



Algoritmiavusteinen suunnittelu apuna suurten kappaleiden 3D- tulostuksessa

Severi Salmirinne - Asiantuntija 3D-tulostus / CNC-koneistus

3D-tulostus Oulu

25.3.2025



**Euroopan unionin
osarahoittama**

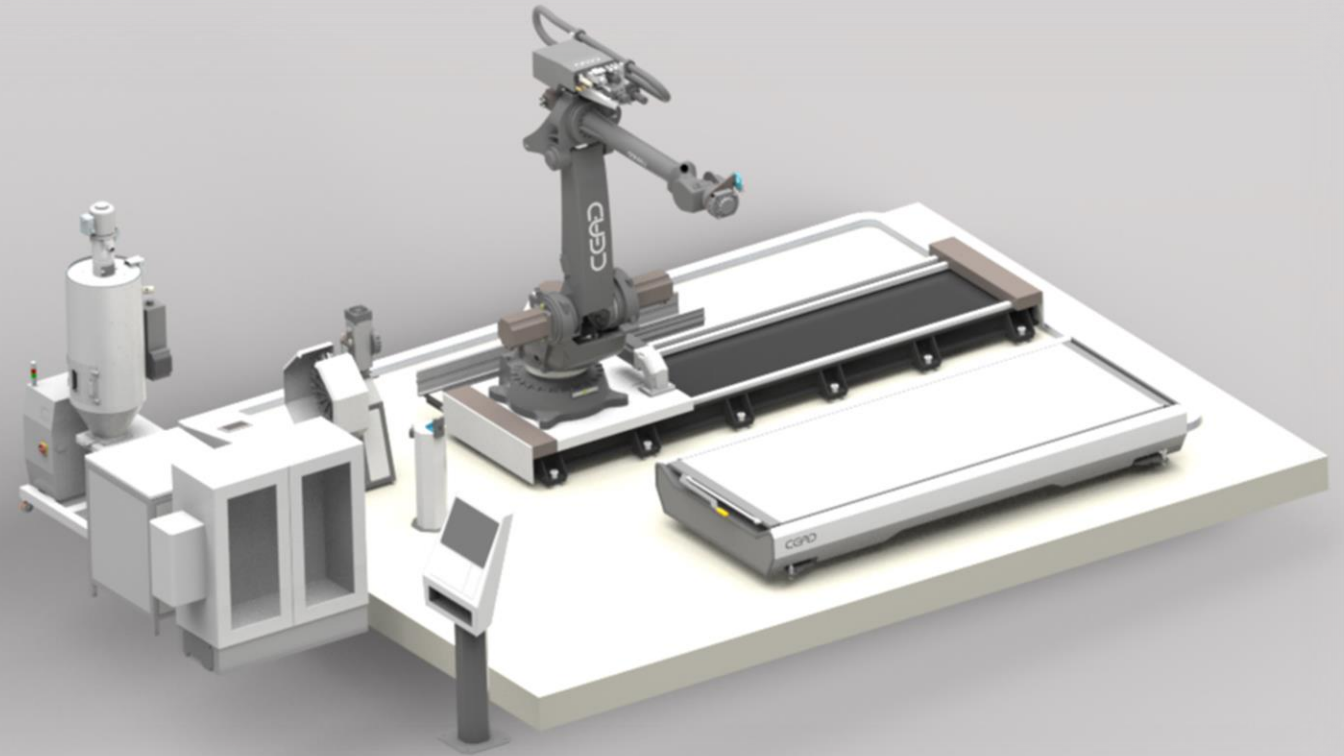


CEAD AM-Flexbot Robottisolu

- COMAU NJ-165 3.0 Robotti
- CEAD E25 tulostuspää
- HITECO 9.5kW jyrsinpää
- VANSICHEN 2.5m kisko
- Lämmitettävä tulostuspeti 3 x 1.2m
- Siemens Sinumerik 840D ohjausjärjestelmä

Ohjelmistot

- Siemens NX
- Rhino & Grasshopper



Käännekohta – Case alipainemuotti

- Haastava geometria johon Siemens NX ei tarjonnut sopivaa tulostusstrategiaa
- Adaxis testissä – haasteita

Idea toteutuksesta mutta ei sopivaa ohjelmistoa

- Mahdollisuutena Grasshopper ja räätälöidyt tulostusstrategiat?



Mitä on algoritmiavusteinen suunnittelu?

Suunnitteluprosessi ohjataan sääntöjen ja algoritmien ketjulla, joka mahdollistaa parametrisesti muokattavien monimutkaisten mallien luomisen tehokkaasti

Säännöt voivat olla esimerkiksi

- Matemaattisia
- Valmistusmenetelmän rajoitteita
- Luonnon inspiroimia (biomimetiikka)
- Rakenteellisia (paino, materiaalin minimointi ym.)
- Fysiikkaan perustuvia

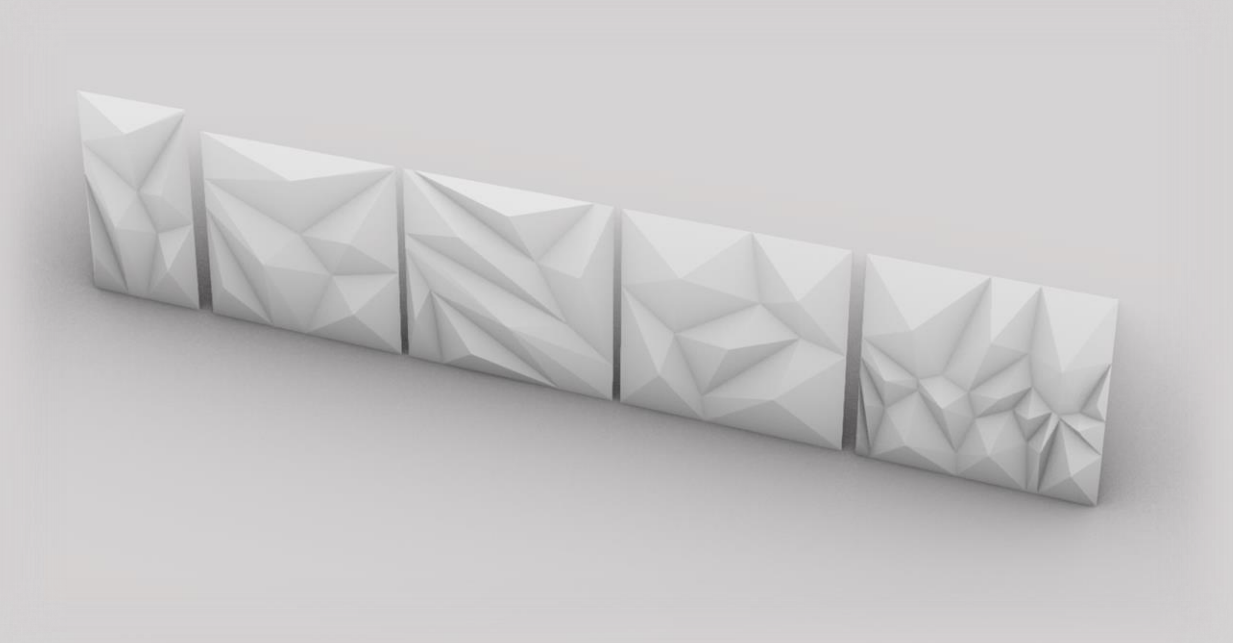
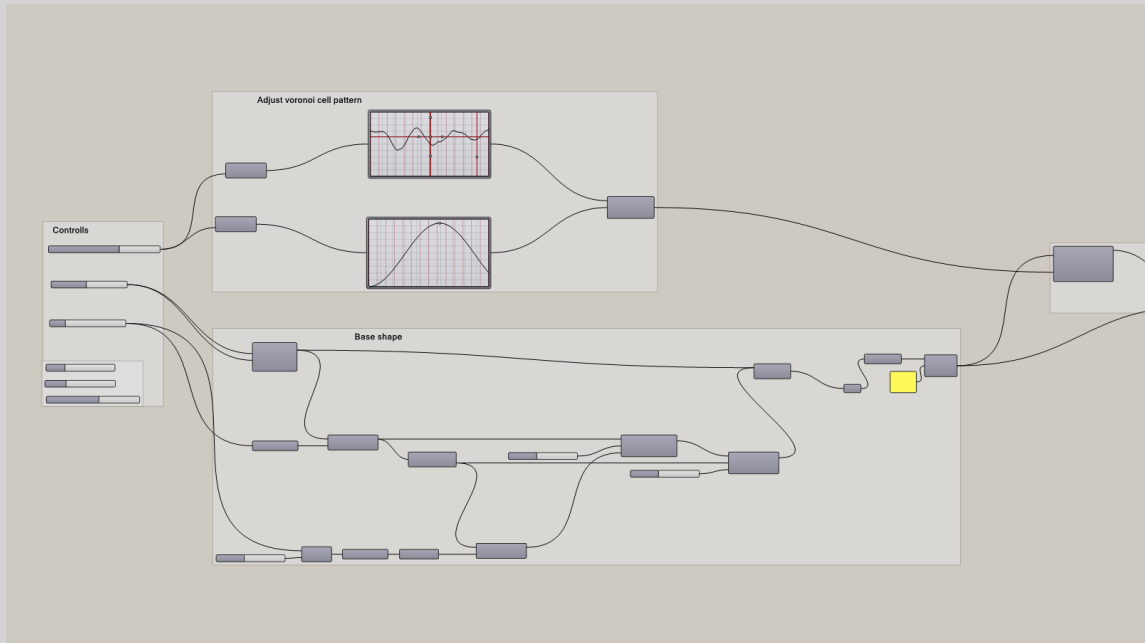


Aectual.com

Räätälöidyt parametriset työkalut

- Toisteisten manuaalisten toimintojen automatisointi
- Useiden eri mahdollisuuksien nopea iterointi ja visualisointi
- Algoritmien uudelleen käyttö samankaltaisiin sovelluksiin
- Voi pienentää virheiden mahdollisuutta
- Ulkoisen datan ja tekoälyn hyödyntäminen

- Ohjelmointi voi olla hidasta
- Mallin tarkka kontrollointi haastavampaa
- Vaatii harjoittelua ja perehtymistä

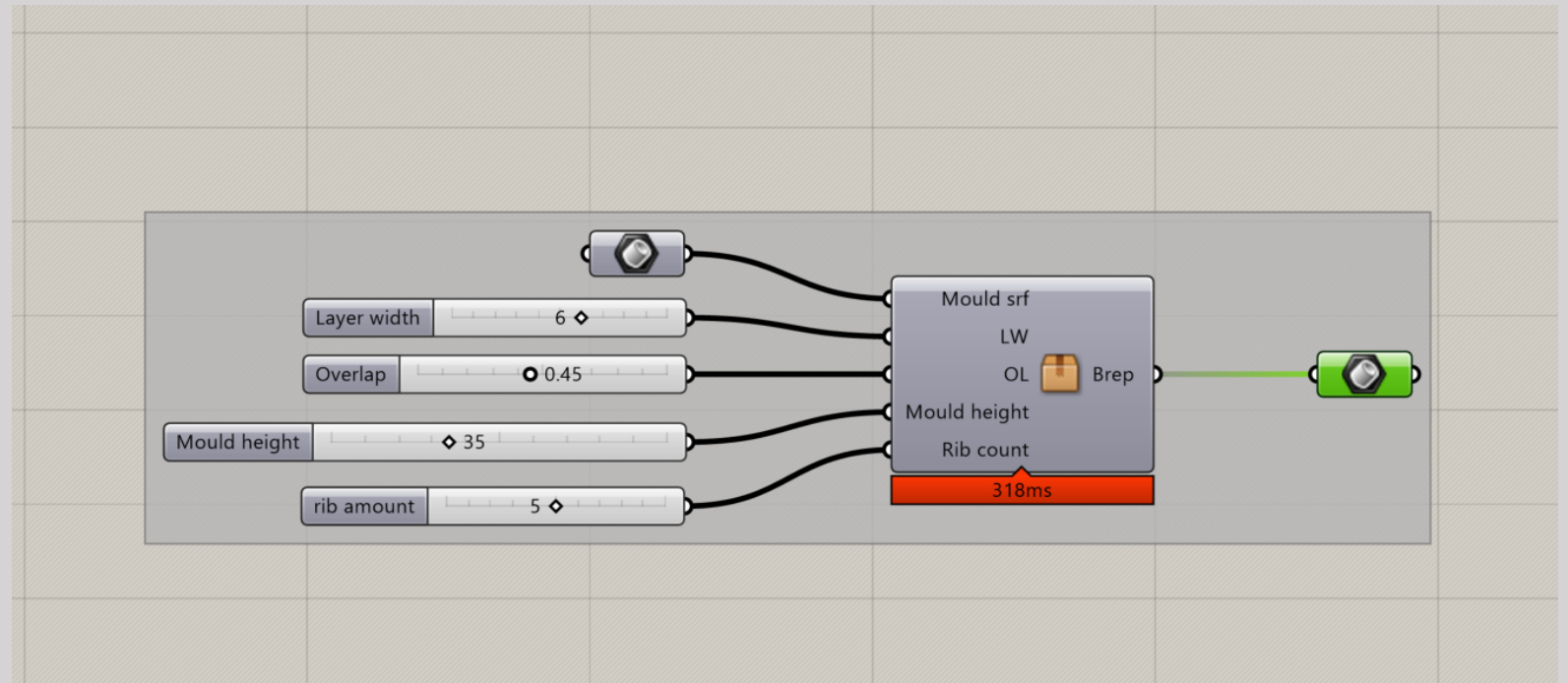


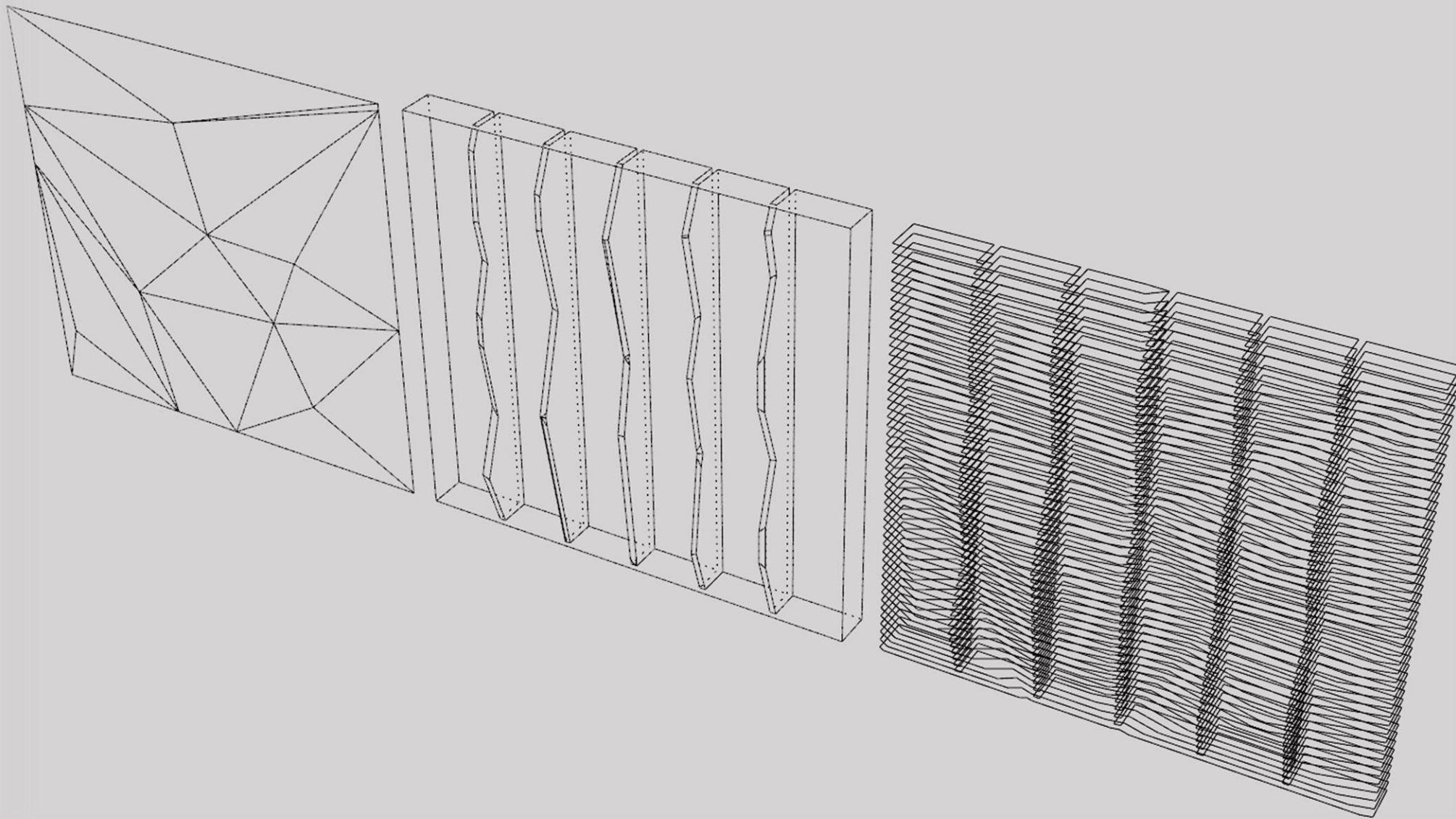
Muotin tukirakenteiden automatisointi FGF-tulostukselle

- FGF-tulostuksessa automaattiset sisärakenteet eivät toimi
- Tukirakenteet täytyy mallintaa itse jatkuvana tulostusratana
- Käsintehtynä aikaa ja tarkkuutta vaativa prosessi
- Kun tulostusparametrit muuttuvat täytyy myös mallia muuttaa

Muuttujat

- Kerroksen leveys
- Limitys
- Muotin korkeus
- Tukirankojen määrä

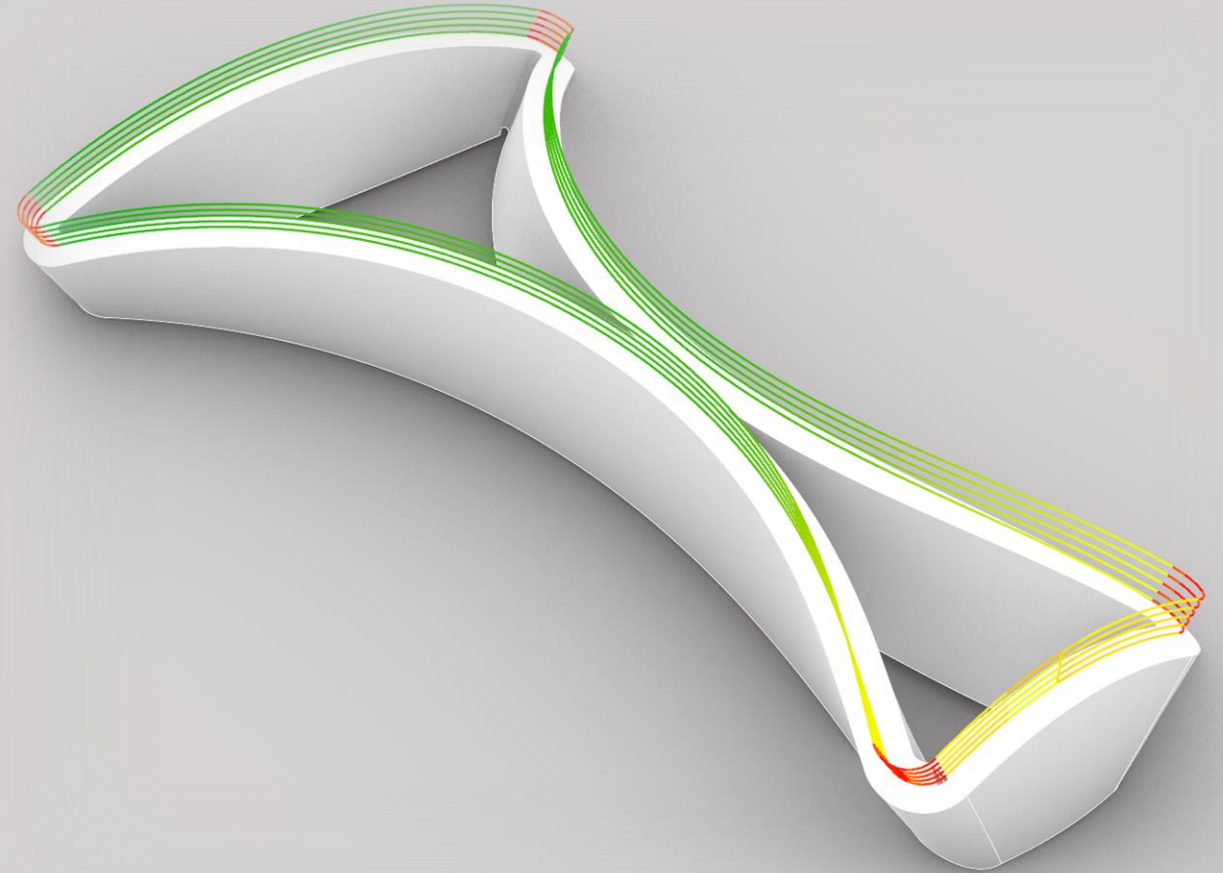




Siivutusohjelma ja ratkaistut haasteet

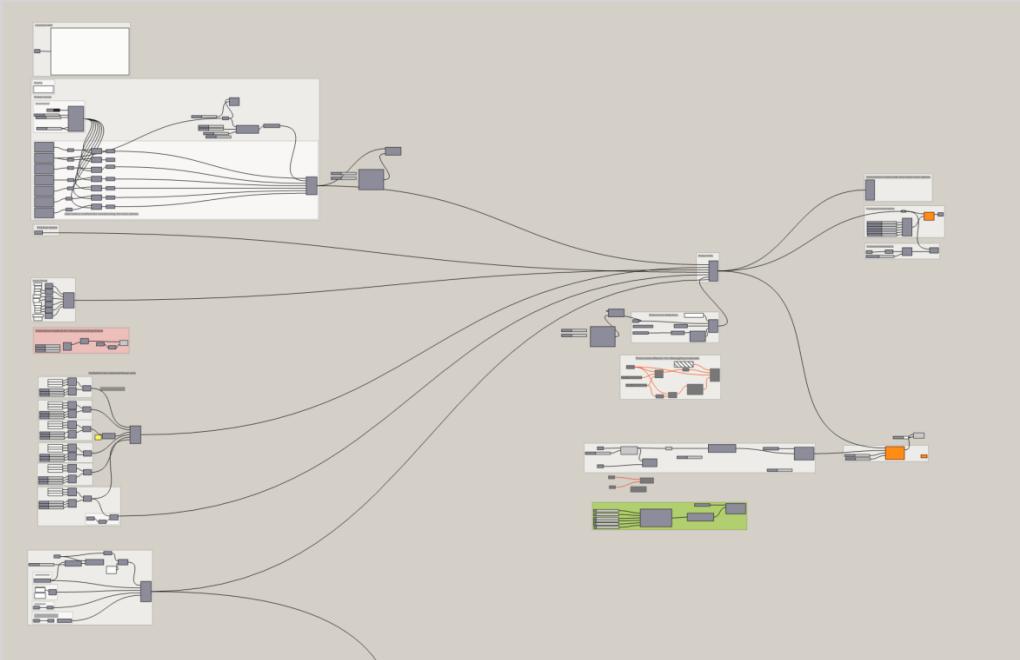
Mahdollisuus luoda omia työkaluja siivutukseen ja kontrolloida prosessin jokaista eri vaihetta sekä kokeilla uusia ratkaisuja

- Planaarinen
- 45 -asteinen tulostus
- Apupintojen avulla ei -tasomaiset tulosteet
- Multiplanaarinen
- Valmiin pinnan päälle tulostaminen
- Pursotusarvojen säätely paikallisen kerroskorkeuden mukaan
- Tulostusnopeuden muuttaminen radan kaarevuuden mukaan
- Tulostuspään kääntö ja sen kontrolloiminen



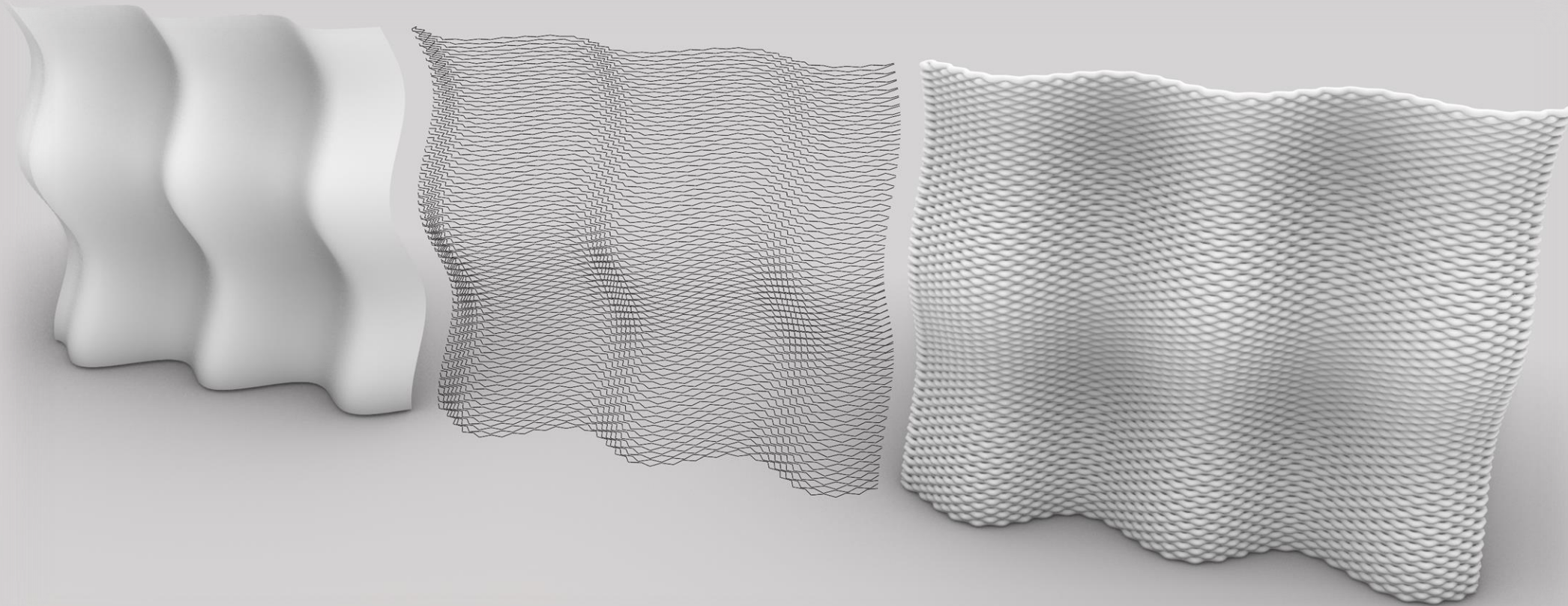
Robotin ohjelmointi Grasshopperilla

- Mahdollisuus mallintaa ja simuloida oma robottisolu
- ABB, KUKA ja yleisimmät valmistajat tuettu lisäosilla (KUKA PRC, Robots, Robot components)
- Kustannustehokas ratkaisu



Pintakuvioita tulostusrataa muokkaamalla

- Laakeat tasaiset pinnat arkoja virheille
- Pintamallinnuksen sijasta muokataan tulostusrataa
- Siirretään tulostusradan pisteitä pinnan normaalien avulla halutulla kuviolla
- Tekstuureita joita muuten mahdoton toteuttaa



ChatGPT ja Grasshopper

ChatGPT

Voitko luoda minulle python tiedoston jonka voin liittää grasshopperin python komponenttiin. Haluaisin parametrisesti ohjattavan kukka vaasin jonka voi 3D-tulostaa pelletti tulostimella

Muisti päivitetty

Tässä on Python-koodi, joka luo parametrisesti ohjattavan kukkavaasin Grasshopperissa. Se hyödyntää Rhino.Geometry-kirjastoa ja generoi vaasin parametrien perusteella.

Parametric Vase

Tämä koodi generoi parametrisesti ohjattavan vaasin Grasshopperissa. Voit säätää korkeutta, ylä- ja alaosan sädettä, aaltojen määrää ja amplitudia. Liitä tämä koodi Grasshopperin Python-komponenttiin ja anna parametrit liukusäätimillä! Haluatko lisätä esimerkiksi seinämän paksuuden metriksi?

Kysy mitä tahansa

ChatGPT voi tehdä virheitä. Suosittelemme tarkastamaan tärkeät tiedot

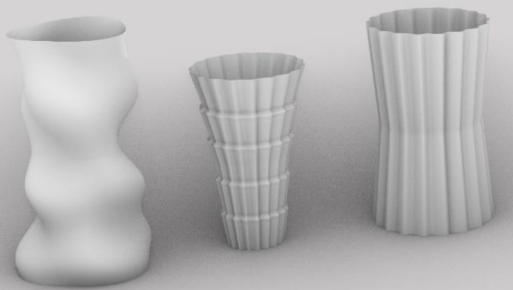
```
1 import Rhino.Geometry as rg
2 import math
3
4 # Parametrit (liitetään Grasshopperin liukusäätimiin)
5 height = H # Vaasin korkeus
6 radius_bottom = Rb # Alaosan säde
7 radius_mid = Rm # Keskikohdan säde
8 radius_top = Rt # Yläosan säde
9 waves = W # Aaltojen määrä
10 amplitude = A # Aaltojen korkeus
11 texture_intensity = T # Tekstuurin voimakkuus
12 resolution = 60 # Profiilien määrä
13 sections = []
14
15 # Luo profiilikäyrät vaasia varten ilman siniä ja kosinia
16 for i in range(resolution + 1):
17     t = i / float(resolution)
18     z = t * height
19
20     # Kolmivaiheinen interpolointi säteelle
21     if t < 0.5:
22         smooth_t = t * 2
23         r = (1 - smooth_t) * radius_bottom + smooth_t * radius_mid
24     else:
25         smooth_t = (t - 0.5) * 2
26         r = (1 - smooth_t) * radius_mid + smooth_t * radius_top
27
28 # Aaltojen hienosäätö ilman trigonometriaa
29 wave_factor = 1 + amplitude * (t % 0.2) # Pieni jaksollinen häiriö
30 r *= wave_factor
31
32 curve_points = []
33 for j in range(0, 360, 5): # Tiheämpi jakoväli
34     angle = math.radians(j)
35     texture = texture_intensity * ((j % 20) / 20.0) # Lineaarinen muutos tekstuuriin
36     x = (r + texture) * math.cos(angle)
37     y = (r + texture) * math.sin(angle)
38     curve_points.append(rg.Point3d(x, y, z))
39     curve_points.append(curve_points[0]) # Sulje käyrä
40     sections.append(rg.NurbsCurve.Create(True, 3, curve_points))
41
42 # Luo vaasi loftilla
43 loft = rg.Brep.CreateFromLoft(sections, rg.Point3d.Unset, rg.Point3d.Unset, rg.LoftType
```

Grasshopper - unnamed

Script Editor

```
1 import Rhino.Geometry as rg
2 import math
3
4 # Parametrit (liitetään Grasshopperin liukusäätimiin)
5 height = H # Vaasin korkeus
6 radius_bottom = Rb # Alaosan säde
7 radius_mid = Rm # Keskikohdan säde
8 radius_top = Rt # Yläosan säde
9 waves = W # Aaltojen määrä
10 amplitude = A # Aaltojen korkeus
11 texture_intensity = T # Tekstuurin voimakkuus
12 resolution = 60 # Profiilien määrä
13 sections = []
14
15 # Luo profiilikäyrät vaasia varten parannetulla muotoilulla
16 for i in range(resolution + 1):
17     t = i / float(resolution)
18     z = t * height
19
20     # Kolmivaiheinen interpolointi säteelle
21     if t < 0.5:
22         smooth_t = t * 2
```

Terminal Problems Breakpoints Python 3.9.10



Number Slider 399

Number Slider 100

Number Slider 90

Number Slider 73

Number Slider 9

Number Slider 3

Number Slider 0.1

out

35ms



Kiitos!

Severi Salmirinne

severi.salmirinne@redu.fi

www.redu.fi/3dty



Euroopan unionin
osarahoittama

