



BVKB 2026.06.18
LBPA

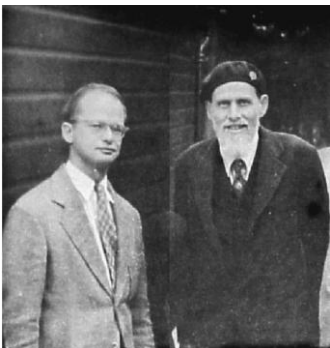
Mākslīgie neironu tīkli (ANN, LLM, ML) un būvkonstrukciju projektēšana

Personīga pieredze AI rīku izmantošanā

Nauris · K FORM A SIA

Sākums

Pirmais etaps: no matemātiskā neirona līdz pirmajam strupceļam



1943 — McCulloch & Pitts

Pirmais matemātiskais neirona modelis. Loģikas vārti - ideja vecāka nekā datori.



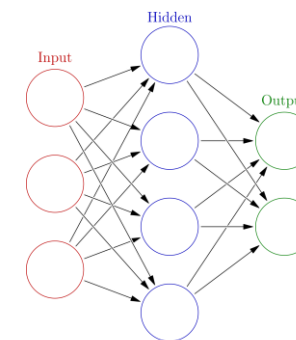
1958 — Rosenblatt Perceptrons

Pirmais mācīšanās algoritms.
Mark I Perceptron



1969 — AI ziema

Minsky & Papert pierāda: viens slānis nevar atrisināt XOR.
Finansējums apstājas.



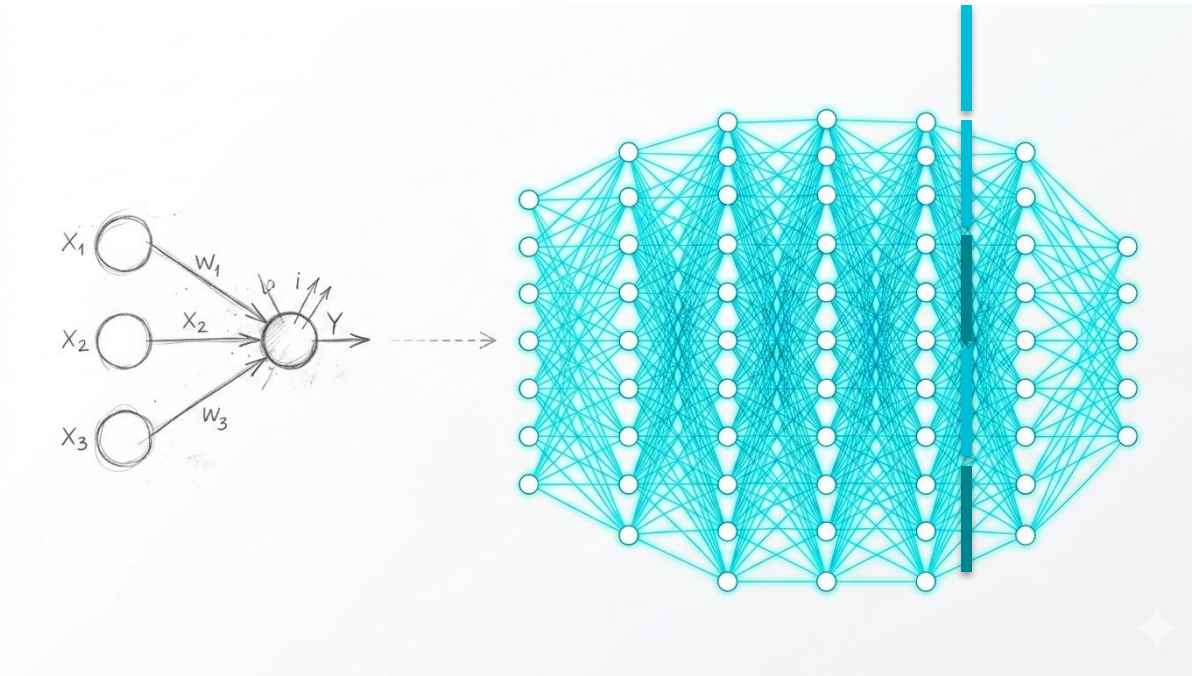
1986 — Backpropagation

Hinton pierāda, ka backpropagation strādā caur daudziem slāņiem.
Neironu tīkli atdzima.

Vēsturiskie cikli - cerības, vilšanās, klusums, tad atkal jauns vilnis. Katru reizi iemesls ir viens: idejas apsteidz sava laika tehniskās iespējas.
Nepietiekams neironu skaits, nepietiekams slāņu skaits, utt.

Otrais vilnis

No backpropagation līdz Transformer arhitektūrai



No viena perceptrona līdz dziļajiem tīkliem

1986 Hinton & Rumelhart - Backpropagation strādā

Kļūdas signāls izplatās atpakaļ cauri slāņiem - tīkli sāk mācīties.

1997 Hochreiter & Schmidhuber - LSTM

Long Short-Term Memory - tīkli pirmo reizi iegūst kaut ko līdzīgu atmiņai.

2012 AlexNet - Deep learning uzvar ImageNet konkursā ML

Kļūdu līmenis: 26% → 16%. GPU pierāda: dziļie tīkli pārspēj visu iepriekšējo.

2014 Goodfellow – GAN (generative adversarial network)

Divi tīkli sacenšas - viens iemācās radīt jaunus datus.

2017 'Attention Is All You Need' - Transformer

Pamats modernam AI. Modelis «skatās» uz visu vienlaikus.

No 1986. līdz 2017.: trīsdesmit viens gads

Tehnoloģiskais lēciens (pašlaik)

No GPT-3 līdz šodienai



LAIKS LĪDZ 100 MILJONIEM LIETOTĀJU

Telefons: 75 gadi

Internets: 7 gadi

Instagram: 2.5 gadi

TikTok: 9 mēneši

ChatGPT: 2 mēneši

No pirmā neirona modeļa līdz plaši pieejamiem valodu modeļiem - ap 80 gadiem.
Idejas principiāli nav jaunas, pāiet milzīgs laiks, kamēr tās nonāk kā pielietojams rezultāts.

Kāpēc AI ir aktuāls projektētājiem un ne tikai Latvijā

Paredzu, ka lielai daļai no praktizējošiem inženieriem, mainoties atsevišķām komponentēm, darba rīku klāsts ir līdzīgs

Parasti ir kāds **GEM / FEM** rīks globāliem aprēķiniem (AxisVM, RFEM, Robot utt.)

Excel darba lapu kolekcija

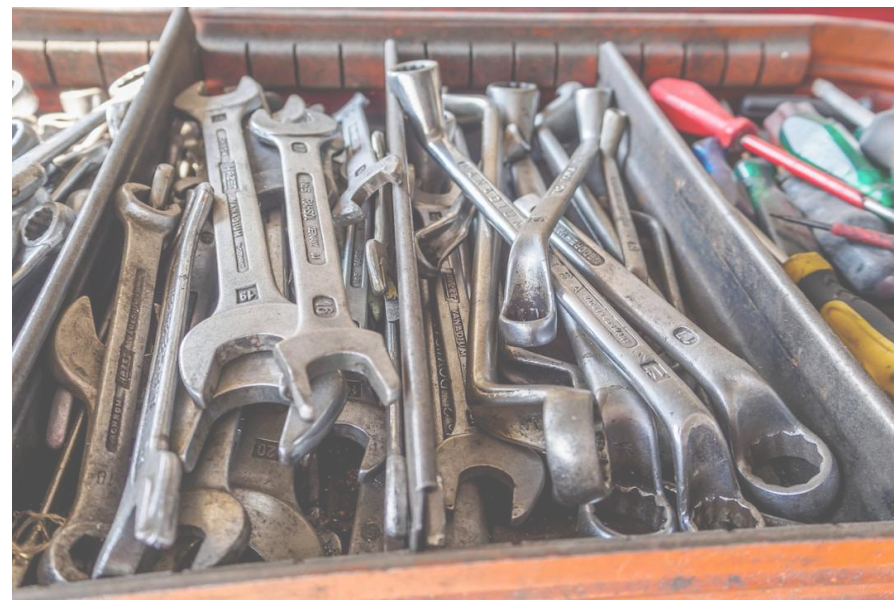
Mazākas programmas specifiskām pārbaudēm (**PRE-Stress, GEO5, FIN EC**)

Sarežģītākām pārbaudēm papildus var būt arī **IDEA Statica**

Ražotāju aplikācijas savu produktu aprēķiniem (Peikko, Anstar, Ruukki, Halfen)

Modelēšanas rīki (Revit, Autocad, Tekla vai citas mazāk izplatītas alternatīvas)

BIM apstrādes un rīki un platformas (Solibri, Trimble, Dalux, Navisworks utt.)



Kopumā šāds varētu būt zolīds inženiera komplekts, bet nereti licences tiek dalītas starp kolēģiem, jo daļa no visa uzskaitītā klāsta prasa lielus finanšu ieguldījumus. Tāpat atzīmējams, ka aizvien vairāk programmas tiek piedāvātas tikai caur abonēšanu un tādējādi izdevumi šajā pozīcijā principā notiek nepārtraukti un neatkarīgi no ienākumu puses. Tāpat ar šādu komplektu bieži darbību apjoms, lai iegūtu sakārotu atskaiti ir visai garš un mazāku korekciju gadījumā nereti arī neadekvāti garš, neērts un tātad neefektīvs.

Iespējams šo, bet varbūt arī kādu citu neapzinātu iemeslu dēļ es iespēju robežās sekoju tehnoloģiskām aktualitātēm un AI ienākšana ikdienā tieši vai pastarpināti protams ir viena no tādām.

Vai mašīna saprot / apzinās?

Ķīniešu istabas eksperiments

John Searle (1980) domu eksperiments

1 Ievade

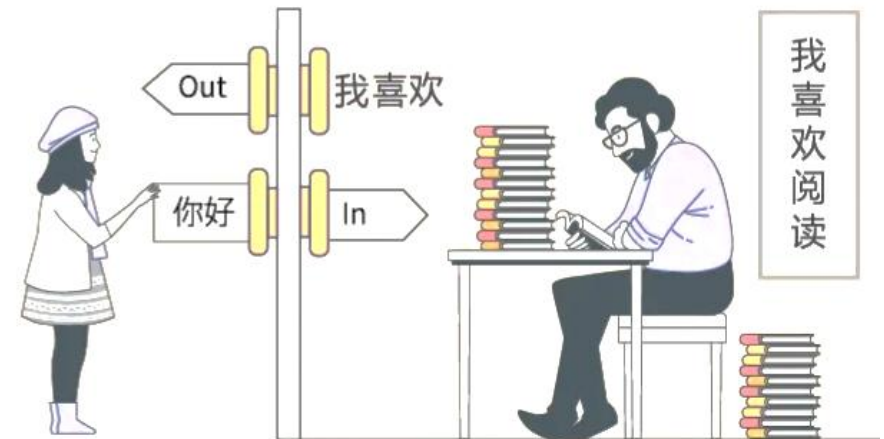
Cilvēks sēž istabā un tam tiek padotas zīmītes ķīniešu valodā ar jautājumiem.

2 Noteikumi

Cilvēks bez ķīniešu valodas zināšanām, manipulē simbolus pēc instrukciju grāmatas.

3 Izvade

Atpakaļ tiek sniegtas atbildes un no malas tas izskatās tā, it kā tās sniegtu cilvēks, kas saprot ķīniešu valodu.



John Searle secinājums: Mākslīgajam intelektam nav izpratnes un apzināšanās cilvēciskā izpratnē

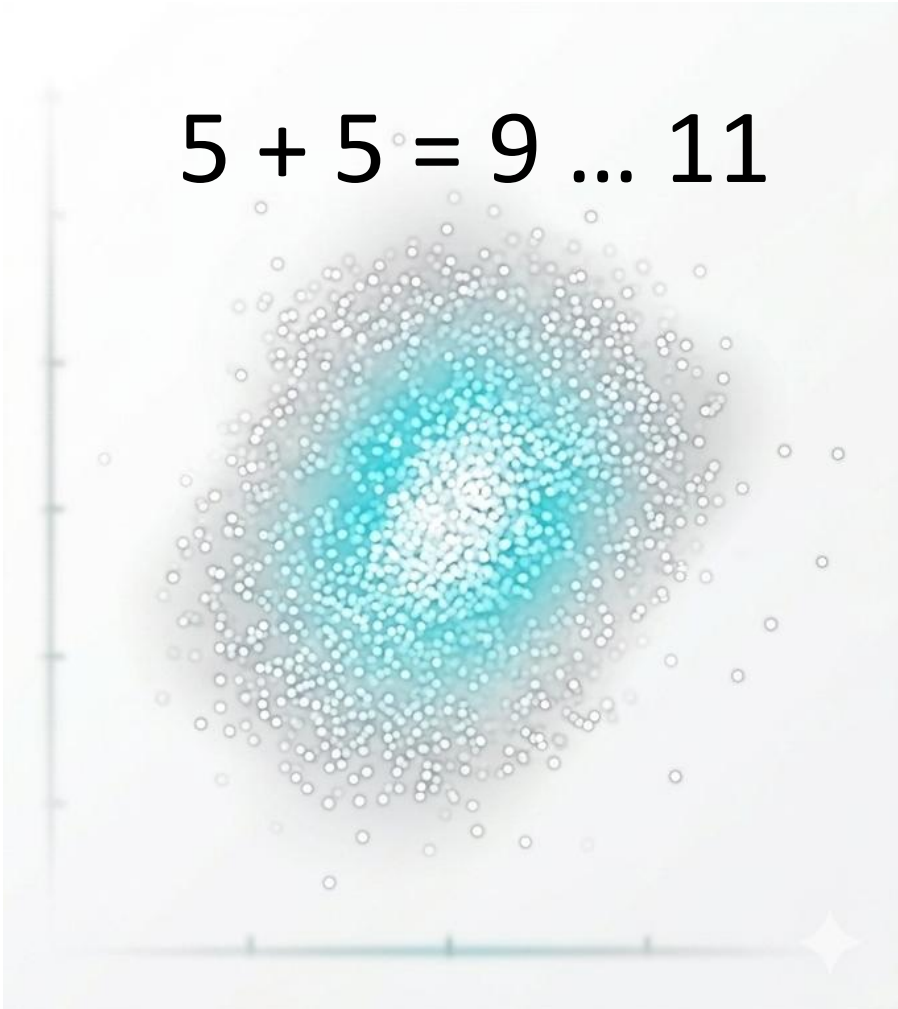
Programma var *izskatīties* pēc saprašanas, bet patiesībā tā tikai manipulē simbolus bez nozīmes jeb semantikas.

Inženiera secinājums

Mums ir jāņem vērā iepriekš konstatētais un mēs **nevaram deleģēt izpratni un atbildību**, bet mums savā ziņā tas arī ir **vienalga**, ja ņemam vērā tehnoloģiskās īpatnības.

Prognozes un determinisms

LLM, kā pašreizējā mākslīgo neironu tīklu izpausme ir prognožu mašīnas



5 + 5 = 9 ... 11

Valodu moduļi veic atbilžu ģenerēšanu balstoties uz varbūtībām, piemēram, ja kādai atbildei ir vislielākā iespējamība, tad tik un tā var tikt izdota kāda no nākamajām versijām.

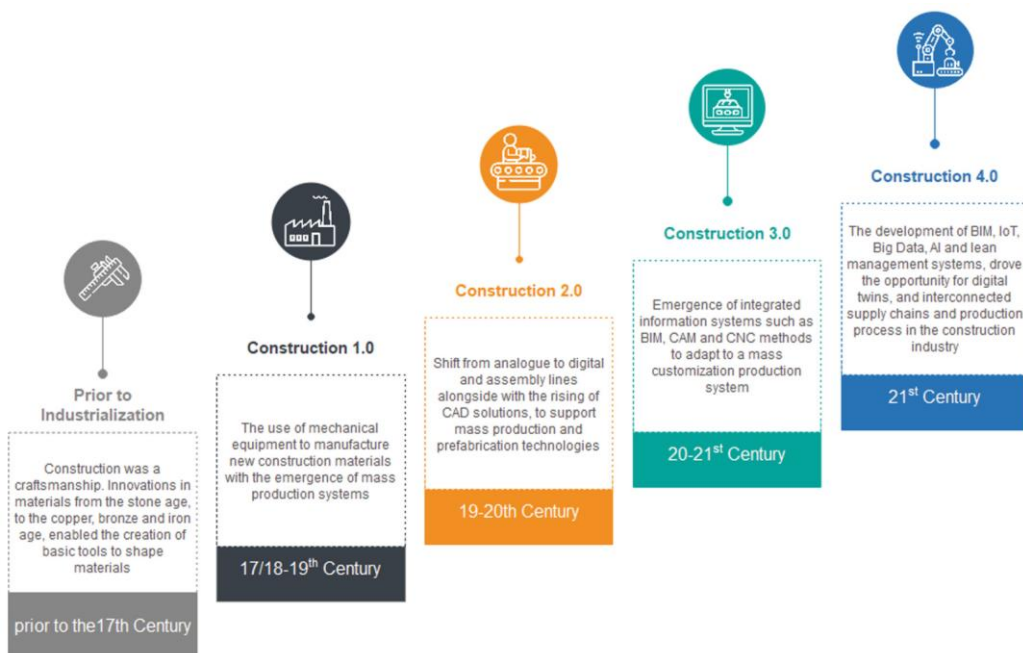
Vienai ievadei var būt dažādi rezultāti, kas inženieraprēķinos nav pieļaujams, jo ir nepieciešama atkārtojamība, kas ir klasiskās zinātnes pamatā (eksperiments un atkātojams rezultāts).

Ir raksturīgas **halucinācijas** – izdomāti fakti un neesošas informācijas atsauces (izolējot modeļus daļēji šo risku var mazināt).

Ir spēja lasīt lielus datu apjomus un manipulēt ar tiem.

Paradigmas maiņa

Jauna tehnoloģiskā revolūcija



Līdz šim, lai izveidotu specializētu aprēķinu rīku, bija nepieciešama visai liela programmētāju komanda, atbilstoši arī budžets un laiks. Nelielu kompāniju, individuālu entuziastu iespējas bija ierobežotas.

Šobrīd tehnoloģiskā ainava ir mainījusies - jauni rīki, vairāk bezmaksas bibliotēkas un AI asistenti ļauj vienam nespeciālistam paveikt to, kas agrāk nebija iespējams.

Tas nenozīmē, ka rezultāts automātiski kļūs labāks, bet tikai to, ka ir parādījušās iespējas kādas senāk nebija pieejamas. Grūtākais bieži paliek domāšanas ierobežojumi par to kas ir vai nav iespējams.

Sākotnējā versijā pēc eksperimentēšanas ar lokālām aplikācijām es izveidoju **aprēķinu rīku kopu** uzņēmuma lietošanai ar aptuveni 30 moduļiem, kas sastāv no ~148,000 koda rindām. **1 cilvēka komanda** un sākotnēji **20 eiro budžets mēnesī**. Jāņem vērā, ka es esmu projektētājs, ne programmētājs un tieši tāpēc tas jo vairāk ilustrē situācijas maiņu. AI revolūcija nāk komplektā arī ar plašu saistīto servisu attīstību, tādēļ sākumā ir vērts pievērsties jaunās paaudzes rīkiem kas ir bāzēti uz šīs tehnoloģijas.

Tiešsaistes platformas / rīki

Jaunās paaudzes ekosistēma

Parādās arvien vairāk platformu un rīku, kas domāti arī konstrukciju inženieriem un tas tiešā veidā ir saistīts ar AI ienākšanu. Dažas hibrīdkompānijas, kuras bija uz robežas starp projektēšanu un programmatūras izstrādi ir ļoti progresējušas, jo tām ir gatavas specifikācijas.

GPAI

AI risinātājs STEM uzdevumiem. Nofotografē uzdevumu, saņem soli-pa-solim risinājumu. Lieliski noder konceptuālā stadijā un lai mācītos.

gpai.app



CalcTree

Mākoņa aprēķinu platforma ar Python un MathJS dzinēju. Integrējas ar Excel un Grasshopper.

Lietotāji: Arup, Jacobs, WSP.

calctree.com



Jupyter notebooks

Bezmaksas, atvērta pirmkoda interaktīva tīmekļa lietotne koda rakstīšanai un darbināšanai. Šūnu struktūras uzbūve, kur katru var palaist atsevišķi.

calctree.com



Calcpad

Bezmaksas open-source kalkulators ar 100+ Eirokodeksu šabloniem. Ģenerē HTML atskaites.

calcpad.eu



Viktor.AI

Platforma, kurā inženieri veido web aplikācijas ar Python. Integrējas ar SAP2000, ETABS. Nesen pievienoti AI aģenti.

viktor.ai



Marimo notebooks

Atvērta pirmkoda reaktīvā programmēšanas vide (notebook) Python un SQL valodām.

Saglabāšana tīrā .py failā, kods kā tīmekļa lietotne marimo.io



gpai.app $g(\pi)$ – AI Solver / AI Visualizer / AI Chat

AI Solver for Engineering



Personalize your responses

Just enter your occupation and brief instructions once — we'll personalize the responses for you.



Get a detailed solution



Cross-check with



GPAI Pro



Upload up to 5 files (JPG, PNG, PDF, DOCX, PPTX)

Max limit per file: 30MB

We're going all-in on STEM

Izskaidro kā noteikt pamatnes stingumu zem grīdas plātnes uz kuras balstīties punktveida slodze.

Pamatnes stinguma noteikšana grīdas plātnēm (t.s. "Slab-on-grade") ir kritisks solis, jo atšķirībā no pārseguma plātnēm, grīdas plātnes darba režīmu nosaka mijiedarbība starp betona lieces stingumu un pamatnes pretestību.

Saskaņā ar Eirokodiem un vispārpieņemto praksi (piem., TR34 vai DIN 1045), pamatni parasti modelē kā Vinklera pamatni (Winkler foundation), kur reakcija ir proporcionāla iesēdumam.

1. Pamatnes reakcijas modulis (k_s)

Pamatnes stinguma raksturo reakcijas modulis k_s (kN/m³), ko definē kā:

$$k_s = \frac{p}{s}$$

kur:

- p – kontaktpiediens (kN/m²);
- s – pamatnes iesēdums (m).

Tomēr inženierim ir jāsaprot, ka k_s nav konstants grunts parametrs. Tas ir atkarīgs no:

1. Grunts veida (elastības modulis E_s).
2. Slogotās laukuma formas un izmēra.
3. Plātnes stinguma.

2. Slogotās platības ietekme

Šis ir biežākais kļūšanas akmens. Ja mēs nosakām k_s ar standarta plātnes slogošanas testu (VSS tests ar 300 mm ripu, apzīmēts kā $k_{s,300}$), šī vērtība nav tieši pārnesama uz lielu grīdas laukumu.

Kāpēc?

Jo lielāka ir slogotā platība, jo dziļākos grunts slāņos rodas spriegumi. Ja dziļumā atrodas mīkstāks grunts, reālais iesēdums būs lielāks un attiecīgi efektīvais k_s būs mazāks.

Vienkāršota sakarība taisnstūra laukumam uz pusbezgalīgas elastīgas telpas:

$$s = \frac{p \cdot B \cdot (1 - \nu^2)}{E_s} \cdot I_f$$

kur B ir slogotā laukuma platums un I_f ir formas koeficients. Redzams, ka pie vienāda spiediena p , palielinoties izmēram B , iesēdums s pieaug, tātad k_s samazinās.

3. Aprēķina piemērs: Punktveida slodze uz grīdas

Pieņemsim, ka mums ir plaukta balsta slodze $P = 100$ kN uz pēdas 150×150 mm.

A solis: Raksturīgā garuma (L_e) noteikšana

Punktveida slodze neizplatās tikai zem pēdas, bet pateicoties plātnes stingumam, tiek sadalīta pa lielāku laukumu. To raksturo elastīgā liekuma rādiuss (raksturīgais garums):

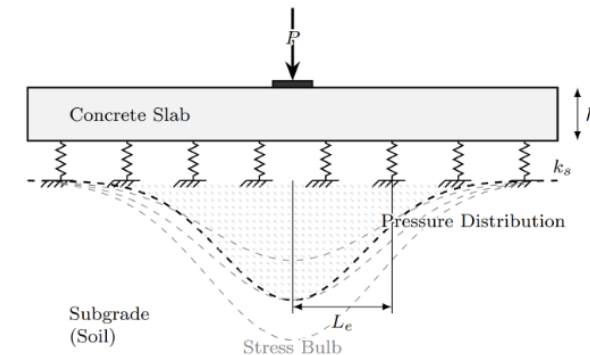
$$L_e = \sqrt[4]{\frac{E_c \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu_c^2) \cdot k_s}}$$

kur:

- E_c – betona elastības modulis;
- h – plātnes biezums;
- ν_c – betona Puasona koeficients (≈ 0.2).

B solis: Iteratīvais process

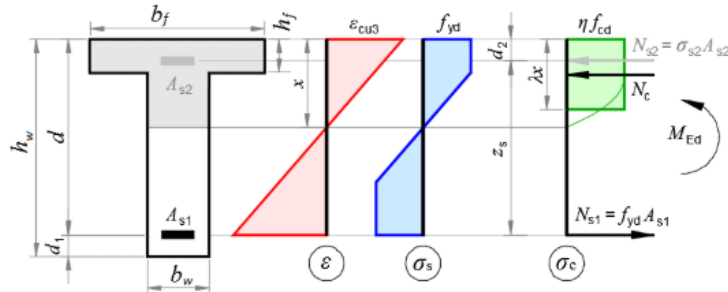
Tā kā k_s ir atkarīgs no ietekmes laukuma, bet ietekmes laukums ir atkarīgs no L_e (kas satur k_s), aprēķins ir iteratīvs. Praktiskajā inženierijā punktveida slodzei par efektīvo laukumu pieņem aplveida zonu ar rādiusu aptuveni $1.5 \cdot L_e$ līdz $2.0 \cdot L_e$.



Calcpad

Bending Capacity of RC Tee Section

According to **Eurocode**: EN 1992-1-1



Design bending moment - $M_{Ed} = 800$ kN·m

Cross section dimensions

Web - $b_w = 300$ mm, $h_w = 650$ mm

Flange - $b_f = 1200$ mm, $h_f = 120$ mm

Concrete cover to the center of reinforcement

Bottom - $d_1 = 50$ mm, Top - $d_2 = 50$ mm

Reinforcement

Bottom - $A_{s1} = 3700$ mm², Top - $A_{s2} = 0$ mm²

Material properties

Concrete

Characteristic compressive cylinder strength - $f_{ck} = 20$ MPa

Partial safety factor for concrete - $\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 0.85$

Steel

Characteristic yield strength - $f_{yk} = 500$ MPa

[EN 1992-1-1, [Table 3.1](#)]

Online Library



[Home](#) / [Structural Design](#) / Reinforced Concrete

Reinforced Concrete 10

- Interaction Diagram of RC section
- Column Design for Bending and Axial Force
- Bending Design of Rectangular Section
- Shear Design of Rectangular Section
- SLS Design of Beam with Rectangular Section
- Shear Punching of Internal Column
- Areas of Reinforcement Bars

Seismic detailing

3

CalcTree

[Product](#) [Solutions](#) [Templates](#) [Pricing](#) [Resources](#) [About](#)



Build Python powered calculations on the cloud

Eliminate the hassle of development and deployment by leveraging CalcTree's fully hosted Python service

[Get started →](#)

Structural Section Analysis

Define section dimensions and type, then compute geometric properties using analytical formulas. Edit inputs to update results instantly.

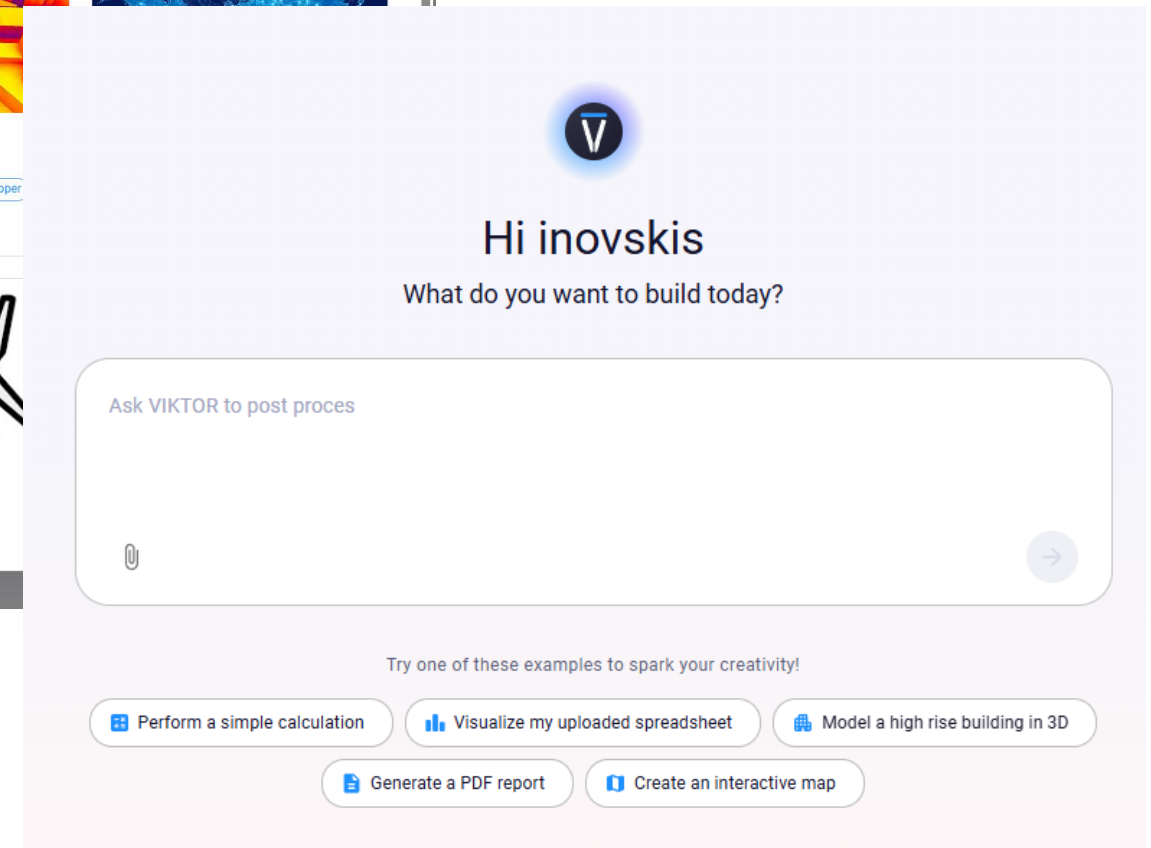
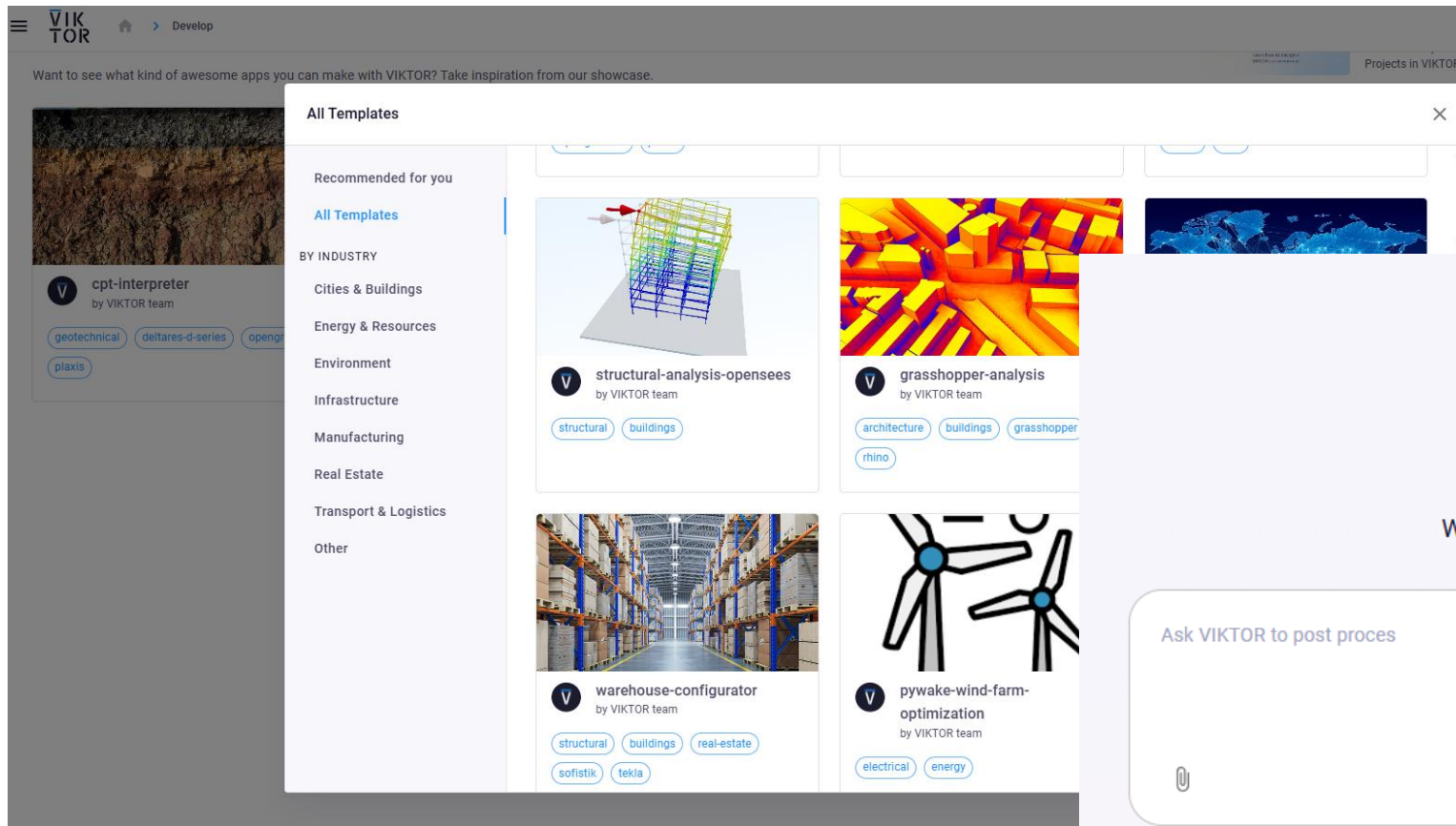
$width = 300 \text{ mm}$	300 mm
$height = 500 \text{ mm}$	500 mm
$web \text{ thickness} = 10 \text{ mm}$	10 mm
$flange \text{ thickness} = 15 \text{ mm}$	15 mm

$section_{type}$: rectangular [↕](#)

Section Properties

- Cross-sectional area: $section_{area} = 150000 \text{ mm}^2$
- Second moment of area lxx: $I_{xx} = 3.13 \times 10^{+9} \text{ mm}^4$
- Second moment of area lyy: $I_{yy} = 1.125 \times 10^{+9} \text{ mm}^4$
- Section modulus Zxx: $Z_{xx} = 1.250 \times 10^{+7} \text{ mm}^3$
- Section modulus Zyy: $Z_{yy} = 7.50 \times 10^{+6} \text{ mm}^3$
- Radius of gyration rx: $radius_x = 144.337567 \text{ mm}$
- Radius of gyration ry: $radius_y = 86.6025404 \text{ mm}$

Viktor.AI



Viktor.AI

Izrēķini 6 m dzelzsbetona siju. Slodze 20kN/m. Augstums 600mm, platums 400 mm.



VIKTOR

💡 Thoughts ▾

Great idea! This app will calculate a reinforced concrete beam following **Eurocode 2** principles. Let me write up the spec before we start building.

RC Beam Calculator (Eurocode 2)

Purpose

Calculate internal forces and verify the bending/shear capacity of a simply supported reinforced concrete beam under uniform distributed load.

Key Inputs

- **Geometry:** Span (default: 6 m), beam width b (default: 400 mm), beam height h (default: 600 mm), concrete cover (default: 35 mm)
- **Load:** Uniform distributed load (default: 20 kN/m), self-weight toggle (auto-calculated from geometry)
- **Materials:** Concrete class (C20/25 – C40/50), steel grade (B500)
- **Reinforcement:** Bottom bar diameter & count (bending), stirrup diameter & spacing (shear)

Expected Outputs

1. **Bending Moment & Shear Force Diagrams** (Plotly line chart) — M and V envelopes along the beam span
2. **Capacity Check Summary** (DataView table) — Design moment M_{Ed} vs. M_{Rd} , design shear V_{Ed} vs. V_{Rd} , and utilization ratios (%) with pass/fail status

Viktor.AI

RC Beam Calculator — Summary

The app has **2 tabs** for input and **2 views** for output:

Inputs

| Tab | Section | Fields | |---|---| | **Geometry & Load** |
Beam Geometry | Span, Width b, Height h, Cover c | | |
Loading | Imposed UDL, Self-weight toggle | | **Materials**
& **Reinforcement** | Materials | Concrete class (C20/25–
C40/50) | | Bending Reinf. | Bar diameter ϕ , Number of
bars | | Shear Reinf. | Stirrup ϕ , Stirrup spacing |

Outputs

1. **M & V Diagrams** — Plotly chart with moment and shear envelopes, annotated with M_{Ed} and V_{Ed} peak values
2. **Capacity Check** — DataView with EC2 §6.1 bending check and EC2 §6.2 shear check, utilization ratios, and ☒/✗ pass/fail status

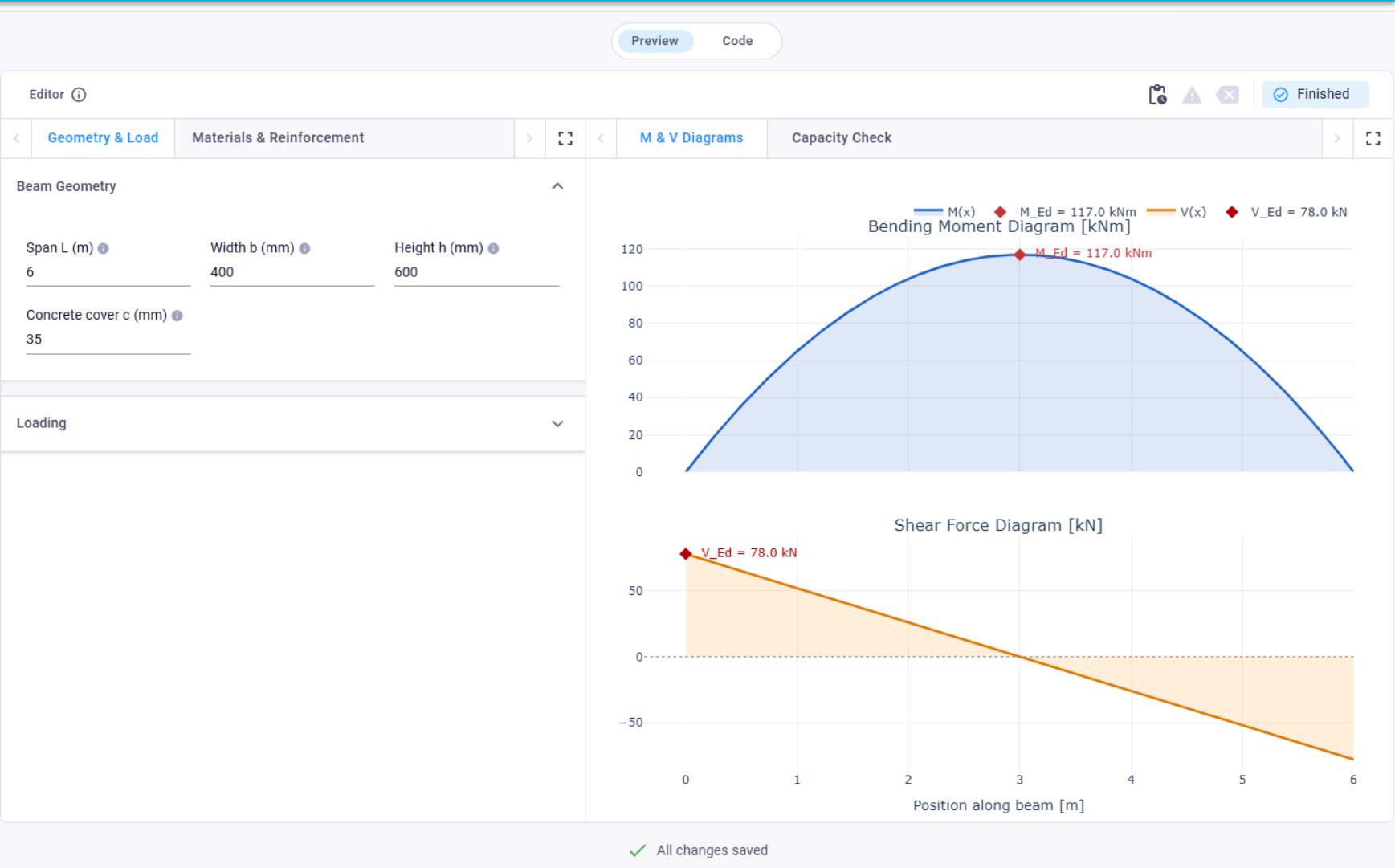
Default case (your beam)

With $L=6\text{m}$, $q=20\text{ kN/m}$, $b=400\text{mm}$, $h=600\text{mm}$, C25/30, 4 ϕ 20, ϕ 10@150:

- $M_{Ed} \approx 97\text{ kNm}$ (includes $\sim 6\text{ kN/m}$ self-weight)
- $V_{Ed} \approx 78\text{ kN}$

Would you like to add a **cross-section sketch** (GeometryView), minimum reinforcement checks, or a **PDF report** export?

Ask VIKTOR.AI...



Viktor.AI

 app.py

```
1  import math
2  import logging
3
4  import numpy as np
5  import plotly.graph_objects as go
6  from plotly.subplots import make_subplots
7
8  import viktor as vkt
9
10 logger = logging.getLogger("viktor")
11
12 # -----
13 # Concrete class properties (EC2 Table 3.1)
14 # fck in MPa, fctm in MPa
15 # -----
16 CONCRETE_PROPS = {
17     "C20/25": {"fck": 20.0, "fctm": 2.2},
18     "C25/30": {"fck": 25.0, "fctm": 2.6},
19     "C30/37": {"fck": 30.0, "fctm": 2.9},
20     "C35/45": {"fck": 35.0, "fctm": 3.2},
21     "C40/50": {"fck": 40.0, "fctm": 3.5},
22 }
23
24 # Steel B500: fyk = 500 MPa
25 FYK = 500.0 # MPa
26 GAMMA_S = 1.15
27 GAMMA_C = 1.5
28 DENSITY_CONCRETE = 25.0 # kN/m³
29
30
31 # -----
32 # Helper: derive effective depth
33 # -----
34 def effective_depth(h_mm: float, cover_mm: float, stirrup_dia_mm: float, bar_dia_mm: float) -> float:
```

Marimo notebooks



Your notebooks / Taisnstūra dzelzsbetona šķēsgriezuma aprēķins ...

4 CPU · 32 GiB

Share

Duplicate



You are currently connected as a reader. [Take over](#)



```
1 import marimo as mo
2 import pandas as pd
3 import numpy as np
4 import math
5 import altair as alt
6
7 # Helper functions (pyodide-friendly, pure Python)
8 # Material partial factors per EC2 default (can be changed via UI)
9
10 v def fcd(fck, gamma_c, alpha_cc):
11     # EC2: fcd = alpha_cc * fck / gamma_c (MPa)
12     return alpha_cc * fck / gamma_c
13
14 v steel_classes = {
15     "B500": {"fyk": 500.0, "Es": 200000.0},
16     "B420": {"fyk": 420.0, "Es": 200000.0},
17 }
18
19 v concrete_classes = {
20     # fck in MPa
21     "C20/25": 20.0,
22     "C25/30": 25.0,
23     "C30/37": 30.0,
24     "C35/45": 35.0,
25     "C40/50": 40.0,
26     "C45/55": 45.0,
27     "C50/60": 50.0,
28 }
29
30 # Rectangular singly-reinforced section ultimate capacity (bending about strong axis)
31 # Inputs: b,h (mm), cover c_nom (mm), stirrup dia phi_links (mm), bar dia phi (mm),
32 # n_bars tension, material strengths, gammas. Ultimate design: M_Ed, N_Ed (N, Nmm)
33 # Outputs: required As (mm^2), utilisation, neutral axis depth, etc.
34
35 v def effective_depth(h, cover, phi_links, phi_bar):
36     return h - cover - phi_links - 0.5 * phi_bar
37
38 # EC2 stress block: 0.85 fcd and lambda=0.8 for fck<=50 MPa
39 # Resultant compression C = 0.85*fcd*b*lambda*x: couple arm z = d - 0.4*lambda*x
```

[Copy Notebook URL](#)

[Copy Badge](#)

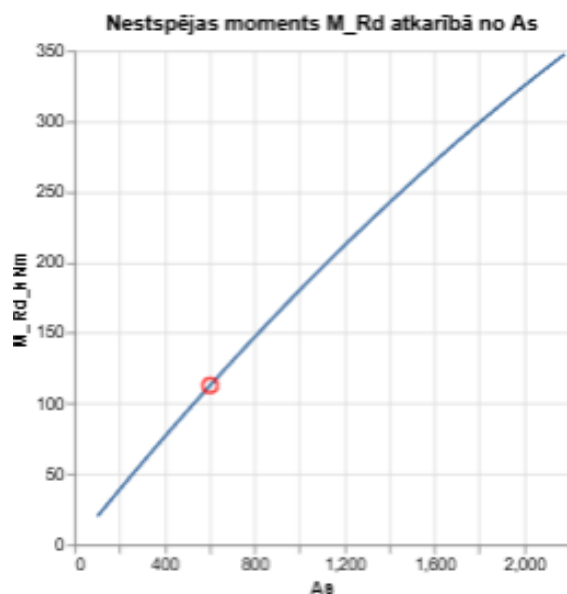
[Open in molab](#)

[Copy App URL](#)

Marimo notebooks

Taisnstūra dzelzsbetona šķērsriezuma aprēķins (EC2) – vienkārši stiegots

Platums b [mm]	300	Augstums h [mm]	500	Nominālais aizsargslānis c_nom [mm]	30
Aptveru diametrs [mm]	8	Stiegru diametrs (stiepe) [mm]	16	Stiepes stiegru skaits [gab]	3
Betons	C30/37			Tērauds	B500
γ_c	1.5	α_{cc}	0.85	γ_s	1.15
Projektētais moments M_Ed [kNm]	250				



Piezīmes:

- Aprēķins attiecas uz vienkārši stiegotu taisnstūra šķērsriezumu līkumā bez ass spēka.
- Tiek izmantots EC2 vienkāršotais taisnstūra sprieguma bloks ($\eta=0.85$, $\lambda=0.8$) $f_{ck} \leq 50$ MPa.
- A_{s_min} pēc EC2: $\max(0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d; 0.0013 \cdot b \cdot d)$. f_{ctm} aptuvenas vērtības pēc klases.
- Ja $x > 0.45d$ vai ja nepieciešama lielāka nestspēja, jāapsver dubultā stiegrošana.
- Vienības: b, h, c, d, ϕ [mm], M [kNm], spriegumi [MPa].
- Rezultāti reaģē uz ievades izmaiņām automātiski.

Visiem gataviem rīkiem, tu saņem to, ko tu saņem (dizainiski, tehniski), kas nav būtisks attīstības lēciens un nav datu kontrole

Python

Prompting - Vibe coding - Spec-driven - Loop design

Izmantojot valodu modeļu stiprās puses

Python nav vienīgā iespēja. Bet tā ir valoda, kurā inženieru formulas izskatās kā formulas un kā lasāms teksts - nevis kā binārs kods. Python vidē viss ir objekts - skaitlis, saraksts, funkcija - un katrs ir nolasāms, pārskatāms un pārbaudāms. Nav slēptu slāņu, jebkurā redaktorā ar meklētāju var atrast nepieciešamās lietas.

Bibliotēku ekosistēma ir attīstīta un attīstās, tādēļ ir daudz funkciju, kuras nevajag rakstīt no nulles un daļēji var veikt kombinēšanu no gataviem blokiem (manuprāt šāda lieta nav raksturīga Excelim). Nav licences maksas.

Nav vendor lock-in

(datu atkarība no konkrēta piegādātāja un tā formāta).



```
# EC2 §6.2.2 - bīdes stiprība
```

```
import math
```

```
k = min(1 + math.sqrt(200 / d), 2.0)
```

```
rho_l = min(As / (b * d), 0.02)
```

```
v_Rd_c = (0.18 / gamma_c) \
    * k * (100 * rho_l * fck) **(1/3) \
    * b * d
```

```
# Lasāms. Izsekojams. Pārbaudāms.
```

ASV lielajās kompānijās ap 40% inženieru lieto AI rīkus Python, Rhino, Grasshopper vidēs un to ir muļķīgi ignorēt.

Bibliotēkas

Pārbaudītas metodes un plašas tehniskās iespējas

Bibliotēkas ir kā darba rīki. Bez tām ir kā ar plikām rokām rakt grāvi.

structuralcodes — Eirokodeksu formulas, validētas un testētas

concreteproperties — Dzelzsbetona šķērsgriezumu analīze

sectionproperties — Ģeometriskās īpašības jebkuram šķērsgriezumam

scikit-fem + gmsh — FEM režģu ģenerēšana un risinātājs

PyNite — 3D rāmju un čaulu analīze

OpenSeesPy — FEM režģu ģenerēšana un risinātājs

```
# structuralcodes – EC2 caurspiešana
from structuralcodes.codes.ec2_2004 \
    import v_rdc_punching
result = v_rdc_punching \
    (d_eff=200, f_ck=30, \
     rho_l=0.015, gamma_c=1.5)
```

```
# concreteproperties – šķērsgriezums
from concreteproperties.material \
    import Concrete, SteelBar
diagram = analysis \
    .moment_interaction_diagram()
```

```
# scikit-fem – FEM risinātājs
mesh = MeshTri.load('model.msh')
K = stiffness.assemble(basis)
u = solve(K, f)
```

Bibliotēku izstrādi veic gan individuāli entuziasti, gan universitātes un organizācijas, piemēram, kā FIB (fédération internationale du béton). Tāpat daudzi komerciālo programmu izstrādātāji piedāvā savus API automatizācijai, datu pārsūtīšanai (RFEM, ETABS, ANSYS)

Visas ir bezmaksas. Visas ir atvērtā pirmkoda. Formulas var pārbaudīt.

Bibliotēkas ar teorētisko pamatojumu

<https://github.com/joreilly86/Python-Libraries-for-Engineers>

geolysis	Soil classification and bearing capacity	Geotechnical
geotech-pandas	Pandas extension for geotechnical use	Geotechnical
Groundhog	Geotechnical calculation library	Geotechnical
LiquPy	Liquefaction analysis	Geotechnical
FoundationDesign	Foundation design calculations	Geotechnical
Geotecha	Geotechnical engineering tools	Geotechnical
ObsPy	Seismological data analysis	Geotechnical
OpenPile	Pile design using FEM/Winkler models	Geotechnical
pySlope	Slope stability analysis	Geotechnical
PyAnchor	Soil anchor design	Geotechnical
DeepFEM	Advanced finite element analysis in geomechanics	Geotechnical
GEOPY	General geotechnical calculations	Geotechnical
fluids	Fluid dynamics utilities	Hydrotechnical
ChannelFlowlib	Open channel flow solver	Hydrotechnical
Hydroengine	Environmental/hydrological analysis tools	Hydrotechnical
Hydrostats	Hydrological statistics and analysis	Hydrotechnical

Bibliotēkas ar teorētisko pamatojumu

1 CPT classification — 2 CPT interpretation

Finished

Input

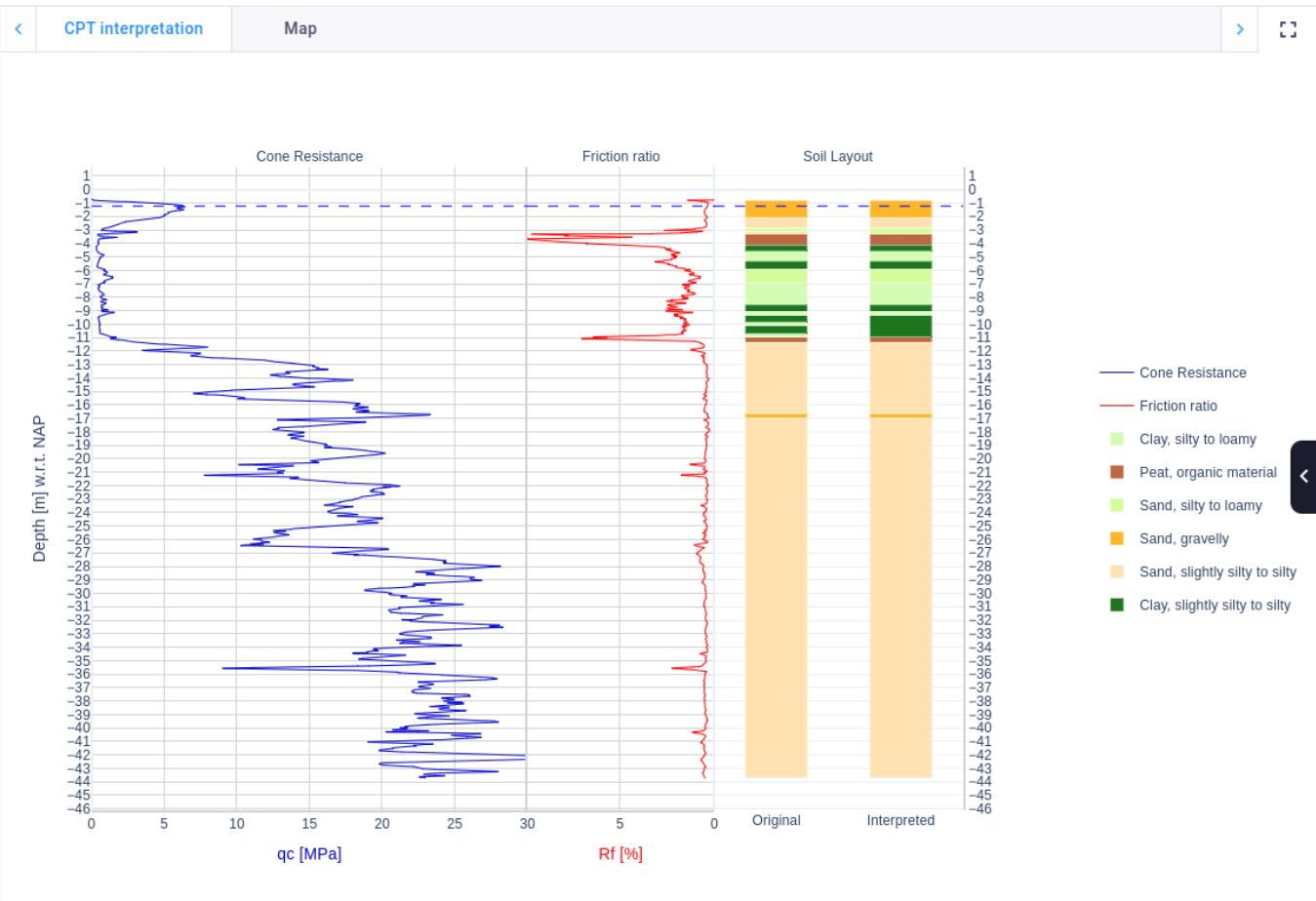
Use the table below to change the interpreted soil layout by changing the positions of the layers, adding rows or changing the material type.

Minimum Layer Thickness (mm)
300

Filter Layer Thickness Reset to original Soil Layout

Phreatic level (m NAP)
-1.23

Soil layout		
	Material	Top (m NAP)
1	Sand, gravelly	-0.8
2	Sand, slightly silty to silty	-2.1
3	Sand, silty to loamy	-2.9
4	Peat, organic material	-3.3
5	Clay, slightly silty to silty	-4.1
6	Clay, silty to loamy	-4.6
7	Clay, slightly silty to silty	-5.3
8	Sand, silty to loamy	-5.9
9	Clay, silty to loamy	-7.0
10	Clay, slightly silty to silty	-8.6
11	Clay, silty to loamy	-9.0
12	Clay, slightly silty to silty	-9.4
13	Peat, organic material	-11.0
14	Sand, slightly silty to silty	-11.4



CPT interpretation Previous step Next step

Viktor cpt-interpreter

Bibliotēkas ar teorētisko pamatojumu

 Groundhog

[Getting started with groundhog](#)

[General and utility functions](#)

[Site investigation](#)

Pile calculations

[Unit skin friction](#)

[Unit end bearing](#)

[Axial capacity calculations](#)

[De Beer and Eurocode 7 calculations](#)

[Koppejan pile resistance calculations](#)

[LCPC pile resistance calculations](#)

[Pile settlement](#)

[Pile lateral behaviour](#)

[Cavity expansion methods for cast in-situ piles](#)

Negative skin friction

`negativeskinfriction_pilegroup_zeevaertdebeer()`

[Pile testing functionality](#)

[Shallow foundations](#)

[Consolidation functions](#)

[Excavations](#)

[Soil dynamics](#)

[Standards](#)

[Constitutive models](#)

[Pipelines and cables](#)

- **diameter** – Pile diameter (D_p) [m] - Suggested range: $0.01 \leq \text{diameter} \leq 10.0$
- **diameter_influence** – Diameter of the zone of influence for negative skin friction (D_n) [m] - Suggested range: $\text{diameter_influence} \geq 0.0$

$$\frac{d\sigma'_v}{dz} = \gamma' - \tau \cdot \frac{O_s}{A}$$
$$m = K_0 \cdot \tan \delta' \cdot \frac{O_s}{A}$$
$$\frac{\Delta\sigma'_{v,i+1}}{\Delta z} - \gamma' + m \cdot \sigma'_{v,i} = 0$$
$$\sigma'_{v,0} = p'_0$$
$$O_s = \pi \cdot D_p$$
$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D_n^2 - D_p^2)$$

Returns: Dictionary with the following keys:

- 'virgin_effective_stress [kPa]': Effective stress profile in the absence of surcharge (σ'_{v0}) [kPa]
- 'group_effective_stress [kPa]': Effective stress accounting for the effect of soil hanging on the pile (σ'_v) [kPa]
- 'negative_skin_friction_profile_single [kN]': Cumulative negative skin friction for a single pile (F_n) [kN]
- 'negative_skin_friction_profile_group [kN]': Cumulative negative skin friction for pile in the group ($F_{n,group}$) [kN]
- 'negative_skin_friction [kN]': Total value of negative skin friction for a single pile ($F_{n,tot}$) [kN]
- 'negative_skin_friction_group [kN]': Total value of negative skin friction for a pile in a group ($F_{n,tot,group}$) [kN]

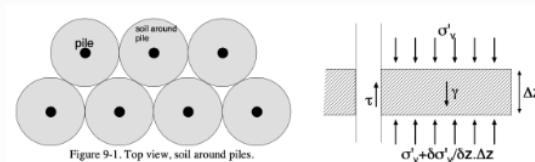
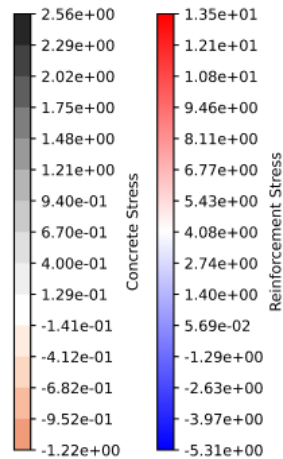
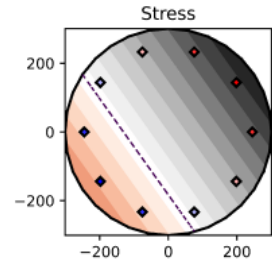
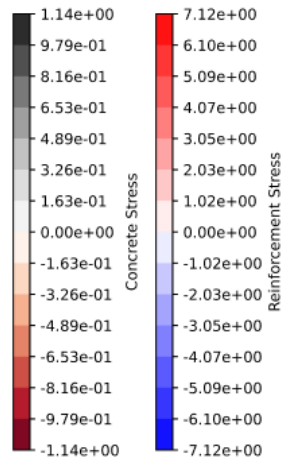
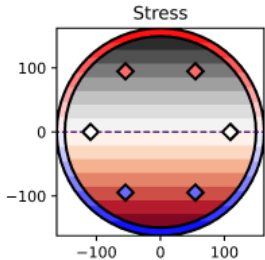
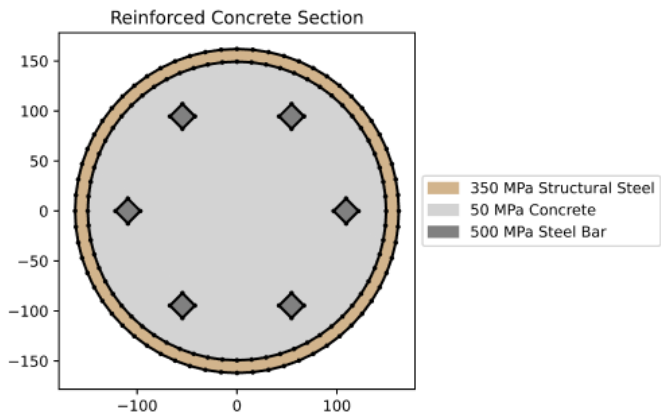
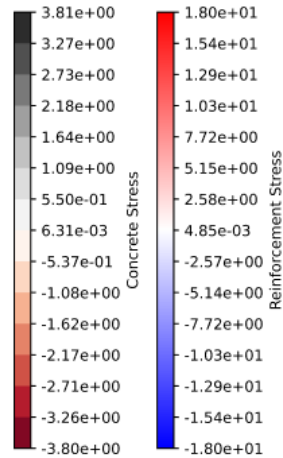
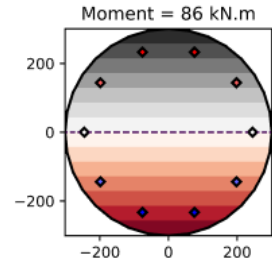
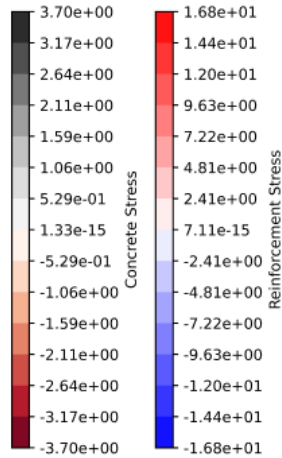
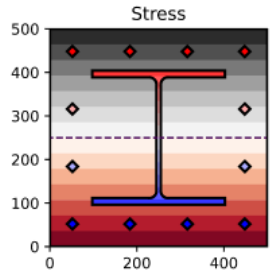
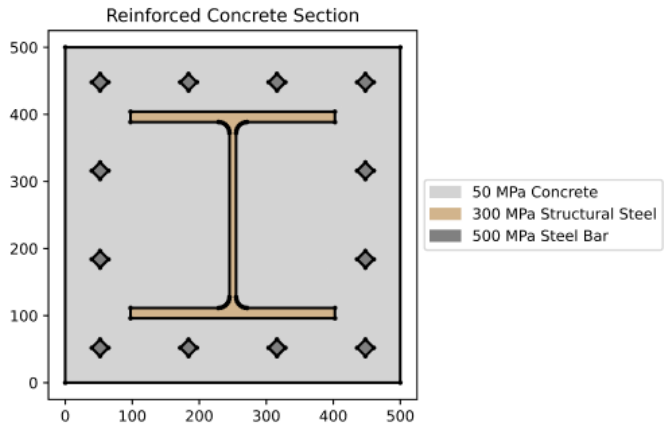


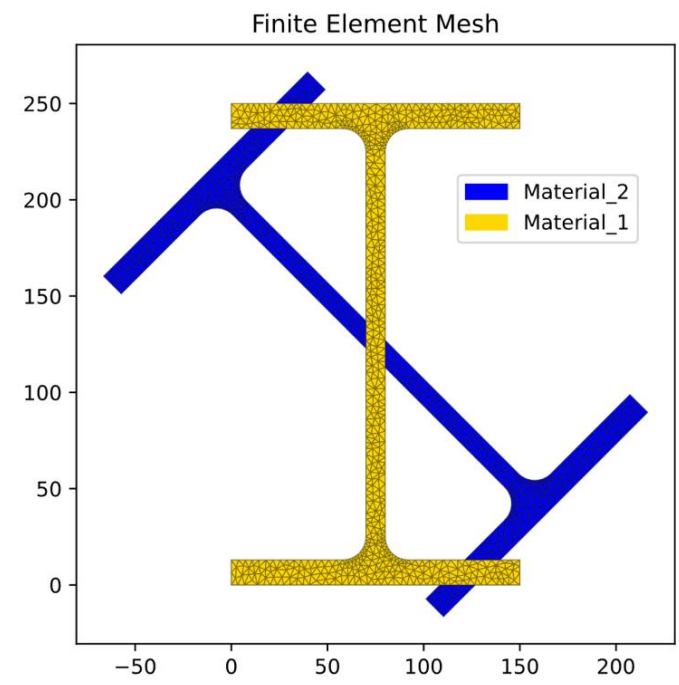
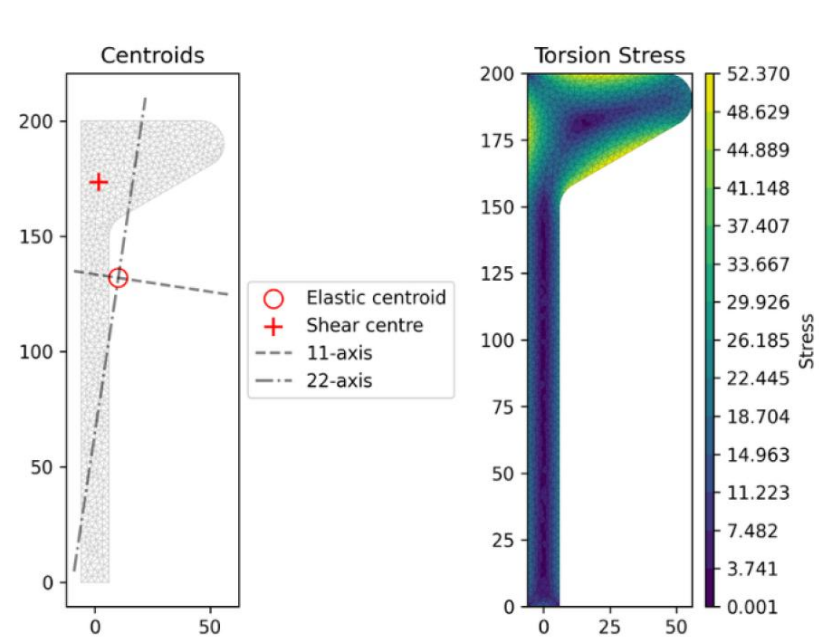
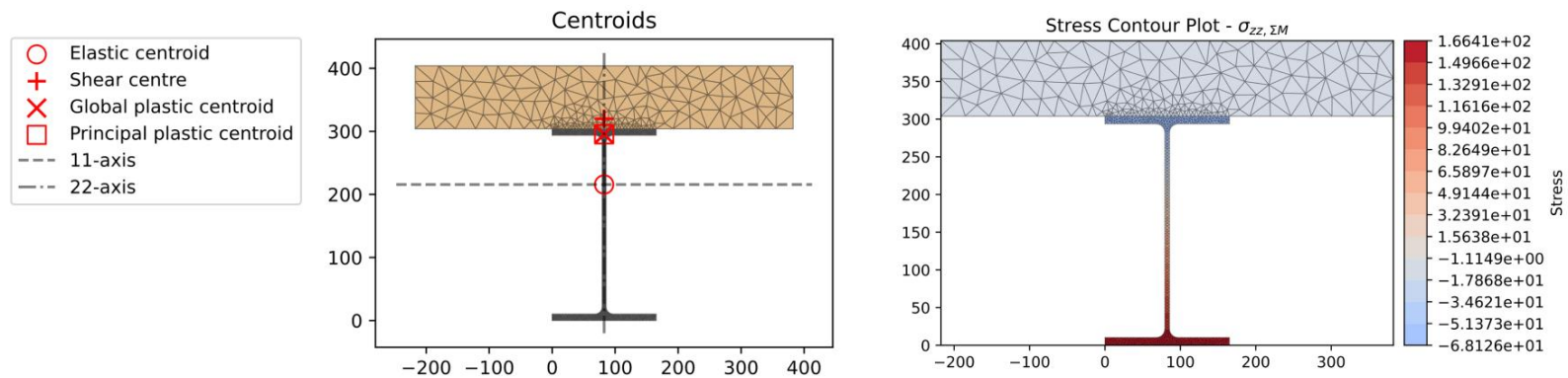
Figure 9-1. Top view, soil around piles.

Bibliotēkas



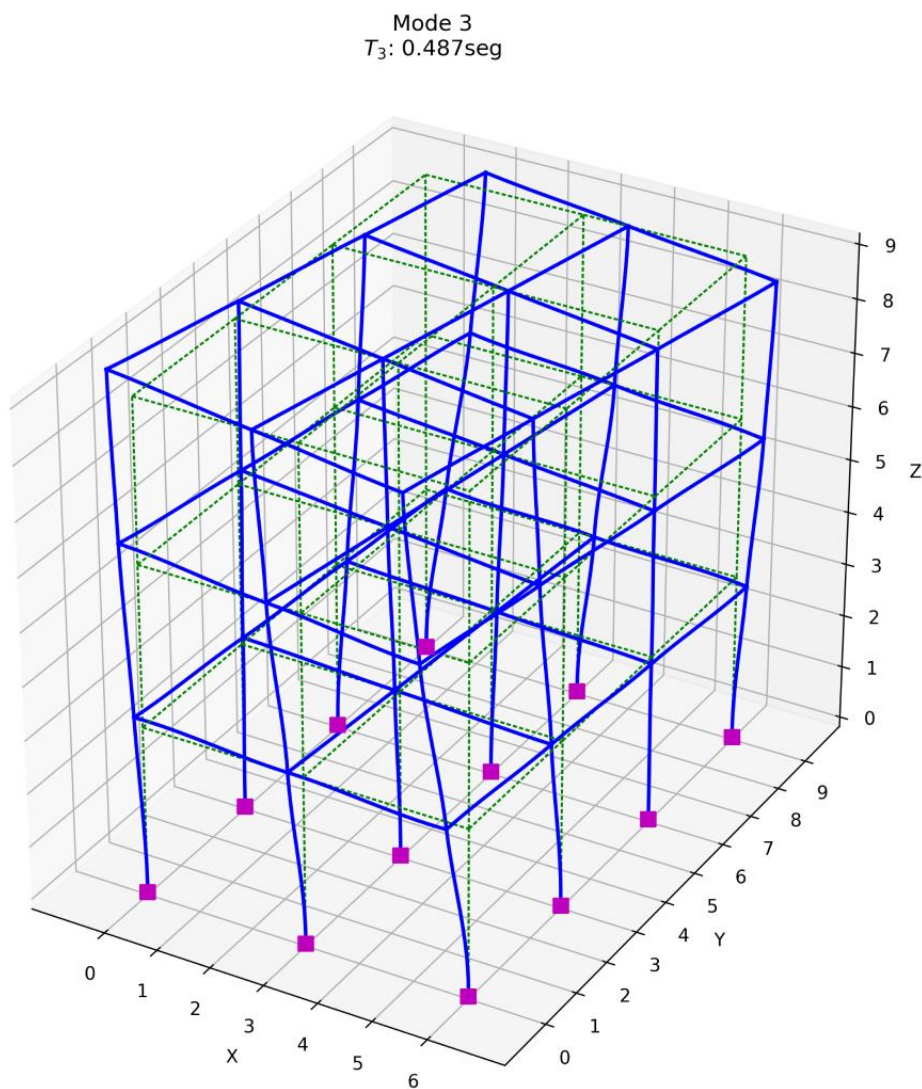
Concreteproperties

Bibliotēkas



Sectionproperties

Bibliotēkas



PyNite

```
1 import openseespy.opensees as ops
2 import opsv as opsv
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 import numpy as np
5
6 ops.wipe()
7 ops.model('basic', '-ndm', 2, '-ndf', 3)
8
9 m = 100          # Mass (kg)
10 h = 3           # Story height (m)
11 L = 5           # Bay width (m)
12 A = 0.09        # Column cross-sectional area (m2)
13 Ic = 0.000675   # Column moment of inertia (m4)
14 Iv = 10e10      # Rigid beam moment of inertia (m4)
15 E = 20e9        # Modulus of elasticity (GPa)
16
17 # Definition of nodes and masses
18 ops.node(1, 0, 0)
19 ops.node(2, L, 0)
20 ops.node(3, 0, 1*h, '-mass', m, 0, 0)
21 ops.node(4, L, 1*h, '-mass', m, 0, 0)
22 ops.node(5, 0, 2*h, '-mass', m/2, 0, 0)
23 ops.node(6, L, 2*h, '-mass', m/2, 0, 0)
24
25 # support
26 ops.fix(1, 1, 1, 1) # Fixed
27 ops.fix(2, 1, 1, 1) # Fixed
28
29 ops.geomTransf('Linear', 1)
30
31 # Column
32 ops.element('elasticBeamColumn', 1, 1, 3, A, E, 2*Ic, 1)
33 ops.element('elasticBeamColumn', 2, 2, 4, A, E, 2*Ic, 1)
34 ops.element('elasticBeamColumn', 3, 3, 5, A, E, 1*Ic, 1)
35 ops.element('elasticBeamColumn', 4, 4, 6, A, E, 1*Ic, 1)
36
37 # Beam
38 ops.element('elasticBeamColumn', 5, 3, 4, A, E, Iv, 1)
39 ops.element('elasticBeamColumn', 6, 5, 6, A, E, Iv, 1)
40
41 # Calculation of vibration periods
42 NumModes = 2
43 eigen = np.array(ops.eigen(NumModes))
44 w = eigen**0.5
45 T = 2*np.pi/w
46
47 for i in range(NumModes):
48     opsv.plot_mode_shape(i+1, endDispFlag=0)
49     plt.title("$T_{%i}$: %.4f sec" % (i+1, T[i]))
50 plt.show()
```

Bibliotēkas

fib-international/ **structuralcodes**



A Python library for structural engineering calculations

 18

Contributors

 64

Issues

 260

Stars

 55

Forks



Infrastruktūra

No koda līdz pieejamībai

Jebkuru sevis veidoto PY failu ir iespējams transformēt par lokālu aplikāciju to uzbūvējot, piemēram, ar PyCharm, bet pie katra labojuma ir jāveic jauna pārbūve un ir grūti dalīties ar kolēģiem.

Vēl viens aspekts, kas mainījies — publicēt aplikāciju šodien ir daudz vienkāršāk. Nav nepieciešams savs serveris. Daudz servisi ir bez maksas, sevišķi kad noslodze un apjoms ir neliels.

Railway / Render

Cloud hosting. Auto-deploy no GitHub. Daži eiro mēnesī ar pilnīgi pilnīgi pietiekošu veikspēju.

GitHub / Gitlab

Versiju kontrole. Kods ir pieejams, izsekojams, atjaunojams.

Streamlit

Python kods kļūst par web app. Bezmaksas hosting prototipiem.

Docker / Podman

Reproducējama vide. Strādā visur vienādi.

Linux is free Docker is free Kubernetes is free Git is free GitHub is free GitHub Actions is free GitLab is free Python is free Node.js is free Go is free PostgreSQL is free MySQL is free MongoDB is free Redis is free Terraform is free Ansible is free Jenkins is free

Aizgrūd (push) kodu → Railway uzbūvē → Cloudflare nodrošina SSL → Divās minūtēs ir pieejama jauna versija

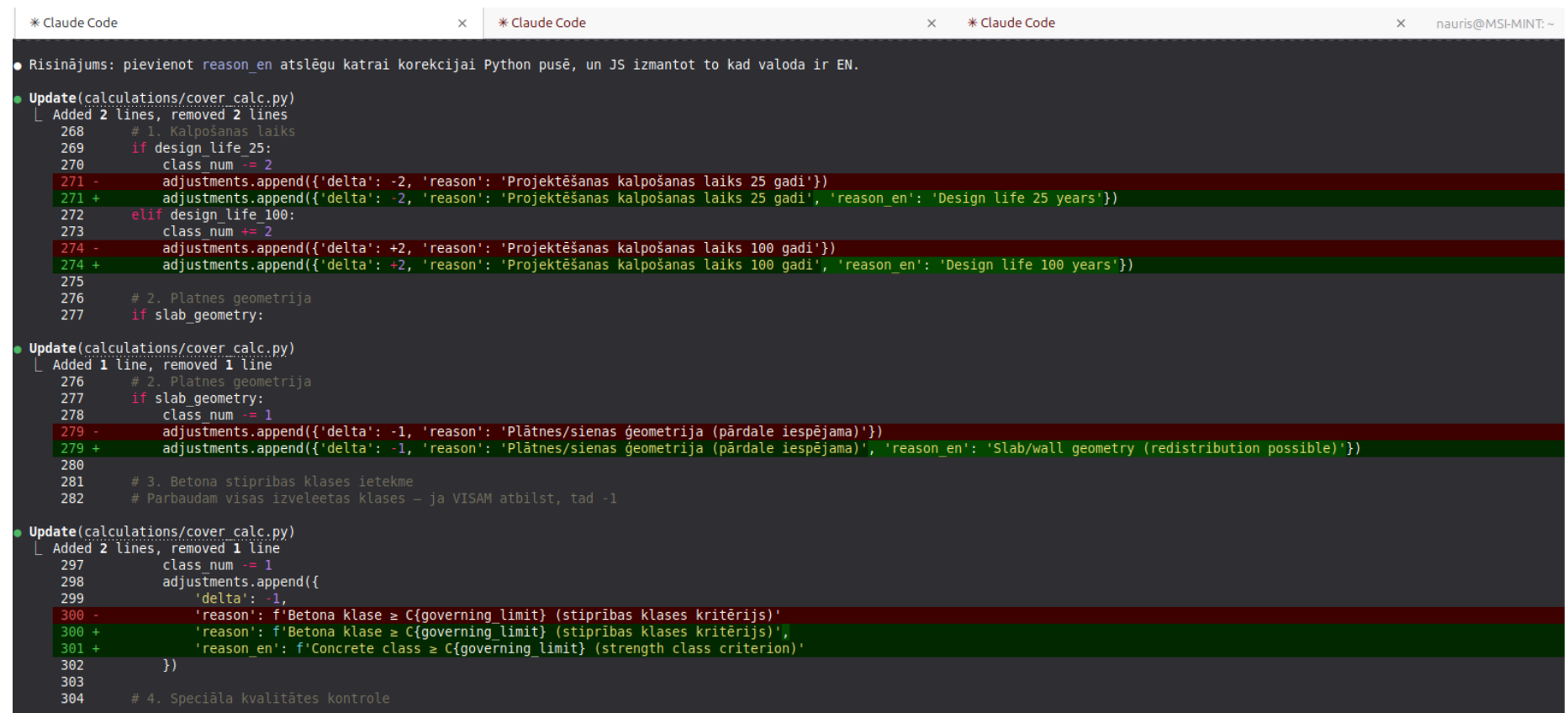
AI izstrādē

Ko un kā es izmantoju ikdienā

Pašlaik es lietoju Claude Code termināli uz atsevišķa veca datora, lai tas visu laiku ir pieejams un darbojās

Paralēli varu risināt vairākas darbības, katru savā cilnē, katram sava lokālā direktorija, katram savas instrukcijas.

Katru kodu atsevišķi sūtu (push) uz Github no kura to tālāk izmanto, piemēram, Railway



```
* Claude Code x * Claude Code x * Claude Code x nauris@MSI-MINT: ~  
• Risinājums: pievienot reason_en atslēgu katrai korekcijai Python pusē, un JS izmantot to kad valoda ir EN.  
• Update(calculations/cover_calc.py)  
  Added 2 lines, removed 2 lines  
    268 # 1. Kalpošanas laiks  
    269 if design_life_25:  
    270     class_num -= 2  
    271 - adjustments.append({'delta': -2, 'reason': 'Projektēšanas kalpošanas laiks 25 gadi'})  
    271 + adjustments.append({'delta': -2, 'reason': 'Projektēšanas kalpošanas laiks 25 gadi', 'reason_en': 'Design life 25 years'})  
    272 elif design_life_100:  
    273     class_num += 2  
    274 - adjustments.append({'delta': +2, 'reason': 'Projektēšanas kalpošanas laiks 100 gadi'})  
    274 + adjustments.append({'delta': +2, 'reason': 'Projektēšanas kalpošanas laiks 100 gadi', 'reason_en': 'Design life 100 years'})  
    275  
    276 # 2. Platnes geometrija  
    277 if slab_geometry:  
    278     class_num -= 1  
    279 - adjustments.append({'delta': -1, 'reason': 'Plātnes/sienas geometrija (pārdale iespējama)'})  
    279 + adjustments.append({'delta': -1, 'reason': 'Plātnes/sienas geometrija (pārdale iespējama)', 'reason_en': 'Slab/wall geometry (redistribution possible)'})  
    280  
    281 # 3. Betona stiprības klases ietekme  
    282 # Parbaudam visas izveleetas klases – ja VISAM atbilst, tad -1  
    283  
    284 # 4. Speciāla kvalitātes kontrole  
    285  
    286  
    287  
    288  
    289  
    290  
    291  
    292  
    293  
    294  
    295  
    296  
    297  
    298  
    299  
    300 - 'reason': f'Betona klase ≥ C{governing_limit} (stiprības klases kritērijs)'  
    300 + 'reason': f'Betona klase ≥ C{governing_limit} (stiprības klases kritērijs)',  
    301 + 'reason_en': f'Concrete class ≥ C{governing_limit} (strength class criterion)'  
    302 }  
    303  
    304 # 4. Speciāla kvalitātes kontrole
```

Daži piemēri



BŪVKONSTRUKCIJU APRĒĶINU PLATFORMA [LV](#) / [EN](#)

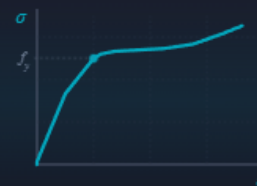
 Piemēri

[Reģistrēties](#)

[Pieteikties](#)

$\sigma - \epsilon$

MODULĀRA TIEŠSAISTES SISTĒMA



APRAKSTS

MŪSDIENĀS, KAD IR PIEEJAMS PLAŠS AUGSTA LĪMEŅA APRĒĶINU PROGRAMMU KLĀSTS, JOPROJĀM ATSEVIŠKĀS SITUĀCIJĀS SAGLABĀJAS PRAKTISKA NEPIECIEŠAMĪBA PĒC ĀTRIEM, VIENKĀRŠIEM UN IESPĒJAMI SAPROTAMIEM ATSEVIŠĶU KONSTRUKCIJAS ELEMENTU APRĒĶINIEM, DETALIZĀCIJAS NOSACĪJUMU VAI SLODŽU NOTEIKŠANAS. ŠĀDI APRĒĶINI VAR BŪT ARĪ NODERĪGI KĀ NEATKARĪGS KONTROLES MEHĀNISMS, LAI SALĪDZINĀTU UN VERIFICĒTU REZULTĀTUS, KAS IEGŪTI AR CITĀM METODĒM.

PLATFORMA SĀKOTNĒJI IR IZVEIDOTA IEKŠĒJAI LIETOŠANAI UN DAĻĒJI BALSTOTIES UZ AGRĀK IZMANTOTĀM EXCEL APRĒĶINU DARBA LAPĀM. TO PĀRNESE UZ PROGRAMMĒJAMU VIDĪ KĻUVA IESPĒJAMA, PATEICOTIES MĀKSLĪGĀ INTELEKTA ATTĪSTĪBAI UN PLAŠAJAM BRĪNĪŠĶĪGU ATVĒRTĀ KODA PROGRAMMATŪRAS BIBLIOTĒKU KLĀSTAM, KAS RADĪTS DAUDZU IZSTRĀDĀTĀJU ILGSTOŠA UN NESAVTĪGA DARBA REZULTĀTĀ.

DAŽĀDU MODUĻU IZSTRĀDĒ, CIK IESPĒJAMS, IEVĒROTS CAURSPĪDĪGAS APRĒĶINU LOĢIKAS PRINCIPS — VISAS IZMANTOTĀS FORMULAS IR ATKLĀTAS UN IZSEKOJAMAS, BEZ SLĒPTIEM PIENĒMUMIEM VAI NETIEŠIEM RISINĀJUMIEM. APRĒĶINI GALVENOKĀRT BALSTĀS UZ EIROKODEKSU SISTĒMU.

SVARĪGI UZSVĒRT, KA IEGŪTIE REZULTĀTI VAR BŪT KĻŪDAINI. APRĒĶINU VEICĒJA PIENĀKUMS IR PĀRLIECINĀTIES PAR TO PAREIZĪBU UN ATBILSTĪBU KONKRĒTAJAM PIELIETOJUMAM. ŠĪ PLATFORMA IR PAREDZĒTA KĀ DARBA PALĪGLĪDZEKLIS — NE IDEĀLS UN NE PILNĪGS — UN TĀ PATI PAR SEVI NEVAR UZŅEMTIES ATBILDĪBU PAR LĒMUMIEM, KAS PIENĒMTI, IZMANTOJOT TĀS REZULTĀTUS. TIPISKIEM GADĪJUMIEM IETEICAMS VEIKT REZULTĀTU VERIFIKĀCIJU, IZMANTOJOT ALTERNATĪVAS APRĒĶINU METODES VAI CITUS RĪKUS.

Daži piemēri



LIEKTU ŠĶĒRSGRIEZUMU APRĒĶINS

Taisnstūra šķērsgriezuma
dimensionēšana

Aktīvs



KOLONNU APRĒĶINS

Biaksiāla liece ar aksiālo slodzi
(Nominal Curvature)

Aktīvs



SIENU APRĒĶINS

Uniaksiāla liece + aksiālā slodze + bīde
+ noturība (uz metru)

Aktīvs



CAURSPIEŠANAS APRĒĶINS

Plātņu caurduršanas aprēķins

Aktīvs



KONSOLES APRĒĶINS

Īso konsolu aprēķini

Aktīvs



VĒRPES PĀRBAUDE

Torsijas pārbaude un V+T interakcija
(EC2 §6.3)

Aktīvs



REŽĢOGU APRĒĶINI STANDARTA PĀĻU IZKĀRTOJUMIEM

Spiesti-Stieptu stieņu metode (EC2 6.5)
— 2, 3, 4, 6 pāļi

Aktīvs



VIRSMAS BĪDES APRĒĶINS

Saskares bīde starp betona slāņiem

Aktīvs



SALIKTAIS BETONA ŠĶĒRSGRIEZUMS

Divos posmos betonētu šķērsgriezumu
liece un virsmas bīde (EC2 6.2.5)

Aktīvs



DOBUMOTO PLĀTŅU APRĒĶINS

Spriegotā dzelzsbetona plātnes pēc EN
1168

Aktīvs



SAITĒJUMA APRĒĶINS

Saitējums saliekamā DZB būvēm (EN
1991-1-7)

Aktīvs



KONSTRUKTĪVO PRASĪBU NOTEIKŠANA

Nosacījumi detalizācijai

Aktīvs

Daži piemēri (sākotnēji daļa adaptēta no Excel izklājlappām)

DZELZSBETONA ŠĶĒRSGRIEZUMA PROJEKTĒŠANA

☐ Objekta info atskaitei

Aprēķina Metode

☐ EC2 - Taisnstūrveida spriegumu sadalījums

Vienkāršota analītiskā metode pēc EN 1992-1-1

☒ Parabolisks - Taisnstūra spriegumu sadalījums

Aprēķins lietojot concreteproperties (GEM)

☐ Ierobežots betons (Confined Concrete)

Mander modelis ar šķērssstieģojuma ierobežojumu

i Piezīme: Būtisks nestspējas pieaugums ir paredzams tikai **stipri armētiem** šķērsgriezumiem ($\rho > 2\%$) vai kolonnām. Tipiskām sijām ar mērenu armējumu starpība ir minimāla ($< 1\%$), jo nestspēju kontrolē tērauds, nevis betons.

Geometrija

Platums b (mm)

300

Augstums h (mm)

500

Laidums L (mm)

6000

Aizsargslānis c_{nom} (mm)

25

Materiāli

Betona klase

C30/37

Tērauda klase

B500B

Vides klase

XC1

Slodzes

Moments $M_{Ed,ULS}$ (kNm)

200

Moments $M_{Ed,SLs}$ (kNm)

100

Bīdes spēks V_{Ed} (kN)

50

Stieģojums

Apakšējās stieģras - 1. rinda (skaits)

4

Diametrs $\varnothing$ (mm)

Ø20

Apakšējās stieģras - 2. rinda (skaits)

0

Diametrs $\varnothing$ (mm)

Ø16

Atstarpe starp rindām (mm)

70

Augšējās stieģras (skaits)

2

Diametrs $\varnothing$ (mm)

Ø12

Aptveres diametrs $\varnothing$ (mm)

Ø8

Kāju skaits

2 kājas

Solis s (mm)

200

 Aprēķināt

 Saglabāt

 Ielādēt

Daži piemēri (sākotnēji daļa adaptēta no Excel izklājlappām)

DZELZSBETONA ŠĶĒRSGRIEZUMA PROJEKTĒŠANA

APRĒĶINU ATSKAITE

EN 1992-1-1 (Eurocode 2) - Liektu šķērsgriezumu aprēķins

Lieces nestspēja: Analītisks aprēķins ar taisnstūra betona spriegumu bloku

1. IZEJAS INFORMĀCIJA

Ģeometrija: $b = 300$ mm, $h = 500$ mm, $L = 6000$ mm, $c_{nom} = 25$ mm

Materiāli: Betons $f_{ck} = 30.0$ MPa ($f_{cd} = 20.00$ MPa), Tērauds $f_{yk} = 500$ MPa ($f_{yd} = 435$ MPa)

Stiegrums: Apakšā 4Ø16.0 ($A_s = 804$ mm²), Augšā 2Ø12.0 ($A_{s,top} = 226$ mm²)

Slodzes: M_{Ed} (ULS) = 100.00 kNm, M_{Ed} (SLS) = 100.00 kNm, $V_{Ed} = 50.00$ kN

2. LIETDERĪGAIS AUGSTUMS

$d = h - c_{nom} - \Phi_w - \Phi_{bot}/2 = 500 - 25 - 8 - 16/2 = 459.0$ mm

3. LIECES NESTSPĒJA

Neitrālā ass: $x = (A_s \times f_{yd}) / (0.8 \times b \times f_{cd}) = (804 \times 435) / (0.8 \times 300 \times 20.00) = 72.8$ mm

Relatīvais dziļums: $\xi = x / d = 72.8 / 459.0 = 0.159$ ($\xi_{bal} = 0.45$) ✓ OK

Darba plecs: $z = d - 0.4 \times x = 459.0 - 0.4 \times 72.8 = 429.9$ mm

Nestspēja: $M_{Rd} = A_s \times f_{yd} \times z = 804 \times 435 \times 429.9 / 10^6 = 150.31$ kNm

Pārbaude: $M_{Ed} / M_{Rd} = 100.00 / 150.31 = 66.5\%$ ✓ OK

4. BĪDES NESTSPĒJA

Betona nestspēja bez šķērssstiegruma (EN 1992-1-1, 6.2.2):

$k = \min(1 + \sqrt{(200/d)}, 2.0) = 1.660$

$\rho_k = A_s / (b \times d) = 0.00584$

$V_{Rd,c} = [0.18 \times \eta_c \times k \times (100 \times \rho_k \times f_{ck})^{1/3}] \times b \times d = 71.25$ kN

Aptvere: 2Ø8.0 / 200 mm ($A_{sw} = 101$ mm²)

Optimālais leņķis: $\cot \theta = 2.00$ ($\theta = 26.6^\circ$) | LV NA: $1.0 \leq \cot \theta \leq 2.0$

Šķērssstiegruma nestspēja: $V_{Rd,s} = 187.89$ kN

Betona diagonāle: $V_{Rd,max} = 544.72$ kN

Konstruktīvās prasības: $A_{sw,min} = 53$ mm² ✓, $s_{max} = 300$ mm ✓

5. PLAISU PLATUMS (SLS)

Aprēķins pēc EN 1992-1-1, 7.3.4 (izmantojot $M_{Ed,SLS} = 100.00$ kNm):

Efektīvā stiegruma attiecība: $\rho_{p,eff} = A_s / A_{c,eff} = 0.000804 / 0.030750 = 0.0262$

Modulārais koeficients: $\alpha_e = E_s / E_{cm} = 200000 / 32837 = 6.091$

Spriegums stiegrumā: $\sigma_s = M_{Ed,SLS} / (A_s \times z) = 301.0$ MPa

Vidējā deformāciju starpība (EN 1992-1-1, 7.9):

$$\begin{aligned} \epsilon_s - \epsilon_{cm} &= \max(0.6 \times \sigma_s / E_s; [\sigma_s - k_1 \times f_{ctm} / \rho_{p,eff} \times (1 + \alpha_e \times \rho_{p,eff})] / E_s) \\ &= \max(0.6 \times 301.0 / 200000; [301.0 - 0.4 \times 2.90 / 0.0262 \times (1 + 6.091 \times 0.0262)] / 200000) \\ &= \max(0.000903; 0.001248) = 0.001248 \end{aligned}$$

Maksimālais plaisu attālums (EN 1992-1-1, 7.11):

$$\begin{aligned} s_{r,max} &= k_3 \times c + k_1 \times k_2 \times k_4 \times \sigma / \rho_{p,eff} \\ &= 3.4 \times 33 + 0.8 \times 0.5 \times 0.425 \times 16 / 0.0262 = 216.2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Plaису platums (EN 1992-1-1, 7.8):

$$w_k = (\epsilon_s - \epsilon_{cm}) \times s_{r,max} = 0.001248 \times 216.2 = 0.270 \text{ mm}$$

Pārbaude pēc EN 1992-1-1, Table 7.1N (vides klase XC1): $w_k \leq w_{max} = 0.40$ mm ✓ OK

6. DEFORMĀCIJAS (SLS)

Vienkāršots aprēķins (elastīgā metode, izmantojot $M_{Ed,SLS} = 100.00$ kNm):

$E_{cm} = 22 \times (f_{ck} / 10)^{0.3}$ (EN 1992-1-1, Table 3.1)

$I_{eff} \approx (I_{cr} + I_{gross}) / 2$ (vienkāršots starp saplaisājušu un nesaplaisājušu)

$\delta = k \times M_{Ed,SLS} \times L^2 / (E \times I) \approx 6.89$ mm | $L/d = 13.1$

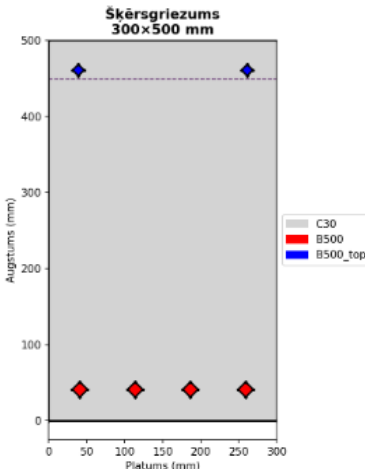
Pārbaude: $\delta \leq L/250 = 24.0$ mm ✓ OK

7. KOPSAVILKUMS

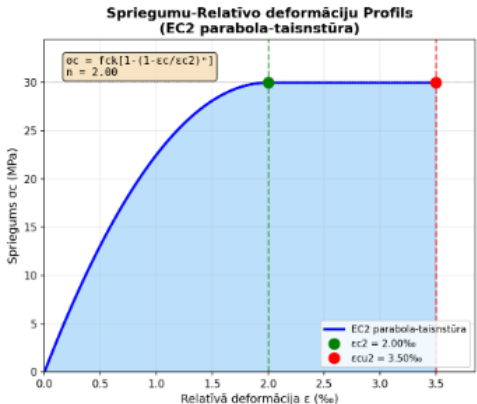
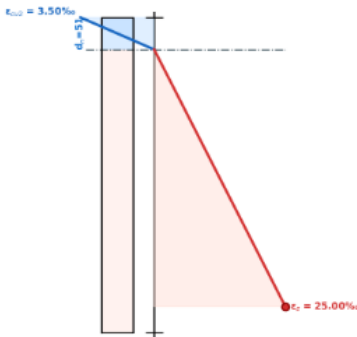
✓ NESTSPĒJA PIETIEKOŠA

Maksimālā noslodze: 66.5%

8. ŠĶĒRSGRIEZUMS



Deformāciju sadalījums (ULS)



GALĪGO ELEMENTU METODES REZULTĀTI

BIBLIOTĒKA: concreteproperties
MODELIS: EC2 parabolā-taisnstūra

MATERIĀLU PARAMETRI:

- $f_{ck} = 30$ MPa
- $E_{cm} = 32837$ MPa
- $\epsilon_{c2} = 2.000$ ‰
- $\epsilon_{cu2} = 3.500$ ‰
- $n = 2.00$

ŠĶĒRSGRIEZUMS:

- $b \times h = 300 \times 500$ mm
- $d = 459$ mm
- $d_n = 50.8$ mm
- $\xi = d_n / d = 0.1107$

NESTSPĒJA:

- $M_{Rd} = 175.50$ kNm

PĀRBAUDE:

- $M_{Ed} = 100.00$ kNm
- Izmantojums = 57.0% ✓ OK

Daži piemēri

REŽĢOGU PROJEKTĒŠANA

1. Konfigurācija

Pāļu izvietojums

2 pāļi

2. Slodzes (ULS)

N_{Ed} (kN)

1500

V_{Ed,x} (kN)

0

V_{Ed,y} (kN)

0

M_{Ed,x} (kNm)

0

M_{Ed,y} (kNm)

0

✓ SLS slodzes (neobligāti — noklusēti 0.7×ULS)

3. Ģeometrija

Pāļa diametrs D (mm)

600

Pāļu solis X virzienā (mm)

1500

Kolonnas izmērs c₁ (mm)

400

Kolonnas izmērs c₂ (mm)

400

Režģoga augstums h (mm)

800

X virziens

c_{nom} apakšā (mm)

50

Y virziens

c_{nom} augšā (mm)

50

= sānu aizsargslānis

Attālums no pāļa centra līdz malai (mm)

600

Noklusēti: 600 mm (enkurojuma nodrošināšanai)

4. Materiāli

Betona klase

C30/37

Stiegrojuma klase

B500B

5. Stiegrojums

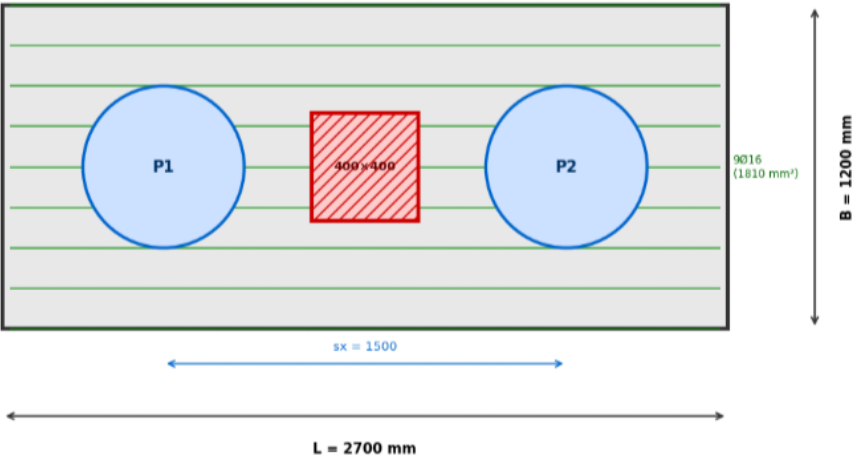
Galvenais Ø (mm)

Ø16

Sadalotais / aptveru Ø (mm)

Ø12

Pārbaude	Rezultāts	Noslodze	Status
Mezgli Kolonna (augša)	$\sigma_{Ed} = 9.38 \text{ MPa}$	62.7%	✓ OK
Mezgli Pālis P1	$\sigma_{Ed} = 2.65 \text{ MPa}$	17.7%	✓ OK
Mezgli Pālis P2	$\sigma_{Ed} = 2.65 \text{ MPa}$	17.7%	✓ OK
Stenis Strut N0→P1	$\sigma = 9.69 \text{ MPa}$	91.8%	✓ OK
Stenis Strut N0→P2	$\sigma = 9.69 \text{ MPa}$	91.8%	✓ OK
Saite Tie X (P1↔P2)	9Ø16 (1810 mm²)	98.5%	✓ OK
Caurspiešana (Kolonna)	$v_{Ed} = 0.193 \text{ MPa}$	53.4%	✓ OK
Caurspiešana (Pālis P1)	$v_{Ed} = 0.094 \text{ MPa}$	26.0%	✓ OK
Caurspiešana (Pālis P2)	$v_{Ed} = 0.094 \text{ MPa}$	26.0%	✓ OK
Enkurojums	$l_{bd} = 572 \text{ mm}$, $l_{avail} = 550 \text{ mm}$	—	✓ OK
Pudeles kakla šķērsst.	$\rho_w = 0.00283$ (min 0.00088)	—	✓ OK

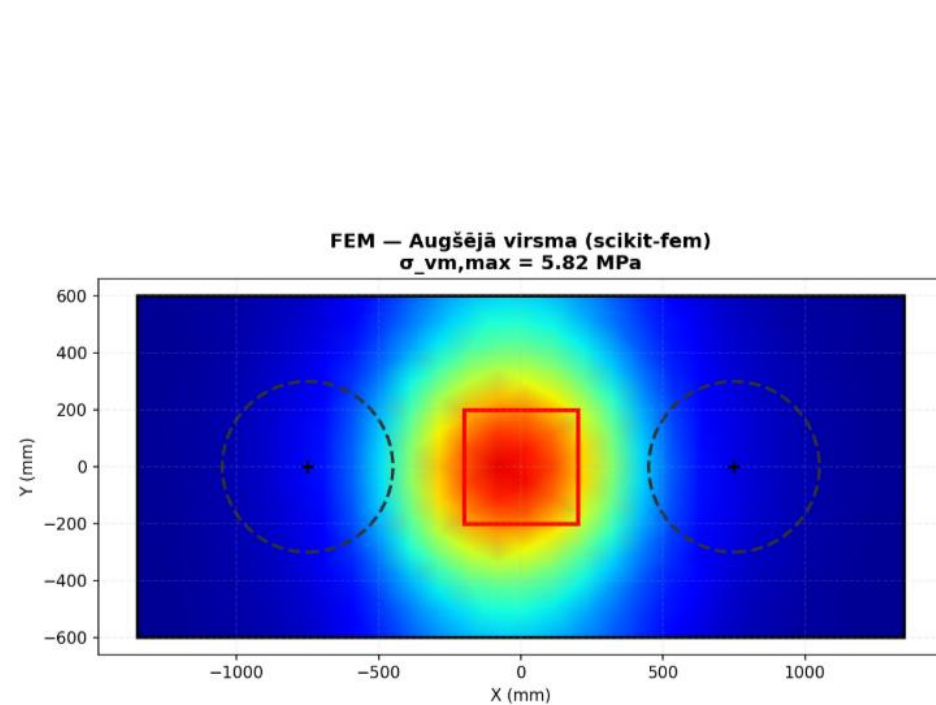


Daži piemēri

REŽĢOGU PROJEKTĒŠANA

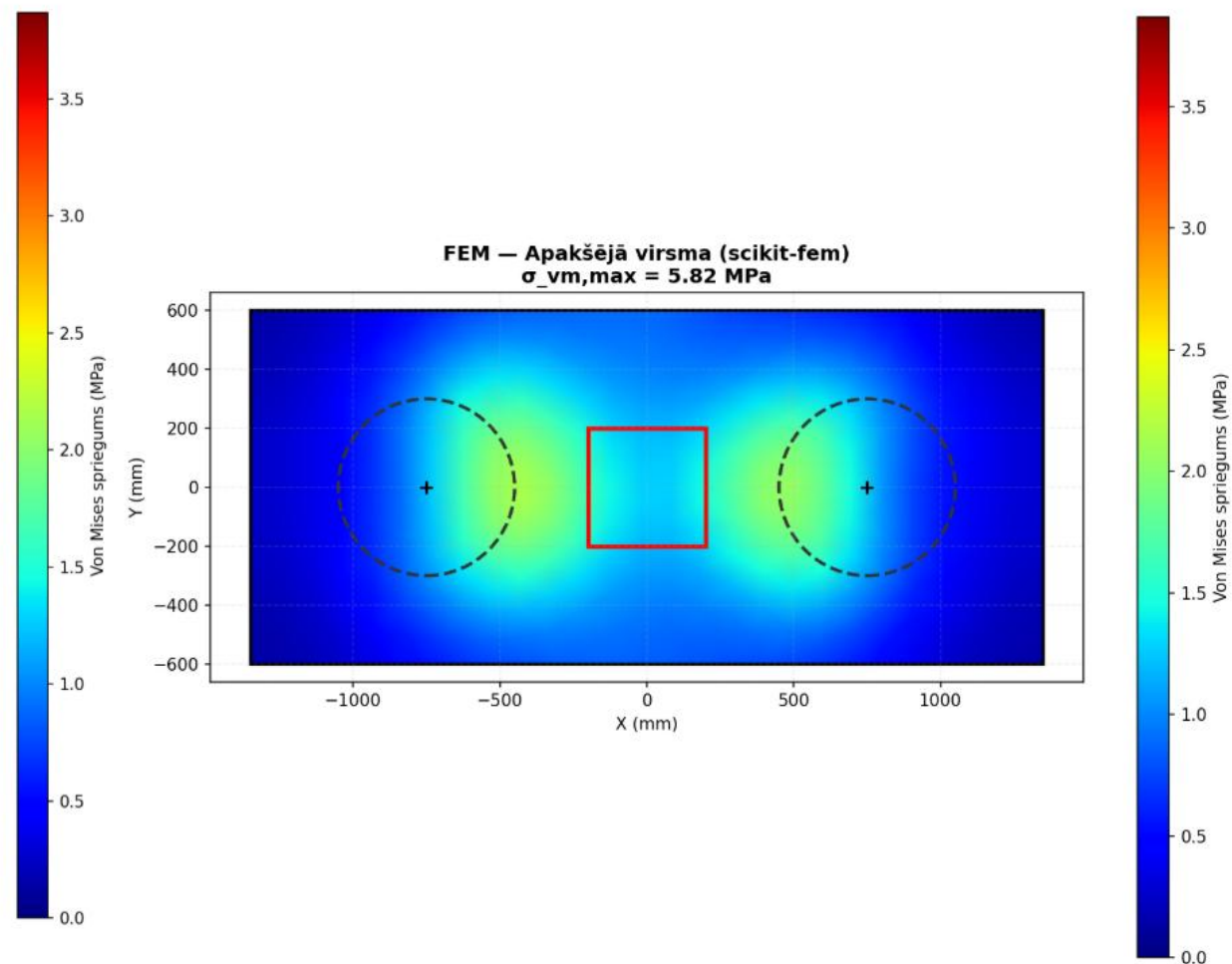
Spriegumu kartes — augšējā virsma

Von Mises spriegums σ_{vm}



Spriegumu kartes — apakšējā virsma

Von Mises spriegums σ_{vm}



Daži piemēri

PĀĻU APRĒKINI

1. IEVADDATI

Pāja tips:	Betona vietas pāļi ar grunts izspiešanu (FDP, DSP)	Diametrs:	D = 510 mm	Garums:	L = 23.00 m
GW līmenis:	2.0 m	P _{ULS} :	1700 kN	P _{SLs} :	1000 kN
Pāja pašvars:	W = 75.4 kN	γ _c =25 kN/m³, A=0.2043 m²			

2. CPT DATI (Robertson (1986))

Punktu skaits:	278	Dziļums:	0.0 - 27.7 m	q _c (min/max/avg):	0.0 / 34.9 / 5.7 MPa
----------------	-----	----------	--------------	-------------------------------	----------------------

3. GALA PRETESTĪBA (EN 1997-2 D.7.5.3)

Gala pretestība tiek noteikta, izmantojot **minimum path** metodi trīs zonās:

Zona	Apraksts	Diapazons	Metode	q _{c,mean}
I	ZEM gala (0.7D-4D), minimālais vidējais	23.00 - 25.04 m	Aritmētiskais	17.50 MPa
II	Tā pati zona, minimum path (†)	23.00 - 25.04 m	Min. path	15.00 MPa
III	8D VIRS gala, minimum path (†)	18.92 - 23.00 m	Min. path	5.83 MPa

Gala pretestības formula (EN 1997-2 D.7.5.3):

$$p_b = 0.5 \times q_p \times \beta \times s \times [(q_{c,I} + q_{c,II})/2 + q_{c,III}]$$

kur:

- $q_p = 1.00$ — pāja tipa koeficients (Betona vietas pāļi ar grunts izspiešanu (FDP, DSP))
- $\beta = 1.0$ — formas koeficients (apaļš šķērss griezums)
- $s = 1.0$ — formas koeficients (apaļš šķērss griezums)

Kombinētā q_c vērtība:

$$q_{c,comb} = (q_{c,I} + q_{c,II})/2 + q_{c,III}$$
$$q_{c,comb} = (17.50 + 15.00)/2 + 5.83 = 22.08 \text{ MPa}$$

Gala pretestība:

$$p_b = 0.5 \times 1.00 \times 1.0 \times 1.0 \times 22.08 = 11.04 \text{ MPa}$$

Gala nestspēja:

$$A_{base} = \pi \times (D/2)^2 = \pi \times (0.255)^2 = 0.2043 \text{ m}^2$$
$$R_b = p_b \times A_{base} \times 1000 = 11.04 \times 0.2043 \times 1000$$

R_b = 2255.5 kN

4. SĀNU BERZE (EN 1997-2 D.7.5.4)

Formula: $q_{s,i} = q_s \times q_{c,i}$, $R_{s,i} = q_{s,i} \times \pi \times D \times h_i$
Perimetrs: $\pi \times D = \pi \times 0.510 = 1.602 \text{ m}$

⚠ **ΔL nosacījums:** Vājš slānis (q_c<2MPa) pie 19.5m - slāņi virs izslēgti.

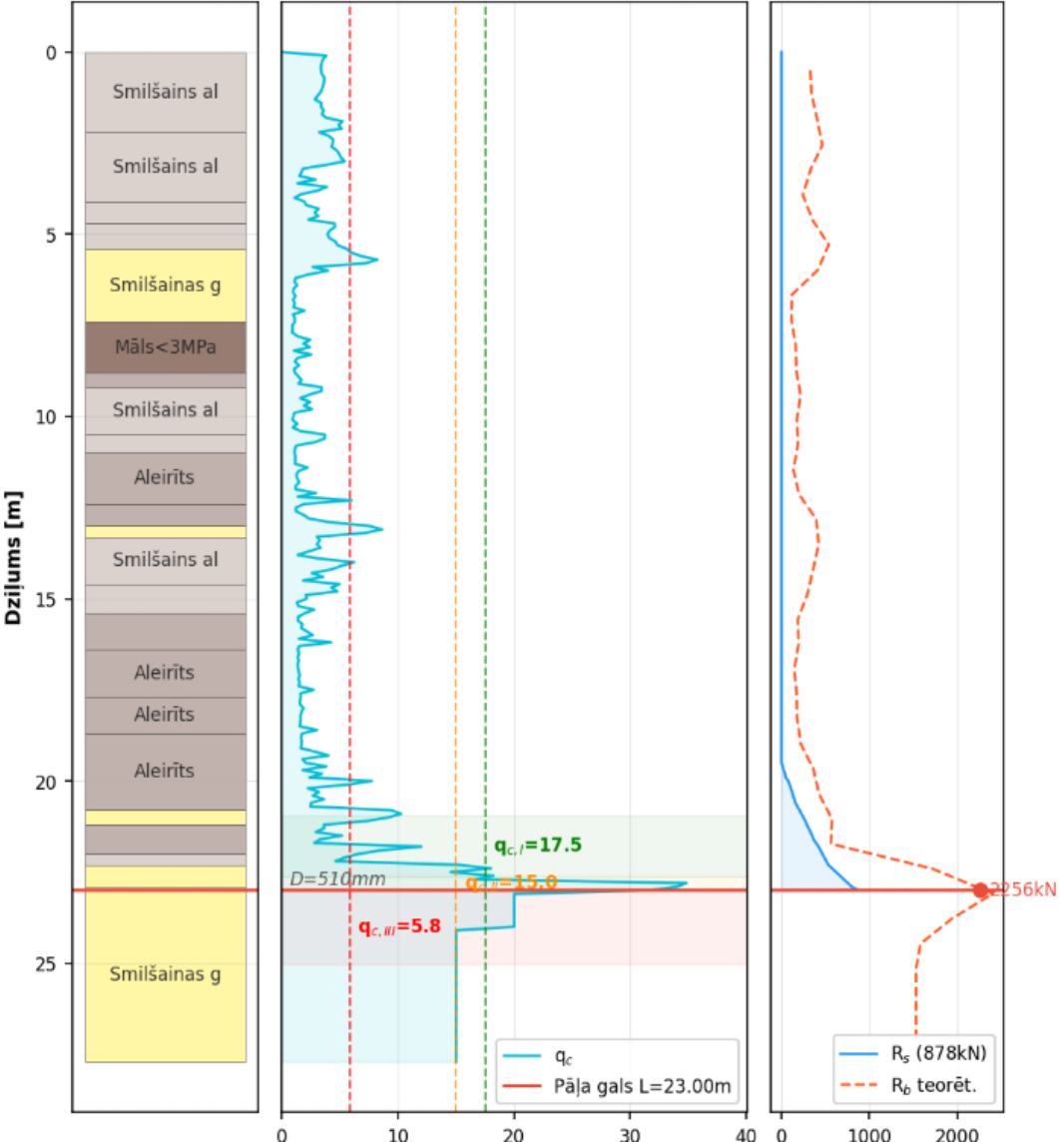
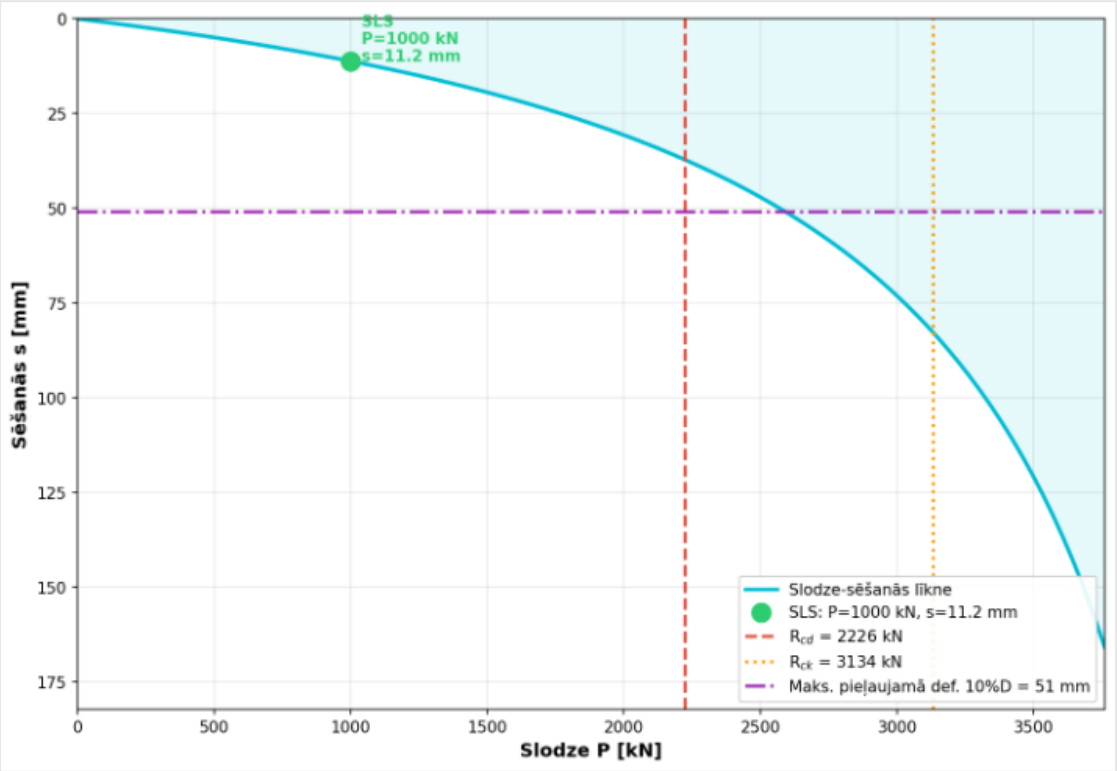
Tiek uzrādīti tikai slāņi, kas ievērtēti sānu berzes aprēķinā.

z [m]	h	Grants	q _c	q _s	q _s	R _s
19.5-19.6	0.10	Aleirīts	2.9	0.035	103	16
19.6-19.7	0.10	Smišains al	2.8	0.020	56	9
19.7-19.8	0.10	Aleirīts	2.6	0.035	92	15
19.8-19.9	0.10	Smišains al	2.9	0.020	58	9
19.9-20.0	0.10	Aleirīts	5.1	0.035	177	28
20.0-20.1	0.10	Smišainas g	6.7	0.015	101	16
20.1-20.2	0.10	Smišains al	4.0	0.020	79	13
20.2-20.3	0.10	Aleirīts	2.7	0.035	95	15
20.3-20.4	0.10	Smišains al	2.9	0.020	58	9
20.4-20.5	0.10	Aleirīts	3.1	0.035	110	18
20.5-20.6	0.10	Smišains al	3.1	0.020	61	10
20.6-20.8	0.20	Aleirīts	4.2	0.035	147	47
20.8-21.1	0.30	Smišainas g	9.2	0.015	139	67
21.1-21.2	0.10	Smišains al	5.4	0.020	109	17
21.2-21.5	0.30	Aleirīts	3.6	0.035	127	61
21.5-21.6	0.10	Smišains al	4.2	0.020	84	14
21.6-21.8	0.20	Aleirīts	5.2	0.035	183	58
21.8-22.0	0.20	Smišainas g	9.0	0.015	134	43
22.0-22.3	0.30	Smišains al	7.0	0.020	140	67
22.3-22.8	0.50	Smišainas g	18.5	0.015	277	222
22.8-22.9	0.10	Grants	34.4	0.008	276	44
22.9-23.0	0.10	Smišainas g	32.8	0.015	493	79
					Σ R _s =	878 kN

R_{s,total} = 878.3 kN

Daži piemēri

PĀĻU APRĒĶINI



Daži piemēri

TĒRAUDA SAVIENOJUMU PROJEKTĒŠANA

SAVIENOJUMS AR AUSI (FIN PLATE)

Pēc EN 1993-1-8 (Eurocode 3 - Savienojumi)

Savienojums ir pietiekams

Maksimālais izmantojums: 92.9%

1. IZEJAS DATI

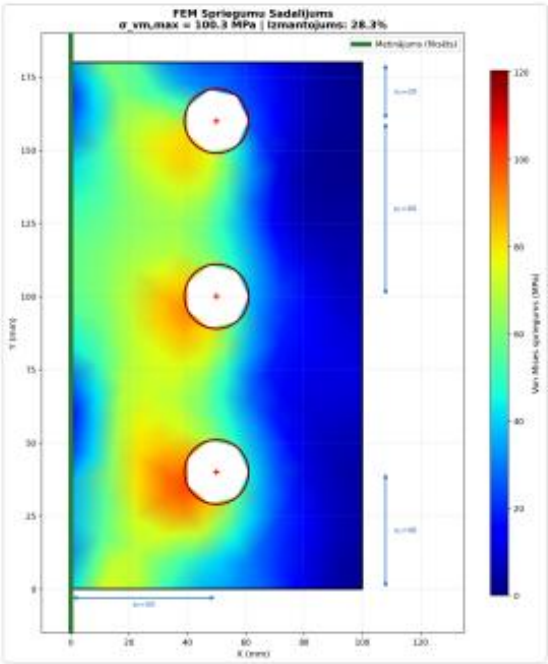
Aprēķina bīdes spēks V_{Ed}	200 kN
Sijas sienīņas biezums t_w	7.1 mm
Gala plāksne izmēri $h_p \times b_p \times t_p$	180×100×10 mm
Gala plāksne tērauds	S355 ($f_y=275$ MPa, $f_u=490$ MPa)
Skrūves	3×1 M20 8.8
Ģeometrija	$e_1=40$, $e_2=50$, $p_1=60$ mm
Metinājuma kakla biezums a_w	5 mm

2. ĢEOMETRISKIE IEROBEŽOJUMI (Tab. 3.3)

Parametrs	Vērtība	Minimums	Statuss
e1	40 mm	≥ 26.4 mm	✓ OK
e2	50 mm	≥ 26.4 mm	✓ OK
p1	60 mm	≥ 48.4 mm	✓ OK

Galīgo elementu analīze

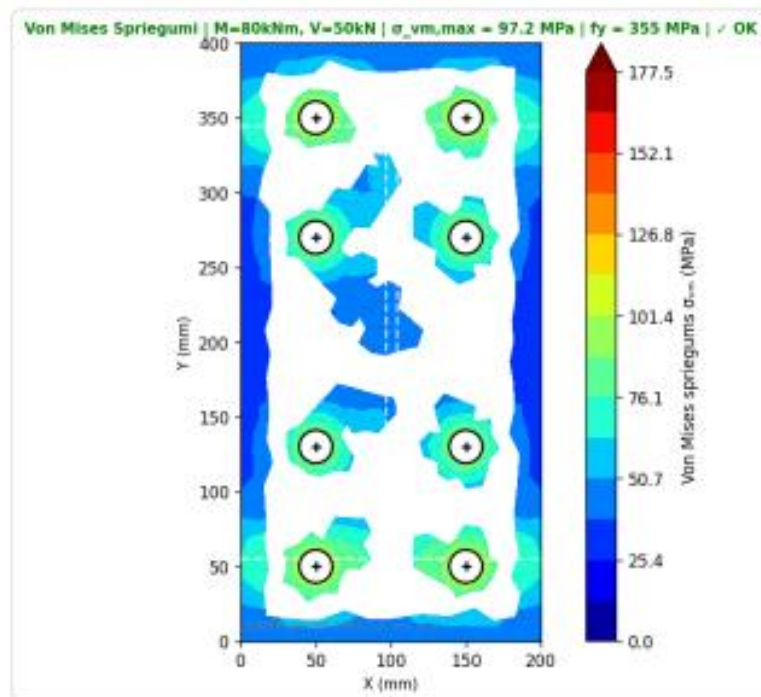
Parametrs	Vērtība
Mezglu skaits	516
Elementu skaits	1434
Skrūvju caurumu skaits	3



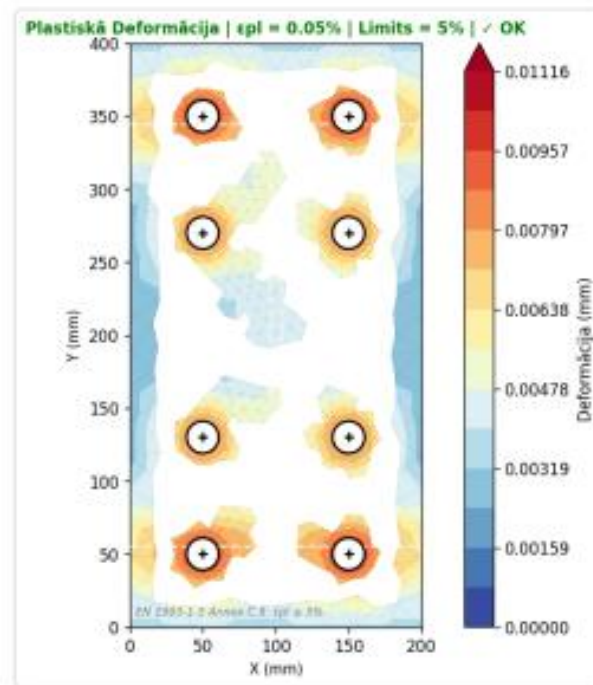
Von Mises spriegumu sadalījums

Daži piemēri

TĒRAUDA SAVIENOJUMU PROJEKTĒŠANA



$\sigma_{vm,max} = 97.2\text{ MPa}$ | $f_y = 355\text{ MPa}$ | ✓ OK



Plastiskā deformācija $\epsilon_{pl} = 0.05\%$ | Limits = 5% | ✓ OK

3D FEM

BŪVKONSTRUKCIJU AP

EN 1990 Slodžu Kombinācijas

×

Izvēlieties kombināciju tipus, ko ģenerēt

ULS — Robežstāvoklis nestspējai

☒ **6.10** — $\gamma_G \cdot G + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
Pilna kombinācija ar vadošo mainīgo slodzi

☐ **6.10a** — $\gamma_G \cdot G + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$
Tikai pastāvīgā + reducētā mainīgā

☐ **6.10b** — $\xi \cdot \gamma_G \cdot G + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
Reducētā pastāvīgā ($\xi=0.85$) + pilna mainīgā

SLS — Robežstāvoklis lietojamībai

☒ **Raksturīgā** — $G + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
Īslaicīga iedarbība, neatgriezeniskas robežas

☐ **Biežā** — $G + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
Atkārtota iedarbība, atgriezeniskas robežas

☐ **Kvazipastāvīgā** — $G + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$
Ilglaiicīga iedarbība, šjūde, ilglaicīgas deformācijas

⚙️ Ģenerēt kombinācijas

✖ Atcelt

✓ Apstiprināt

Daži piemēri

3D FEM

Datubāze:

Saglabāt

Ielādēt

Fails:

Eksportēt

Importēt

Atsaukt

Atkārtot

Modelis

Īpašības

Slodzes

Aprēķins

BALSTI (2)

— LĪNIJVEIDA ELEMENTI (1)

Dzelzbetons

C20/25

b (mm)

300

h (mm)

500

+ Pievienot

#	Nosaukums	Tips
G1	B400x400	DB C30/37

— Piešķirt —

✓

PLĀTNES (1)

GALA ATBRĪVOJUMI — M7

Sākums I

Beigas J

Loc. I

Loc. J

Abas

Notint

Sijas:

M

V

N

Plātnes:

Mx

My

Qx

Qy

M4 6.48m

Gala nosacījumi: N6: Brīvs | N5: Brīvs

B400x400: C30/37
b × h = 400 × 400 mm

Gala atbrīvojumi (Locīklas)

Sākums I (N6)

Beigas J (N5)

Locikla I

Locikla J

Abas

Notint

Aprēķina Rezultāti

	N6	N5
N (kN)	0.00	0.00
M (kNm)	-10.52	-10.52
V (kN)	12.56	-12.56

Pārvietojumi: N6: Uz=-56652019369593328.00mm, N5: Uz=-51501835790539384.00mm — Max δ = 56652019369593328.00 mm

-M

V

N

q = -5.0 kN/m

N6

N5

L = 5.02 m

-10.52 kNm

Lieces moments M (kNm)

5.26 kNm

-10.52

Papildus iespējas, piemēram, PyRevit

Python Revit vidē — bez Visual Studio

PyRevit ir bezmaksas Revit add-in, kas ļauj rakstīt automatizācijas skriptus Python valodā. Nav nepieciešams Visual Studio, nav nepieciešams C#.

Piemēri, ko var automatizēt:

Elementu datu eksports uz Excel

Parametru ģenerēšana

Šķērsriezumu batch maiņa

Stiegrojuma marķēšana

Ikdienā nenormāli daudz laika aizņem BIM parametru kārtošana, palīgelementu modelēšana, marķēšana — bet maz laika paliek būtiskajam. PyRevit ir viens no vienkāršāk realizējamiem variantiem.

```
# PyRevit – eksportē siju datus
from pyrevit import revit, DB

doc = revit.doc
collector = DB.FilteredElementCollector(doc)
beams = collector.OfCategory(
    DB.BuiltInCategory.OST_StructuralFraming
).WhereElementIsNotElementType()

for beam in beams:
    mark = beam.get_Parameter(
        DB.BuiltInParameter.ALL_MODEL_MARK
    ).AsString()
    length = beam.get_Parameter(
        DB.BuiltInParameter.INSTANCE_LENGTH
    ).AsDouble() * 304.8 # feet > mm

    print(f"{mark}: {length:.0f} mm")
```

PyRevit

File Architecture Structure Steel Precast Insert Annotate Analyze Collaborate View Manage Add-Ins CADS Rebar Extensions DiRootsOne IDEA StatiCa MLabs ProdLib EF_Tools **KFORMA**

BP CD CL MC EL ME MA PC

Batch Koliziju Klases Model Augstuma Mark Masas Param.
Params Meklēšana Kodī Cleaner Atzīmes Elements Aprēķins Kopēšana

KF Tools

Project Browser - RWC2-03_KFORMA_BK_A01_ZZ_M3_00001_inovskis@gmail.c...

Search

- Floor Plan: 1. STĀVA PĀRSEGUMA APAKŠĒJĀ STIEGROJUMA PLĀN
- Floor Plan: 1. STĀVA PĀRSEGUMA AUGŠĒJĀ STIEGROJUMA PLĀN
- Floor Plan: 1. STĀVA PĀRSEGUMA PLĀNS
- Floor Plan: 2. STĀVA PĀRSEGUMA PLĀNS
- Floor Plan: 2. STĀVA PĀRSEGUMA STIEGROJUMA PLĀNS
- Floor Plan: 3. STĀVA PĀRSEGUMA PLĀNS
- Floor Plan: 3. STĀVA PĀRSEGUMA STIEGROJUMA PLĀNS
- Floor Plan: 4. STĀVA PĀRSEGUMA PLĀNS
- Floor Plan: 4. STĀVA PĀRSEGUMA STIEGROJUMS
- Floor Plan: 5. STĀVA PĀRSEGUMA PLĀNS
- Floor Plan: 5. STĀVA PĀRSEGUMA STIEGROJUMS
- Floor Plan: 6. STĀVA PĀRSEGUMA PLĀNS
- Floor Plan: 6. STĀVA PĀRSEGUMA STIEGROJUMS
- Floor Plan: PAGRABSTĀVA PĀRSEGUMA APAKŠĒJĀ STIEGROJUM
- Floor Plan: PAGRABSTĀVA PĀRSEGUMA AUGŠĒJĀ STIEGROJUM
- Floor Plan: PAGRABSTĀVA PĀRSEGUMA PLĀNS

04 Konstruktīvu plāni

- Structural Plan: 1. STĀVA NENESOŠO PAPILDELEMENTU PLĀNS
- Structural Plan: 1. STĀVA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS
- Structural Plan: 2. STĀVA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS
- Structural Plan: 3. STĀVA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS
- Structural Plan: 4. STĀVA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS
- Structural Plan: 5. STĀVA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS
- Structural Plan: 6. STĀVA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS
- Structural Plan: JUMTA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS
- Structural Plan: PAGRABSTĀVA NESOŠO KONSTRUKCIJU PLĀNS

+ 07 Konstruktīvu plāni - Papildus

+ 99 Darba plāni sūtīšanai

+ Darba ariezumi

Mark Elements - KFORMA

1. Selection Scope

Current View

2. Filter by Category / Family / Type

Categories: Assemblies, Dimensions, Generic Models, Grids, Lines

Families:

Types:

3. Sorting Logic

Primary sort: X (Left to Right) ☐ Descending

Secondary sort: None ☐ Descending

4. Mark Format

Prefix: P-1- Start: 1 Digits: 3

Preview: P-1-001, P-1-002, P-1-003...

5. Status

Elements to mark: 1801

Select Elements Apply Marks Close

Noslēgums

Katram darbarīkam ir savs pielietojums

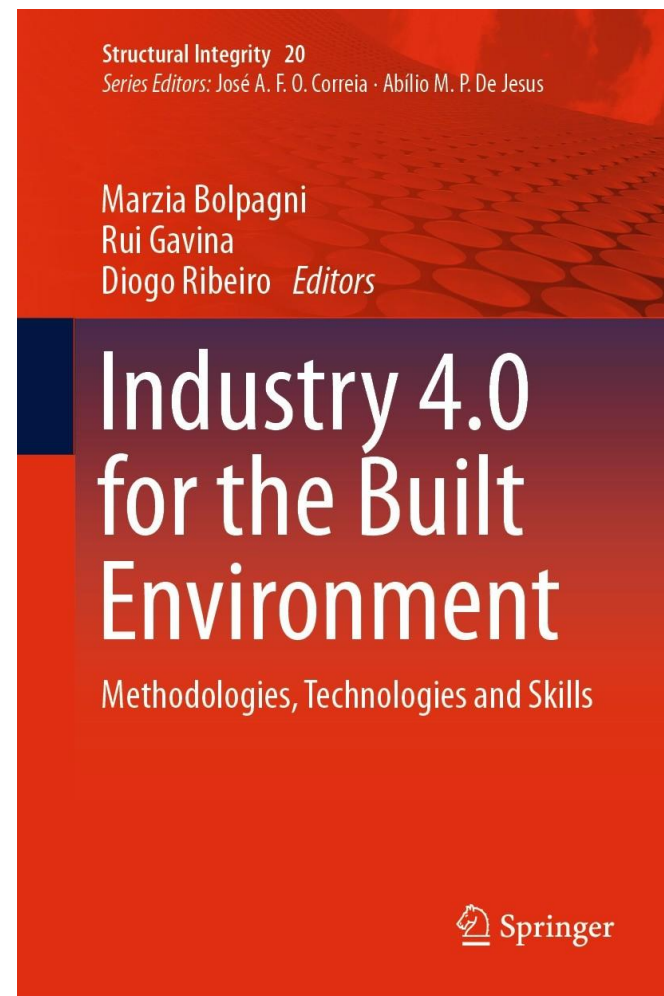
AI paredzamā nākotnē neatrisinās visas problēmas, un inženieri neklūs lieki. Svarīgi ir izmantot esošās iespējas efektīvāk, apzinoties gan to plusus, gan mīnus un koncentrējoties uz lietām ko tas dara labi. Mākslīgais intelekts ir darba rīks.

Inženieriem vienmēr **IR** jābūt kritiskiem. Atbildība paliek cilvēkam, nevis rīkiem.

AI halucinē un tas ir paredzami. Aptuveni 20% no ieteiktajām pakotnēm neeksistē, ir daudz ļauna koda pakotnes ar reģistrētiem vienādiem vai līdzīgiem nosaukumiem citos repozitorijos. Vienmēr salīdzināt rezultātus pret pārbaudītām esošām versijām, akli nepaļauties uz atsaucēm, nepaļauties uz savstarpēju sapratni.

Koncentrēties uz strukturētu datu apstrādi, piemēram, CPT un CPTU mērījumiem, atkārtotām kodu un formātu konvertēšanām, atskaišu un dokumentu sagatavošanu atkārtotu pārbaužu automatizēšanu lielu teksta apjomu lasīšanu un izvilkšanu

Mašīnmācīšanās, datu apstrāde un Python pamati ir jāiekļauj būvniecības studiju programmā. Daži priekšmeti globāli jau eksistē, piemēram Python for Structural Engineering un Architectural Engineering Computing.



Noslēgums

Kāds no programmu izplatītājiem man jautāja kāpēc vispār vajadzīgs pašam kādus rīkus veidot un lieki par to domāt, var paņemt abonementu un darboties. Man tajā brīdī nebija viegli formulēt tieši kāpēc, bet atjauninot prezentāciju uzgāju vietni Arup Compute, kur izrādās ir pilnīgi tā paša ideja un princips, bet citā mērogā. Līdzīgi ir pieeja ir no interneta pārlūka vai caur spraudņiem programmās un aprēķini tiek veikti ar centralizētu dzinēju mākoņservisā.

Viegli atjaunot, viegli koplietot, kontrole pār saviem datiem

