



# Musiikkiohjelmointi



- Vaihtoehto monialaiseen oppimiseen ohjelmoinnin parissa
- Yhdistää ohjelmointia musiikkiin ja myös matematiikkaan
  - Musiikista tutut murtoluvut käsitellään ohjelmallisesti desimaalilukuina, jolloin näiden välille syntyy luontevasti ymmärrettävä yhteys



LUMA-KESKUS SUOMI  
LUMA-CENTER FINLAND  
LUMA CENTRE FINLAND



# Musiikkiohjelmointi

## *Musiikki*

- Elävien soittimien lisäksi (tai tilalla) nykypäivän musiikki sisältää tyypillisesti paljon ohjelmoitua sisältöä: sampleja, ohjelmoituja raitoja sekä tuotanto- ja studiotekniikkaa

## *Ohjelmointi*

- Ohjelmointitaitoa tarvitaan hyvin monissa yhteyksissä, ja taustalla olevat ongelmanratkaisutaidot ja algoritmien ymmärtäminen ovat hyödyllisiä vielä laajemmin (vaikkeet itse edes ohjelmoisi)

# Sonic Pi

---

- Sonic Pi on ilmainen ohjelmisto, jolla voi koodata musiikkia
- ”Riittävän helppo oppitunneille, riittävän tehokas ammattimuusikoille”
- Ladattavissa täältä: <https://sonic-pi.net/> ja asennettavissa Windows tai macOS-tietokoneelle
  - Sivustolta löytyy myös ohjeita, kuten erinomainen tutoriaali (englanniksi)
- Mehackit-sivustolta löytyy mainio ohjemateriaali myös suomeksi: [https://sonic-pi.mehackit.org/index\\_fi.html](https://sonic-pi.mehackit.org/index_fi.html)

# Ohjelmoi ja soita nuotteja

#-merkillä alkavat rivit ovat kommentteja (ei varsinaista koodia)

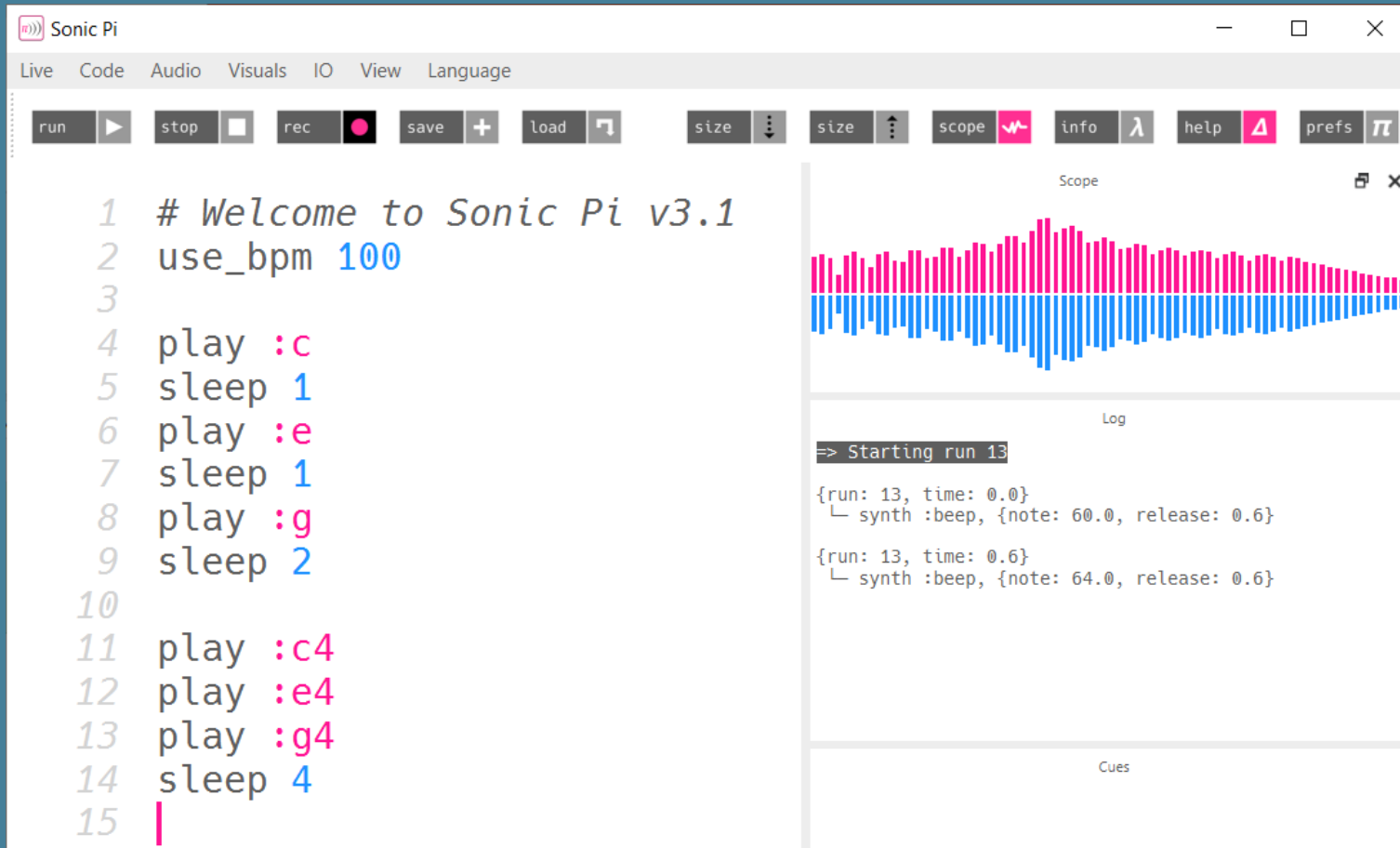
use\_bpm määrittelee tahdin (beats per minute)

play soittaa annetun nuotin. Nuotin kesto määritellään sleep-komennolla heti perään (pelkillä play-komennoilla nuotit soivat yhtä aikaa)

Soita ohjelmoitu musiikki painamalla run-nappulaa

Äänen taajuus näkyy Scope-ikkunassa ja suoritettut käskyt Log-ikkunassa. Huomaa, että nuotit ovat numeroita!

Kuvakaappauksessa juuri soitettu ekat C ja E nuotit



The screenshot shows the Sonic Pi application window. The code editor contains the following code:

```
1 # Welcome to Sonic Pi v3.1
2 use_bpm 100
3
4 play :c
5 sleep 1
6 play :e
7 sleep 1
8 play :g
9 sleep 2
10
11 play :c4
12 play :e4
13 play :g4
14 sleep 4
15 |
```

The Scope window displays a waveform with red and blue bars, representing the audio output. The Log window shows the following output:

```
=> Starting run 13
{run: 13, time: 0.0}
└─ synth :beep, {note: 60.0, release: 0.6}
{run: 13, time: 0.6}
└─ synth :beep, {note: 64.0, release: 0.6}
```

# Sävelet ja nuotit

---

- Voit käyttää nuottien MIDI-numeroita (esim. 60) tai tutumpia nimityksiä Sonic Pi:n ymmärtämässä muodossa (esim. :C)
- Oktaavi tarkennetaan numerolla ja pelkkä :C vastaa nuottia :C4 (keski-C)

Oktaavin numero	Sävelten numerot											
	C	Db	D	Eb	E	F	Gb	G	Ab	A	Bb	B
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
6	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
7	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
8	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
9	120	121	122	123	124	125	126	127				

# Vaihtoehto: ohjelmoi ja soita nuotteja numeroilla

```
1 # Welcome to Sonic Pi v3.1
2 use_bpm 100
3
4 play 60
5 sleep 1
6 play 64
7 sleep 1
8 play 67
9 sleep 2
10
11 play 60
12 play 64
13 play 67
14 sleep 4
15
```

Line: 13, Position: 8

|0| |1| |2| |3| |4| |5| |6| |7| |8| |9|

- Samat nuotit uudelleen, nyt **midi-numeroilla**
- Numeroiden ja **muuttujien** käyttö mahdollistaa koodin helpon muokkauksen
- Oikealla edelleen sama perussävelkuvio, mutta se muuntuu ketterästi eri sävellajiin antamalla muuttujalle **n** uusi arvo

- $n = 60 \rightarrow$  C-duuri
- $n = 62 \rightarrow$  D-duuri ...

- Huomaa koodi-ikkunan välilehdet mihin voit kokeilla eri koodipätkiä!

```
1 # Welcome to Sonic Pi v3.1
2 use_bpm 100
3
4 n = 60
5
6 play n
7 sleep 1
8 play n+4
9 sleep 1
10 play n+7
11 sleep 2
12
13 play n
14 play n+4
15 play n+7
16 sleep 4
```

Line: 16, Position: 8

|0| |1| |2| |3| |4| |5| |6| |7|

# Nuotit muuttujina silmukoissa

- Ohessa skaala C-duurissa, mutta n:n alkuarvoa muuttamalla saadaan mikä tahansa duuriskaala
- Skaalasilmutta toteutettu kahdessa osassa (C,D,E ja F,G,A,H ja vielä C)
- Pääosin silmukassa edetään kokosävelaskel (2 pykälää) kerrallaan
- Riveillä 10 ja 16 ”korjausliike” eli paluu puoli sävelaskelta takaisinpäin (C-duurissa siirtymä nuotista E nuottiin F ja nuotista H nuottiin C menisi muuten ”yli” fis- ja cis-nuottiin)
- Oikeanpuoleisessa esimerkissä kaksi oktaavia skaalaa (vastaava silmukatoteutus toimisi kahteen säkeistöön)

```
1 # Welcome to Sonic Pi
2 use_bpm 100
3
4 n = 60
5 3. times do
6   play n
7   sleep 1
8   n = n+2
9 end
10 n = n-1
11 4. times do
12   play n
13   sleep 1
14   n = n+2
15 end
16 n = n-1
17 play n
18 sleep 1
```

```
4 n = 60
5 2. times do
6   3. times do
7     play n
8     sleep 1
9     n = n+2
10  end
11 n = n-1
12 4. times do
13   play n
14   sleep 1
15   n = n+2
16 end
17 n = n-1
18 end
19 play n
20 sleep 1
```

# Nuottien ajoitukset

---

- Rytmit ja tahdit ovat murtolukumatematiikkaa desimaaliluvuilla toteutettuna
- Esim. 4/4 tahdin kappaleeseen osutettava 4 yksikön eli "biitin" edestä sleep-komentoja
  - "sleep 4" – kokonuotti
  - "sleep 2" – puolinuotti
  - "sleep 1" – neljäsosanuotti
  - "sleep 0.5" – kahdeksasosanuotti
  - Jne
- Tauot vastaavasti (pelkkä sleep ilman edeltävää play-käskyä)
- Valssin  $\frac{3}{4}$  tahtiin koodataan 3 yksikön edestä sleep-komentoja per tahti
- Tempo määritellään use\_bpm –komennolla, esim. use\_bpm 100
  - "Tyypillinen pop-kappale 100-130 bpm, R&B 60-80 bpm"

# Komppi

- Nuottimelodioiden, tai oman laulun tai soiton taustalle, voi luoda kompin hyödyntäen Sonic Pi:n loop- ja live\_loop -komentoja
  - Esim. rummut + bassoraita + sointukierto looppiin (eli silmukkaan) ja oma laulu tai muu melodia päälle
- Esimerkkinä erittäin yksinkertainen kahden biitin rumpukomppi (voi soida koko 4/4-tahtisen kappaleen ajan)
  - :drums on tässä loopin nimi (keksi itse)

```
1 # Welcome to Sonic Pi v3.1
2
3 use_bpm 100
4
5 live_loop :drums do
6   sample :drum_heavy_kick
7   sleep 1
8   sample :drum_snare_hard
9   sleep 1
10 end
```

- Huomaa, että kun alat kirjoittaa koodiriviä, Sonic Pi tarjoaa ehdotuksia, esim. sample-komennon perään hakuikkunan täynnä erilaisia äänivaihtoehtoja

# Kompin koodaus vaiheittain

---

- Kun yksi `live_loop` käynnistynyt, se soi toistolla kunnes se pysäytetään
- Toisen loopin voi käynnistää sopivan tauon (`sleep`-komennon) jälkeen, eli esim. intron perään
- Ohessa pelkkä rumpukomppi soi 2 tahtia (8 iskua), sitten lisätään symbaali ja seuraavan 2 tahdin jälkeen toistuva melodiapätkä
  - Yksittäisten looppien ei tarvitse olla samanmittaisia, kunhan rytmi säilyy. Melodia-looppin voi olla vaikka koko säkeistön mittainen! Kokeile jatkaa tuttua melodiaa!
- Vertaa tätä muusikoiden käyttämiin ”looppereihin”, millä rakentavat vaikkapa kitarakompin pala palalta
  - Maailmalla tunnetuin loopperin käyttäjä lienee Ed Sheeran. Suomessa loopperi-”taikoja” voi kokea esim. Vilma Alinan tai Ilpo Kaikkosen keikoilla

```
5 live_loop :drums do
6   sample :drum_heavy_kick
7   sleep 1
8   sample :drum_snare_hard
9   sleep 1
10 end
11
12 sleep 8
13
14 live_loop :hihats do
15   sleep 3.5
16   sample :drum_cymbal_closed
17   sleep 0.5
18 end
19
20 sleep 8
21
22 live_loop :melodia do
23   3. times do
24     play :c
25     sleep 1
26   end
27   play :e
28   sleep 1
29 end
30
```

# Jatka musiikin koodausta

---

- Tutustu materiaalin alussa annettuihin linkkeihin ja tutoriaaleihin ja/tai kokeile ihan itse
  - Sonic Pi neuvo koodaajaa (esim. tarjoaa komento- ja sample-vaihtoehtoja)
- Opettele tulkitsemaan logi-tietoja, erityisesti virhetilanteissa
  - Virheilmoituksia ei yleisestikään, missään ohjelmoinnissa, kannata pelätä vaan opetella lukemaan. Yleensä ne kertovat ainakin missä virhe on, jos ei suoraan mikä
- Yhdistä vahvemmin matematiikkaan, eli pyörittele murto- ja desimaalilukuja
  - Vinkki opettajalle: luo melodiaesimerkkejä ja pyydä oppilaita ensin arvioimaan itse ja sitten kokeilemaan pysyykö melodia esim. 4/4 rytmissä (taustakomppi auttaa tässä)



LUMA-KESKUS SUOMI  
LUMA-CENTER FINLAND  
LUMA CENTRE FINLAND



Ota yhteyttä [info@lumatikka.luma.fi](mailto:info@lumatikka.luma.fi)!

Yhteistyössä / I samarbete med

