

# Å kunne regne i musikk

## Materiell til etterutdanningskurs



Mike Naylor

Utarbeidet av  
Jon Helge Sætre  
Ida Heiberg Solem  
Geir Martinussen  
Gjert Anders Askevold  
Mike Nylor

Høgskolen i Oslo  
Høgskolen i Oslo  
Høgskolen i Oslo  
Høgskolen i Bergen  
Matematikksenteret

## Innhold

Kursplan .....	3
Innledning .....	4
1. Didaktisk grunnlagstenkning .....	5
Refleksjonsoppgaver .....	5
2. Praktisk musisering og komponering .....	6
Sanger som øver telleordene .....	6
Sanger som øve tabellene .....	7
Sanger der måleenheter inngår .....	8
Sanger knyttet til rekkefølge og plassering – trening på ord .....	8
Sanger, sangleker og danser knyttet til mønster, struktur og telling .....	8
Komposisjon og improvisasjon .....	9
Refleksjonsoppgaver .....	10
3. Musikkteori (i teori og praksis) .....	11
Dur og moll .....	11
Solfège-systemet .....	12
Pentaton skala .....	12
Modale skalaer .....	13
Tritonus .....	14
Frekvens og amplitude .....	14
Noteverdier (notelengde) .....	16
Takt og taktarter .....	17
Brøk og innholdet i en takt .....	17
Polyrytmikk .....	18
Intervaller og forholdstall .....	19
Akkorder .....	21
Refleksjonsoppgaver .....	22
4. Musikk, sjangre og samfunn .....	22
Harmoniske mønstre .....	22
Stemming og brøker .....	23
Harmonier .....	23
Harmonier på 1600- og 1700-tallet .....	23
1800- og 1900-tallet .....	24
Nettlenker .....	25
Musikk og samfunn .....	25
Coda – Multiple intelligenser .....	27
Referanser .....	28

## Kursplan

”Å kunne regne i musikk innebærer å bli kjent med musikkens grunnelementer og ulike musikalske mønstre, variasjoner og former og å kunne beregne tid og rom i musikalske og kroppslige uttrykk. Gjennom gjenkjennelse og anvendelse av musikkens grunnelementer utvikles forståelse for hvordan ulike mønstre og strukturer preger kunstneriske og musikalske uttrykk.”

Å kunne regne i musikk knyttes i LK06 i særlig grad til forståelse og anvendelse av musikkens grunnelementer. Med musikkens grunnelementer forstår vi vanligvis melodi, rytme, form, dynamikk, klang, tempo, og så videre. Arbeidet med disse elementene er sentralt i musikalsk utøving, skaping og forståelse, og er gjennomgående i musikkfaget fra 1. til 10. trinn.

Musikkopplæring kan bidra til å utvikle elevenes forutsetninger for å forstå tall og regning. Musikk handler om tallforståelse gjennom arbeid med lyd, kropp og bevegelse. Musikkteorien og musikkhistorien inneholder i tillegg mange eksempler på sammenhenger mellom lyd, form og tall, som kan stimulere elevenes nysgjerrighet også for tall og regning.

### Hovedområder

- Tall
- Geometri
- Måling
- Statistikk

### Læringsmål

Innen hvert av hovedområdene skal lærerne kunne legge til rette for læringssituasjoner der elevene

#### *Tall*

- får utviklet og styrket sin tallforståelse og regneferdighet gjennom regnesanger, rammesanger, danser og sangleker
- blir bevisst system og mønster gjennom sanger, danser og sangleker med tydelig form, struktur eller repetisjon
- bruker brøker og brøkgregning i noteverdier og takter
- ser på forskjell og forhold mellom tonene i ulike skalaer, skalatrinn og akkorder og hvordan dette utnyttes for å skape tonene i ulike instrumenttyper

#### *Geometri*

- blir bevisst bruk av symmetri og repetisjoner i komposisjoner

#### *Måling*

- får erfaring med måleenheter for tid, frekvens og tonehøyde

#### *Statistikk*

- bruker statistiske beregninger, diagrammer og økonomiske vurderinger for å illustrere musikk som forbruksvare, ungdomskultur og populærindustri

## Innledning

I dette dokumentet finner du materiell til bruk i etterutdanningskursene "Å regne i alle fag". Vi har forsøkt å favne noe av bredden i temaet, som er stort og mangfoldig. Musikk og matematikk er knyttet sammen i en århundrelang tradisjon som går helt tilbake til Pythagoras – minst. Den enkelte kursholder står helt fritt til å velge det stoffet som passer best, og kan fritt forkorte og føye til.

Materiellet gir en faglig introduksjon og en rekke eksempler på "å regne i musikk". De som bruker dette stoffet – kursholder og kursdeltakere – har helt sikkert andre eksempler. Vi håper at vi likevel klarer å vise hvordan regning, tall og matematikk inngår på en helt naturlig måte i musikkundervisning. Et fokus på dette temaet behøver dermed ikke være et "sidespor", men kan faktisk være en måte å gjøre musikkfaget enda mer spennende på.

Vi har gått ut fra at kursdeltakerne kan en del om grunnleggende musikkteori. Likevel har vi valgt å gi korte presentasjoner av en del musikkteoretisk stoff, nærmest for å benytte anledningen til å samle et interessant materiale i samme dokument.

Prosjektet dette materialet er en del av, benytter nokså konsekvent begrepet *å regne*. Når vi ofte også bruker *matematikk* som begrep, er det kun fordi at sammenhengene mellom musikk og matematikk er så vidtfavnende at *regning* faktisk kan bli for snevert. Tenk for eksempel på Pythagoras, barokkens tempererte skala, Bartoks bruk av Fibonacci-rekken, Rolf Wallins fraktal-algoritmer, lydenes fysiske og akustiske aspekter, rytmiske mønstre og strukturer, og så videre.

Materiellet er disponert i fire hoveddeler:

1. Didaktisk grunnlagstenkning
2. Praktisk musisering og komponering
3. Musikkteori eller musikk lære
4. Musikk, sjangre og samfunn

Materiellet er utviklet av:

- Jon Helge Sætre, førstelektor i musikk ved Høgskolen i Oslo (gruppeleder)
- Ida Heiberg Solem, høgskolelektor i matematikk ved Høgskolen i Oslo
- Geir Martinussen, høgskolelærer i matematikk ved Høgskolen i Oslo
- Michael Naylor, professor i matematikk ved Western Washington University, gjesteprofessor ved Nasjonalt senter for matematikk i opplæringen (Matematikk-senteret)
- Gjert-Anders Askevold, høgskolelektor i matematikk ved Høgskolen i Bergen

## 1. Didaktisk grunnlagstenkning

Musikk er både praktisk, intuitivt og opplevesbasert, og *samtidig* noe som alltid kan uttrykkes og analyseres gjennom tall og regning. Regneperspektivet i musikk kan kanskje best forstås slik:

*Å regne i musikk handler om å forstå, håndtere og representere musikalske fenomener.*

Vi oppfatter med andre ord regning i musikk som et musikkfaglig perspektiv. Likevel er det liten tvil om at regning i musikk bidrar til å utvikle elevens generelle regnekompetanse. Derfor er regning i musikk også en del av skolens tverrfaglige oppdrag, som i dette tilfellet har som mål å utvikle elevens grunnleggende regneferdighet.

Materiellet peker på en rekke sammenhenger mellom musikk og regning. Eksempelene som vises er nok i stor grad aktiviteter som foregår i læreres undervisning allerede. Derfor er et viktig mål for materialet å bevisstgjøre sammenhengene mellom musikk og regning, slik at lærere fatter interesse for regneperspektivet i musikk og utnytter det potensialet som allerede finnes.

### Refleksjonsoppgaver

- Kommer du på situasjoner i din undervisning der du har pekt på sammenhenger mellom musikk, regning og matematikk – eller har hatt mulighet til å gjøre det?
- Diskuter hvilke kompetanser disse situasjonene gir oss mulighet til å utvikle.

## 2. Praktisk musisering og komponering

I praktisk arbeid med musisering, komponering og lytting har elever og lærere mulighet til å utnytte det faglige forholdet mellom musikk og regning. I dette avsnittet ser vi særlig på

- sanger
- rim og regler
- sangleker
- danser
- arbeid med komposisjon og improvisasjon

som på forskjellige måter kan bidra til å utvikle elevenes regne- og tallforståelse, i tillegg til å være et relevant musikkfaglig lærestoff. Vi systematiserer også *hvilke kompetanser* lærestoffet bidrar til å utvikle:

- tall og telling
- mønster og repetisjon
- gangetabeller
- måleenheter
- rekkefølge og plassering
- koordinasjon, telling og rytme

Dette avsnittet er derfor særlig innrettet mot arbeid på de laveste trinnene i grunnskolen.

### Sanger som øver telleordene

En rekke sanger handler konkret om telling.

#### *Undervisningseksempel*

*Tell til ti – på ti språk* (Sang i Norge s. 452)

Gjennom denne sangen får elevene erfaring med å telle til 10 på spansk, norsk, engelsk, tysk, fransk, finsk, thai, punjabi, polsk og samisk. Melodien er av Tom Næss (cha cha cha-stil) og teksten av Margaret Heldor. Legg også merke til at sangen består av 17 takter!

*Andre tellesanger:*

- *Telle til en, telle til to* ( H. Rasmussen)
- *En, to, tre indianere* (I denne sangen teller vi også nedover)
- *Noen ganger blir man sint!* (fra cd-en "Uhu! – NRK Barne TV)
- *Tellepols* (se nedenfor)

**Rim og regler som øver telleordene** (gjerner koordinert med bruk av fingrene)

- *Dette er kuban, bienes hjem....*
- *Fem små apekatter*
- *Ellinga, vellinga vaterlandsguten*
- *Den første lille grisen*

Barn lærer ordene i telleramsen før de kan telle. I starten er ramsen som en hvilken som helst regle, telling blir det først når de sammenparar telleordet med objektene som telles . Før barn kommer så langt, teller de mer enn gjerne både seks og sju fingre på en hånd fordi de også peker mellom fingrene eller på samme finger flere ganger. Tellesanger og regler har dermed en dobbel funksjon – de er med på at barna lærer telleramsen og de kan være med på å trene koblingen mellom telleordet og objekt.

Telling danner et viktig grunnlag for utvikling av barns regnestrategier. De kan finne summen av 8 og 3 ved å telle videre: 9,10,11 og differansen mellom 15 og 11 ved å telle oppover: 12, 13, 14, 15 eller nedover: 14, 13, 12, 11. Øving på tallrekka er dermed en viktig støtte for elevenes matematikklæring.

## Sanger som øve tabellene

### *Undervisningseksempel*

Her er to sanger fra Tom Næss' bok *Syng og lær* (1993, side 118 og 134). De illustrerer to måter å nærme seg tabellene på. Den første dreier seg om å øve inn tallkombinasjoner, den andre trener tallene i 7-gangen.

*Tiervenner* (Regle etter Ranveig Wiesholm, melodi: Tyven, tyven)

En og ni er ti, det ser du,  
to og åtte likeså.  
Tre og sju, ja, bare le du,  
fir' og seks skal sammen stå.  
Fem og fem er ti, alle sammen vi  
regne kan til ti og vi skal flinke bli.

*Sju-gangen (II)* (tekst Tom Næss, melodi: Tyven, tyven)

Sju og fjorten, tjueen og tjueåtte, trettifem.  
Førtito og førtini og femtiseks og sekstitre.  
Sytti rett og slett. Var det ikke lett?  
Kan du det, min venn? Vi tar den om igjen.

Automatisering av tiervenner (og også andre tallvenner) er til stor hjelp for elevene når de regner med større tall.  $48 + 16$  kan regnes i hodet som  $48 + 10 \rightarrow 58 + 2 \rightarrow 60 + 4 \rightarrow 64$ , altså ved å gå veien om hel tier (her 60). Grunnlaget er fortrolighet med tiervenn til åtte (2) og sekservenn til to (4).

Gangesanger som den over, kan hjelpe elevene til å huske tallene i sju-gangen (som gjerne regnes som den mest vriene). Men den hjelper dem selvsagt ikke til å utvikle strategier for å finne svaret på  $3 \cdot 7$  når de ikke husker det – som å utnytte ferdigheter i andre gangetabeller:

$3 \cdot 7 = 3(5 + 2) = 3 \cdot 5 + 3 \cdot 2 = 15 + 6 = 21$  (to- og fem-gangen er noen av de letteste). Matematikk er en kombinasjon av ferdighet og forståelse og kan vanskelig sees isolert fra hverandre.

I neste eksempel jobber vi med gangetabeller på en mer fysisk måte. I tillegg til at *Telle-Pols* øver tallene fra 1 til 16, kan man samtidig klappe og trampe tabellene:

## Telle - Pols

1 og 2 og 3 og 4 og 5 og 6 og 7 og 8 og 9 og 10 og 11 -

1 og 2 og 3 og 4 og 5 og 6 og 7 og 8 og 9 og 10 og 11 -

12 og 13 - 14 - 15 - 16 - 12 og 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 - 19 - og 20 -

### Undervisningseksempel

#### Telle-Pols (etter John Vinge)

- 1) Syng sangen og tramp pols-takt (1 og 3)
- 2) Syng sangen og klapp på tallene i 3-gangen (3 - 6 - 9 - 12 - 15 - 18)
- 3) Syng sangen og tramp på tallene i 5-gangen (5 - 10 - 15 - 20)
- 4) Kombiner 2 og 3.
- 5) Komp med kvintbass (D + A) på piano, xylofoner med mer (på taktslag 1 og 3).

## Sanger der måleenheter inngår

*Det står en friar uti gar'e* (valuta: riksdaler) (Den store barnesangboka, s. 74)

*Kjerringa med staven* (gamle måleenheter som pottes og merker) (Den store barnesangboka, s. 180)

*Pepperkakebakesang* (T. Egner – måleenheter for vekt: kilo og teskje)

## Sanger knyttet til rekkefølge og plassering – trening på ord

*Først kom et lass med lisser* (Andre Bjerke/ ?)

*Ved veien lå et hus*

*Berget i skogen* (Den store barnesangboka s. 18)

*Ute på den grønne eng* (H. Rasmussen)

## Sanger, sangleker og danser knyttet til mønster, struktur og telling

Alle sangene over gir også generelle musikalske erfaringer knyttet til *puls, takt, rytme, melodi, perioder og form* (med mer). Vi skal i neste del se nærmere på hvordan musikkklære eller musikteori er knyttet til regning og matematikk både i teori og praksis. Men først noen eksempler på sanger som gir tydelige erfaringer med slike aspekter:



### Undervisningseksempler

*Grønnsakspisesang* (Den store barnesangboka, s. 108)

Denne sangen har en langsom del og en hurtig del, og gir dermed tydelige erfaringer med forskjellig *puls*.

*Høyt i et tre en kråke* (Den store barnesangboka, s. 123)

Denne sangen går i 5-takt, og gir en kjærkommen erfaring med musikalske uttrykk som går utover de mest vanlige taktartene (taktarter i 2, 3 og 4).

*Kråkevisa* (Den store barnesangboka, s. 188)

En tradisjonell norsk folkevis. Det er vanlig å danse *Færøysteg* til denne sangen. Da beveger vi oss i perioder på 6 slag, mens vi normalt oppfatter formen i sangen i perioder på 4 slag. Dermed får vi erfaring med å forholde oss til ulike perioder samtidig.

Og mannen han gjekk seg i vedaskog,	(4 slag)
hei fara, i veda skog.	(4 slag)
Då sat det ei kråke i lunden og gol,	(4 slag)
hei fara, faltu riltu raltura.	(8 slag (eller 6 hvis vi begynner på 2. vers umiddelbart))

### Danser og sangleker

Danser og sangleker gir nesten uten unntak erfaringer med perioder, form, mønster, struktur og repetisjon.

- *Per Sjuspring* (Den store barnesangboka, s. 264) er en enkel sanglek med en tydelig periodisk oppbygning: 8 + 4 + 4 + coda. I tillegg teller vi oppover fra 1 til 7.
- *Reinlender* kan også tjene som eksempel på tydelig formmessig oppbygning: 8 + 8 eller 4 + 4 + 8 (kjente sanger som *Å jeg vet en seter* og *Musevisa* er reinlendere).
- *Line dance* er et svært godt eksempel, der form, mønster og struktur er svært tydelig.
- *Salsa* og *swing* er begge danseformer som har et grunnrepertoar, men som i tillegg gir store rom for improvisasjon.

Andre eksempler med tydelig mønster og repetisjon:

*Gubben og gamla* (Den store barnesangboka, s. 107)

*En elefant kom marsjerende* (Den store barnesangboka, s. 80)

*Petter slår en hammer*

## Komposisjon og improvisasjon

I arbeid med komposisjon og improvisasjon kan vi også hensiktsmessig bevisstgjøre elementer som *puls*, *takt*, *rytme*, *melodi*, *perioder* og *form*.

### Undervisningseksempler for både små og store

#### Komposisjon og form

I arbeid med komposisjon kan det være fruktbart å ta utgangspunkt i *form*. Diskuter begrepet form (musikalsk og tverrfaglig) med elevene, og kom fram til mulige formstrukturer. Noen eksempler på mulige innfallsvinkler og oppgaver:

- Lag et stykke musikk som består av to ulike deler (AB-form)
- Kan A- og B-delen med hell repeteres? F.eks AAB, ABA, ABB, ABABA

- Dersom en del repeteres, skal den være helt lik første og andre gang, eller skal den forandres andre gang: ABA' (typisk form i mye klassisk musikk)
- Hvilken form har en typisk pop-låt (vers, (vers) refreng, vers, bro, refreng)
- Hva er forskjellen mellom et typisk vers og et typisk refreng
- I tillegg kan man komme inn på elementer som kontrast, høydepunkt, motiv, forgrunn/bakgrunn, dynamikk, og så videre, og så videre.

*Improvisasjon og form. Forslag til enkle oppgaver*

- Improviser to og to – improviser en samtale (spørsmål-svar)
- Improviser en krangel
- Improviser noen som hvisker
- Improviser noen som ikke forstår hverandre

*Andre innfallsvinkler til form og struktur*

- Blues og bluesskjema
- Vek-prinsippet i folkemusikk
- Form og struktur i Raga
- Standardlåter i jazz
- Arnold Schönbergs tolvtonestil
- Serialisme (f.eks Olivier Messiaen, Karlheinz Stockhausen)
- Aleatorikk (F.eks John Cage, Magne Hegdal)
- Riff i rock

## Refleksjonsoppgaver

- Reflekter over egen praksis og vurder hvordan din skoles musikk lærestoff kan bidra til å utvikle dine elevers regneforståelse.
- Har du eksempler på andre sanger, rim, regler, sangleker eller danser som på en eller annen måte er interessant i forhold til regning?
- Er innfallsvinklene som er presentert her på noen måte relevante for undervisning på ungdomstrinnet?

### 3. Musikkteori (i teori og praksis)

Musikkteori og notasjon gir oss mulighet til å forstå og representere musikkens elementer og oppbygning. Noen av de mest sentrale temaene er melodi, rytme, takt, form, tonearter, akkorder og intervaller. I grunnskolens musikkfag skal elevene få en grunnleggende forståelse for slike elementer. Etter 7. trinn finner vi for eksempel følgende kompetansemål:

*Oppfatte og anvende puls, rytme, form, melodi, klang, dynamikk, tempo og enkel harmonikk i lytting og musisering.*

Læreplanen legger opp til at arbeidsmåtene i stor grad er praktiske, det vil si at elevene lærer gjennom spill, sang, komponering og lytting. I dette arbeidet finnes det et stort potensiale for å bevisstgjøre musikkens teoriside – enten skriftlig eller muntlig; som del av det praktiske arbeidet eller som faglige presentasjoner.

I dette avsnittet ser vi nærmere på en del grunnleggende musikkteori. De fleste musikk lærere er kjent med dette stoffet, så vi vektlegger å vise interessante sammenhenger mellom musikkteori, regning og matematikk.

Forslag til mulig nettressurs for ungdomstrinnet:

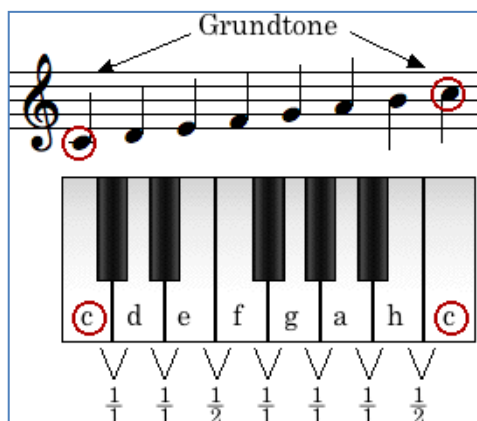
<http://www.lu.hio.no/ALU/musikk/Musikkteori/Musikkteori.htm>

#### ***Tonehøyde og skalaer***

##### **Dur og moll**

I begynneropplæring i musikk er skalaen et viktig element. I vår tid og vår kultur er dur- og mollskalaene de dominerende. Allerede her finner vi interessante sammenhenger mellom tall og musikk:

- En skala defineres ved en bestemt rekkefølge av *hele* og *halve* trinn (et helt trinn er en stor sekund, et halvt trinn er en liten sekund.) Figuren viser en durskala, som altså har følgende oppbygning av hele og halve trinn: 1, 1,  $\frac{1}{2}$ , 1, 1, 1,  $\frac{1}{2}$ .
- I vår kultur består en skala som regel av 7 toner (8 med oktaven)
- Vi bruker ofte tall for å benevne skalaens toner (trinntall). Grunntonen er trinn 1, så følger trinn 2, trinn 3, og så videre til 7.



Mollskalaens oppbygning er 1,  $\frac{1}{2}$ , 1, 1,  $\frac{1}{2}$ , 1, 1:



## Solfège-systemet

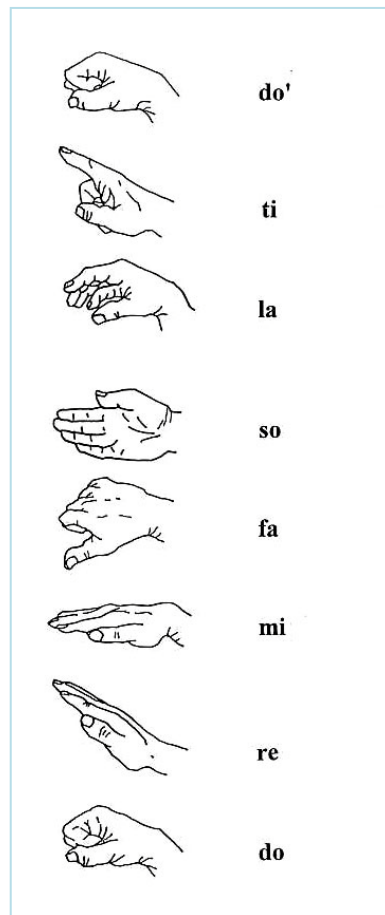
I mange europeiske land (for eksempel Frankrike, Spania, Italia, Ungarn) brukes andre tonenavn enn våre. De bygger på *sofège* eller *sofa-systemet*. I dette systemet har c-durskalaens 7 toner (eller 8 inkludert oktaven) følgende navn: do (1. trinn), re (2. trinn), mi (osv.), fa, so (eller sol), la, ti, do (oktaven) (se figur).

I *relativ solmisjon* (Ungarn) brukes disse navnene om en hver durskala, uavhengig av toneart. Mollskalaens trinn begynner på durskalaens 6. trinn, og en mollskala benevnes derfor: la, ti, do, re, mi, fa, so, la. Solfège-systemet har håndtegn som viser disse skalatrinnene, og barn kan dermed lære nye melodier ved å se på lærerens håndtegn. (Legg merke til at fa- og ti-tegnene tydeliggjøre halvtonetrinnene.)

*Eksempel: Gubben Noah*

do, do, do, mi  
re, re, re, fa  
mi, mi, re, re, do  
mi, mi, mi, mi, so, fa,  
re, re, re, re, fa, mi  
do, do, do, mi  
re, re, re, fa  
mi, mi, re, re, do.

Les mer: <http://en.wikipedia.org/wiki/Solfege>



## Pentaton skala

Det finnes mange andre skalaer enn dur og moll. I musikkundervisning er pentaton skala mye brukt. Det er en femtoneskala (av gresk *pente* = fem).



*C-dur pentaton skala*

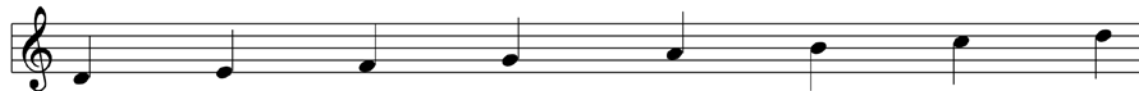


*a-moll pentaton skala*

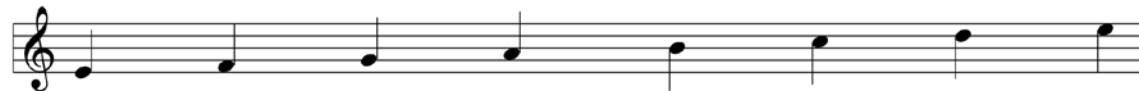
Pentaton skala brukes for eksempel i en del folkemusikk, og moll-pentaton skala er dessuten ikke langt fra bluesskalaen. Hvis man for eksempel spiller en blues i E, vil e-moll pentaton kunne brukes til melodisk improvisasjon (e, g, a, h, d).

## Modale skalaer

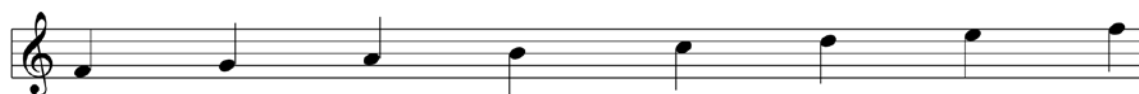
Fram til barokken var langt flere skalaer enn dur og moll i bruk. Disse kalles ofte *kirketonearter* eller *modale skalaer*. De er oppbygd på andre måter enn dur og moll. Her er et par eksempler:



Dorisk skala (oppbygning: 1, 1/2, 1, 1, 1, 1/2, 1). Eksemplet viser d-dorisk.



Frygisk skala (oppbygning: 1/2, 1, 1, 1, 1/2, 1, 1). Eksemplet viser e-frygisk.



Lydisk skala (oppbygning: 1, 1, 1, 1/2, 1, 1, 1/2). Eksemplet viser f-lydisk.

Lydisk er for eksempel en del brukt i norsk folkemusikk. Skalaen er nesten helt lik durskalaen, bortsett fra at 4. trinn er høyt.

I tillegg er de mest vanlige mixolydisk ("hvite tangenter" fra g til g), og lokrisk (hvite tangenter fra h til h)

### Undervisningstips for ungdomsskolen

I jazzen oppstod det en retning på 1950-tallet som kalles *modal jazz*. Miles Davis var den sentrale musikeren innen denne retningen. Her er de modale skalaene sentrale. Platen *Kind of Blue* (1959) av og med Miles Davis er en viktig utgivelse, og kan danne utgangspunkt for arbeid med jazz på ungdomstrinnet, både i lytting, musisering og komponering.

Se undervisningsopplegg av Guro Gravem Johansen i tidsskriftet Arabesk (2000, nr 4, s. 32–34).

I nesten all musikk før barokken er de modale skalaene i bruk. Lytt gjerne til musikk fra disse periodene og sammenlign med Miles Davis.

## Tritonus

Et interessant fenomen er intervallet *tritonus*, som man får når man deler en oktav i to. Intervallet kan også kalles forstørret kvart eller forminsknet kvint. Avstanden mellom tonene er tre hele trinn (1 + 1 + 1). For eksempel:

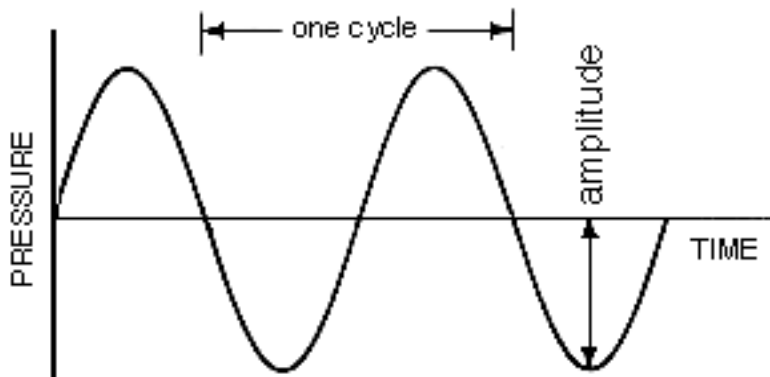


*Intervallet tritonus (i disse tilfellene fra c til f $\sharp$ s, og fra f til h)*

Dette intervallet var forbudt i middelalderen og store deler av renessansen. Intervallet ble kalt *diabolus in musica* – djevelen i musikken (Benestad 1985: 83).

## Frekvens og amplitude

Tonehøyde er et akustisk, fysisk fenomen – i tillegg til et musikalsk og et musikkteoretisk fenomen. I fysikken kalles tonehøyde *frekvens*, og uttrykkes i måleenheten *Hertz* (Hz). De lydene vi hører er egentlig lydbølger, som svinger i et visst antall svingninger per sekund (frekvens). Lydstyrken avgjøres av svingningenes utslag (*amplitude*) og angis i *decibel*.



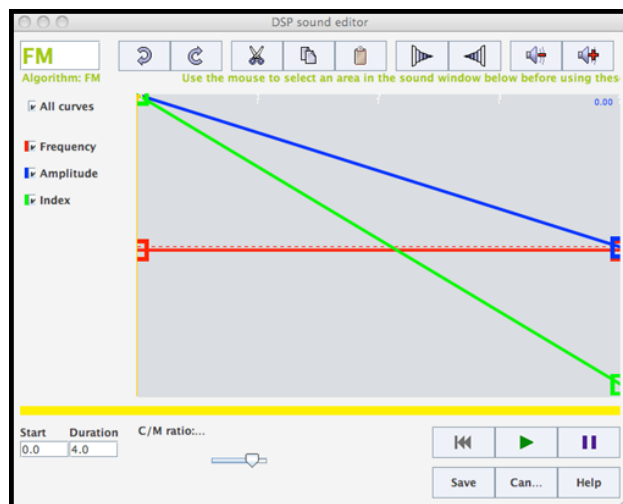
Les mer:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency>

*Undervisningstips for både små og store:*

På nettstedet <http://musikkverksted.no> (i menyen "Lag musikk") finner du dataprogrammene DSP og Hurtigmikseren. I DSP kan elevene lage sin egen elektroniske musikk, blant annet ved å manipulere frekvens, amplitude og andre parametre (se bilde). Se også siden "For lærere", der du finner en presentasjon og demonstrasjon av DSP. Gjennom slike prosesser har lærere og elever fine muligheter til å bevisstgjøre musikalske og akustiske begreper og fenomener.

Også ved hjelp av Hurtigmikseren kan elevene lage sin egen elektroniske musikk. På siden "Lag musikk" finner du informasjon, eksempler på oppgaver og dessuten en videodemonstrasjon av programmet.



*Flere tips*

I boka *Komponering i klasserommet – en praktisk metodikk* (Andersen et al. 1997) finner du en rekke oppgaver. Bakerst i boka er det også en hel del materiell tilknyttet ulike skalaer (dur, moll, pentaton, blues, modale skalaer, og så videre). Der er også materiell til opplegg innen blues, vamp og rap.

## Noteverdier, taktarter, rytmer – og brøk

I dette avsnittet ser vi nærmere på ett av de klareste sammenfallene mellom musikk og regning: noteverdier, taktarter, rytmer – og brøk.

### Noteverdier (notelengde)

Notelengde tar utgangspunkt i helnoten. En halvnote er halvparten så lang som en helnote. En firedelsnote er halvparten så lang som en halvnote, og en åttendedelsnote er halvparten så lang som en firedelsnote. Det samme gjelder for deres respektive pausetegn.

En helnote (1/1)

=

To halvnoter (2/2)

=

Fire firedelsnoter (4/4)

=

Åtte åttendedelsnoter (8/8)

=

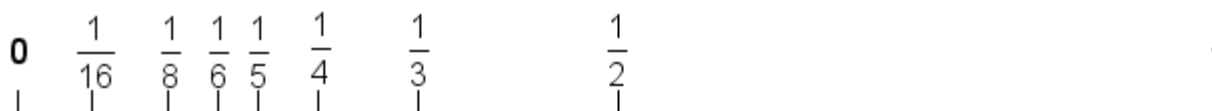
16 16-delsnoter (16/16)

Punkteringer forlenger notens lengde en halv gang. For eksempel

Punkttert åttendedel:

$\text{♩} \cdot = \text{♩} \times 1,5$  (som blir det samme som 3 sekstendedeler)

Stambrøkene (1 i teller) kan illustreres på en tallinje:



eller ved å brette et kvadrat firedobbelt:

Ved å fortsette å brette, kan vi lage flere stambrøker som alle her vil være i tallrekka 2,4,8,16 – altså potenser av 2:  $2^2, 2^3, 2^4, \dots$  Dette er altså helt tilsvarende noteverdiene helnote, halvnote, og så videre helt til 64 og endatil 128-delsnoter.





## Takt og taktarter

Vi bruker takter for å dele musikken inn i forståelige enheter, men også for å synliggjøre betoning. Takt uttrykkes som brøk, med teller øverst og nevner nederst:

$4/4$  = fire slag, hvert slag er firedeler

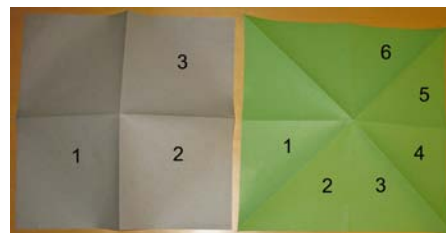
$3/4$  = tre slag, hvert slag er firedeler

$6/8$  = seks slag, hvert slag er åttendedeler

Én takt er ikke nødvendigvis 1, selv om den oppfattes som en helhetlig periode. For eksempel er en  $3/4$ -takt ikke 1, men tre firedeler av 1. 1 er i denne sammenheng alltid *helnoten*.

Telleren sier altså hvor mange slag det skal telles til i en takt, mens nevneren angir noteverdien til disse slagene. Hvor fort man skal telle kommer an på *tempoet*. Helheten (altså hvor lenge en helnote varer) er i musikk relativ. På samme måte er brøk i matematikken et relativt begrep: En halvpart av en helhet er jo sjelden lik en halvpart av en annen. Det kommer an på hvor stor den hele er. Arver du en tredjedel av Tante Augustas formue, blir du ikke nødvendigvis styrtrik – det kommer an på hvor mye penger tante Augusta etterlater seg.

I matematikk er  $\frac{3}{4} = \frac{6}{8}$ , se figur. I musikk er også  $\frac{3}{4} = \frac{6}{8}$ . I begge tilfeller er det plass til for eksempel 3 firedeler eller 6 åttendedeler. Likevel er det en forskjell i musikk. Forskjellen dreier seg om *betoning*:



Åttendedelene grupperes her i grupper på to, slik at vi teller tre slag i takten (firedelsslag). Hvis vi underdeler, teller vi **en-og to-og tre-og**.



I en  $6/8$ -dels takt grupperes åttendedelene i grupper på 3, slik at vi teller *to* slag i takten (hvert slag bestående av tre åttendedeler) *eller* til 6 med følgende betoning: **en to tre, fir fem seks**.

## Brøk og innholdet i en takt

Siden brøk både angir taktarten og de enkelte noteverdiene, kan brøk brukes til å regne ut om vi har riktig innhold i en takt:



I takten over har vi følgende noteverdier:

$$1/8 + 1/8 + 1/4 + 1/8 \text{ (pause)} + 1/16 + 1/16 + 3/16 + 1/16 = 4/4$$

Det mest hensiktsmessige for utøvelsen er å gruppere denne takten i firedeler:

$$(1/8 + 1/8) + 1/4 + (1/8 + 1/16 + 1/16) + (3/16 + 1/16) = 4/4$$

Dette oppfattes dermed slik:

$$1/4 + 1/4 + 1/4 + 1/4 = 4/4$$

Hver parentes blir 1/4. Innholdet i takter grupperes derfor som regel på denne måten ved hjelp av notebjelkene (for åttendeler eller mindre noteverdier), slik vi ser i begynnelsen og slutten av takten (slag 1 og 4).

### Undervisningstips

I arbeid med sang, spill og komponering får elever praktisk erfaring med takt, telling og periodefølelse. De vanligste taktartene (2/4, 3/4, 4/4) er rikelig representert i utallige sanger, sangleker, danser og musikkstykker. De er så vanlige at mange av oss nesten tar dem for gitt. Det kan derfor være en god idé å gi elevene erfaringer med forskjellige taktarter, både vanlige og uvanlige.

Noen eksempler på andre taktarter:

5/4    *Høyt i et tre en kråke* (se avnitt 2)  
      *Noen ganger er det ålreit* (Myhre og Børretzen)  
      *Take five* (Dave Brubeck) 3 + 2  
      *Seven days* (Sting) 3 + 2

7/4    *Money* (Pink Floyd)  
      *Love is stronger than justice* (Sting) 2 + 2 + 3

9/8    *Blue rondo alla turc* (Dave Brubeck) Hovedmotivet: (2 + 2 + 2 + 3) x 3 + (3 + 3 + 3)

Det finnes også en rocksjanger som kalles Math Rock, der et viktig stiltrekk nettopp er såkalte "skjeve" taktarter, for eksempel 7/8, 11/8, 13/8.

Les mer:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Math\\_rock](http://en.wikipedia.org/wiki/Math_rock)

### Andre ideer

Folkemusikk fra Balkan.

En stor, stor del av samtidsmusikken bruker en mengde ulike taktarter, gjerne i ett og samme stykke.

## Polyrytmikk

Polyrytmikk er to eller flere samtidige rytmiske strukturer som spilles samtidig, og som har ulike inndelingsprinsipper. For eksempel 2 mot 3, eller 3 mot 4. For å forstå dette, må vi underdele med minste felles rytmiske verdi (*minste felles multiplum*).

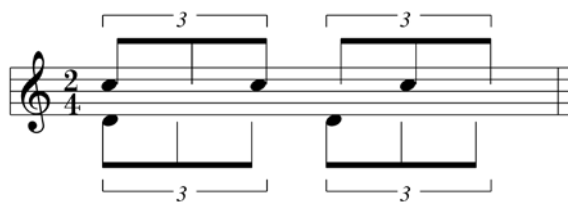
3 mot 2



Eksemplet viser en jevn rytme på 2 som spilles sammen med en jevn rytme på 3.

Minste felles rytmiske multiplum (eller *underdeling*, som er det vanlige begrepet i musikk) er 6.

Noteeksemplet nedenfor viser denne underdelingen, og hvordan de to rytmene plasseres i underdelingen.



3 mot 4



Her går en jevn rytme på 4 slag samtidig med en jevn rytme på 3 slag.  
Minste felles multiplum blir 12:



Nett-applikasjon som demonstrerer polyrytmikk!:

[http://www.robertinventor.com/software/Polyrhythm\\_Metronomes/bounce\\_metronome\\_polyrhythms.htm](http://www.robertinventor.com/software/Polyrhythm_Metronomes/bounce_metronome_polyrhythms.htm)

## Intervaller og akkorder

Innenfor feltene intervaller og akkorder er det et vell av interessante matematiske problemstillinger. Helt siden Pythagoras har både matematikere, musikere og akustikere interessert seg for slike temaer. Det meste av dette kan derimot ikke forventes å inngå i musikkundervisningen i grunnskolen eller 1 VGS. Vi vil likevel peke på noen få elementer, som kan gi inspirasjon for videre studier hos interesserte lærere og elever.

## Intervaller og forholdstall


Et intervall er avstanden mellom to toner (eller mer presist to tonehøyder), og benevnes som:

Prim	(ren, forstørret eller forminsket)
Sekund	(stor eller liten)
Ters	(stor eller liten)
Kvart	(ren, forstørret eller forminsket)
Kvint	(ren, forstørret eller forminsket)
Sekst	(stor eller liten)
Septim	(stor eller liten)
Oktav	(ren, forstørret eller forminsket)

ren    liten    stor    liten    stor    ren    forstørret    ren  
 prim    sekund    sekund    ters    ters    kvart    kvart    kvint

liten    stor    liten    stor    ren  
 sekst    sekst    septim    septim    oktav

Avstanden mellom disse tonehøydene kan beskrives i noteskrift eller som frekvens (Hz).

En enstrøken a skrives:  ...og svinger med 440 svingninger i sekundet (440 Hz). Oktaven under (lille a) er 220 Hz og oktaven over (tostrøken a) er 880 Hz. Dette forholdet skal etter sigende Pythagoras ha kommet på sporet av da han gikk forbi en smed og la merke til at to slegger med ulik masse ga forskjellige tonehøyder. Avstanden mellom to toner som danner en oktav (f.eks c-c, d-d, e-e, og så videre) står i et forhold 1 : 2.

Det kan vi se på en streng. Når vi deler en streng i to, lager vi strengens oktav:

100 cm (frekvens f.eks 440 Hz)   
 50 cm (frekvens 880 Hz) 

Frekvensen er det inverse av lengdeforholdet, altså:

Lengdeforhold:  $50/100 = 1/2$

Frekvensforhold:  $880/440 = 2/1$

På samme måte er forholdet i en kvint alltid  $2/3$ , og en kvart  $3/4$ . Pythagoras var spesielt begeistret for disse intervallene (oktav, kvint og kvart) siden deres forholdstall til sammen representeres av tallene 1, 2, 3 og 4. Disse intervallene danner også basisen i mye av den musikken vi er vant til.

Senere har akustikken gitt et interessant bidrag til dette.

En hver tone som klinger, består av flere overtoner.

Disse tonene kalles overtonerekken:

Den nederste tonen er den vi spiller eller synger. I tillegg klinger 11 andre toner med, men med mye lavere volum. Legg merke til at avstanden mellom de fire første tonene er henholdsvis en oktav, en kvint og en kvart. Med andre ord er naturen enig med Pythagoras i at disse intervallene er grunnleggende.

Hvis vi sier at den nederste tonen (grunntonen) har frekvensen  $f$  (la oss si 100 Hz), har de andre tonene følgende frekvenser:

$f$	= 100 Hz
$2f$	= 200 Hz
$3f$	= 300 Hz
$4f$	= 400 Hz
$5f$	= 500 Hz
...og så videre	

Disse overtonene er for eksempel de vi hører når en munnharpe spiller. Hvilke overtoner vi hører best, forandrer vi ved å forandre munnhulens form. Det samme er tilfellet når vi synger, selv om mange kanskje ikke er klare over det. (Prøv å syng en litt dyp "Å" og forandre formen på munnhulen og leppene.) Det er også disse tonene som gjør det mulig å spille melodier på naturhorn, bukkehorn, seljefløyter og så videre uten hull. Hvis vi borer ett eller flere hull får vi flere grunntoner, og dermed flere rekker av overtoner.

#### Undervisningstips

Kanskje det passer en gang å lage seljefløyter. Oppskriften finner du her:

<http://www.klikk.no/foreldre/smabarn/article453010.ece>

## Akkorder

Bruk og forståelse av akkorder er på samme måte nært knyttet til tall. Noen eksempler:

- Den grunnleggende akkorden er en treklang, med grunntone (1), ters (3) og kvint (5).
- Fargeleggingstoner benevnes også med tall: septim (7), none (9), 11 og 13.
- Ofte heves (+) eller senkes (–) tonene fra kvinten og oppover (5, 7, 9, 11, 13) med en halv tone.
- Hovedtreklangene ligger alltid på 1., 4. og 5. trinn i skalaen.
- Bi-treklangene ligger alltid på 2., 3., 6. og 7. trinn.
- Akkordprogresjoner følger ofte faste mønster (se nedenfor)

#### Undervisningseksempel – ungdomstrinn

##### Akkordprogresjoner

Mange ungdomsskoler gjennomfører gitarundervisning. Kanskje det kan passe med en innføring i akkordprogresjoner i løpet av en slik prosess. Denne kompetansen kan følges opp i annen musisering og i komponering og lytting.

- Hovedtreklangene (1. trinn, 4. trinn og 5. trinn i skalaen. I D-dur: D, G, A7)
- Progresjonen 2 – 5 – 1 (det vil f.eks i D-dur si *e-moll*, A7, D. Tallene henviser til trinnene i skalaen)
- Evt. lenger versjon av kvintsirkelen (f.eks i C-dur: am, dm, G7, C)

En lang rekke jazz-låter bruker akkordprogresjonene 2 – 5 – 1. Lytt til for eksempel *Autumn Leaves* (Kosma & Mercer) som består av en rekke 2 – 5 – 1 progresjoner. Eva Cassidy har for eksempel en nydelig versjon av denne standardlåten. Et annet eksempel er *All the things you are* (Kern og Hammerstein II).

Et enkelt og godt opplegg for *samspill*, som tydelig viser progresjonene 2 – 5 – 1 og 6 – 2 – 5 – 1 er *The Everywhere Calypso* (Sonny Rollins). Opplegget finner du i *Verden i Samspill* (Neby 2001).

Les mer om akkordprogresjoner:

<http://www.elgitar.com/akkorder/akkordprogresjon>

## Refleksjonsoppgaver

- Hvordan kan man mest hensiktsmessig undervise i musikkteori i musikkfaget, og samtidig vektlegge et praktisk utøvende og skapende fag?
- Hvor mye musikkteori bør man forvente at elever etter endt 7. trinn skal mestre?
- Hvor mye musikkteori bør man forvente at elevene mestrer etter ungdomstrinnet?

## 4. Musikk, sjangre og samfunn

### *Harmoniske mønstre*

I denne delen ser vi matematisk på hvordan harmonier har forandret seg gjennom 2500 år, opp til vår tid.

Hovedidé: I dag spiller noen musikere moderne musikk med uvanlige lydkombinasjoner som kan høres ganske rare ut. Alle musikkstiler høres rare ut når de oppstår, og en av grunnene er matematisk. Gjennom øvelse kan lyttere identifisere i hvilken musikalsk epoke ulike verk ble skrevet, ved å merke seg harmoniske mønstre.

Gjennom historien har komponister introdusert nye harmonier og mønstre for publikum. Noen ganger kan disse mønstrene virke veldig rare, helt til lytterne blir vant til de nye lydkombinasjonene

Matematikkperspektiv: finne, sammenligne, forenkle brøker og forhold mellom 2 og 3 størrelser. Øker forståelsen av de musikalske skalaenes struktur.

## Stemming og brøker

Tidlige skalaer brukte Pythagoreisk stemming, hvor alle tonene beskrives som heltallsforhold. C-dur skala er et godt eksempel å studere. Enstrøken C svinger med 256 svingninger per sekund (256 Hz).

### Undervisningside

Vis elevene listen over toner fra enstrøken C (256) til tostrøken C (512) og gi dem en av disse oppgavene: (a) gitt frekvensene, finn forholdstallene; (b) gitt forholdene, finn frekvensene; eller (c) gi oppgavene (a) og (b) til forskjellige elever og sammenlign framgangsmåtene.

Tone	Frekvens	Forhold mellom C : tone
C''	512	1 : 2
H	486	8 : 15
A	432	3 : 5
G	384	2 : 3
F	341.3	3 : 4
E	324	4 : 5
D	288	8 : 9
C'	256	1 : 1

## Harmonier

En sanger eller musiker med et blåseinstrument synger eller spiller bare en tone om gangen. Med andre instrument, eller med flere stemmer, spiller vi ofte mer enn en tone om gangen. Disse tonene frambringer harmonier.

I en del tidlig musikk ble kun oktavene (1 : 2 forhold) oppfattet som konsonerende – det vil si at tonene klinger godt sammen. Andre stiler tillot kvinten (2 : 3) også. Gregoriansk sang, for eksempel, bruker bare oktaver og kvinter.

### Undervisningsideer

Navn: oktav og kvint. Sammenheng med latinsk og gresk språk. Hva har tallet 8 å gjøre med en oktav? Tostrøken C er 8 stamtoner over enstrøken C. C og G danner en kvint. Hvorfor kalles dette intervallet en *kvint*? Gi et eksempel på en *kvart*. En *ters*?

Spill oktaver og kvinter på instrumenter, eller syng intervallene. Gjør oppmerksom på forholdstallene. Slik klinger brøker!

Lytt til Gregoriansk sang. Finn eksempler på oktaver og harmonier.

## Harmonier på 1600- og 1700-tallet

Å lytte til musikk med bare oktaver og kvinter kan fort bli kjedelig. Senere komponister bruker andre intervaller, med større tall i forholdsbrøkene, for å skape mer spenning i musikken.

På 1600- og 1700-tallet brukes i hovedsak akkorder bestående av oktaver, kvinter (2 : 3), kvarter (3 : 4) og terser (4 : 5), blant annet hos komponister som Johann Sebastian Bach og Georg Friedrich Händel. En akkord som bruker første, tredje og femte tone kalles en treklang, og danner basisen for en stor del av den vestlige musikken.



### Undervisningsideer

- Undersøk forholdene i en C-E-G akkord.  
Finn fellesnevneren for brøkene  $C = 1/1$ ,  $E = 4/5$ ,  $G = 2/3$ .  
Disse brøkene er altså  $15/15$ ,  $12/15$  og  $10/15$ , i et forhold  $15 : 12 : 10$ .  
Hvor nær er dette et  $5 : 4 : 3$  forhold?  
Sammenlign også forholdene mellom frekvensene  $256 : 324 : 384$ .
- Undersøk akkorder fra verker av Bach og Händel og finn eksempler på treklanger, kvinter, kvarter og terser.  
Gode eksempler er *Water Music* av Händel og *Brandenburg konsert nr 4* av J.S. Bach.
- Et annet eksempel er H, G og D (fra takt 12 i Brandenburg konsert), som er toner med forholdene  $486 : 384 : 288$  svingninger per sekund.  
Dette er veldig nær  $5 : 4 : 3$  og gir en mulighet for problemløsningsoppgaver:  
Hvor nær er dette et  $5 : 4 : 3$  forhold?  
Be elevene forandre forholdet for å sammenligne. ( $480 : 383 : 288$  er et  $5 : 4 : 3$  forhold.)  
Elevene kan også sammenligne forholdene  $D=8/9$ ,  $G=2/3$  og  $H=8/15$ .  
Ved å finne fellesnevner blir tonene  $40/45$ ,  $30/45$  og  $24/45$ ,  
og forholdet blir  $40 : 30 : 24 = 20 : 15 : 12$ .  
Legg merke til at  $5 : 4 : 3 = 20 : 16 : 12$  som er veldig nær forholdet.
- $3 : 4 : 5$  er også en rettvinklet trekant, som Pythagoreerne hadde et spesielt forhold til – en historisk sammenheng gjennom tidene!  
(Verifiser at  $480$ ,  $384$  og  $288$  også er sidelengdene i en rettvinklet trekant.)

Franz Joseph Haydn og Ludwig van Beethoven brøt også ny mark på 1700-tallet. Haydn introduserte harmonier som inkluderte intervallforhold som  $8 : 9$  og  $8 : 11$ .

Undervisningside: Lytt til verker av Haydn og Beethoven og finn uvanlige akkorder. Finn ut hvilke toner de består av og beregn forholdene.

## 1800- og 1900-tallet

Tchaikovsky brukte enda mer overraskende harmonier. I hans første Klaverkonsert, for eksempel, bruker han *ass*, *b* og *ess* sammen. Forholdet mellom frekvensene i *ass* og *b* er  $23/27$ .

I moderne tid bruker jazzmusikere ofte det som kalles "blåtoner". Eksemplet nedenfor viser en slik blånote, som er molltersen brukt sammen med en dur septim-akkord:



### Undervisningside

Hvilke forhold er involvert i dette eksemplet?  
Beregn frekvensene i den tostrøkne *ess*-en (614 Hz).



Mange stiler i dag bruker et langt større mangfold av harmonier. Etter som samfunnet og lytterne blir vant til disse nye klangene, blir de akseptert som en del av den musikalske kulturen.

Når vi slik ser utviklingen fra tidlige til moderne tider, blir frekvensforholdene mellom det vi oppfatter som harmonisk konsonerende utvidet fra små tallforhold til store tallforhold. På denne måten kan en trent lytter si fra hvilken periode en komposisjon stammer fra.

## Nettlenker

En fin interaktiv nettapplikasjon demonstrerer tonene i ulike intervaller og drøfter dessuten fenomenet *temperering*. Du finner den her:

<http://www.upscale.utoronto.ca/GeneralInterest/Harrison/Flash/Temperament/Temperament.html>

### Flere ideer

Tidligere i materialet diskuteres akkordprogresjoner, som er interessant når man skal sammenligne forskjellige musikalske sjangre og stiler. Her finner du mer om dette:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Chord\\_progression](http://en.wikipedia.org/wiki/Chord_progression)

### *Bartok og Fibonacci-rekken*

Les mer: <http://en.wikipedia.org/wiki/Bartok>

### *Rolf Wallin, mønstre og fraktaler*

I intervjuer med Jon Halvor Bjørnseth forteller Rolf Wallin om sin musikk (lydfiler helt nederst på siden). I lydfilen *Stonewave* snakker han om sin bruk av fraktaler:

<http://musikkverksted.no/inspirasjon/rolf-wallin---musikk-og-mystiske-monstre/>

## Musikk og samfunn

Musikk kan enkelt nytast, og være eit middel til avslapping, eller fungere som underhaldning når me gjere noko kjedeleg. Musikk har og ei større rolle i arbeid. Mange arbeidar med musikk til dagen, for eksempel med å halde konsertar. Her finst det både kjendisar som Madonna eller Åge Aleksandersen, men me har og folk som jobbar innanfor klassiske greiner, som i symfoniorkester. Mykje av denne musikken er for å underhalde oss. Men musikk kan være særst viktig i arbeid.

Musikk som trommer kan være med på å organisere arbeidet me gjere. Eksempel på dette er trommeslagaren som ofte er med på galeiane som Asterix og Obelix reiser med på sine eventyr. Det same er trommeslagaren som følgjer ein tropp med soldatar, trommeslagaren lagar ein takt som soldatane skal følgje, og verkar samlande for troppen, slik at dei har eit samlingspunkt. Desse formene for musikk har gjerne eit monotomt preg, og det kan være lett å sovne til dei, spesielt om dei nærmar seg hjartefrekvensen på ca 70 slag i minuttet.

### **Diskusjonsoppgåve – Utprøvingsoppgåve**

Elevane får høyre ulike former for musikk, både dei som har ein rask rytme og dei som har ein låg rytme, kva gjere dette med ein?

Undersøk kva for musikk som verkar avslappande, kva kjenneteiknar slik musikk? Denne diskusjonen bør dreie seg i retning av kva som kjenneteiknar takten og pulsen i musikken, og snakke om matematikken i denne.

Musikk treng ikkje stå åleine som verkemiddel til underholdning eller rekreasjon. Musikk er og eit viktig hjelpemiddel i dans. Musikk er og viktig når ein skal ut og gå i tog, kva hadde vel eit 17. mai tog vore utan korpsmusikk. (det same vil nok bergensaren seie om buekorps, der skarptromma er eit viktig hjelpemiddel). Mange har nok fulgt med på *Skal vi danse* eller liknande program på andre kanalar frå utlandet. Der har me sett at ulik musikk vil gje ulik dans. Det er ikkje tilfeldig kva for musikk som er til kvar type dans. Det som avgjere kva for dans (eller musikk) ein skal nytte, er takten til musikken. Eksempelvis kan ein danse vals til musikk som går i  $\frac{3}{4}$  del takt.

### Skal vi danse?

Finne ut av kva dansar som kjendisane har dansa i programmet: Skal vi danse, finne og ut kva for takt denne musikken går i. Du skal og finne ut kvifor denne musikken passar godt til denne dansen.

<http://no.wikipedia.org/wiki/Selskapsdans>

Finne og eksempel på andre dansar, folkedans, hip hop osv som har sin musikk. Finne ut kva for takt/taktar denne musikken går i, og kva som kjenneteiknar denne musikken og dansen.

Finne og ut kva for musikk som blir nytta i 17. mai tog, kva er takten, og kvifor passar denne godt til å nyttast i eit 17. mai tog.

### Starte band

Du og tre venner har starta eit band, de spelar i lag i garasjen til ein av dykk og startar å bli gode. De har og fått ei avtale med den lokale ungdomsklubben om å spele kvar fredagskveld. På dette tenar bandet 3000 kroner. I tillegg til dette får de småoppdrag der de tek 300 kroner pr time. Etter kvart vil de ha eit betre øvingslokale og finne eit øvingslokale til 1500 pr time. Kor mange timar i veka kan de leige dette øvingslokalet? Kor mange timar vil de faktisk øve? Set opp ei oversikt over inntekter og utgifter til bandet. Kor mange timar kan de øve i veka?

Etter kvart finne de ut at de vil investere i nye instrument. For å få fleire inntekter vil de gje ut ein CD med musikk som bandet har laga, for å skaffe fleire inntekter. På grunn av pris vil de gje ut ein enkel CD med trykk på, lagt inn i ein plastlomme. De har og skaffa ei svært god avtale der de får låne eit lydstudio til 10.000 kroner.

Kor mange CD'ar må de selje før de startar å tene pengar? Kor mange CD'ar må de selje for å ha nok pengar til nye instrument? De må finne ut av kva for instrument de treng og prisen på dei sjølve. Prisar på produksjon av CD'ar finne de under.

Opggåva skal resultere i ein presentasjon, der de har nytta rekneark.

Pakketilbud DVD inkludert brenning og trykk på platen pakket i gjennomiktig plastlomme:

100 stk DVD i plastlomme, fargetrykk, kr 1.400,- eks mva (1.750,00,- inkl mva)

200 stk DVD i plastlomme, fargetrykk, kr 2.600,- eks mva (3.250,00,- inkl mva)

300 stk DVD i plastlomme, fargetrykk kr 3.450,- eks mva (4.312,50,- inkl mva)

400 stk DVD i plastlomme, fargetrykk kr 4.600,- eks mva (5.750,00,- inkl mva)

500 stk DVD i plastlomme, fargetrykk kr 5.390,- eks mva (6.737,50,- inkl mva)

<http://www.centavo.no/>

## ***Coda – Multiple intelligenser***

De siste tiårene har flere vitenskapelige bidrag aktualisert bruken av ulike arbeidsmåter og tilnæringsmåter til læring. Det kan dukke opp sammenhenger i etterutdanningsvirksomheten der det passer å komme inn på slike temaer, og vi presenterer her noen aspekter fra Howard Gardners teori om multiple intelligenser:

Et viktig bidrag kommer fra Howard Gardner, som gjennom nevropsykologisk forskning (bl a av slagpasienter) fant grunn til å nyansere den vante forståelsen av hva intelligens er. Hans forskning viser at mennesker har flere ulike intelligenser og at disse er plassert i ulike deler av hjernen (1999). Separasjonen av disse intelligensene er basert på grundige, kriteriebaserte analyser innenfor biologisk nevropsykologi, evolusjonshistorie, logisk analyse, utviklingspsykologi og tradisjonell psykologisk forskning. Mennesker kan i følge Gardner altså være smarte på forskjellige måter. De opprinnelige 7 intelligensene var:

- Verbal-lingvistisk intelligens ("ord-smart")
- Logisk-matematisk intelligens ("tall-smart")
- Musikalsk-rytmisk intelligens ("musikk-smart")
- Kroppslig-kinestetisk intelligens ("kropp-smart")
- Visuell-spatial intelligens ("bilde-smart")
- Interpersonal intelligens ("menneskesmart")
- Intrapersonal intelligens ("selv-smart")

I boken *Intelligence Reframed* (i svensk oversettelse: *Intelligenserna i nya perspektiv* (1999)) diskuterer han to andre mulige intelligenser:

- Naturintelligens ("natur-smart")
- Moralsk intelligens

Gardners teori er i første rekke en psykologisk teori, og han stiller seg kritisk til en del av metodene som har sprunget ut av hans teori. En vanlig misforståelse, som er interessant for oss, er at en intelligens er det samme som et fagområde eller disiplin. Gardner presiserer (ibid, s. 79) at en intelligens er et begrep som støtter seg på biologiske og psykiske potensialer og evner. Det må ikke forveksles med domener eller disipliner, som er sosialt skapte menneskelige "strävanden". Dette betyr i vår sammenheng at det antagelig er en kompleks sammenheng mellom musikk, matematikk og intelligens, og at elever kan bruke sin musikalsk-rytmiske intelligens for å forstå matematiske fenomener, og at de kan bruke sin logisk-matematiske intelligens for å forstå musikalske fenomener. Gardner påpeker også samme sted at intelligens ikke er det samme som en læringsstil, en kognitiv stil eller arbeidsstil, og sier at det fortsatt er et uklart forhold mellom disse begrepene.

Det som er hensiktsmessig for oss å understreke, er at dersom Gardners teori er sann, kan elevene være smarte på ulike måter. Siden for eksempel brøk er både et matematisk fenomen og et musikalsk fenomen (noteverdier og takter) kan vi nærme oss læring om brøk både i musikk og matematikk. Noen elever vil i så fall ha lettere for å forstå brøk som et musikalsk fenomen enn som et matematisk fenomen, skal vi tro Gardner.

Les mer: [http://www.thomasarmstrong.com/multiple\\_intelligences.htm](http://www.thomasarmstrong.com/multiple_intelligences.htm)

## Referanser

- Andersen, Vidar; Magne Espeland, Brit Aa. Husebø, Per Kristian Husebø (1997)  
*Komponering i klasserommet – en praktisk metodikk*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Benestad, Finn (1985) *Musikklære: en grunnbok*. Oslo: Tano.
- Fauskanger, Janne; Reidar Mosvold & Elin Reikerås (red.) (2010) *Å regne i alle fag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Gardner, Howard (1999) *Intelligenserna i nya perspektiv*. Oversatt av Ingela Jansson. Jönköping: Brain Books.
- Garland, Trudi H. & Kahn, Charity V. (1995)  
*Math and Music – Harmonious Connections*. Dale Seymour Publications.
- Johansen, Guro G. (2000)  
*Flamenco Sketches*. Arabesk, Kunstpedagogisk tidsskrift for musikk og dans. 2000, nr. 4, s. 32–34.
- Kalsnes, Signe (2010) Musikkfaget og de grunnleggende ferdighetene. I: Sætre, Jon Helge & Geir Salvesen (red.)  
*Allmenn musikkundervisning: perspektiver på praksis*. Oslo: Gyldendal Akademisk Forlag.
- Neby, Thor Bjørn (2001)  
*Verden i samspill: Samspillsatser fra sangboka "Verden i sang"*. Oslo: Norsk Musikforlag A/S.
- Næss, Tom (1993) *Syng og lær: en tverrfaglig sang- og arbeidsbok*. Nesodden: Musikkpedagogisk Forlag.
- Sætre, Jon Helge & Geir Salvesen (red) (2010)  
*Allmenn musikkundervisning – perspektiver på praksis*. Utgis på Gyldendal Akademisk Forlag i 2010.