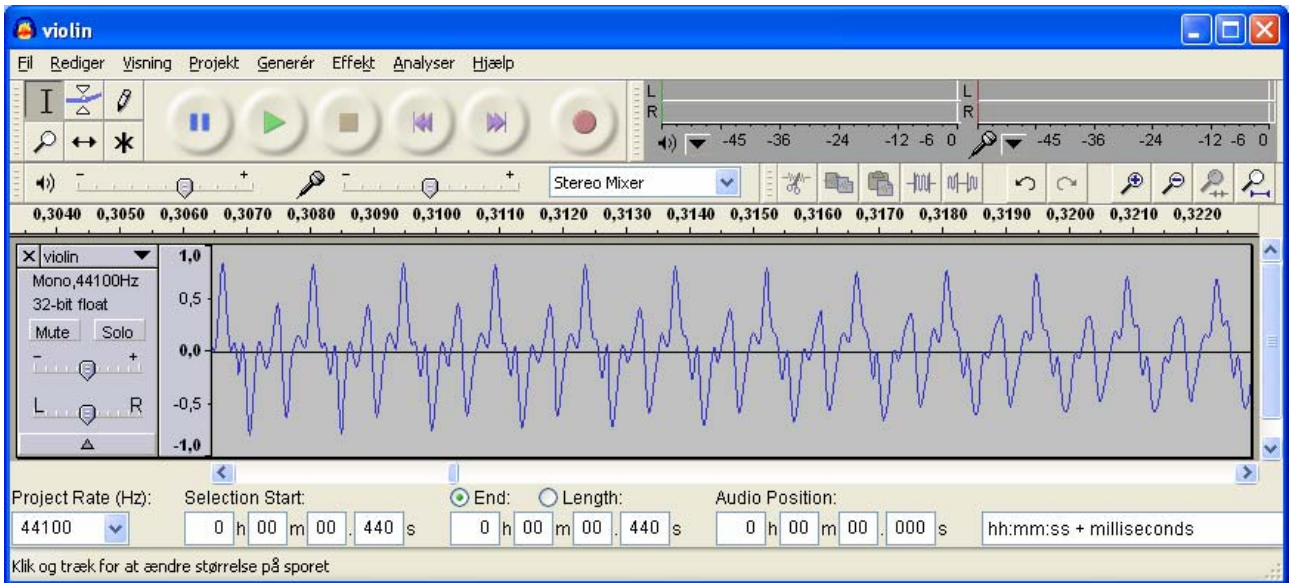
Man kan også forestille sig støj-lyde. Kan vi hører buen? Kan vi høre fløjtens klapper? Osv.

Under alle omstændigheder betyder det at tonehøjden stiger og falder og strengen ændrer "tone" mange gange i løbet af dette sekund.

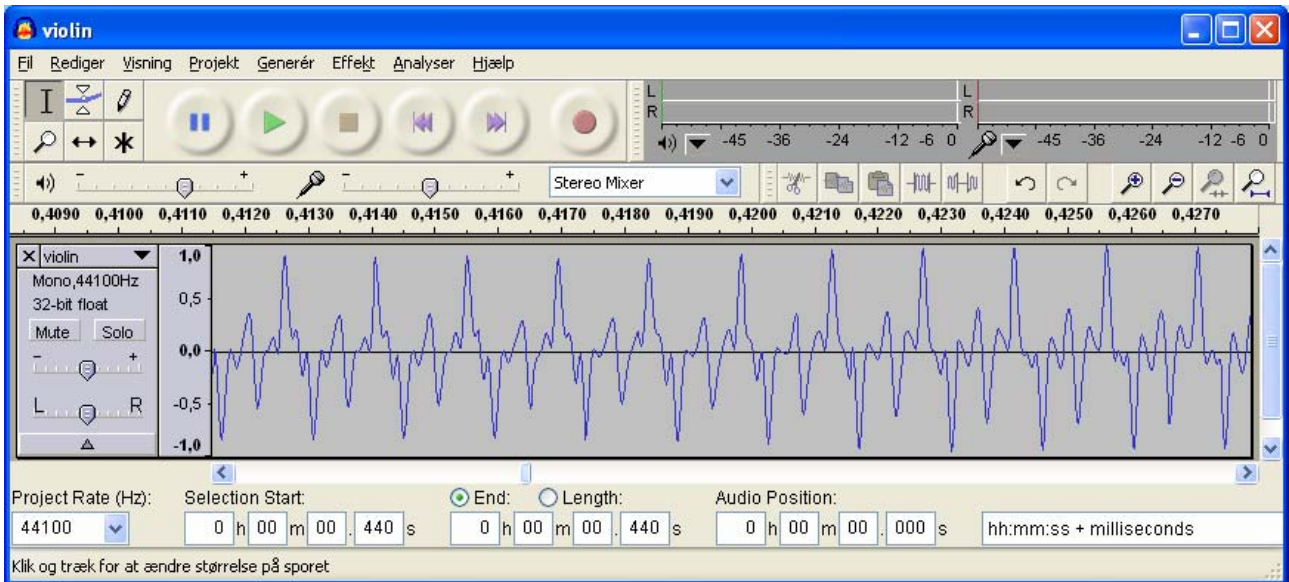
Det giver selvfølgelig et problem når det skal genskabes, at vi i virkeligheden skal genskabe mange forskellige toner.

At dette virkelig er tilfældet ses ved at Zoome ind forskellige steder i løbet af dette ene sekund. Vi ser hvordan tonens profil ændres.

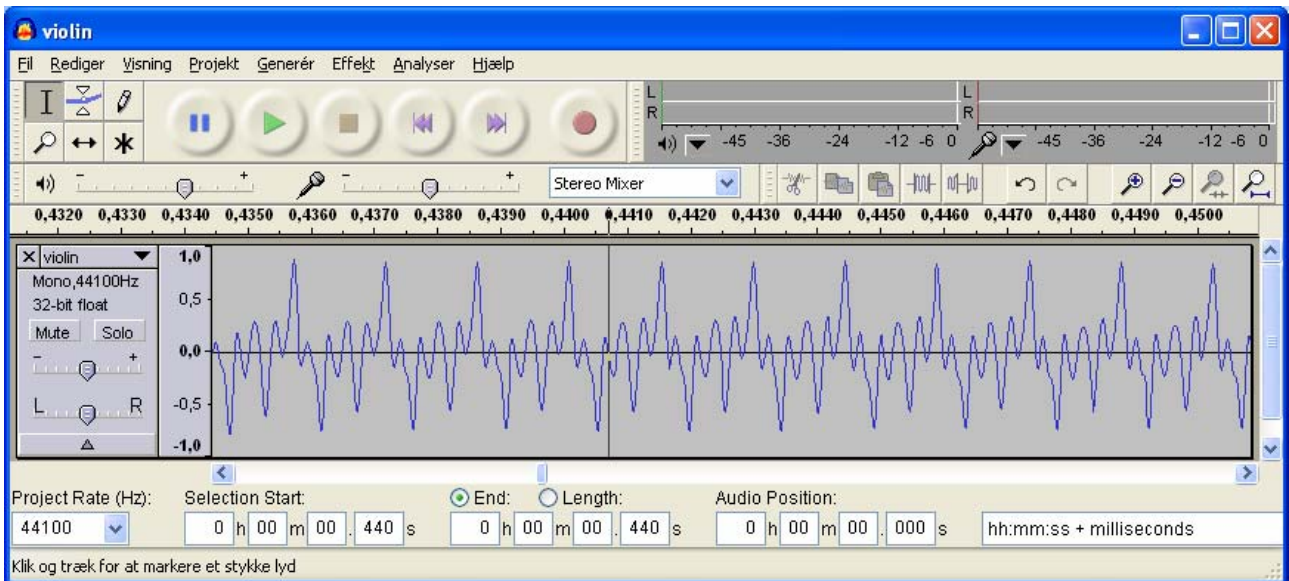
På alle billederne er der fra knapt 12 til godt 12 perioder på $0.4278 - 0.4115 = 0.0163$ sek
12 perider = 736 Hz 12.2 perioder = 748 Hz



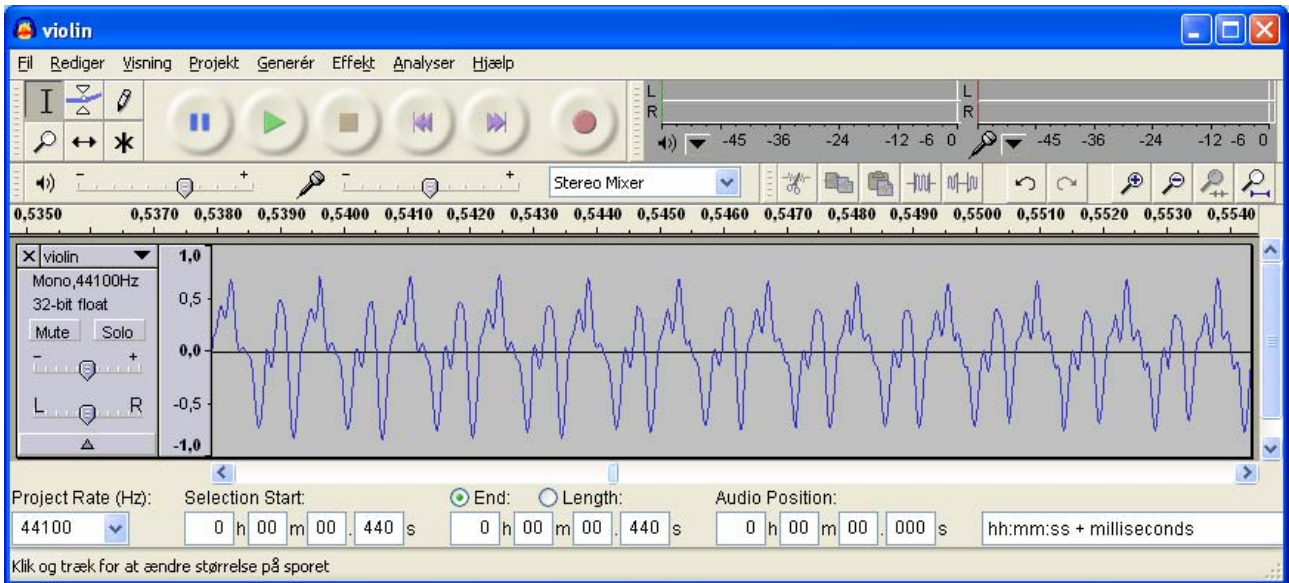
12.2



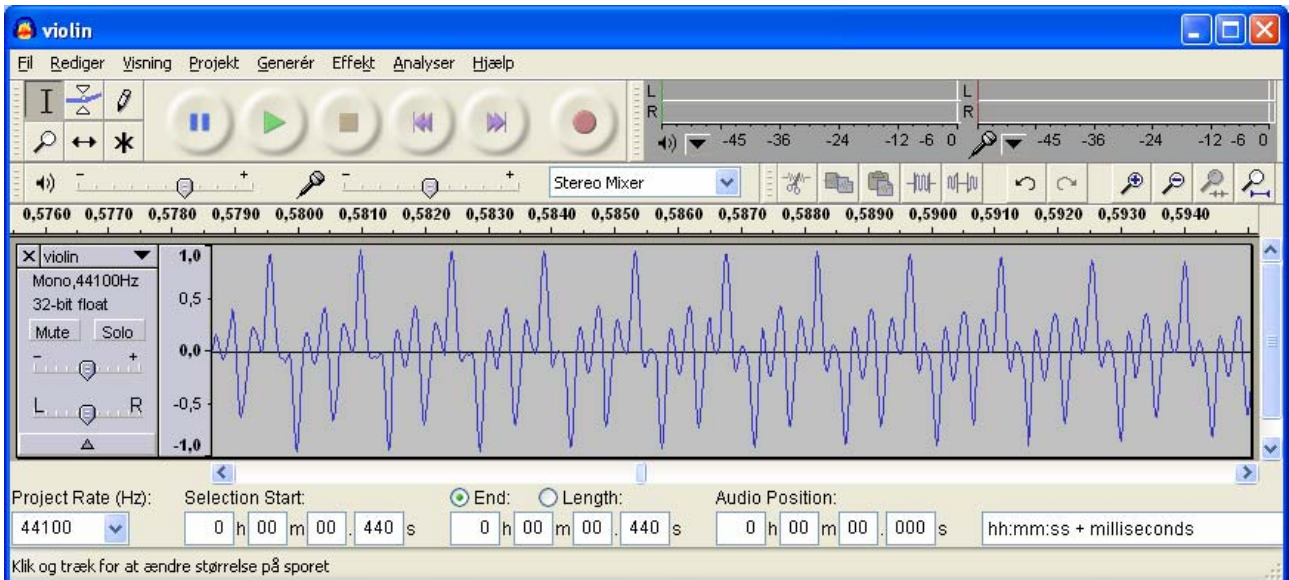
11.3 perioder = 693 Hz



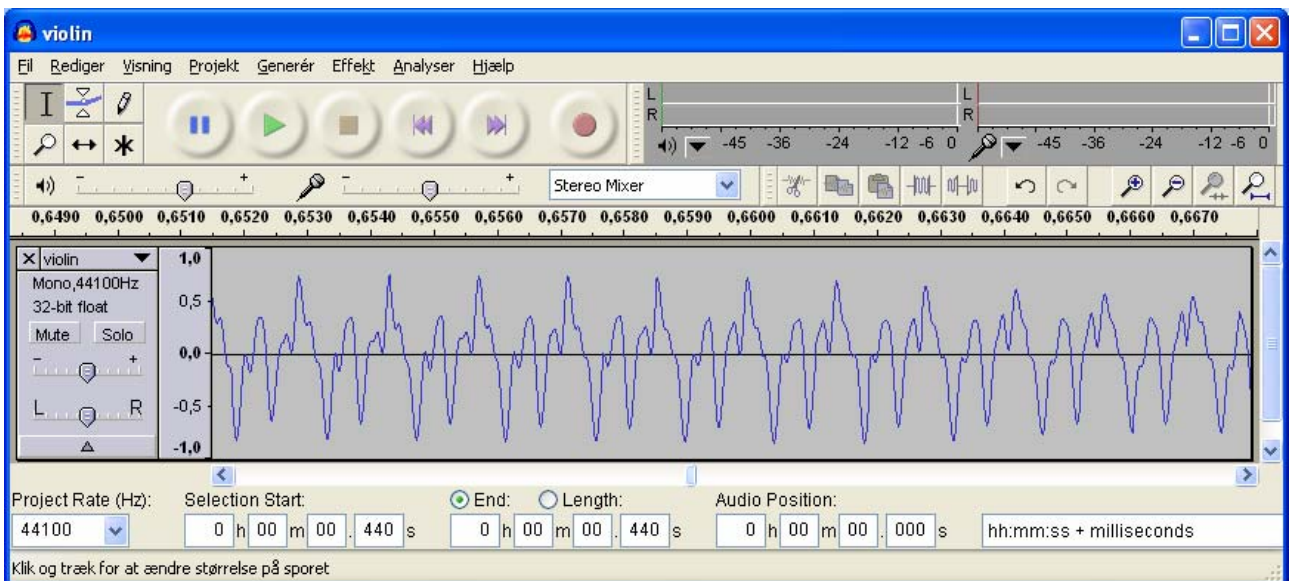
11.3 perioder = 693 Hz



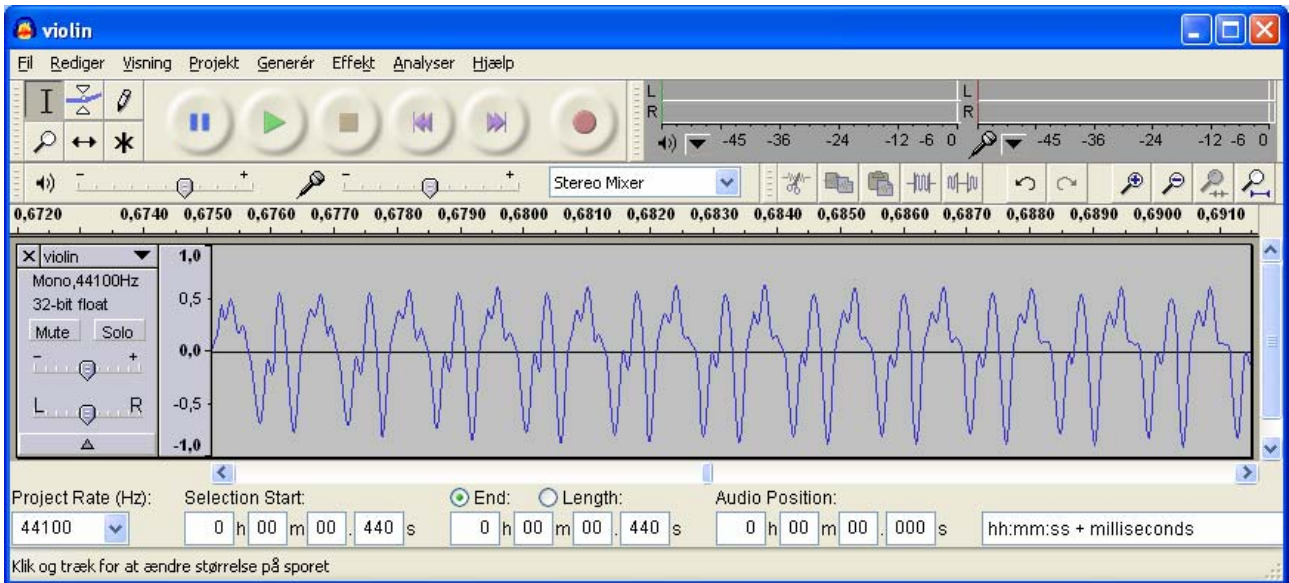
11.5 = 705 Hz



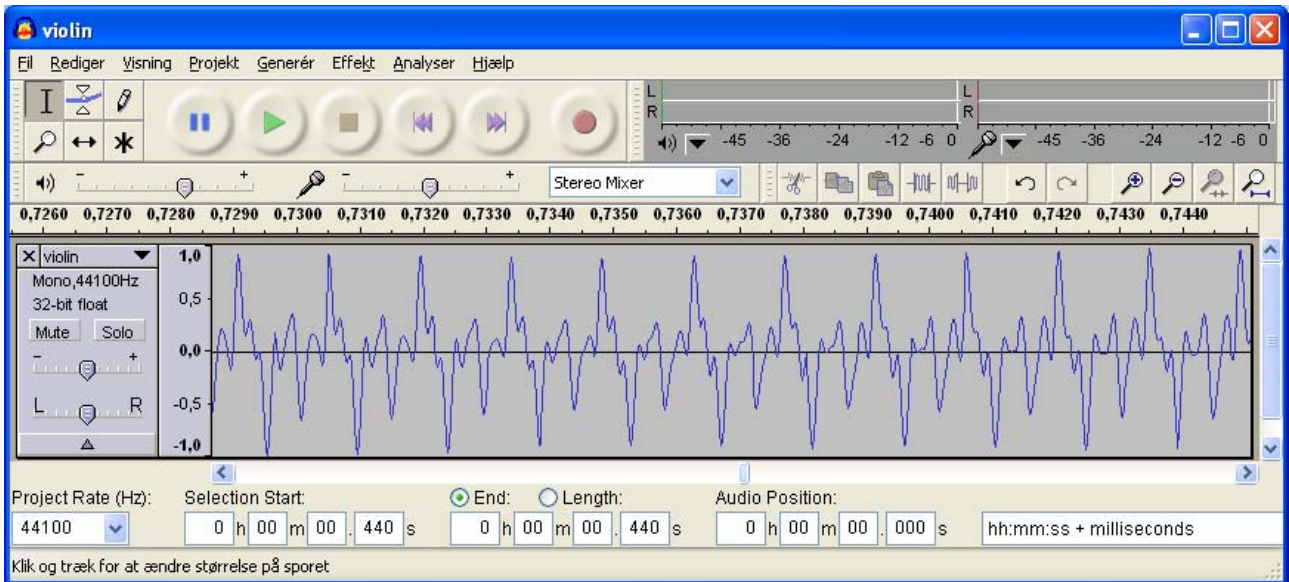
11.5 = 705 Hz



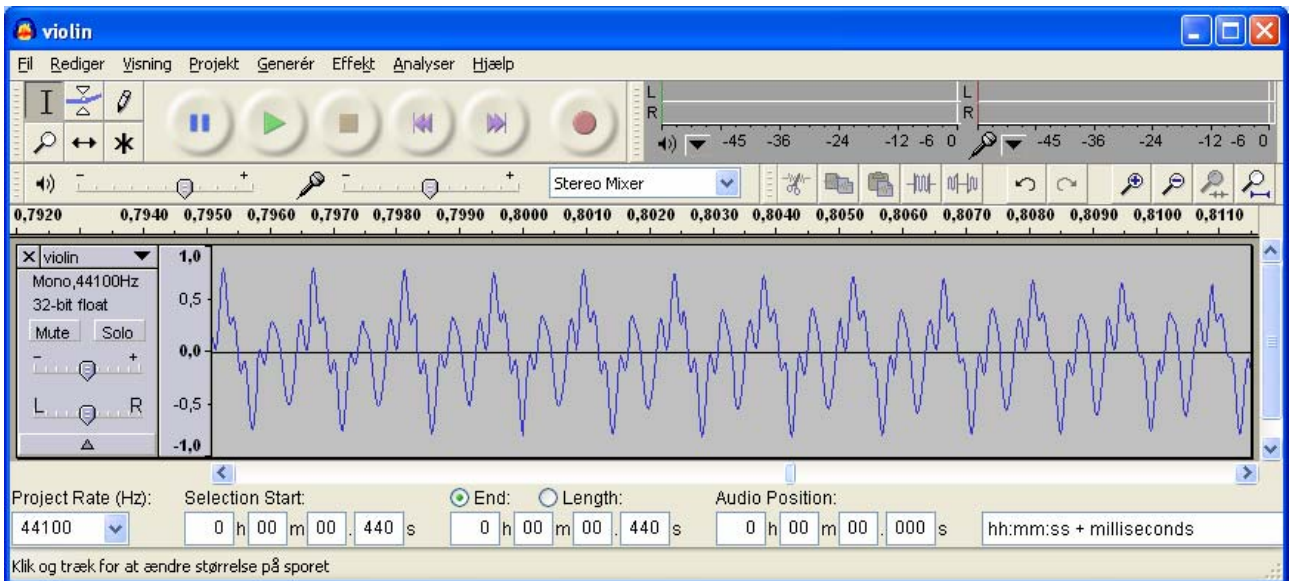
11.5 = 705 Hz



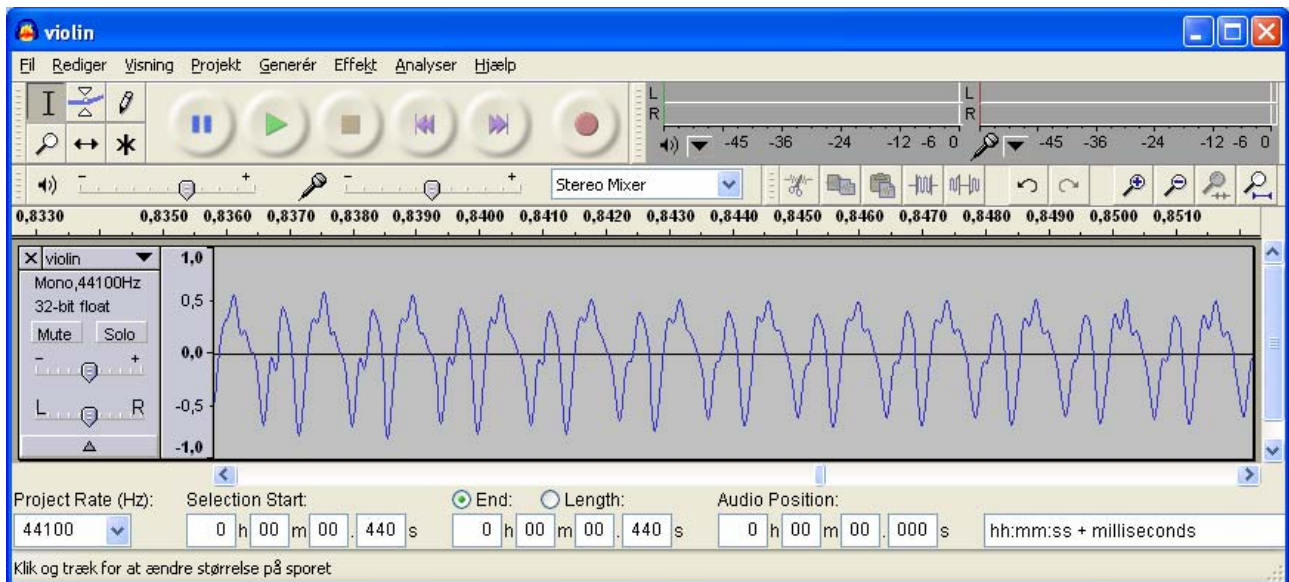
11.5 = 705 Hz



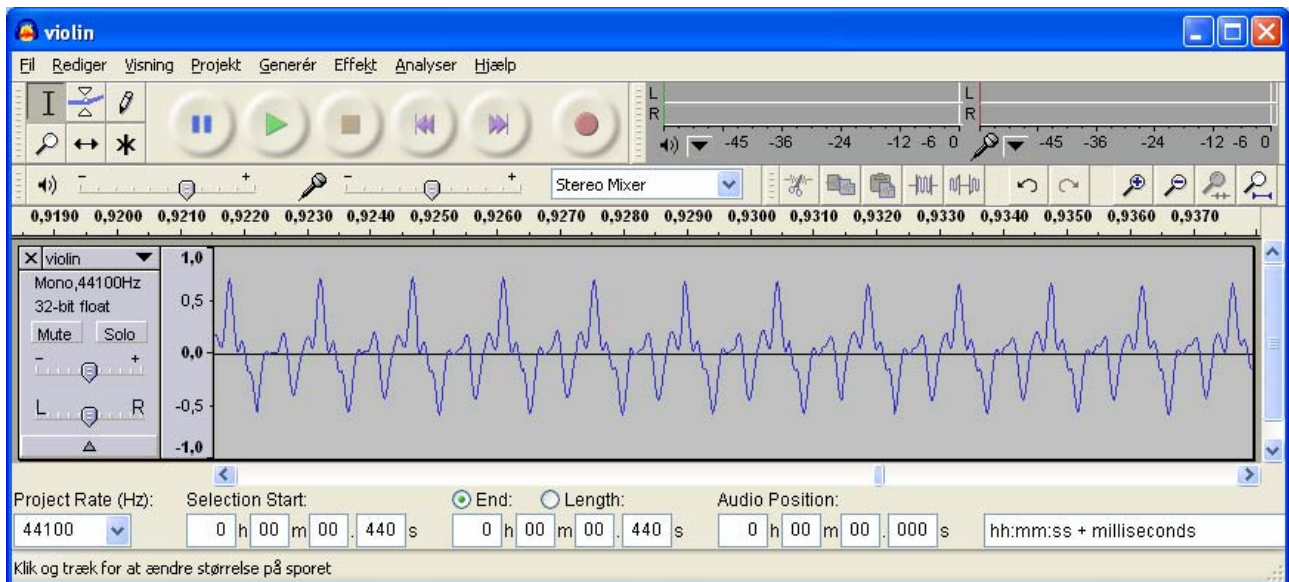
11.5 = 705 Hz



11.5 = 705 Hz



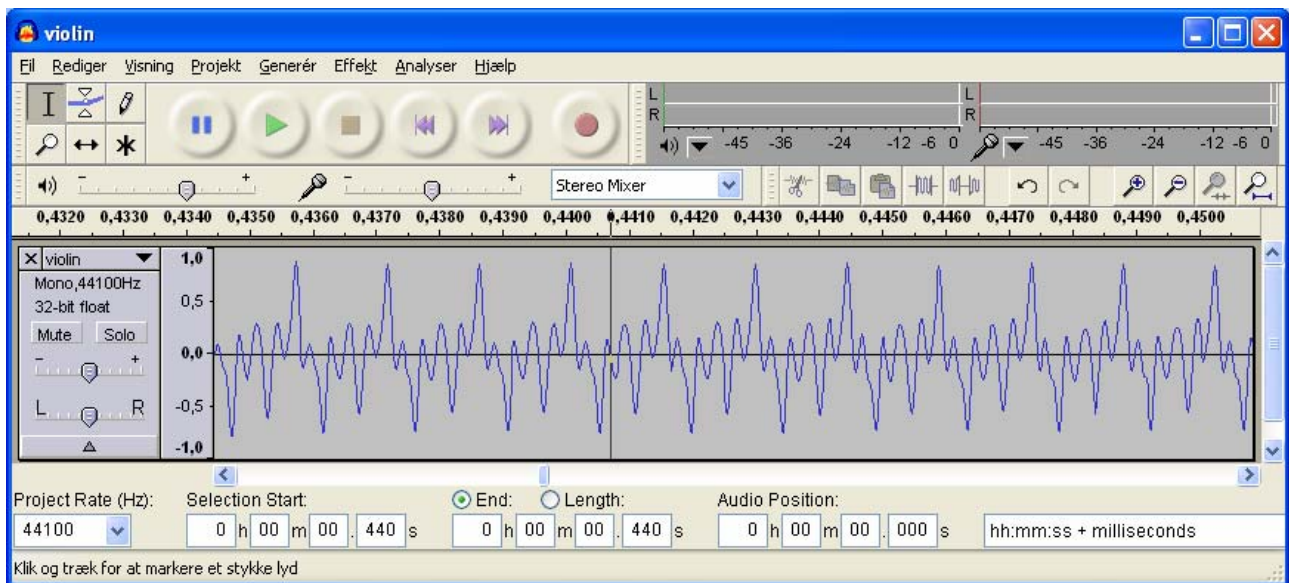
11.5 = 705 Hz



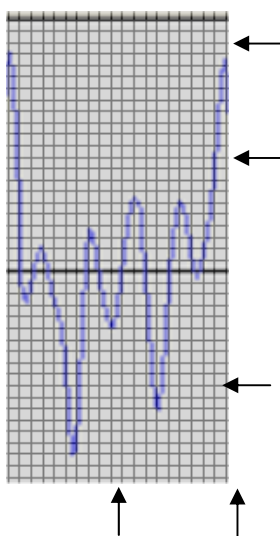
11.3 perioder = 693 Hz

Det er altså en tone lige omkring tonen F på 698,5 Hz

Lad os prøve at bestemme overtone forholdene for et par af dem:



11.3 perioder = 693 Hz



Lader vi hver tern svare til værdien 2 så har vi følgende værdien

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
38	14	0	-5	0	3	2	0	-4	-8	-16	-32	-28	-12	0	12	0	-6	-10	-6
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	
-2	4	13	4	-8	-12	-24	-18	-4	8	12	10	4	0	4	8	14	15	38	

Med vores inddeling har vi altså en kurve der starter forfra efter 38 enheder.

Vi skal gange den med en sinusfunktion der også starter forfra efter 38 enheder.

Hvis vi regner i Excel så vil sinfunktionen $\sin(x)$ starte forfra efter $2 \cdot \pi$.

Derfor vi $\sin(x \cdot 2 \cdot \pi)$ starte forfra efter 1 enhed og $\sin\left(\frac{x \cdot 2 \cdot \pi}{38}\right)$ vil starte forfra efter.

Teorien siger at vi skal gange værdien i hvert punkt med den sinusfunktion med samme periode og bestemme arealet under kurven, men det svarer bare til at lægge alle tallene sammen. Det giver vores sinus del af grundtonen og derefter gøre det samme med

$$\cos\left(\frac{x \cdot 2 \cdot \pi}{38}\right)$$

I EXCEL hedder første søjle A og anden søjle B osv, mens rækkerne hedder 1,2 3.... Den formel der indtastes i de to indrammede celler er =B2*sin(2*pi()*A2/38) og =B2*cos(2*pi()*A2/38). Derefter kan de kopieres

x	f(x)	f(x)*sin(x/(38*2*pi()))	f(x)*cos(x/(38*2*pi()))
0	38	0	38
1	14	2,304324264	13,80905825
2	0	0	0
3	-5	-2,379736965	-4,397368756
4	0	0	0
5	3	2,207171732	2,031844715
6	2	1,674332957	1,093896316
7	0	0	0
8	-4	-3,877601064	-0,981941949
9	-8	-7,972675944	-0,660634764
10	-16	-15,94535189	1,321269528
11	-32	-31,02080851	7,855535589
12	-28	-25,64165315	11,24747189
13	-12	-10,04599774	6,563377897
14	0	0	0
15	12	7,370552552	-9,469686113
16	0	0	0
17	-6	-1,948196815	5,67490345
18	-10	-1,645945903	9,863613034
19	-6	-7,35089E-16	6
20	-2	0,329189181	1,972722607
21	4	-1,298797877	-3,783268967
22	13	-6,187316109	-11,43315877
23	4	-2,456850851	-3,156562038
24	-8	5,885791285	5,418252573
25	-12	10,04599774	6,563377897
26	-24	21,97855984	9,640690192
27	-18	17,44920479	4,418738769
28	-4	3,986337972	0,330317382
29	8	-7,972675944	0,660634764
30	12	-11,63280319	2,945825846
31	10	-9,157733267	4,016954247
32	4	-3,348665913	2,187792632
33	0	0	0
34	4	-2,456850851	3,156562038
35	8	-3,807579144	7,03579001
36	14	-4,545792569	13,24144138
37	15	-2,468918854	14,79541955
		-82,58049024	145,9628692

De to tal forneden er summen af alle de tal ovenfor. Det vi har regnet ud ovenfor er rent matematisk

$\int_0^m f(x) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{m}\right) dx$ $\int_0^m f(x) \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot x}{m}\right) dx$ hvor $f(x)$ beskriver svingningen og m er længden af en periode.

Den første overtone får vi nu ved at bestemme henholdsvis

$$\int_0^m f(x) \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot x}{m}\right) dx \text{ og } \int_0^m f(x) \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot x}{m}\right) dx .$$

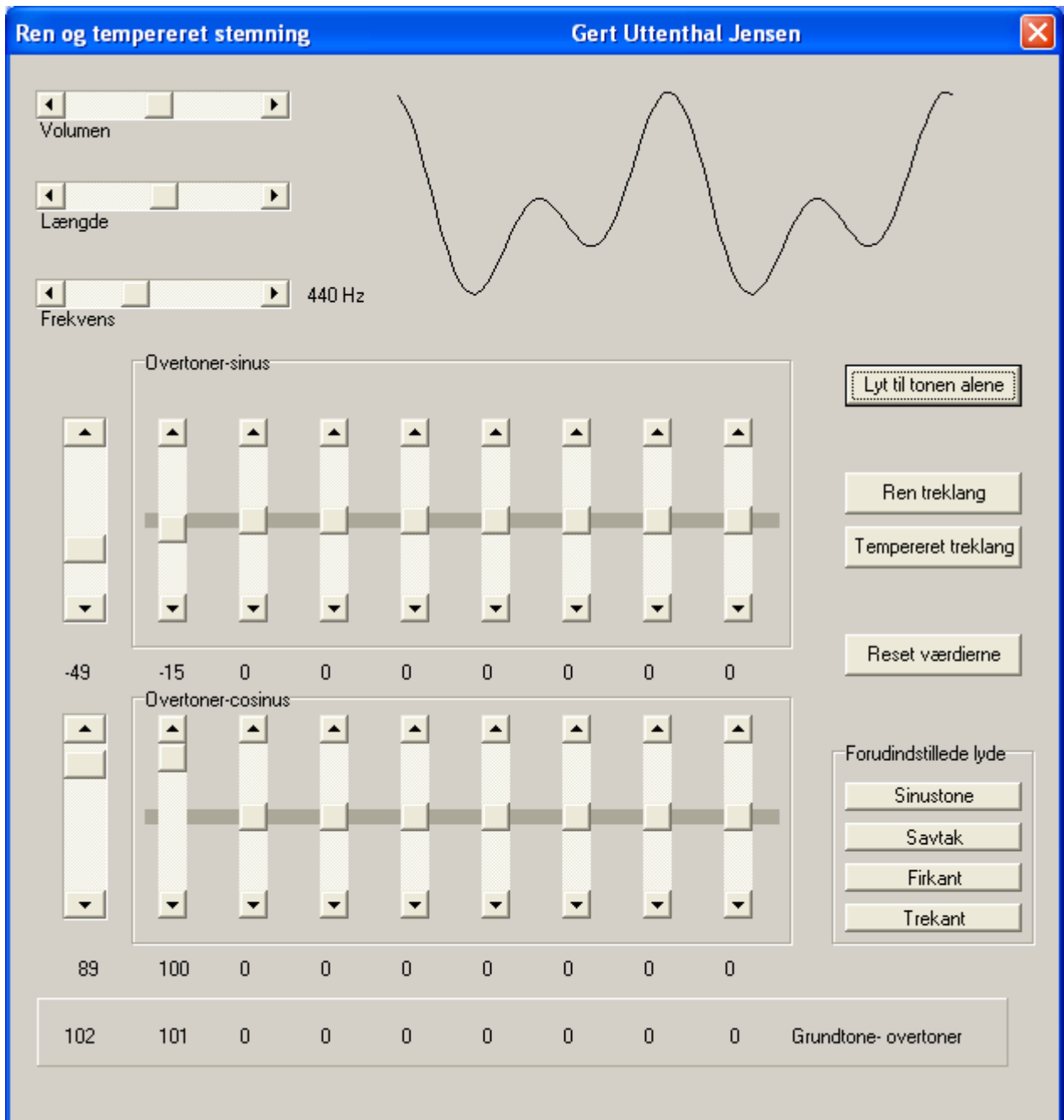
Bemærk at sin og cos her har fået et ekstra 2-tal på så de svinger dobbelt så hurtigt.

x	f(x)	f(x)*sin(2*pi*x/38)	f(x)*cos(2*pi*x/38)	f(x)*sin(2*2*pi*x/38)	f(x)*cos(2*2*pi*x/38)
0	38	0	38	0	38
1	14	2,304324264	13,80905825	4,545792569	13,24144138
2	0	0	0	0	0
3	-5	-2,379736965	-4,397368756	-4,185832391	-2,734740791
4	0	0	0	0	0
5	3	2,207171732	2,031844715	2,989753479	-0,247738036
6	2	1,674332957	1,093896316	1,831546653	-0,803390849
7	0	0	0	0	0
8	-4	-3,877601064	-0,981941949	-1,903789572	3,517895005
9	-8	-7,972675944	-0,660634764	-1,316756722	7,890890427
10	-16	-15,94535189	1,321269528	2,633513444	15,78178085
11	-32	-31,02080851	7,855535589	15,23031658	28,14316004
12	-28	-25,64165315	11,24747189	20,6002695	18,96388401
13	-12	-10,04599774	6,563377897	10,98927992	4,820345096
14	0	0	0	0	0
15	12	7,370552552	-9,469686113	-11,63280319	2,945825846
16	0	0	0	0	0
17	-6	-1,948196815	5,67490345	3,685276276	-4,734843056
18	-10	-1,645945903	9,863613034	3,246994692	-9,458172417
19	-6	-7,35089E-16	6	1,47018E-15	-6
20	-2	0,329189181	1,972722607	-0,649398938	-1,891634483
21	4	-1,298797877	-3,783268967	2,456850851	3,156562038
22	13	-6,187316109	-11,43315877	10,88316422	7,110326056
23	4	-2,456850851	-3,156562038	3,877601064	0,981941949
24	-8	5,885791285	5,418252573	-7,972675944	0,660634764
25	-12	10,04599774	6,563377897	-10,98927992	4,820345096
26	-24	21,97855984	9,640690192	-17,65737386	16,25475772
27	-18	17,44920479	4,418738769	-8,567053075	15,83052752
28	-4	3,986337972	0,330317382	-0,658378361	3,945445214
29	8	-7,972675944	0,660634764	-1,316756722	-7,890890427
30	12	-11,63280319	2,945825846	-5,711368716	-10,55368501
31	10	-9,157733267	4,016954247	-7,357239107	-6,772815716
32	4	-3,348665913	2,187792632	-3,663093307	-1,606781699
33	0	0	0	0	0
34	4	-2,456850851	3,156562038	-3,877601064	0,981941949
35	8	-3,807579144	7,03579001	-6,697331826	4,375585265
36	14	-4,545792569	13,24144138	-8,598977978	11,04796713
37	15	-2,468918854	14,79541955	-4,870492038	14,18725863

-82,58049024 145,9628692 -24,65584349 163,9638235

1,6396 -50,36624191 89,02346256 -15,03771864 100,002332

Da tallene kun er forholdstal har jeg i rækken nedenfor delt med 1.63 så det største tal bliver 100



Allerede nu kan vi se med disse værdier ligner kurveformen en del, selvom den stadig mangler en del sving.

De næste overtoner får vi nu ved at bestemme henholdsvis

$$\int_0^m f(x) * \sin\left(\frac{3 * 2 * \pi * x}{m}\right) dx \text{ og } \int_0^m f(x) * \cos\left(\frac{3 * 2 * \pi * x}{m}\right) dx .$$

Og

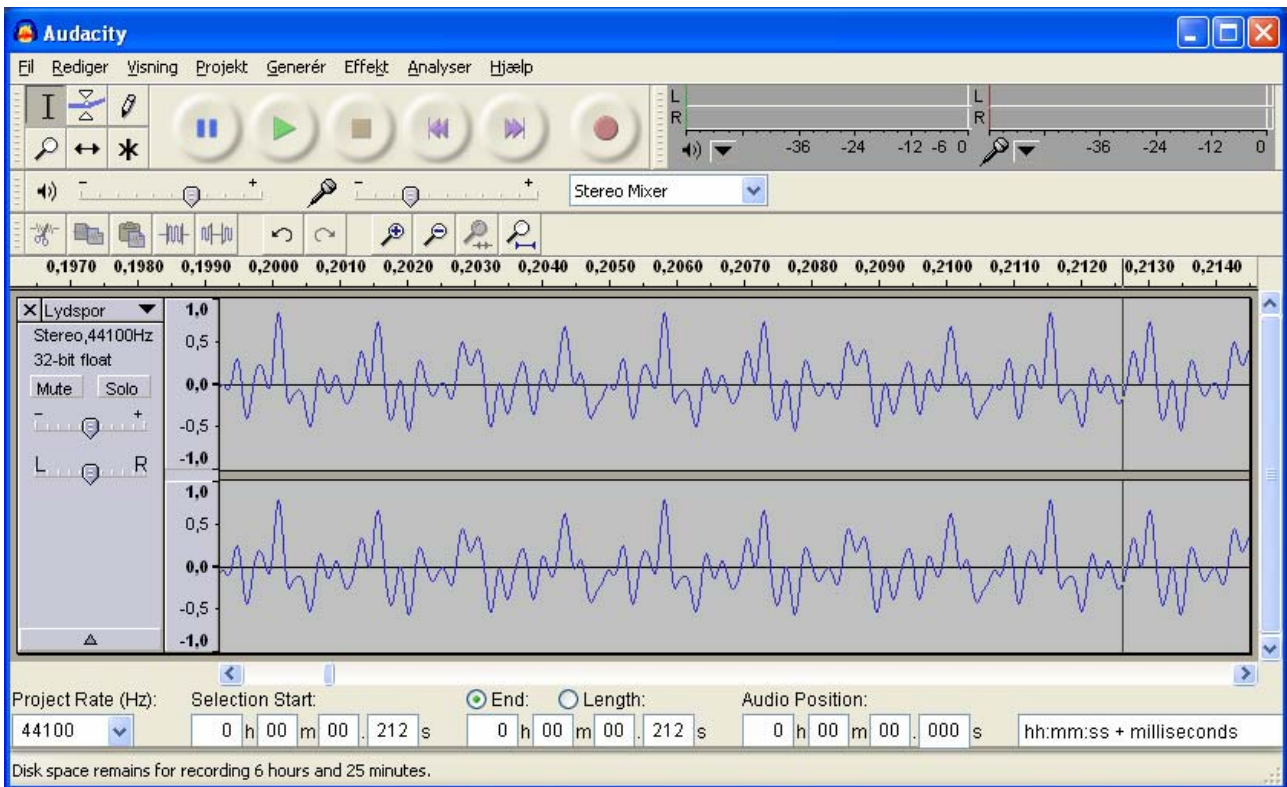
$$\int_0^m f(x) * \sin\left(\frac{4 * 2 * \pi * x}{m}\right) dx \text{ og } \int_0^m f(x) * \cos\left(\frac{4 * 2 * \pi * x}{m}\right) dx .$$

Fortsættes dette

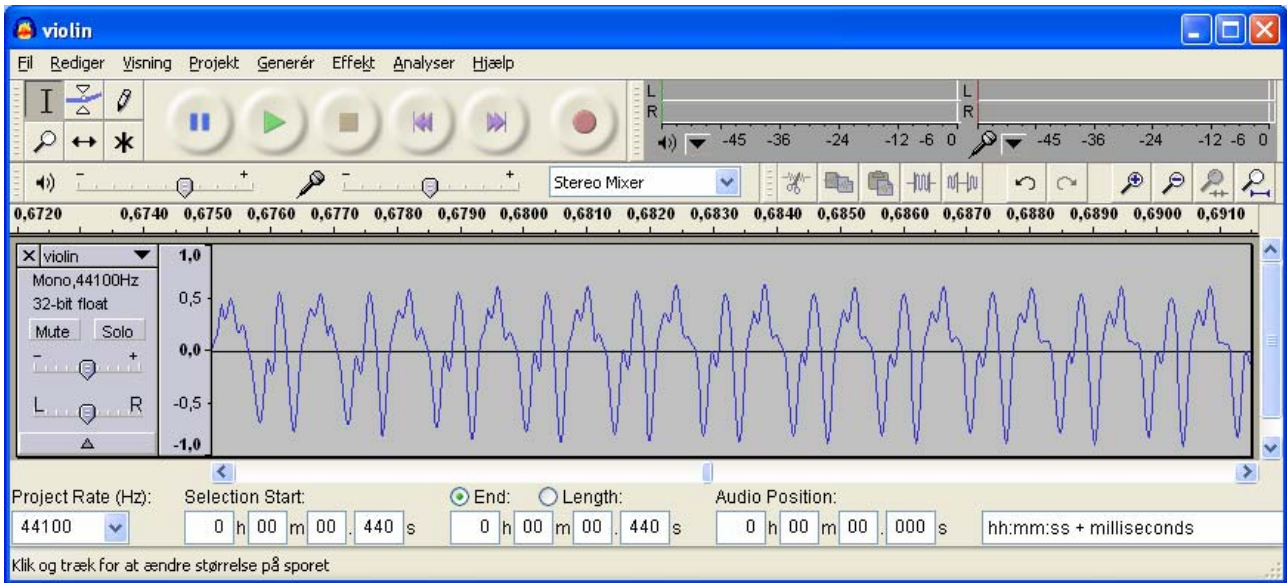
x	f(x)	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8
0	38	0,00	38,00	0,00	38,00	0,00	38,00	0,00	38,00	0,00	38,00	0,00	38,00	0,00	38,00	0,00	38,00
1	14	2,30	13,81	4,55	13,24	6,66	12,31	8,60	11,05	10,30	9,48	11,72	7,66	12,82	5,62	13,57	3,44
2	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	-5	-2,38	-4,40	-4,19	-2,73	-4,98	-0,41	-4,58	2,01	-3,07	3,95	-0,82	4,93	1,62	4,73	3,68	3,39
4	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	3	2,21	2,03	2,99	-0,25	1,84	-2,37	-0,49	-2,96	-2,51	-1,64	-2,91	0,74	-1,43	2,64	0,97	2,84
6	2	1,67	1,09	1,83	-0,80	0,33	-1,97	-1,47	-1,35	-1,94	0,49	-0,65	1,89	1,23	1,58	1,99	-0,17
7	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	-4	-3,88	-0,98	-1,90	3,52	2,94	2,71	3,35	-2,19	-1,30	-3,78	-3,99	0,33	-0,66	3,95	3,66	1,61
9	-8	-7,97	-0,66	-1,32	7,89	7,76	1,96	2,60	-7,57	-7,33	-3,21	-3,81	7,04	6,70	4,38	4,91	-6,31
10	-16	-15,95	1,32	2,63	15,78	15,51	-3,93	-5,20	-15,13	-14,65	6,43	7,62	14,07	13,39	-8,75	-9,83	-12,63
11	-32	-31,02	7,86	15,23	28,14	23,54	-21,67	-26,79	-17,50	-10,39	30,27	31,89	2,64	-5,27	-31,56	-29,30	12,85
12	-28	-25,64	11,25	20,60	18,96	9,09	-26,48	-27,90	2,31	13,33	24,63	17,20	-22,10	-27,14	-6,87	4,61	27,62
13	-12	-10,05	6,56	10,99	4,82	-1,98	-11,84	-8,83	8,13	11,63	2,95	-3,90	-11,35	-7,37	9,47	11,96	0,99
14	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	12	7,37	-9,47	-11,63	2,95	10,99	4,82	-5,71	-10,55	-1,98	11,84	8,83	-8,13	-11,96	0,99	10,05	6,56
16	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17	-6	-1,95	5,67	3,69	-4,73	-5,02	3,28	5,82	-1,47	-5,98	-0,50	5,49	2,41	-4,41	-4,06	2,86	5,28
18	-10	-1,65	9,86	3,25	-9,46	-4,76	8,79	6,14	-7,89	-7,36	6,77	8,37	-5,47	-9,16	4,02	9,69	-2,45
19	-6	0,00	6,00	0,00	-6,00	0,00	6,00	0,00	-6,00	0,00	6,00	0,00	-6,00	0,00	6,00	0,00	-6,00
20	-2	0,33	1,97	-0,65	-1,89	0,95	1,76	-1,23	-1,58	1,47	1,35	-1,67	-1,09	1,83	0,80	-1,94	-0,49
21	4	-1,30	-3,78	2,46	3,16	-3,35	-2,19	3,88	0,98	-3,99	0,33	3,66	-1,61	-2,94	2,71	1,90	-3,52
22	13	-6,19	-11,43	10,88	7,11	-12,96	-1,07	11,91	-5,22	-7,98	10,26	2,14	-12,82	4,22	12,30	-9,56	-8,80
23	4	-2,46	-3,16	3,88	0,98	-3,66	1,61	1,90	-3,52	0,66	3,95	-2,94	-2,71	3,99	0,33	-3,35	2,19
24	-8	5,89	5,42	-7,97	0,66	4,91	-6,31	1,32	7,89	-6,70	-4,38	7,76	-1,96	-3,81	7,04	-2,60	-7,57
25	-12	10,05	6,56	-10,99	4,82	1,98	-11,84	8,83	8,13	-11,63	2,95	3,90	-11,35	7,37	9,47	-11,96	0,99
26	-24	21,98	9,64	-17,66	16,25	-7,79	-22,70	23,92	1,98	-11,42	21,11	-14,74	-18,94	23,27	-5,89	-3,95	23,67
27	-18	17,45	4,42	-8,57	15,83	-13,24	-12,19	15,07	-9,85	5,84	17,02	-17,94	1,49	2,96	-17,75	16,48	7,23
28	-4	3,99	0,33	-0,66	3,95	-3,88	-0,98	1,30	-3,78	3,66	1,61	-1,90	3,52	-3,35	-2,19	2,46	-3,16
29	8	-7,97	0,66	-1,32	-7,89	7,76	-1,96	2,60	7,57	-7,33	3,21	-3,81	-7,04	6,70	-4,38	4,91	6,31
30	12	-11,63	2,95	-5,71	-10,55	8,83	-8,13	10,05	6,56	-3,90	11,35	-11,96	-0,99	-1,98	-11,84	10,99	-4,82
31	10	-9,16	4,02	-7,36	-6,77	3,25	-9,46	9,97	-0,83	4,76	8,79	-6,14	7,89	-9,69	-2,45	-1,65	-9,86
32	4	-3,35	2,19	-3,66	-1,61	-0,66	-3,95	2,94	-2,71	3,88	0,98	1,30	3,78	-2,46	3,16	-3,99	-0,33
33	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	4	-2,46	3,16	-3,88	0,98	-3,66	-1,61	-1,90	-3,52	0,66	-3,95	2,94	-2,71	3,99	-0,33	3,35	2,19
35	8	-3,81	7,04	-6,70	4,38	-7,97	0,66	-7,33	-3,21	-4,91	-6,31	-1,32	-7,89	2,60	-7,57	5,89	-5,42
36	14	-4,55	13,24	-8,60	11,05	-11,72	7,66	-13,57	3,44	-13,95	-1,16	-12,82	-5,62	-10,30	-9,48	-6,66	-12,31
37	15	-2,47	14,80	-4,87	14,19	-7,14	13,19	-9,21	11,84	-11,04	10,16	-12,56	8,20	-13,74	6,03	-14,54	3,68
		-82,58	145,96	-24,66	163,96	13,56	-48,30	5,96	3,05	-83,16	208,94	8,94	-23,19	-22,98	10,06	14,61	64,99
2,0894		-39,52	69,86	-11,80	78,47	6,49	-23,12	2,85	1,46	-39,80	100,00	4,28	-11,10	-11,00	4,82	6,99	31,11
antal perioder		2	2	4	4	8	8	16	16	32	32	64	64	128	128	256	256

Jeg har indspillet violintonen og derefter overtoner der bliver lagt på lag på lag som filen violin044.waw og violin044.mp3

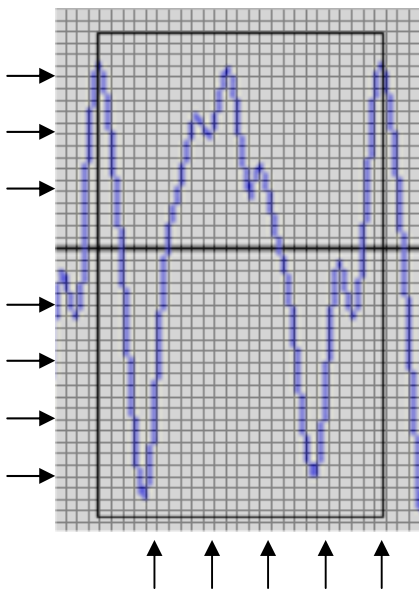
Og ser vi på den kunstigt frembragte svingning i Audacity, viser det sig at den passer fint med kurveformen:



Ser vi på et andet tidspunkt ser kurven således ud:



$11.5 = 705 \text{ Hz}$



x	f(x)	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9
0	32	0,00	32,00	0,00	32,00	0,00	32,00	0,00	32,00	0,00	32,00	0,00	32,00	0,00	32,00	0,00	32,00	0,00	32,00
1	30	3,84	29,75	7,61	29,02	11,26	27,81	14,72	26,14	17,94	24,04	20,87	21,55	23,45	18,70	25,65	15,55	27,43	12,14
2	8	2,03	7,74	3,93	6,97	5,57	5,75	6,84	4,15	7,67	2,28	8,00	0,26	7,80	-1,78	7,09	-3,70	5,92	-5,38
3	6	2,25	5,56	4,17	4,31	5,49	2,43	6,00	0,19	5,63	-2,07	4,44	-4,03	2,60	-5,41	0,38	-5,99	-1,89	-5,69
4	-2	-0,98	-1,74	-1,71	-1,04	-2,00	-0,06	-1,77	0,93	-1,09	1,68	-0,13	2,00	0,87	1,80	1,64	1,14	1,99	0,19
5	-20	-11,96	-16,03	-19,17	-5,69	-18,77	6,91	-10,91	16,76	1,28	19,96	12,96	15,23	19,50	4,45	18,29	-8,10	9,81	-17,43
6	-34	-23,65	-24,42	-33,98	-1,09	-25,17	22,86	-2,18	33,93	22,04	25,89	33,84	3,26	26,58	-21,20	4,35	-33,72	-20,34	-27,25
7	-40	-31,27	-24,94	-39,00	8,90	-17,36	36,04	17,36	36,04	39,00	8,90	31,27	-24,94	0,00	-40,00	-31,27	-24,94	-39,00	8,90
8	-42	-35,92	-21,77	-37,24	19,43	-2,69	41,91	34,45	24,03	38,41	-17,00	5,37	-41,66	-32,84	-26,19	-39,42	14,51	-8,03	41,23
9	-36	-32,92	-14,57	-26,65	24,20	11,34	34,17	35,83	3,46	17,67	-31,37	-21,53	-28,85	-35,10	8,01	-6,88	35,34	29,53	20,60
10	-24	-23,01	-6,83	-13,09	20,11	15,56	18,27	21,95	-9,71	-3,07	-23,80	-23,69	-3,83	-10,41	21,62	17,77	16,14	20,52	-12,44
11	-6	-5,92	-0,96	-1,89	5,69	5,32	2,78	3,59	-4,81	-4,17	-4,31	-4,92	3,43	2,60	5,41	5,75	-1,71	-0,77	-5,95
12	2	2,00	0,06	0,13	-2,00	-1,99	-0,19	-0,26	1,98	1,97	0,32	0,38	-1,96	-1,95	-0,45	-0,51	1,93	1,92	0,57
13	8	7,96	-0,77	-1,53	-7,85	-7,67	2,28	3,00	7,42	7,09	-3,70	-4,36	-6,70	-6,25	4,99	5,57	5,75	5,19	-6,09
14	13	12,67	-2,89	-5,64	-11,71	-10,16	8,11	10,16	8,11	5,64	-11,71	-12,67	-2,89	0,00	13,00	12,67	-2,89	-5,64	-11,71
15	17	15,95	-5,87	-11,02	-12,94	-8,34	14,81	16,78	2,71	-3,25	-16,69	-14,54	8,81	13,29	10,60	5,36	-16,13	-16,99	0,54
16	20	17,73	-9,25	-16,40	-11,44	-2,56	19,84	18,77	-6,91	-14,81	-13,45	-5,07	19,35	19,50	-4,45	-12,96	-15,23	-7,51	18,54
17	24	19,68	-13,73	-22,52	-8,29	6,09	23,22	15,56	-18,27	-23,89	-2,30	11,78	20,91	10,41	-21,62	-23,69	3,83	16,70	17,24
18	22	16,29	-14,79	-21,90	-2,11	13,16	17,63	4,21	-21,59	-18,81	11,40	21,09	6,26	-9,55	-19,82	-8,26	20,39	20,65	-7,60
19	20	12,96	-15,23	-19,74	3,19	17,10	10,37	-6,30	-18,98	-7,51	18,54	17,73	-9,25	-19,50	-4,45	11,96	16,03	1,28	-19,96
20	22	12,00	-18,44	-20,12	8,91	21,72	3,51	-16,29	-14,79	5,58	21,28	6,93	-20,88	-17,20	13,72	21,90	-2,11	-19,51	-10,18
21	28	12,15	-25,23	-21,89	17,46	27,30	-6,23	-27,30	-6,23	21,89	17,46	-12,15	-25,23	0,00	28,00	12,15	-25,23	-21,89	17,46
22	32	10,08	-30,37	-19,14	25,65	26,25	-18,31	-30,68	9,10	31,98	1,03	-30,03	-11,05	25,02	19,95	-17,46	-26,82	8,12	30,95
23	30	5,73	-29,45	-11,26	27,81	16,37	-25,14	-20,87	21,55	24,61	-17,16	-27,43	12,14	29,25	-6,68	-29,98	0,96	29,62	4,79
24	22	1,41	-21,95	-2,81	21,82	4,21	-21,59	-5,58	21,28	6,93	-20,88	-8,26	20,39	9,55	-19,82	-10,80	19,17	12,00	-18,44
25	14	-0,90	-13,97	1,79	13,89	-2,68	-13,74	3,55	13,54	-4,41	-13,29	5,25	12,98	-6,07	-12,61	6,87	12,20	-7,64	-11,73
26	10	-1,91	-9,82	3,75	9,27	-5,46	-8,38	6,96	7,18	-8,20	-5,72	9,14	4,05	-9,75	-2,23	9,99	0,32	-9,87	1,60
27	12	-3,78	-11,39	7,18	9,62	-9,84	-6,87	11,50	3,41	-11,99	0,38	11,26	-4,14	-9,38	7,48	6,55	-10,06	-3,04	11,61
28	14	-6,07	-12,61	10,95	8,73	-13,65	-3,12	13,65	-3,12	-10,95	8,73	6,07	-12,61	0,00	14,00	-6,07	-12,61	10,95	8,73
29	11	-6,00	-9,22	10,06	4,45	-10,86	1,76	8,14	-7,40	-2,79	10,64	-3,47	-10,44	8,60	6,86	-10,95	-1,06	9,75	-5,09
30	8	-5,19	-6,09	7,90	1,28	-6,84	4,15	2,52	-7,59	3,00	7,42	-7,09	-3,70	7,80	-1,78	-4,78	6,41	-0,51	-7,98
31	2	-1,48	-1,34	1,99	-0,19	-1,20	1,60	-0,38	-1,96	1,71	1,04	-1,92	0,57	0,87	-1,80	0,75	1,85	-1,88	-0,69
32	-2	1,64	1,14	-1,88	0,69	0,51	-1,93	1,30	1,52	-1,99	0,19	0,98	-1,74	0,87	1,80	-1,97	-0,32	1,39	-1,44
33	-8	7,09	3,70	-6,56	4,58	-1,02	-7,93	7,51	2,76	-5,92	5,38	-2,03	-7,74	7,80	1,78	-5,19	6,09	-3,00	-7,42
34	-14	13,14	4,84	-9,08	10,66	-6,87	-12,20	13,82	-2,23	-2,68	13,74	-11,97	-7,26	10,95	-8,73	4,41	13,29	-13,99	-0,45
35	-26	25,35	5,79	-11,28	23,43	-20,33	-16,21	20,33	-16,21	11,28	23,43	-25,35	5,79	0,00	-26,00	25,35	5,79	-11,28	23,43
36	-34	33,84	3,26	-6,50	33,37	-32,59	-9,67	12,76	-31,52	30,14	15,73	-18,55	28,49	-26,58	-21,20	23,65	-24,42	22,04	25,89
37	-38	37,98	-1,22	2,43	37,92	-37,82	3,65	-4,86	-37,69	37,51	-6,06	7,26	37,30	-37,05	8,46	-9,64	-36,76	36,43	-10,81
38	-38	37,51	-6,06	11,97	36,06	-33,69	17,58	-22,73	-30,45	26,44	-27,30	31,17	21,74	-16,49	34,24	-36,43	-10,81	4,86	-37,69
39	-30	28,76	-8,54	16,37	25,14	-19,45	22,84	-27,43	-12,14	3,84	-29,75	29,62	-4,79	13,02	27,03	-22,21	20,17	-25,65	-15,55
40	-15	13,72	-6,07	11,10	10,08	-4,73	14,24	-14,93	1,44	-7,36	-13,07	8,97	-12,02	14,62	3,34	2,87	14,72	-12,30	8,58
41	-8	6,84	-4,15	7,09	3,70	0,51	7,98	-6,56	4,58	-7,32	-3,24	-1,02	-7,93	6,25	-4,99	7,51	2,76	1,53	7,85
42	-2	1,56	-1,25	1,95	0,45	0,87	1,80	-0,87	1,80	-1,95	0,45	-1,56	-1,25	0,00	-2,00	1,56	-1,25	1,95	0,45
43	-8	5,57	-5,75	8,00	-0,26	5,92	5,38	0,51	7,98	-5,19	6,09	-7,96	0,77	-6,25	-4,99	-1,02	-7,93	4,78	-6,41
44	-12	7,18	-9,62	11,50	-3,41	11,26	4,14	6,55	10,06	-0,77	11,98	-7,78	9,14	-11,70	2,67	-10,97	-4,86	-5,89	-10,46
45	-8	3,93	-6,97	6,84	-4,15	8,00	-0,26	7,09	3,70	4,36	6,70	0,51	7,98	-3,47	7,21	-6,56	4,58	-7,96	0,77
46	-2	0,75	-1,85	1,39	-1,44	1,83	-0,81	2,00	-0,06	1,88	0,69	1,48	1,34	0,87	1,80	0,13	2,00	-0,63	1,90
47	16	-4,06	15,48	-7,85	13,94	-11,13	11,49	-13,68	8,29	-15,34	4,55	-15,99	0,51	-15,60	-3,56	-14,19	-7,40	-11,84	-10,76
48	28	-3,58	27,77	-7,10	27,08	-10,51	25,95	-13,74	24,40	-16,75	22,44	-19,48	20,11	-21,89	17,46	-23,94	14,51	-25,60	11,33
181,00		-278,06	-258,85	456,19	-109,76	300,58	100,08	88,77	195,30	61,46	-2,56	61,46	-34,97	54,63	-94,99	3,38	1,69	32,69	
4,56		39,7	-61,0	-56,8	100,0	-24,1	65,9	21,9	19,5	42,8	13,5	-0,6	13,5	-7,7	12,0	-20,8	0,7	0,4	7,2

Ren og tempereret stemning Gert Uttenthal Jensen

Volumen

Længde

Frekvens 703 Hz

"Vibrato"

sinus-delen

cosinus-delen

Forudindstillede lyde

Sinustone

Savtak

Firkant

Trekant

Ren treklang

Tempereret treklang

Reset værdierne

Grundtone- overtoner

-39	-57	-24	22	43	-1	-8	-20	0	0	0	0	0	0
-61	100	66	20	14	14	12	1	0	0	0	0	0	0
72	115	70	30	45	14	14	20	0	0	0	0	0	0
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.

Lyt til tonen alene

Lyden ligger som violin66.waw

Vi kan se at overtonerforholdene ændres, men vi kan høre at klangen ikke er markant anderledes at lytte på.

I violin44-68 er de to indspillet ved siden af hinanden. Man hører at klangen i den ene er skarpere end i den anden.