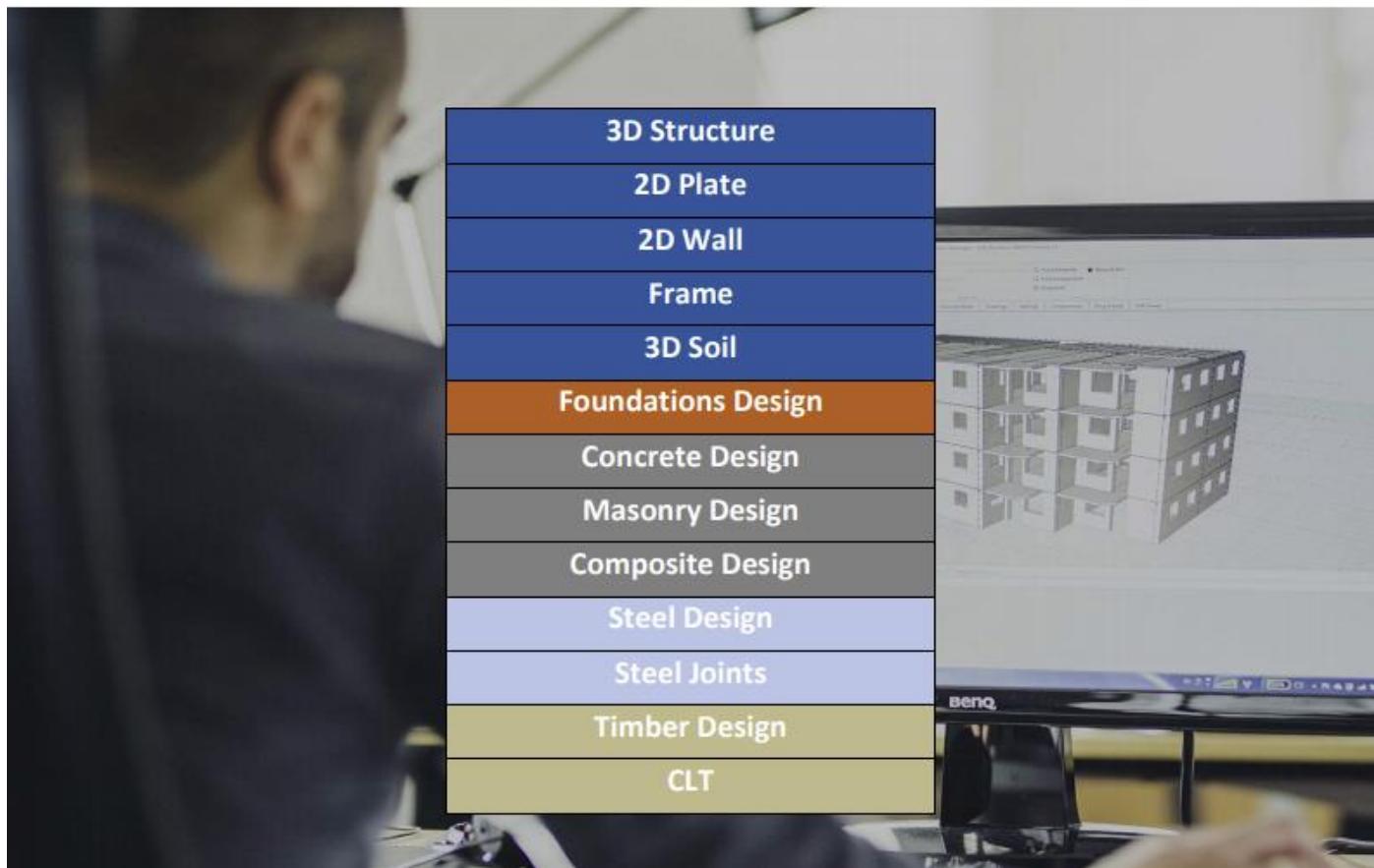




# FEM-Design



## FEM-DESIGN KÄYTTÖOHJE

Tämä ohjekirja on osa YouTubesta löytyvää videosarjaa. Videot kannattaa katsoa tämän käyttöohjeen mukaisessa järjestysessä. Ohjeen lopusta löydät myös linkit osaan StruSoftin nauhoitetuista webinaareista, joita katsomalla voit lisätä FEM-osaamistasi. Ethän epäröi ottaa meihin yhteyttä ongelmatilanteessa. Suomen paikallinen tuki palvelee sinua mielellään.

## SISÄLLYS

1	KÄYTTÖOHJE.....	3
1.1	Opastus käyttöohjeeseen .....	3
2	OHJELMAN ASENNUS.....	4
2.1	StruSoft Installer.....	4
3	YLEINEN OHJELMAN KÄYTTÖ.....	5
3.1	Ohjelman yleinen käyttö .....	5
3.2	Pikatyökalut.....	6
3.3	Asetukset.....	7
3.4	Valintatyökalut.....	8
3.5	Näkymän asetukset.....	9
3.6	Aputyökalut.....	10
3.7	Yleistyökalut .....	11
4	ANALYYTTISEN OSAN NÄKYMÄT .....	12
4.1	Rakenne .....	13
4.2	Kuormat.....	14
4.3	Elementtiverkotus .....	15
4.4	Laskenta.....	16
5	SUUNNITTELUMODUULIT .....	17
5.1	Pohjarakenteiden mitoitus .....	17
5.2	Betonirakenteiden mitoitus .....	18
5.3	Teräsrakenteiden mitoitus .....	19
5.4	Puurakenteiden mitoitus .....	20
5.5	CLT-rakenteiden mitoitus .....	21
5.6	Muurattujenrakenteiden mitoitus .....	22
5.7	Liittorakenteiden mitoitus .....	23
5.8	Teräslitosten mitoitus .....	24
6	REFERENSSIEN KÄYTTÖ .....	25
6.1	IFC-Malli .....	25
6.2	DWG-Piirrokset .....	26
6.3	Mallin korjaustyökalut .....	27



7	MALLIN ALUSTAVAT VALMISTELUT .....	28
7.1	Gridin luonti .....	28
7.2	Kerrokset .....	29
7.3	2D-näkymät .....	30
8	RAKENTEIDEN MALLINNUS .....	31
8.1	Sauvarakenteet .....	31
8.2	Laattarakenteet .....	32
8.3	Seinärakenteet .....	33
8.4	Perustukset .....	34
8.4.1	Paaluperustukset .....	35
8.5	Tuet .....	36
9	RAKENNETYYPPIEN YHDISTELY .....	37
9.1	Laatta- ja sauvarakenteiden yhdistely .....	37
10	KUORMAT .....	38
10.1	Rakenteiden omapaino .....	38
10.2	Kuormatyypit ja palotilanteenkuormat .....	39
10.3	Kuormitusyhdistely .....	40
10.4	Tuulikuormat .....	41
11	ELEMENTTIVERKKO .....	42
11.1	Sauvarakenteet .....	42
11.2	Laattarakenteet .....	43
11.3	Yleiset virheet elementtiverkossa .....	44
12	RAKENNEANALYYSI .....	45
12.1	Rakenteen laskennan alustava tarkastus .....	45
12.2	Laskennan virheilmoitukset ja niiden korjaaminen .....	46
12.3	Kuormitusyhdistelyiden laskeminen .....	47
12.4	Rakennusvaiheiden kuormat .....	48
12.5	Epälineaarinen analyysi .....	49
12.6	Alkukäyryydet ja toisen kertaluvun analyysi .....	50
12.7	Stabilitetianalyysi .....	51
13	TULOKSET .....	52

Muistiinpanot:

---

---

---



13.1	Rakenteiden siirtymätarkastelu .....	52
13.2	Perustusten voimasuureet.....	53
13.3	Laatta- ja seinärakenteiden rasitukset.....	54
13.4	Sauvarakenteiden rasitukset .....	55
13.5	Liitoksien voimasuureet laattarakenteissa .....	56
14	DOKUMENTOINTI.....	57
14.1	Yleinen käyttö.....	57
15	WEBINAARISARJA.....	58
15.1	Teräsrakenteiden mitoitus .....	58
15.2	Paikallevalurakenteiden mitoitus .....	59
15.3	CLT-rakenteiden mitoitus .....	60
15.4	IFC ja FEM-ohjelma .....	61
15.5	Parametrinen suunnittelu.....	62
15.6	Rakennuksen jäykistyslaskenta.....	63
	LIITTEET .....	23§

Muistiinpanot:

---

---

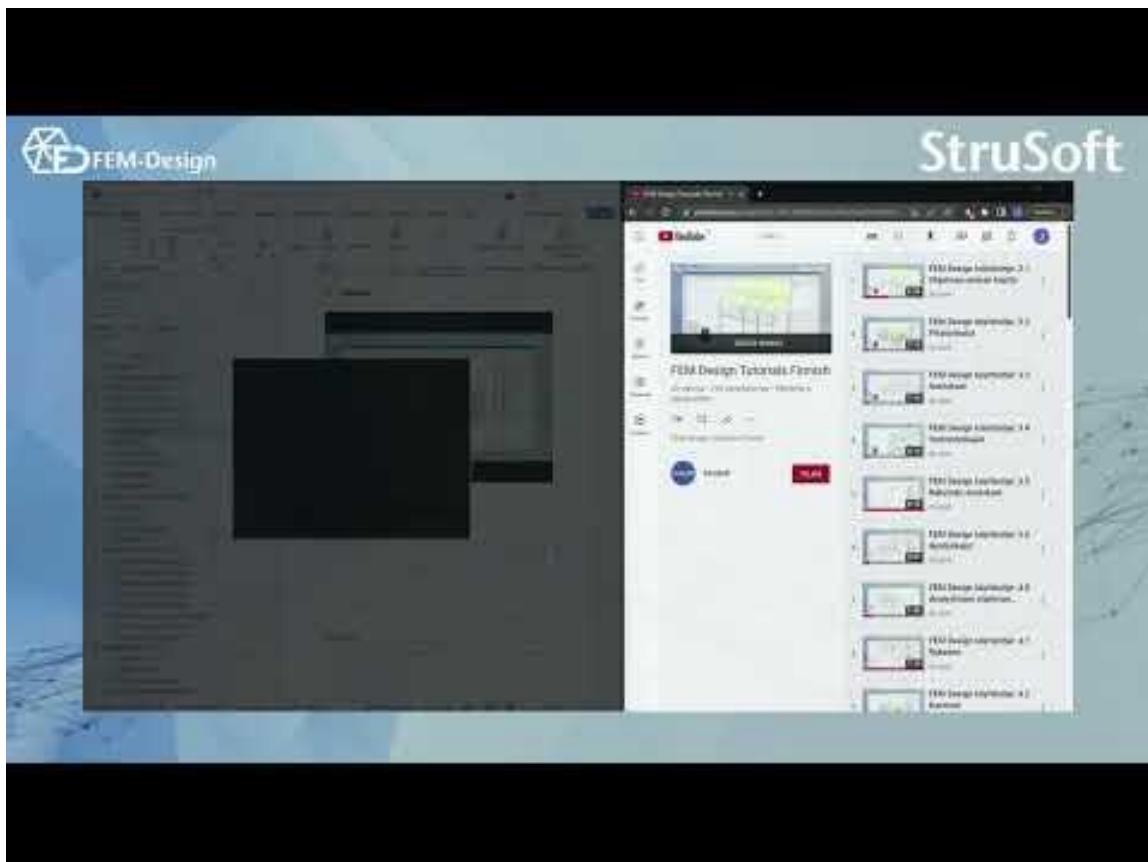
---

---



## 1 KÄYTTÖOHJE

### 1.1 Opastus käyttöohjeeseen



Muistiinpanot:

---

---

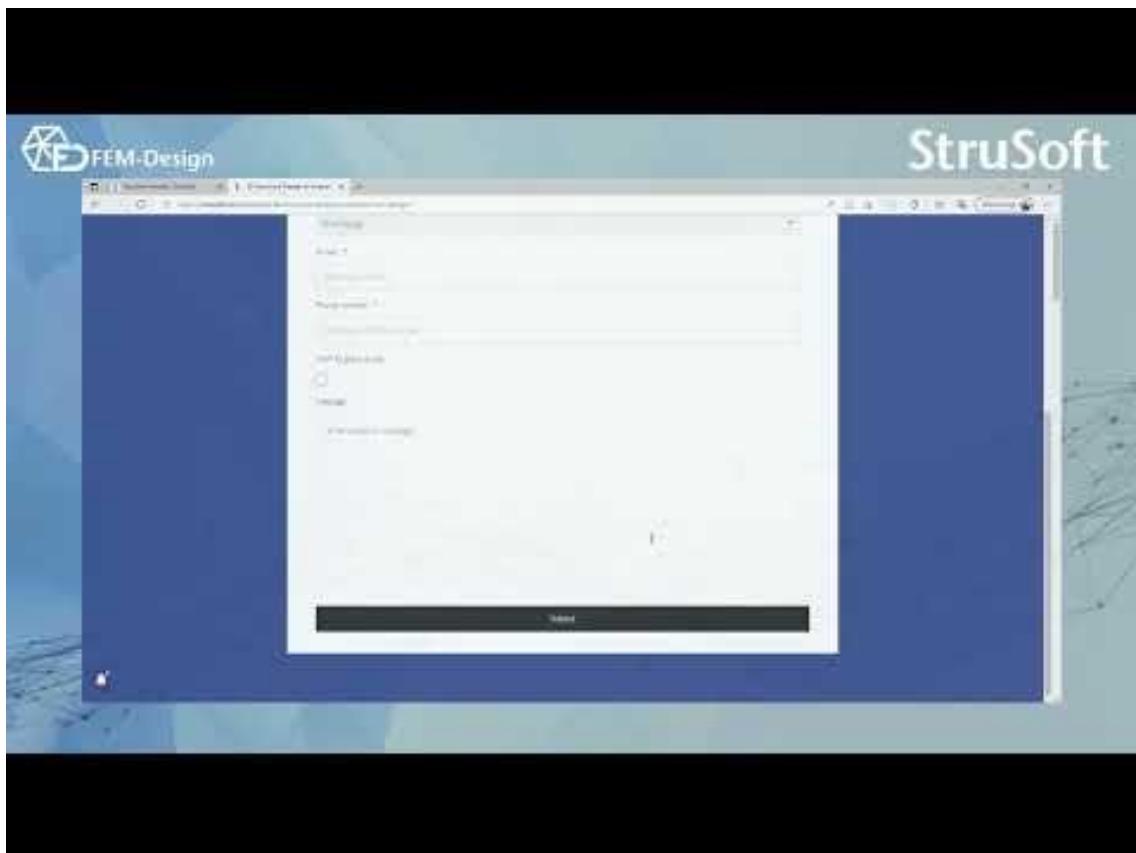
---

---



## 2 OHJELMAN ASENNUS

### 2.1 StruSoft Installer



Muistiinpanot:

---

---

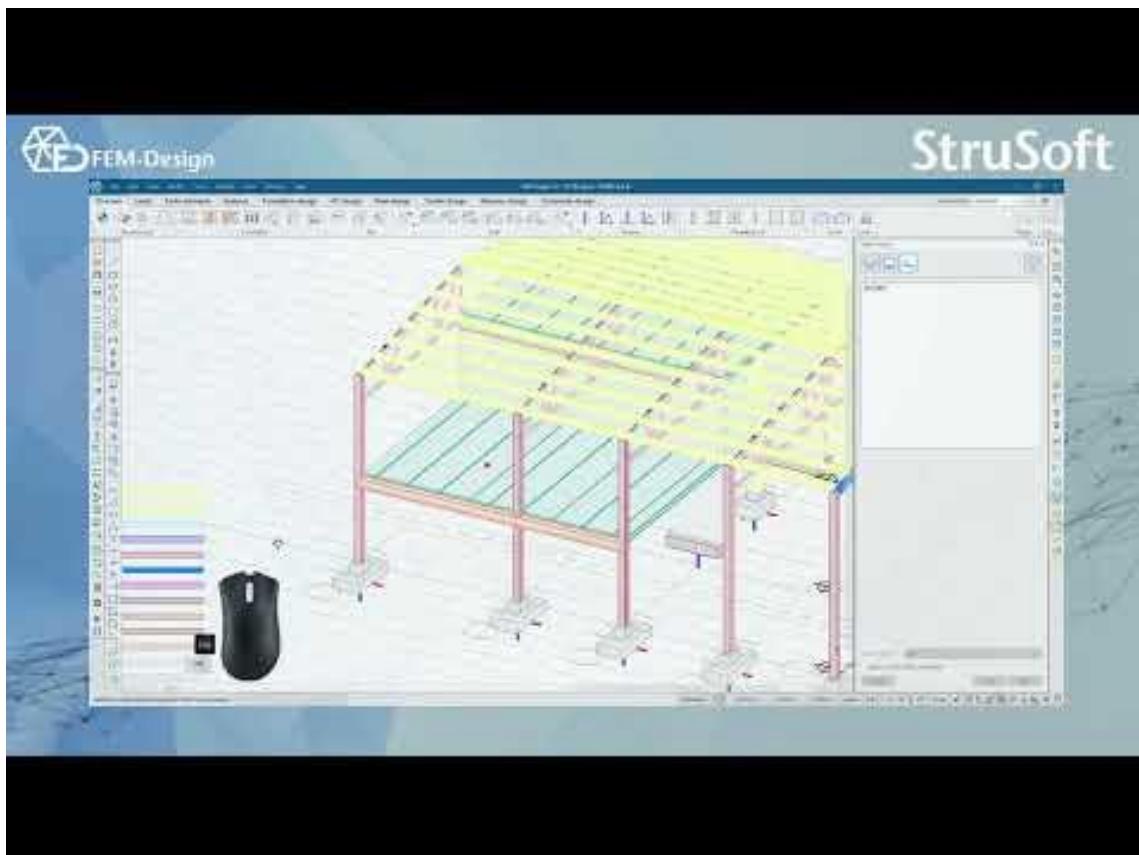
---

---



### 3 YLEINEN OHJELMAN KÄYTTÖ

#### 3.1 Ohjelman yleinen käyttö



Muistiinpanot:

---

---

---

---



### 3.2 Pikatyökalut



Muistiinpanot:

---

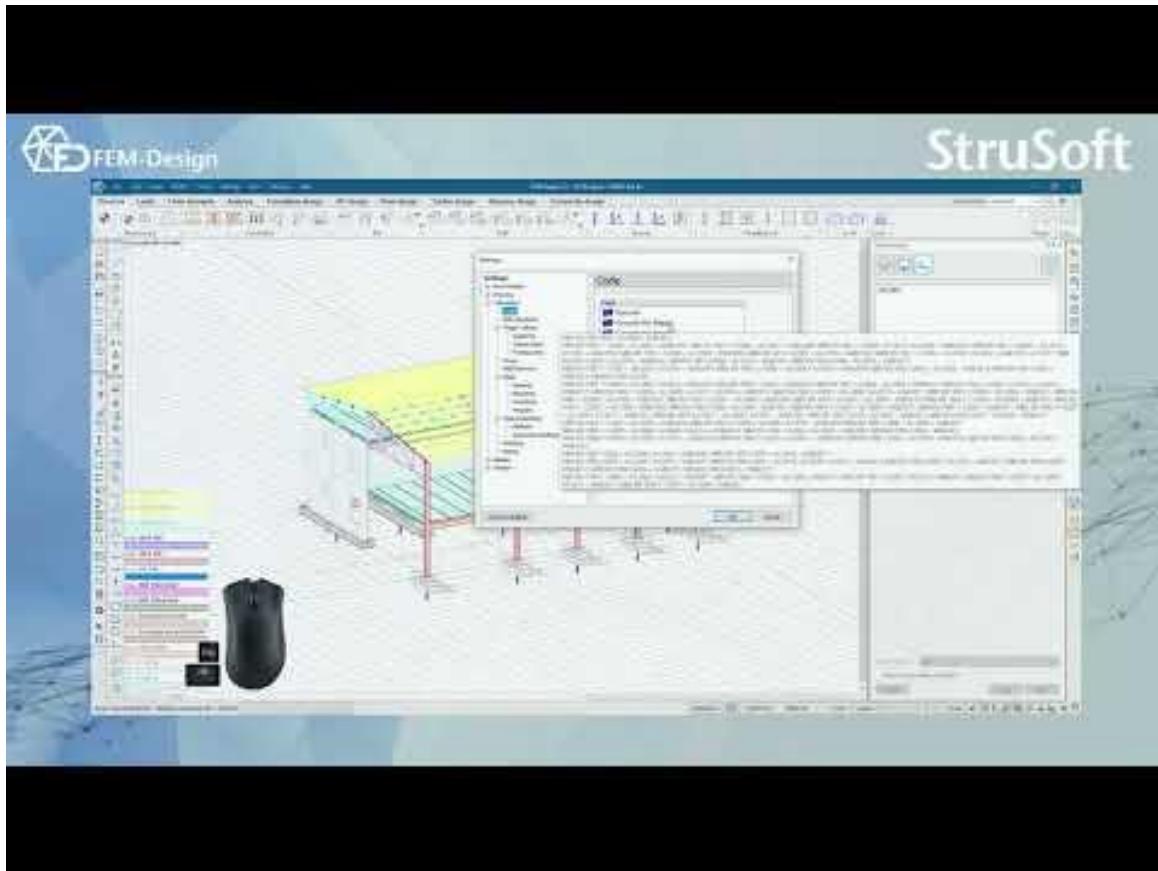
---

---

---



### 3.3 Asetukset



Muistiinpanot:

---

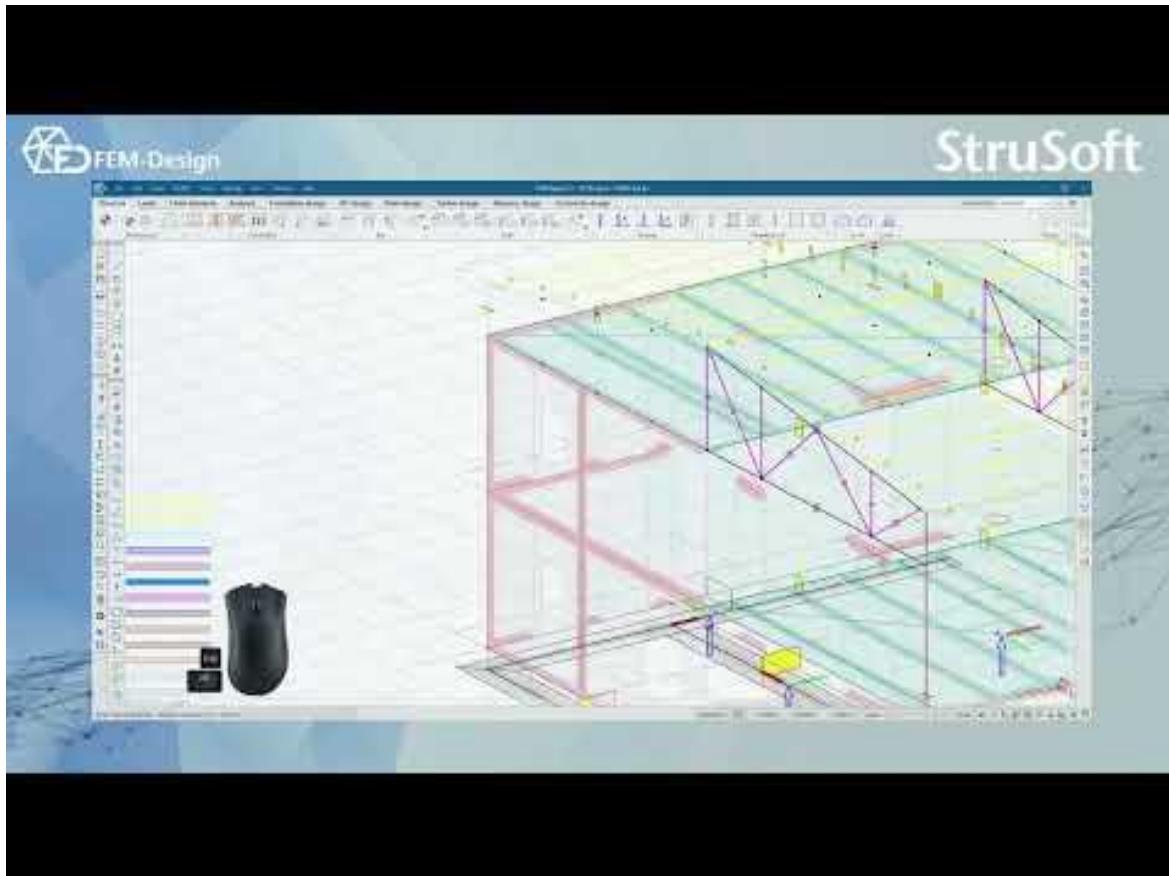
---

---

---



### 3.4 Valintatyökalut



Muistiinpanot:

---

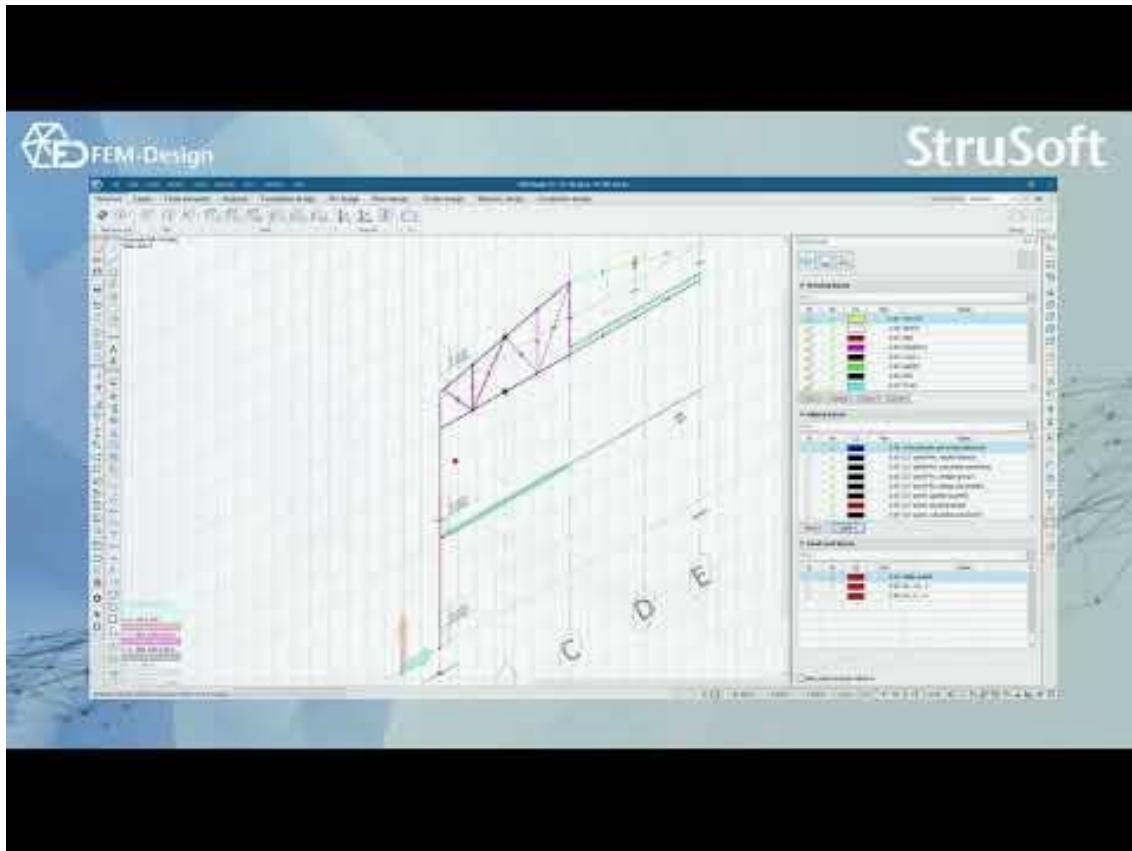
---

---

---



### 3.5 Näkymän asetukset



Muistiinpanot:

---

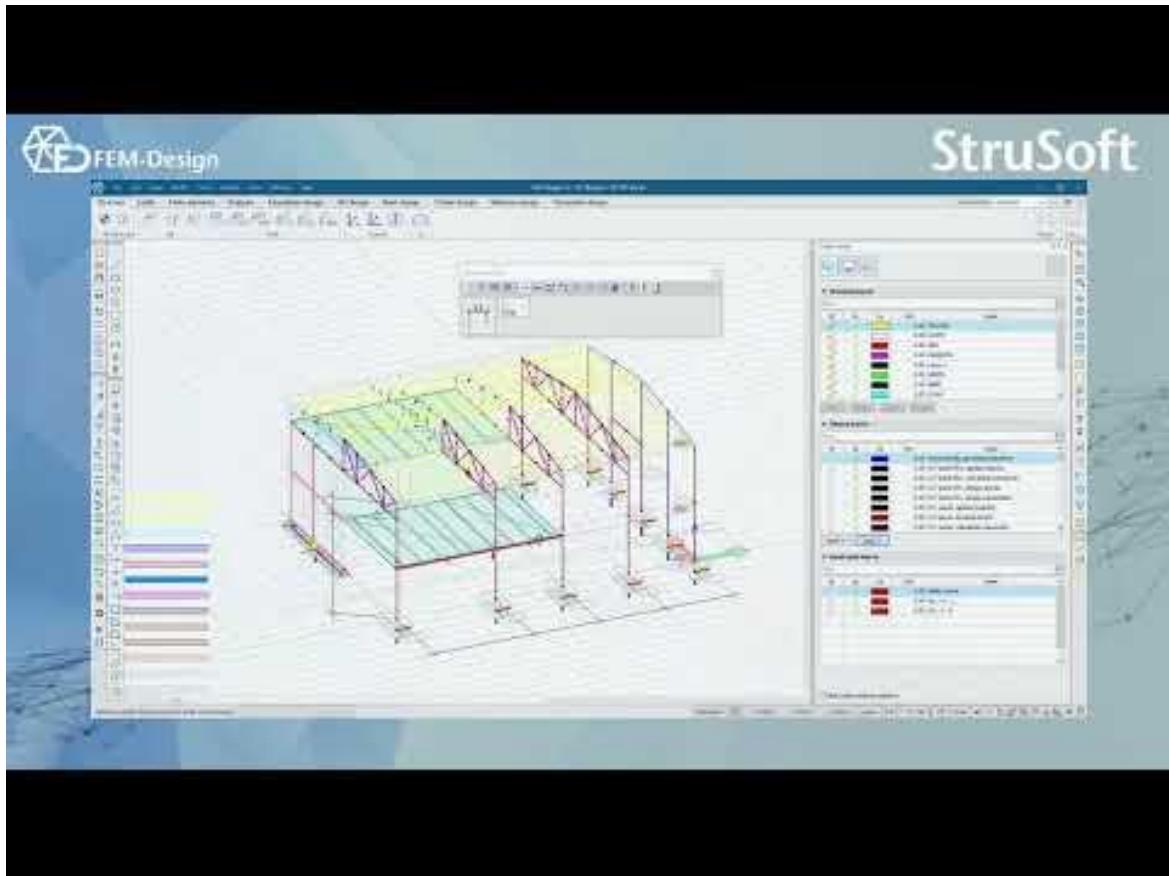
---

---

---



## 3.6 Aputyökalut



Muistiinpanot:

---

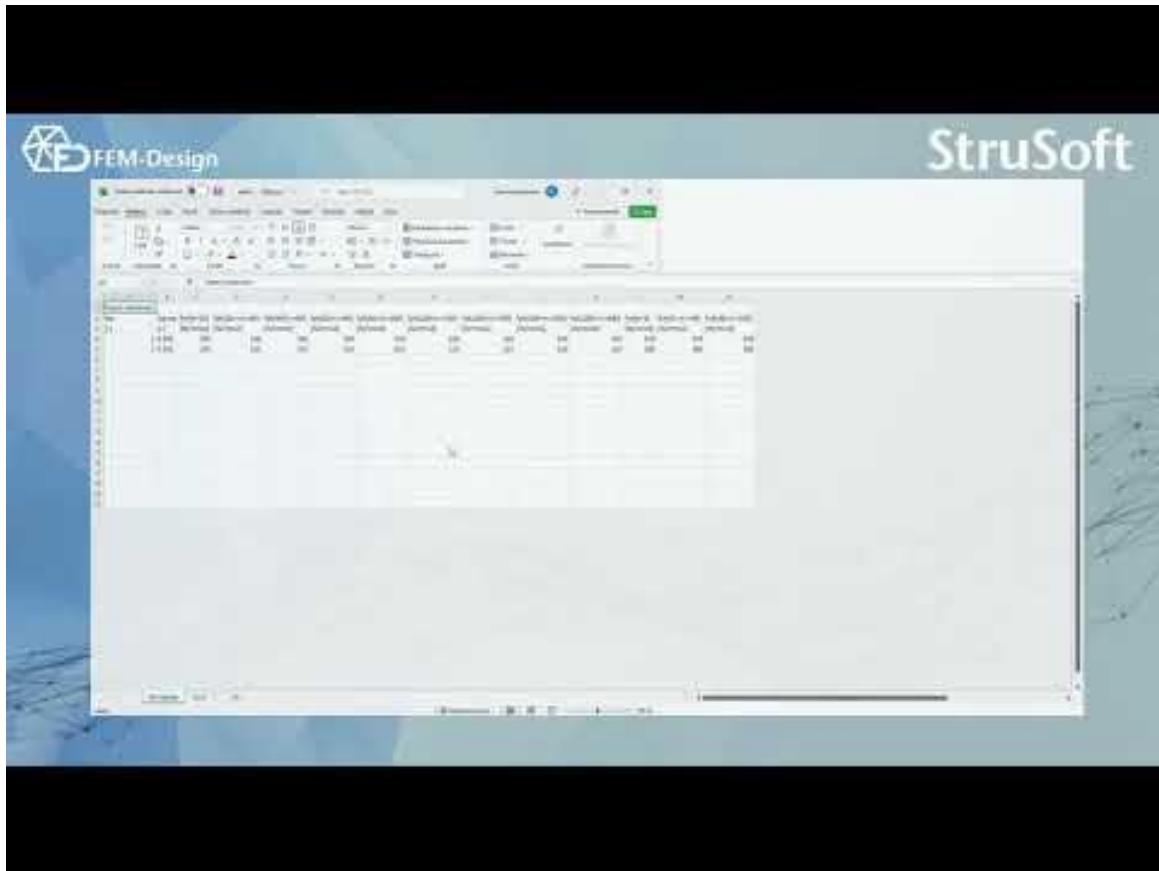
---

---

---



### 3.7 Yleistyökalut



Muistiinpanot:

---

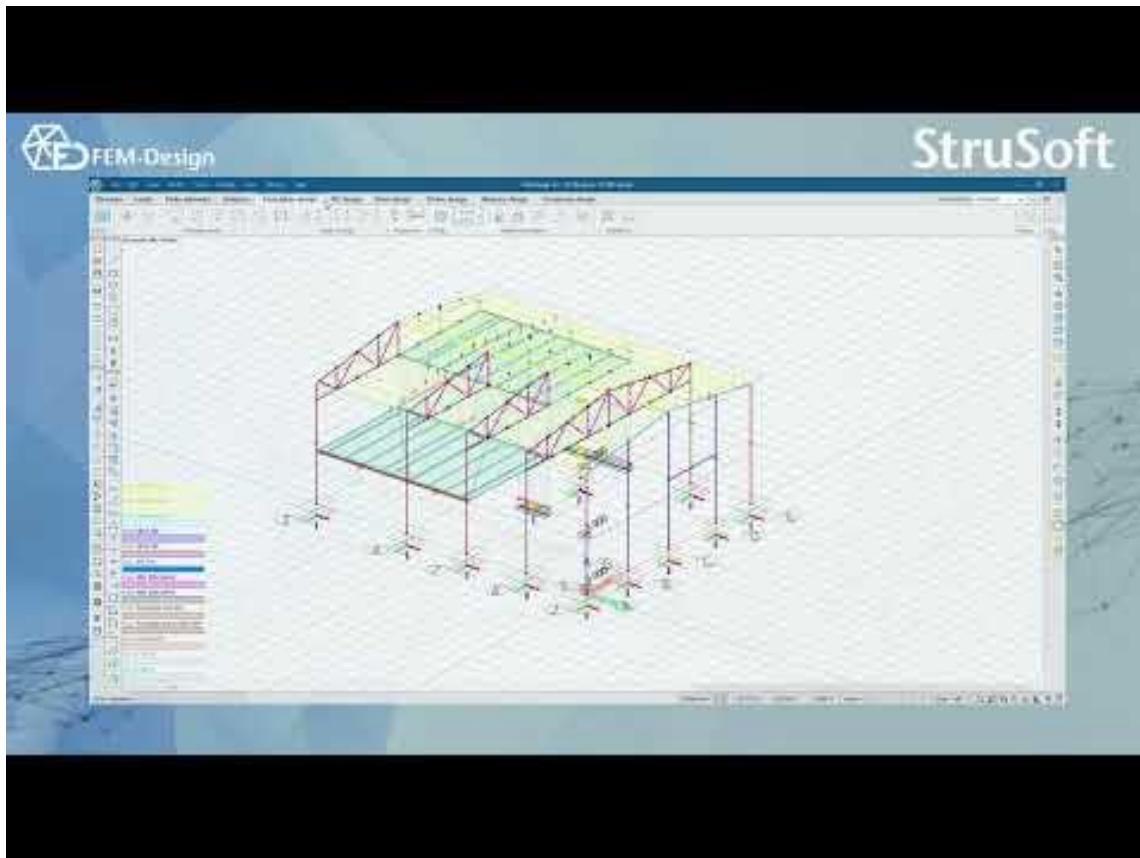
---

---

---



## 4 ANALYYTTISEN OSAN NÄKYMÄT



Muistiinpanot:

---

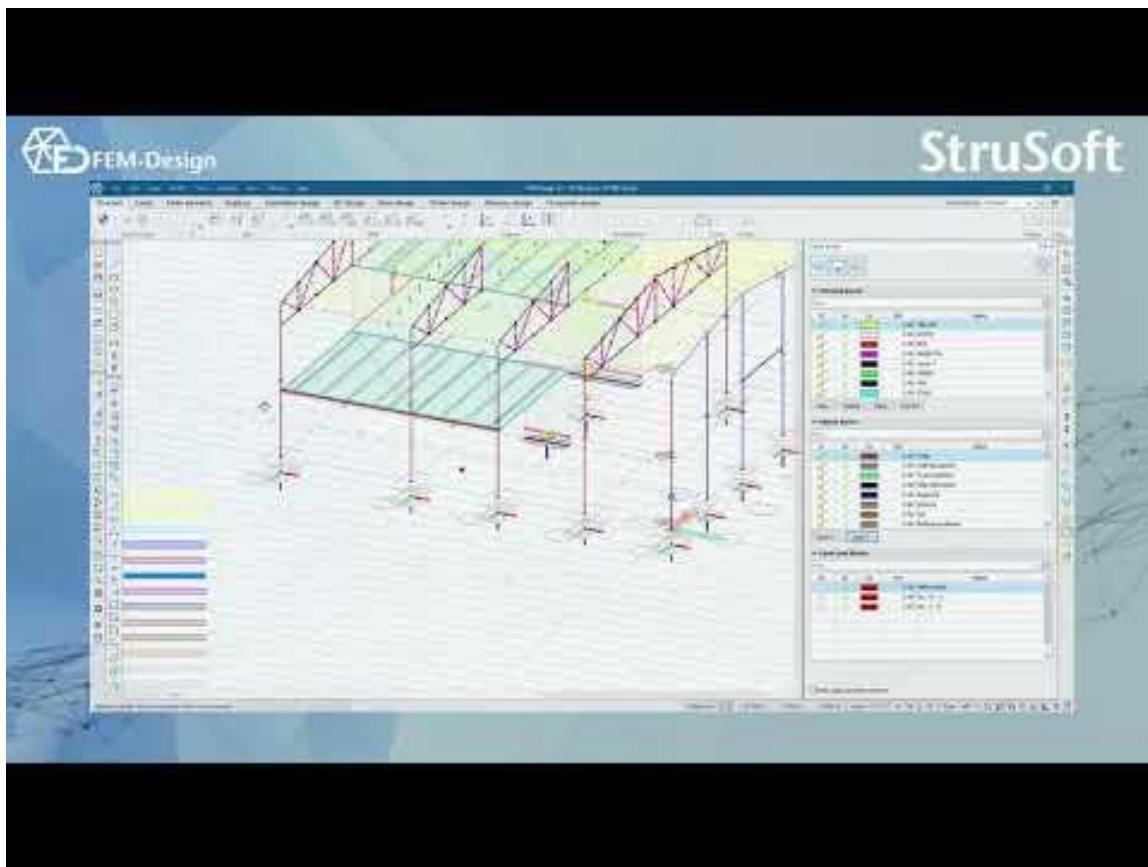
---

---

---



## 4.1 Rakenne



Muistiinpanot:

---

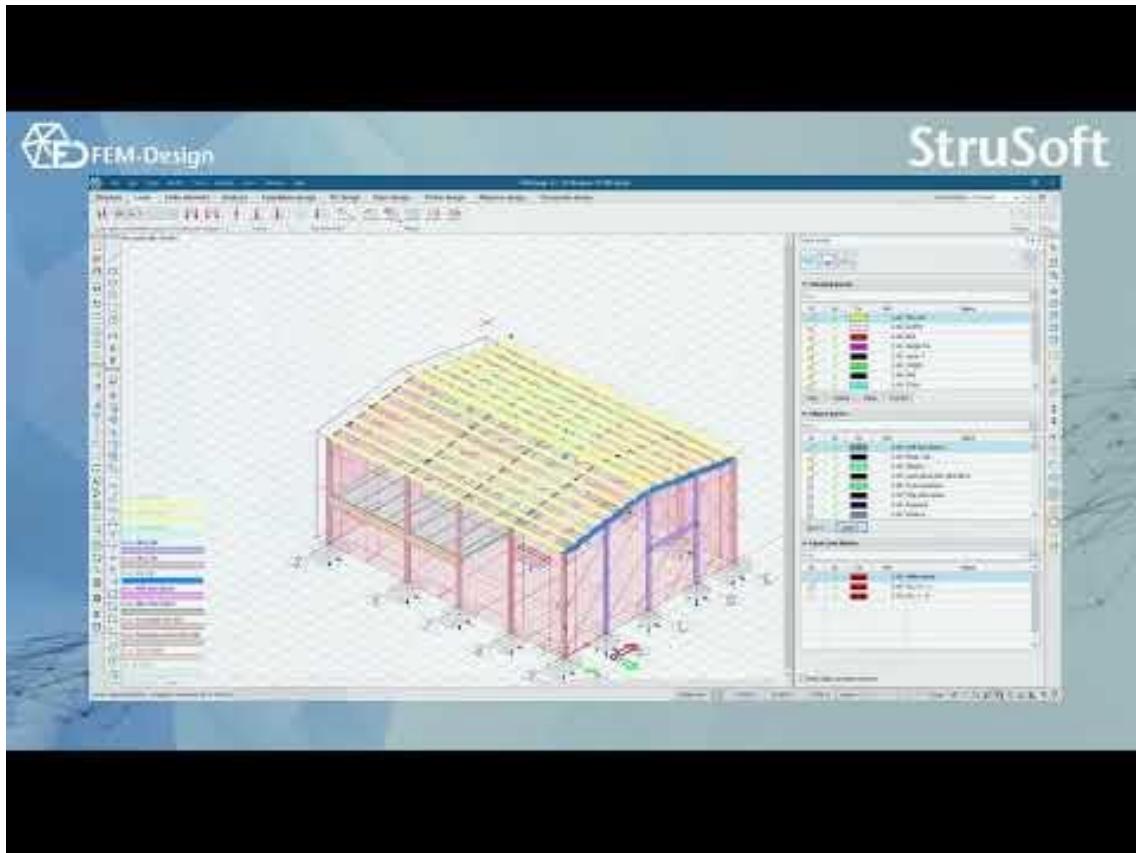
---

---

---



## 4.2 Kuormat



Muistiinpanot:

---

---

---

---



## 4.3 Elementtiverkotus



Muistiinpanot:

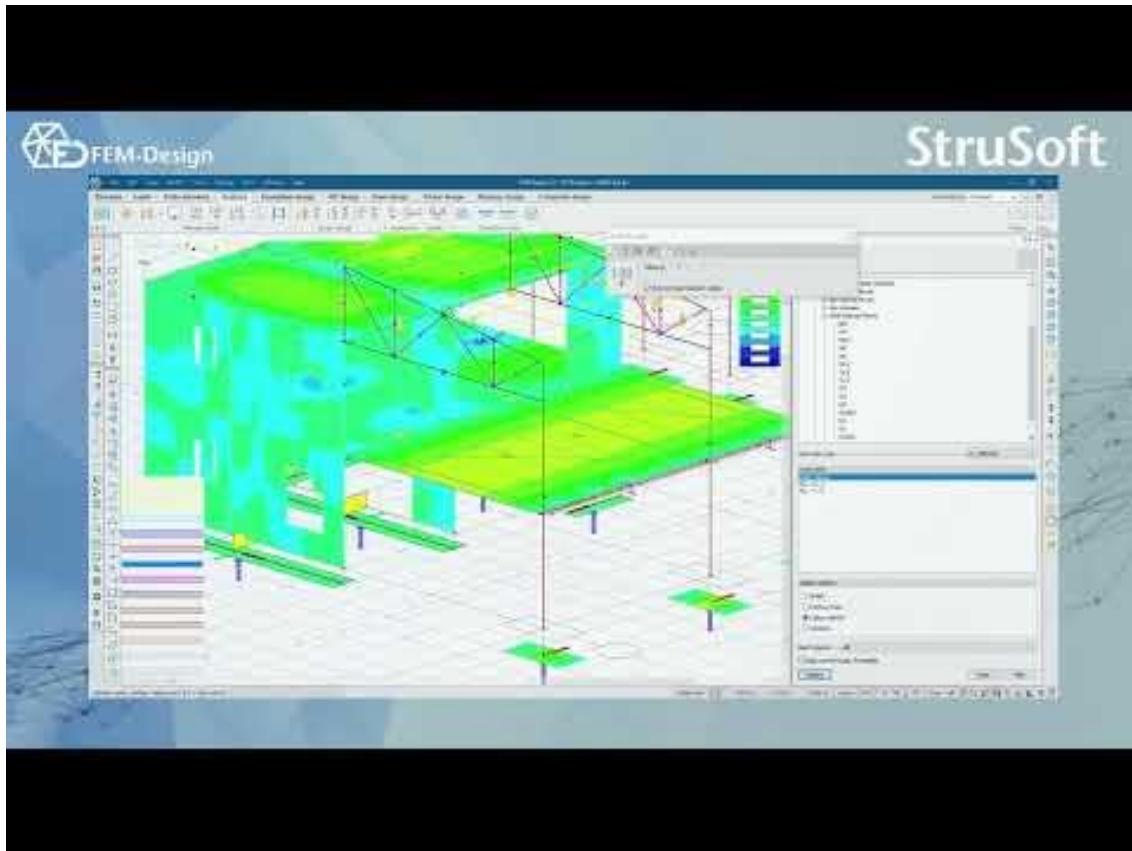
---

---

---



## 4.4 Laskenta



Muistiinpanot:

---

---

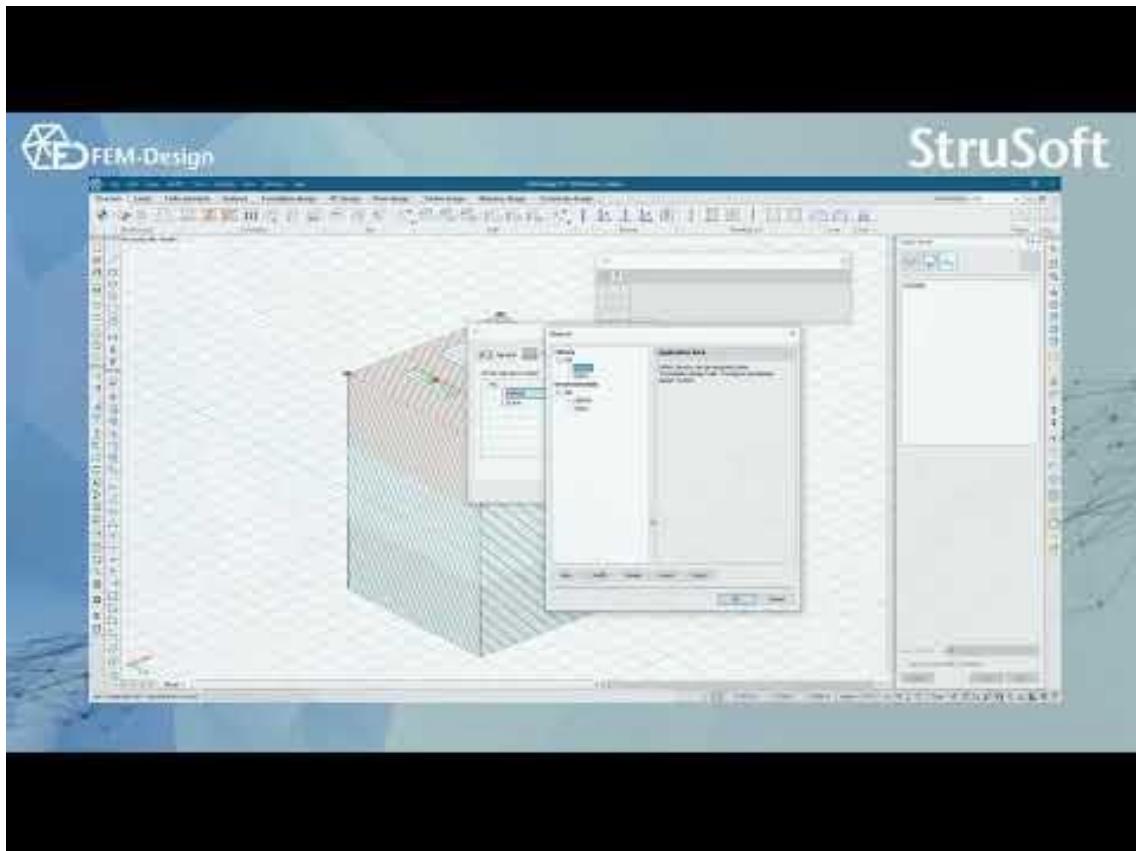
---

---



## 5 SUUNNITTELUMODUULIT

### 5.1 Pohjarakenteiden mitoitus



Muistiinpanot:

---

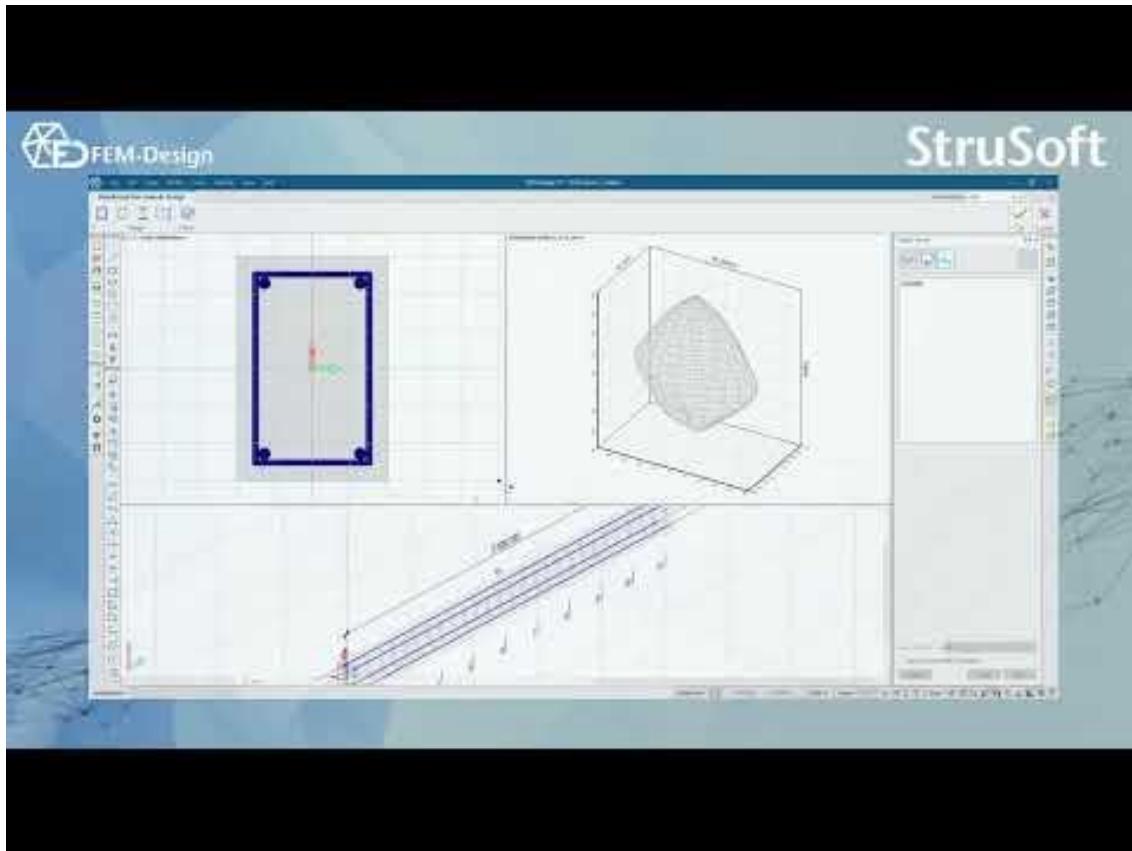
---

---

---



## 5.2 Betonirakenteiden mitoitus



Muistiinpanot:

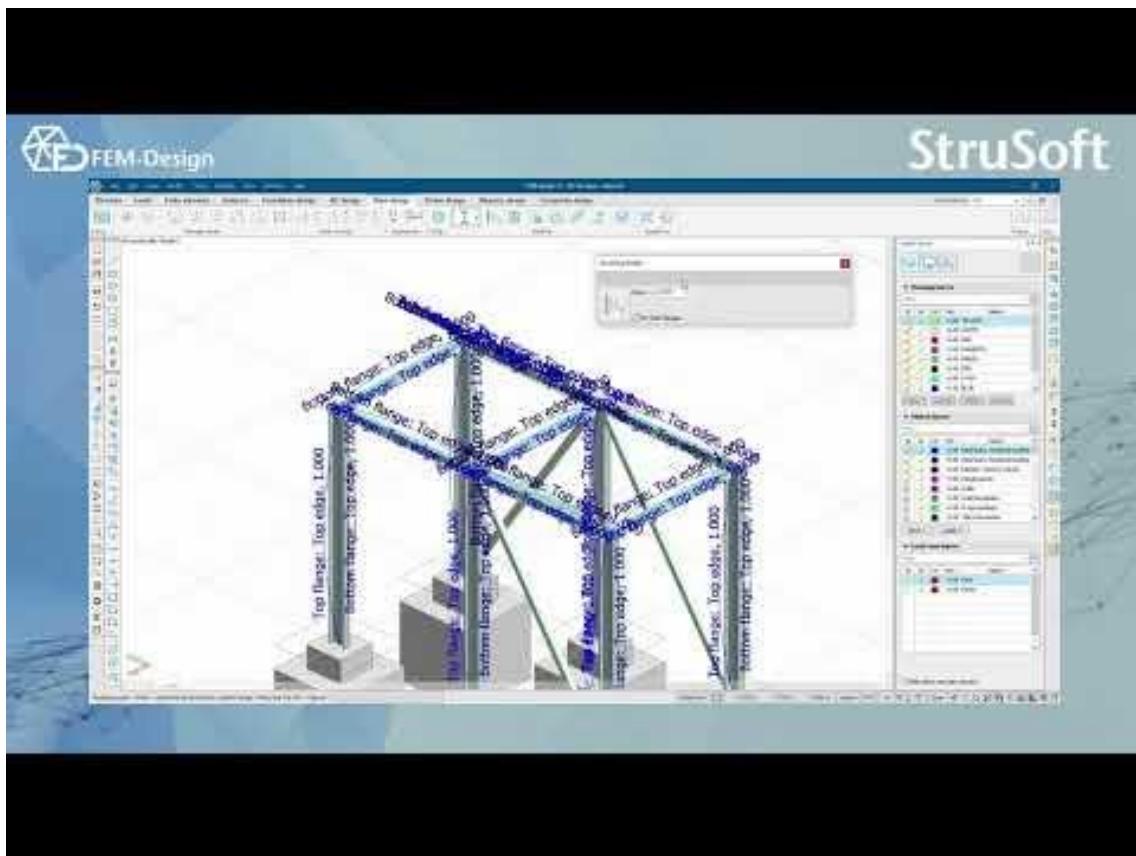
---

---

---

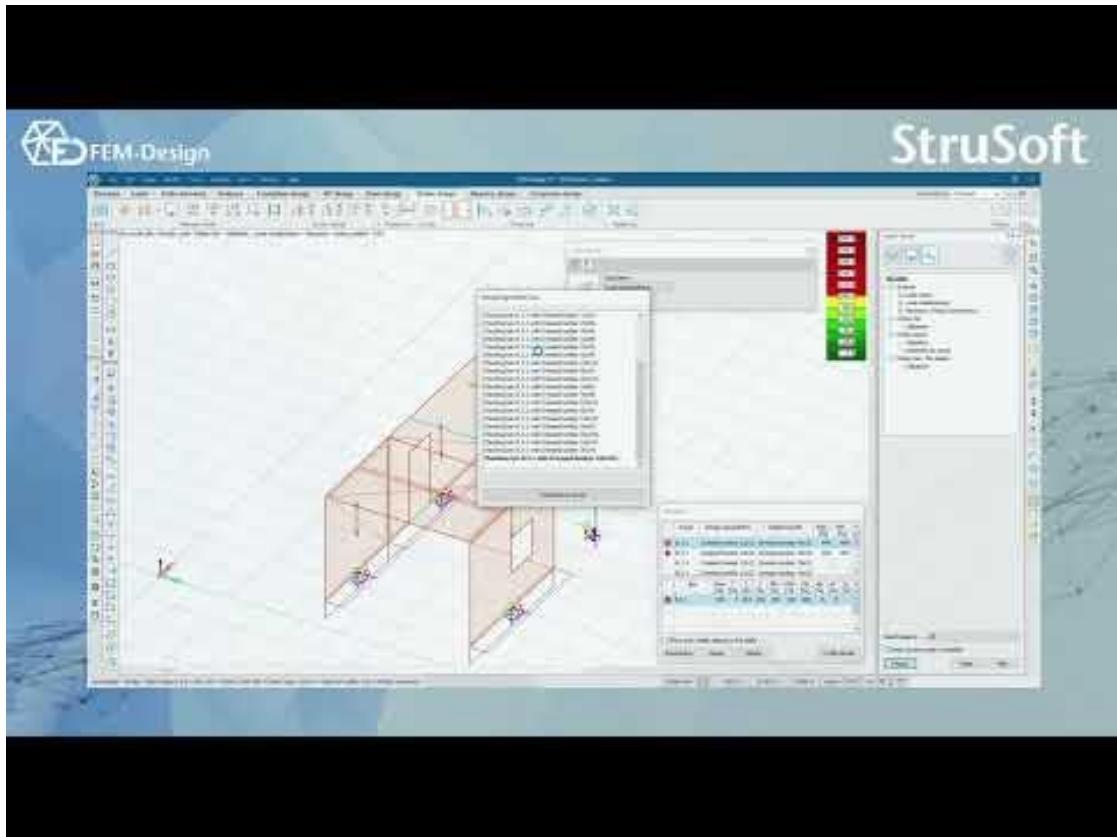
---

### 5.3 Teräsrakenteiden mitoitus



## Muistiinpanot:

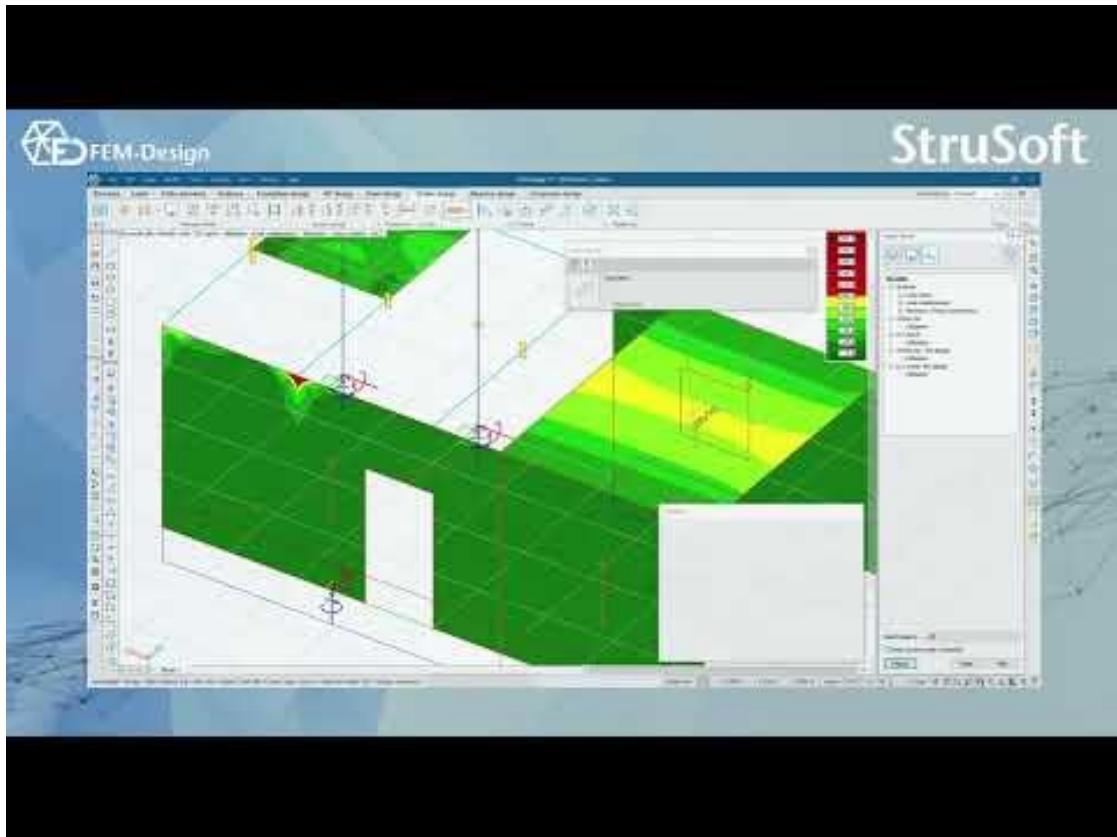
## 5.4 Puurakenteiden mitoitus



## Muistiinpanot:



## 5.5 CLT-rakenteiden mitoitus



Muistiinpanot:

---

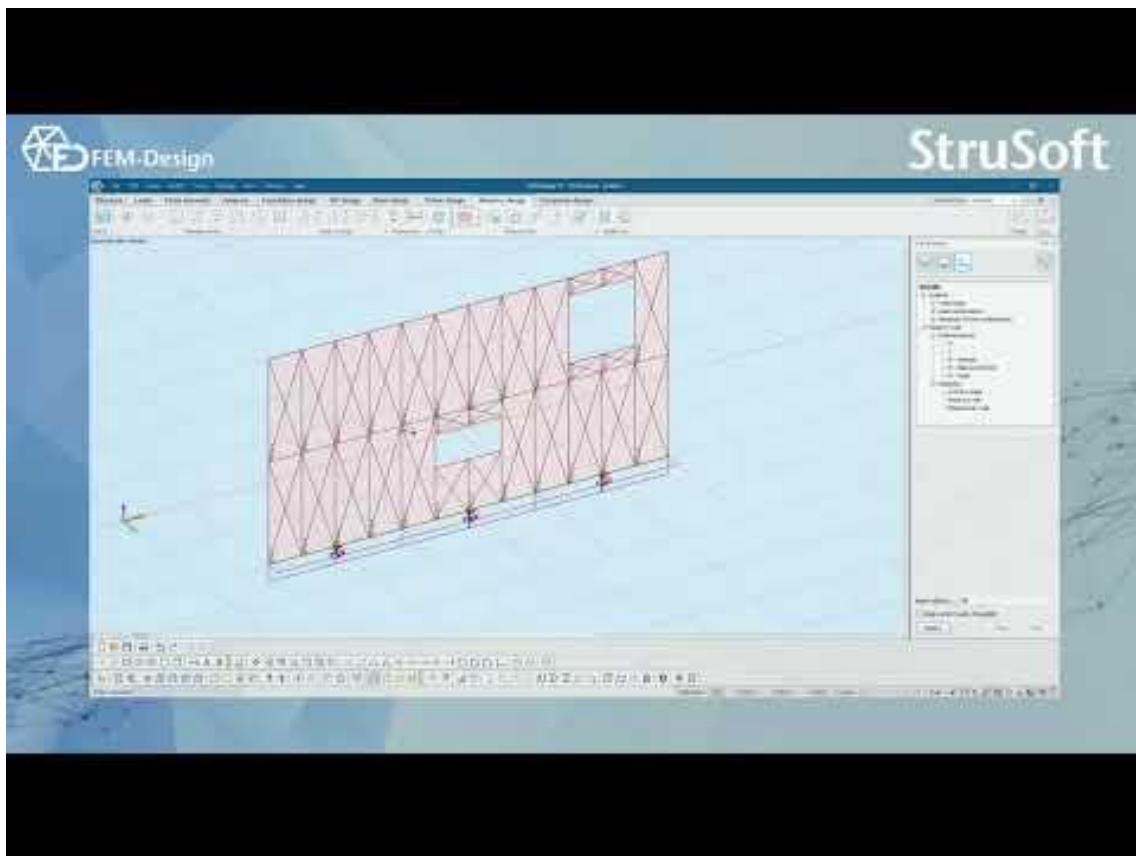
---

---

---



## 5.6 Muurattujen rakenteiden mitoitus



Muistiinpanot:

---

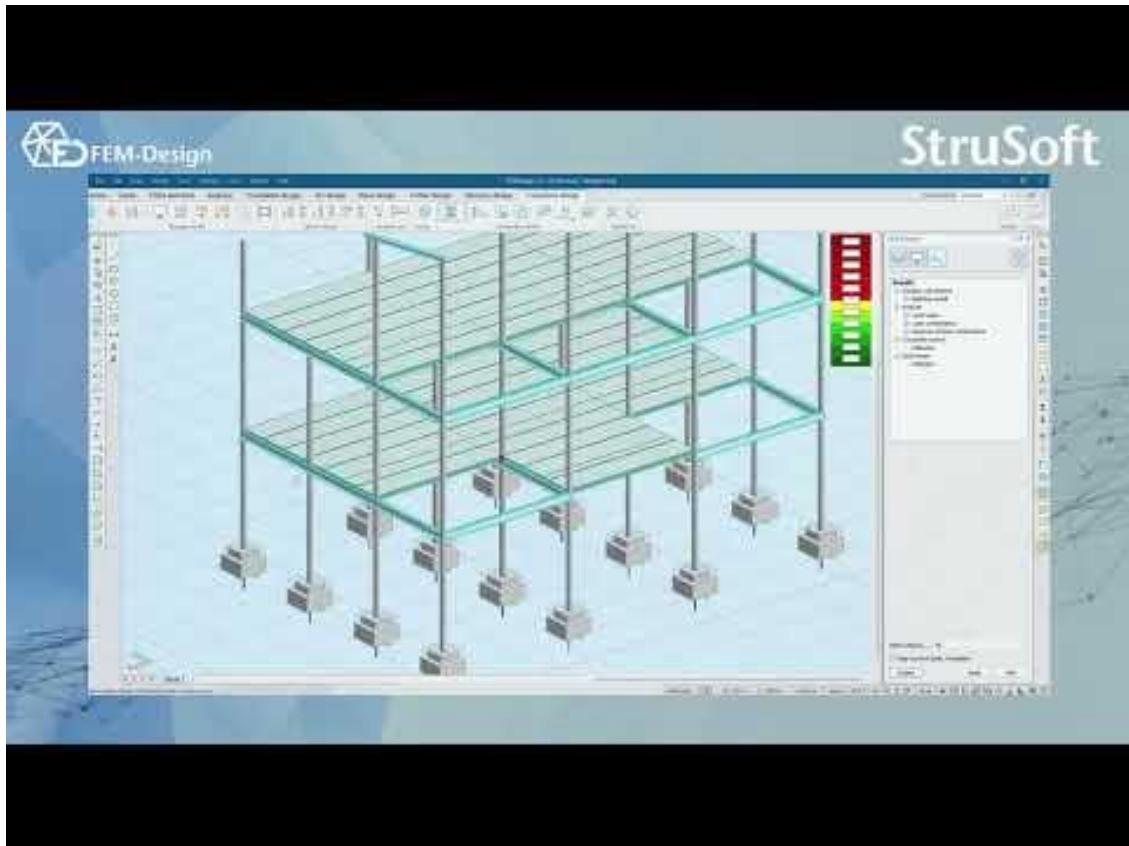
---

---

---



## 5.7 Liittorakenteiden mitoitus



Muistiinpanot:

---

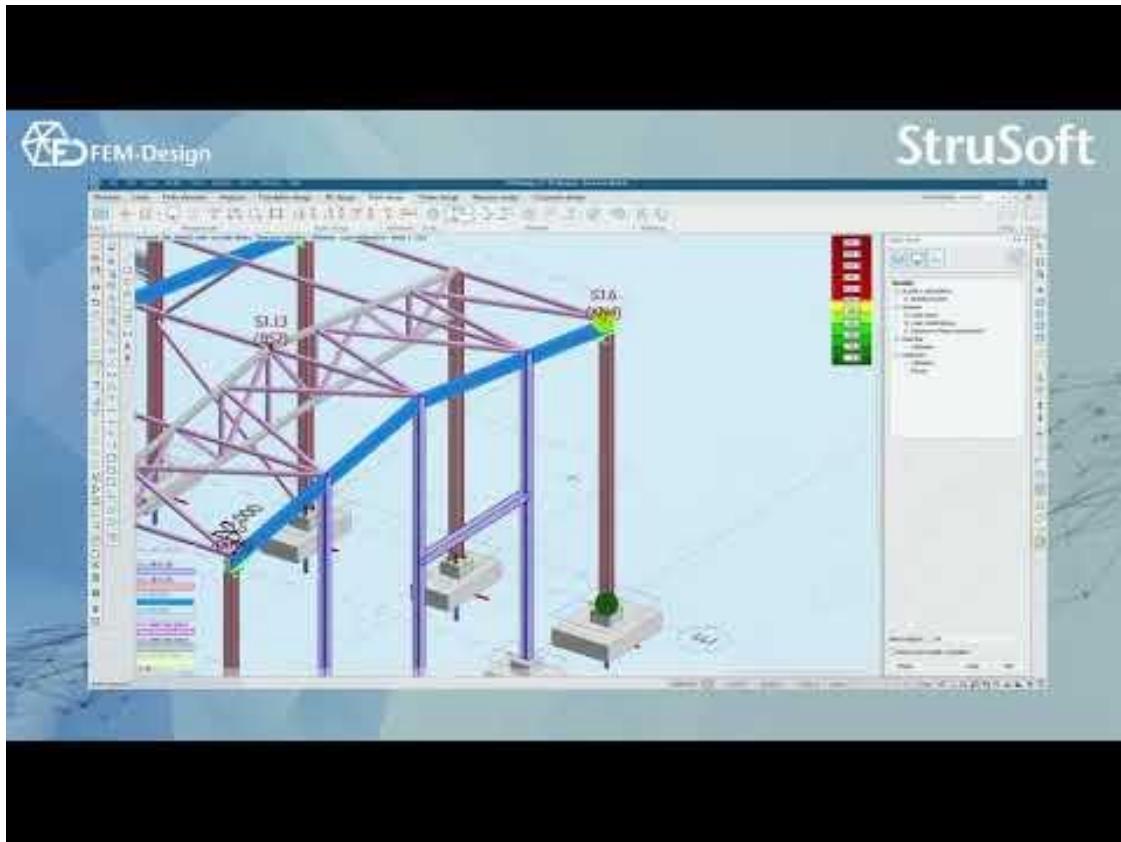
---

---

---



## 5.8 Teräsluitosten mitoitus



Muistiinpanot:

---

---

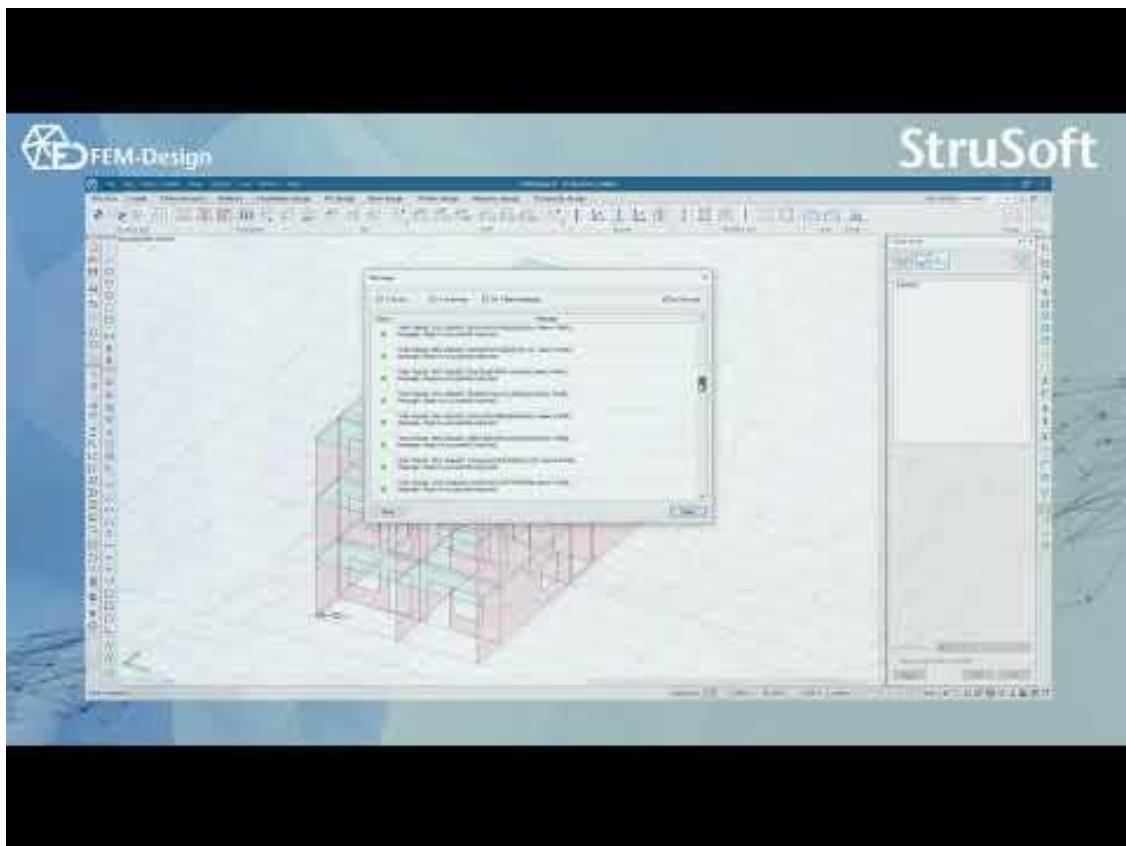
---

---



## 6 REFERENSSIEN KÄYTTÖ

### 6.1 IFC-Malli



Muistiinpanot:

---

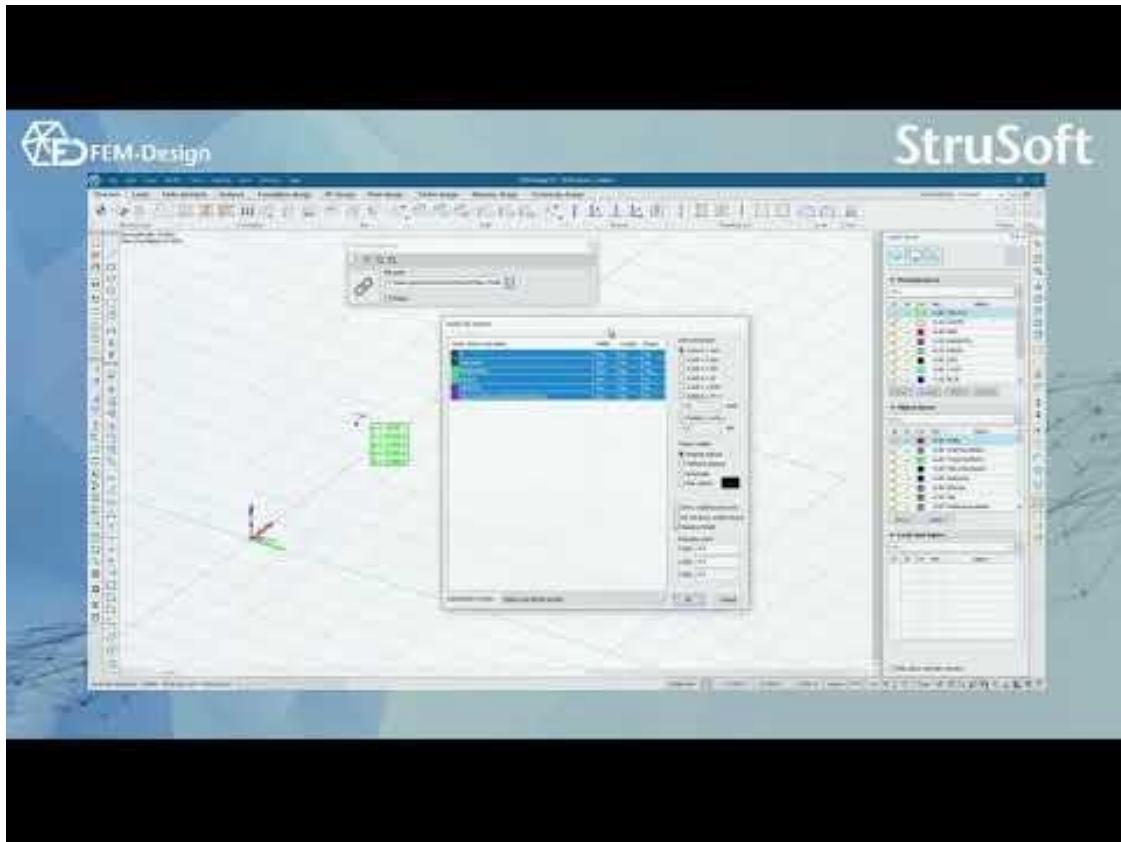
---

---

---



## 6.2 DWG-Piirrokset



Muistiinpanot:

---

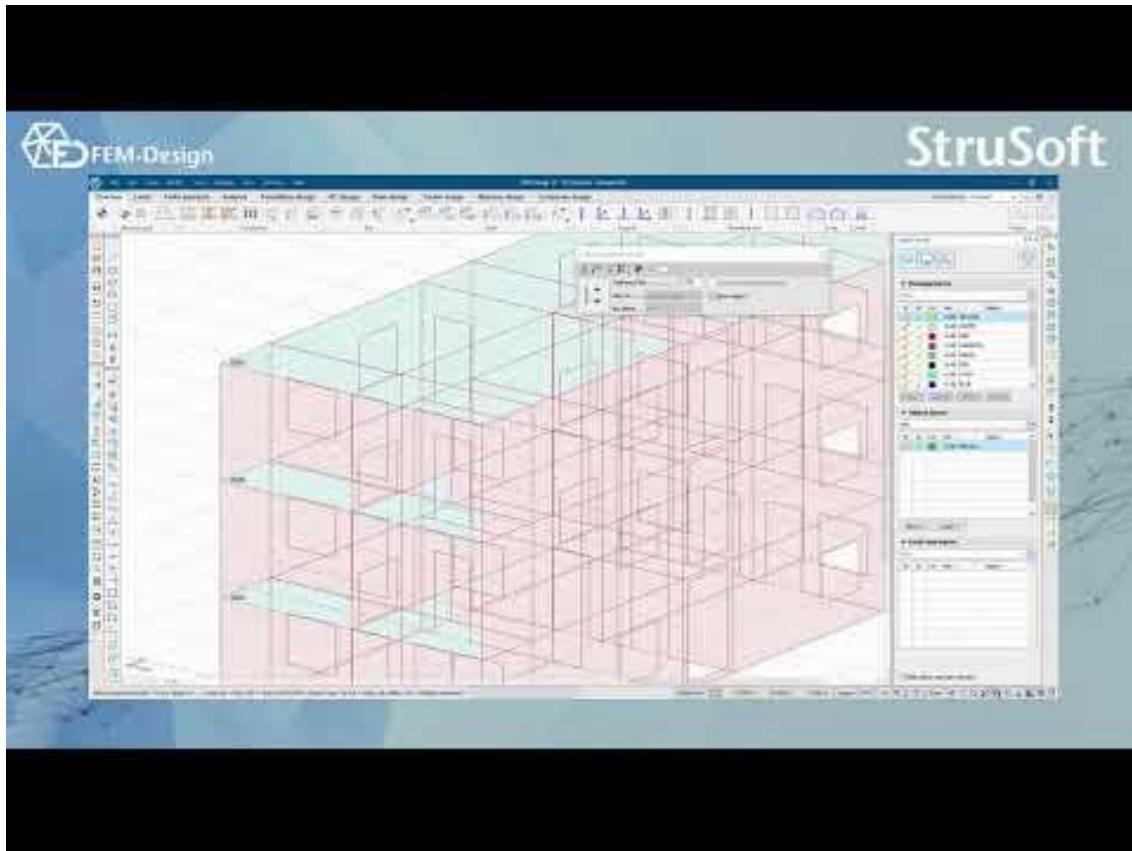
---

---

---



### 6.3 Mallin korjaustyökalut



Muistiinpanot:

---

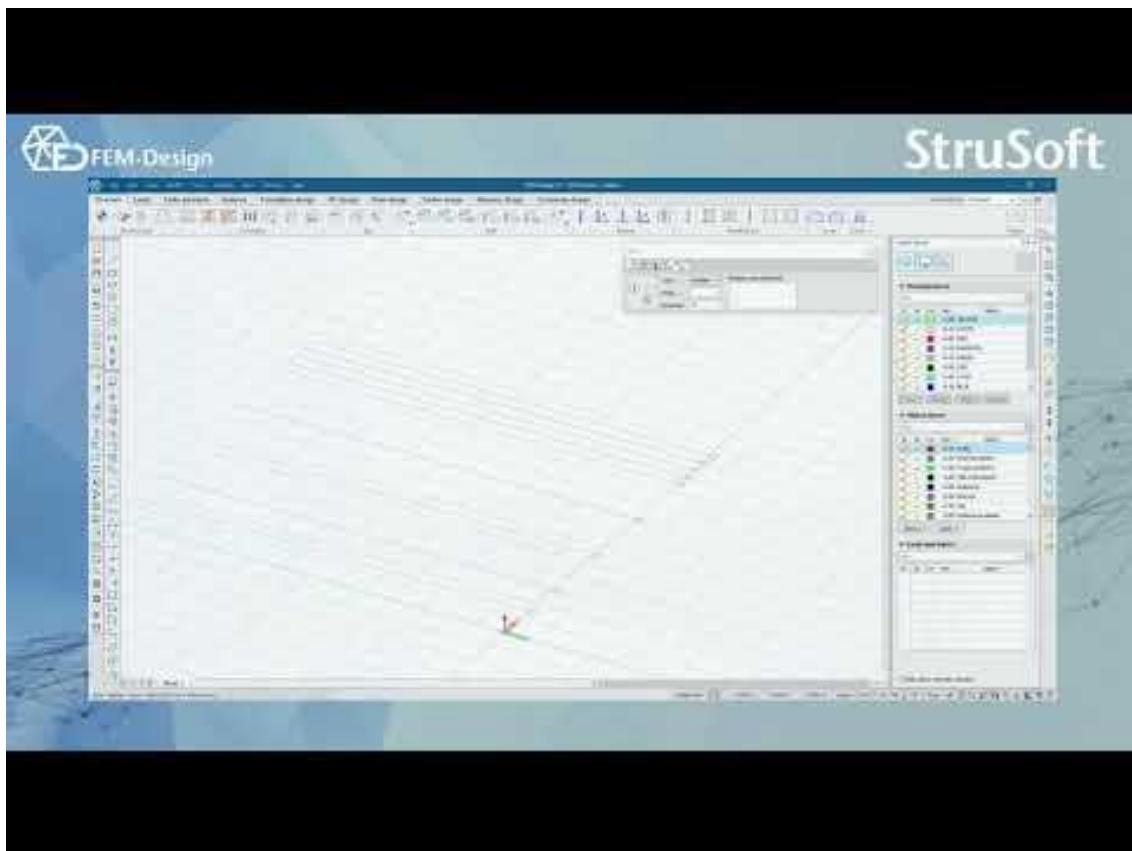
---

---

---

## 7 MALLIN ALUSTAVAT VALMISTELUT

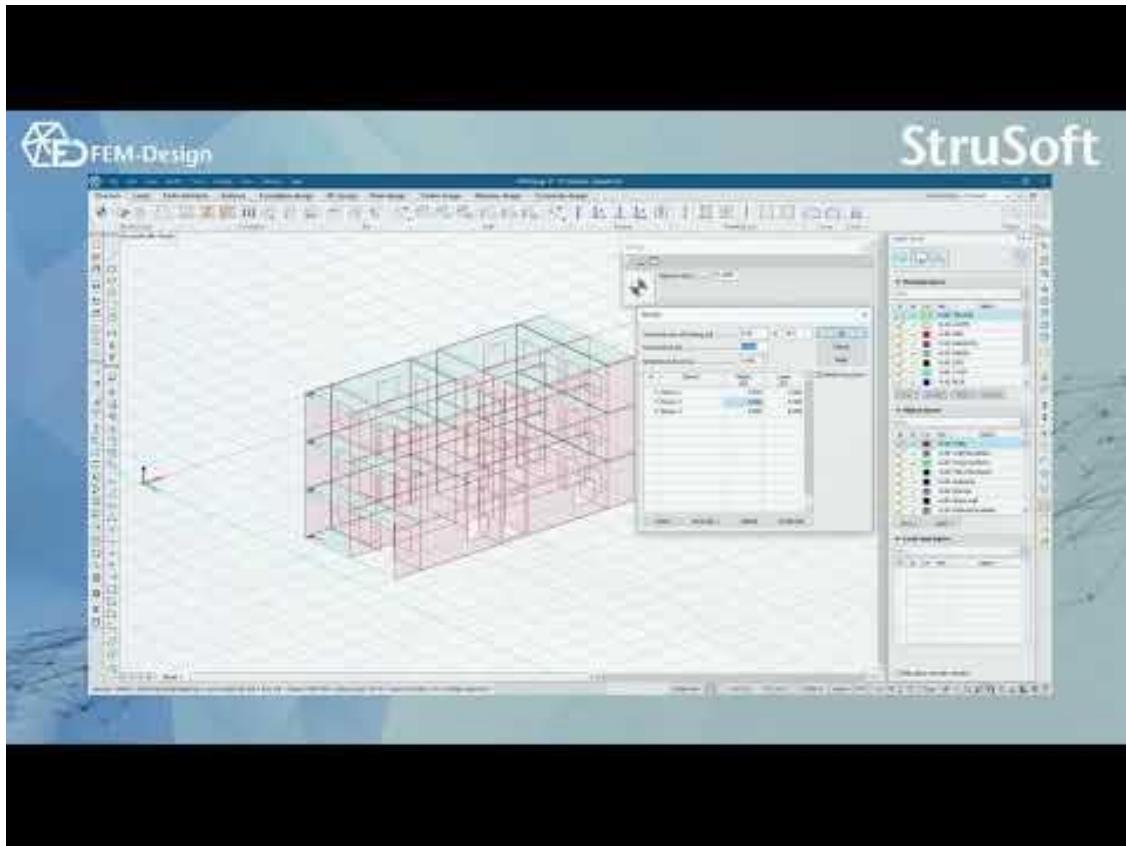
## 7.1 Gridin luonti



## Muistiinpanot:



## 7.2 Kerrokset



Muistiinpanot:

---

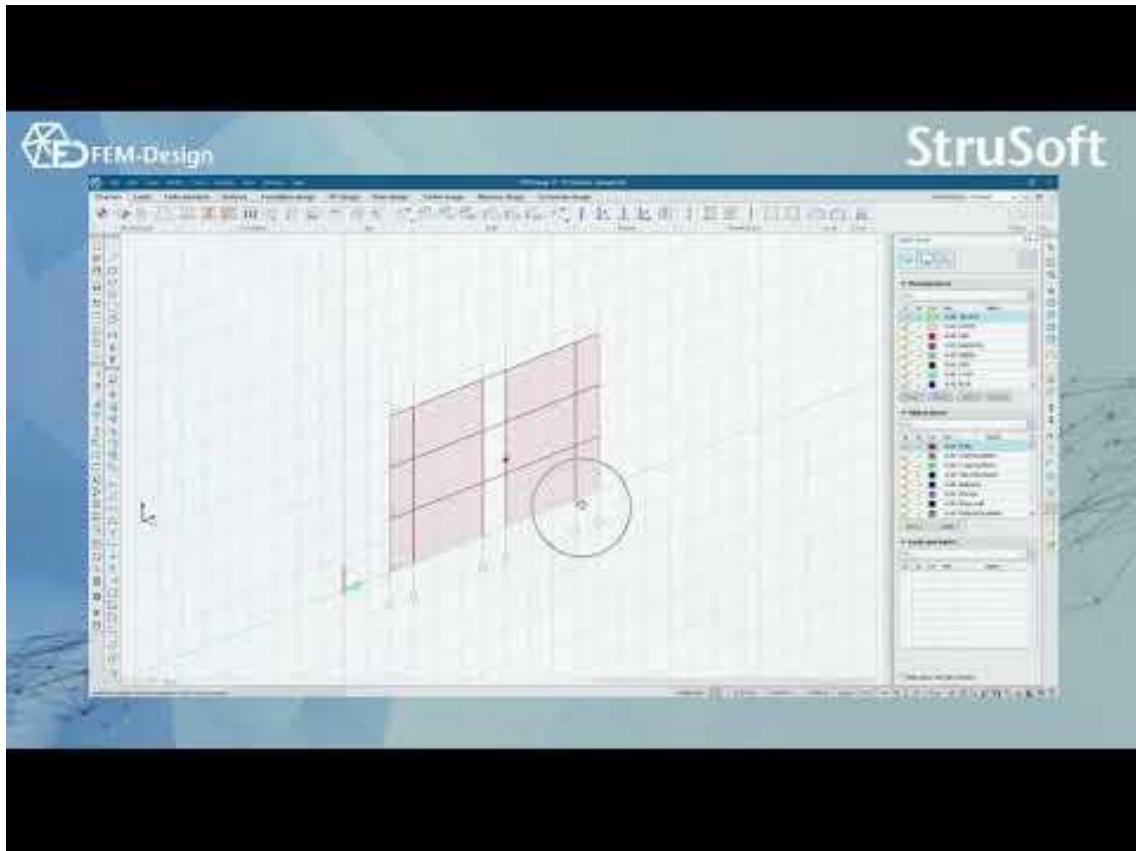
---

---

---



### 7.3 2D-näkymät



Muistiinpanot:

---

---

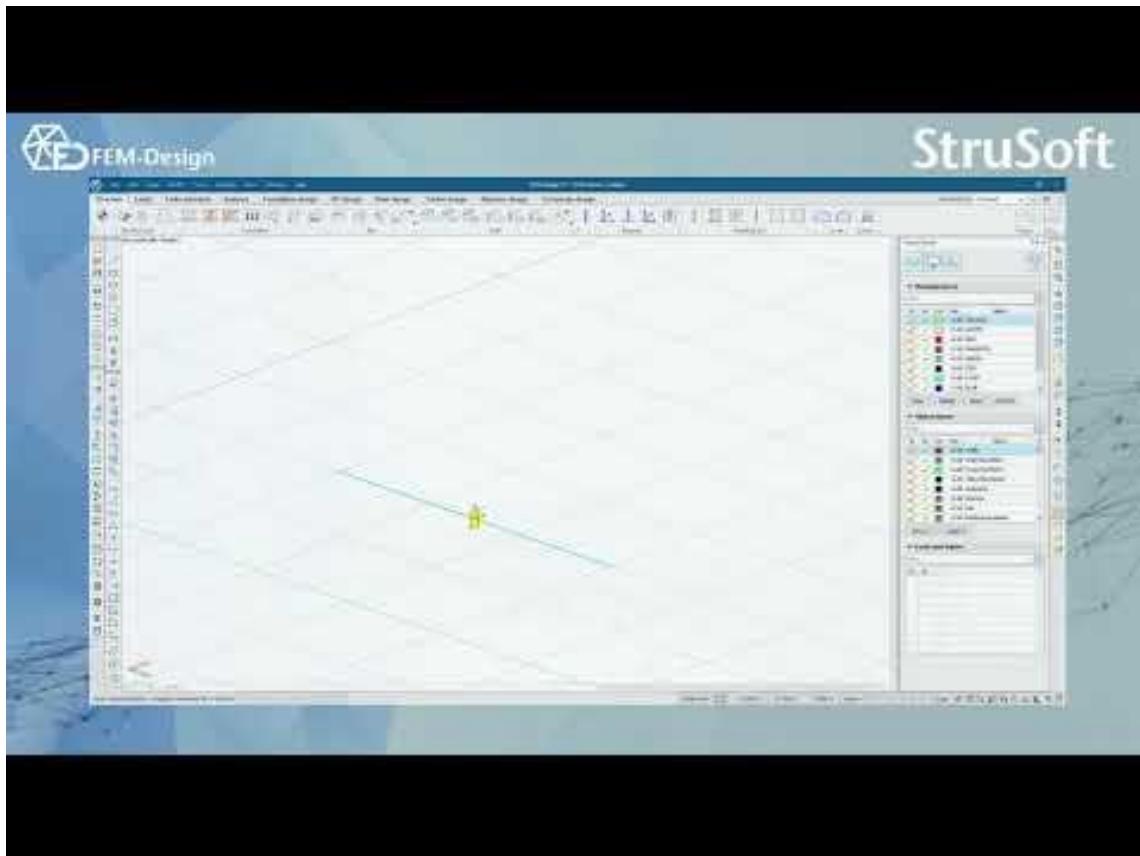
---

---



## 8 RAKENTEIDEN MALLINNUS

### 8.1 Sauvarakenteet



Muistiinpanot:

---

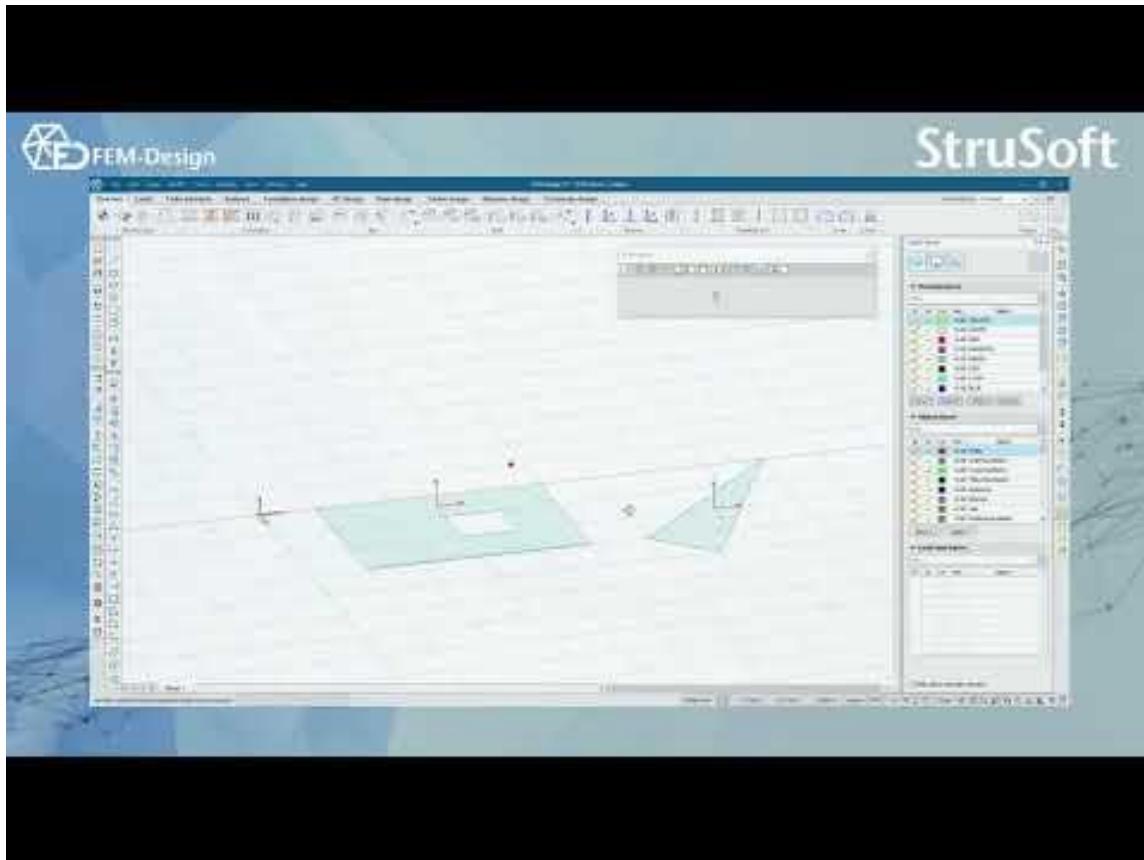
---

---

---



## 8.2 Laattarakenteet



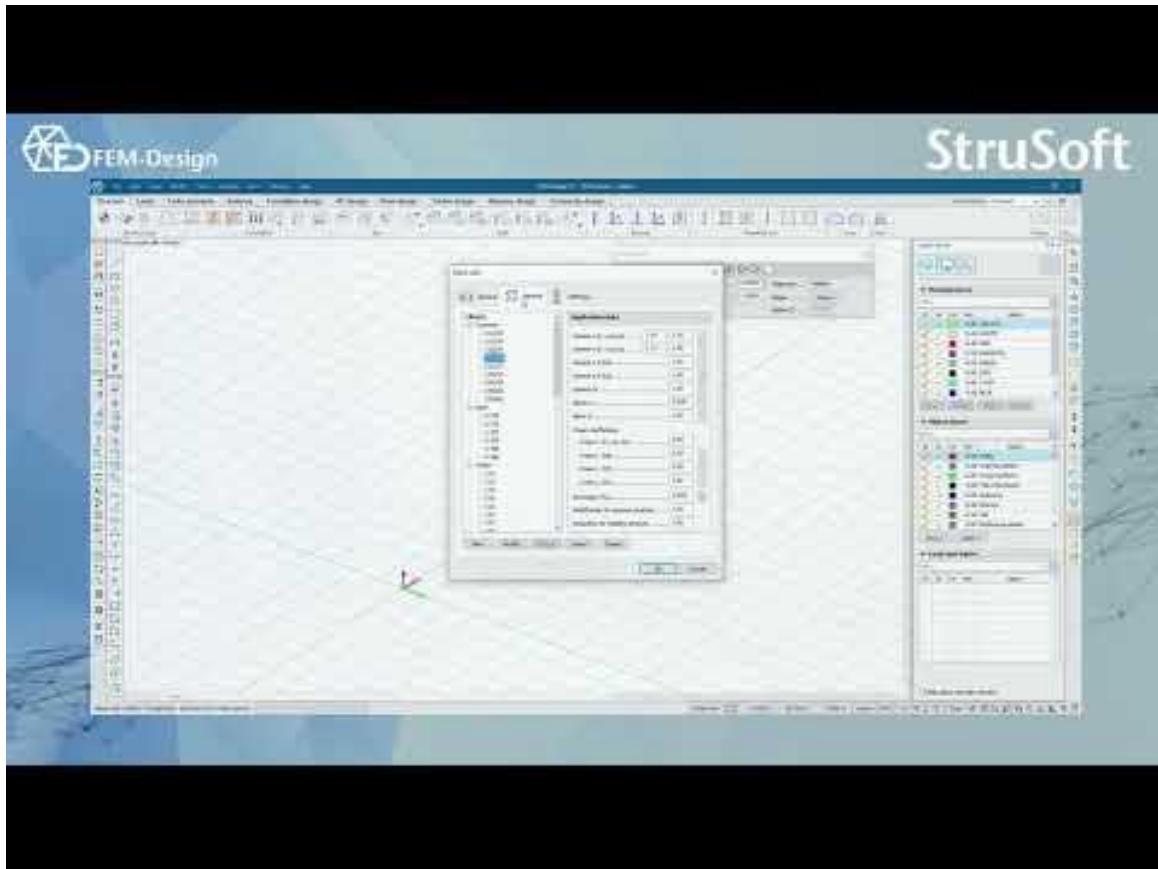
Muistiinpanot:

---

---

---

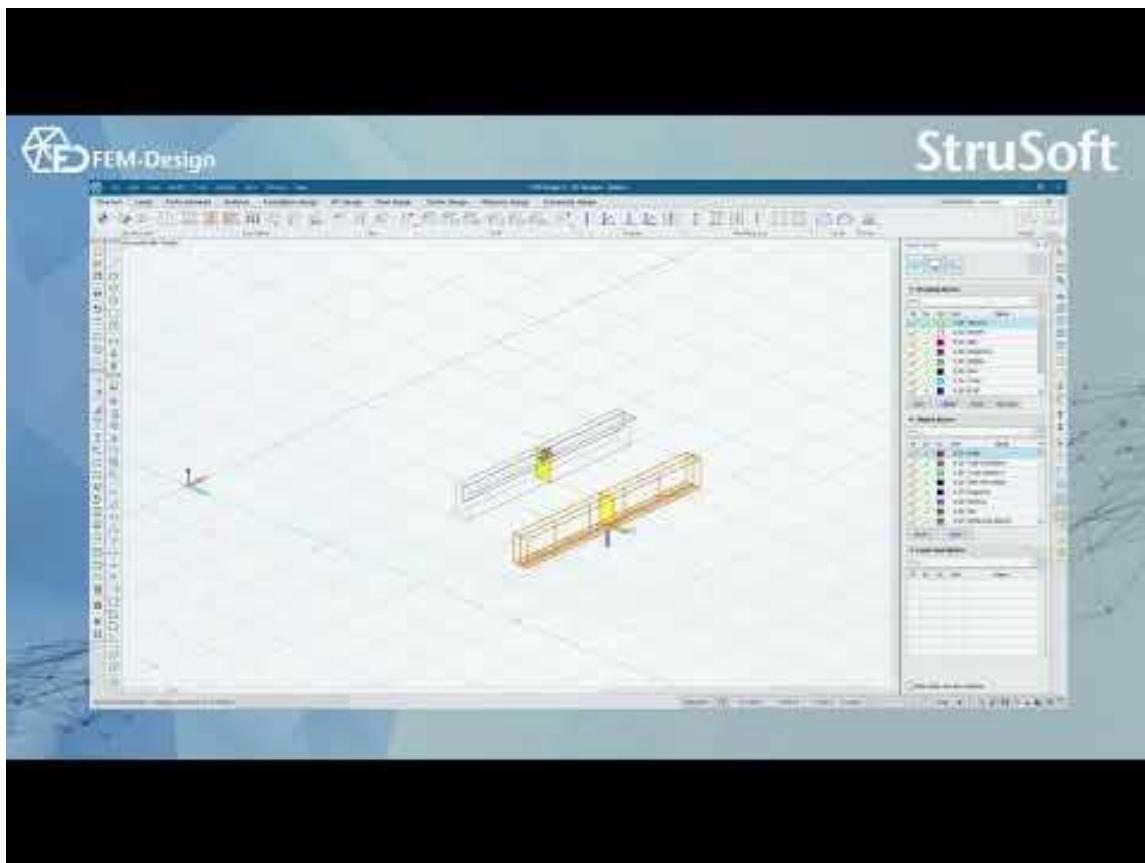
## 8.3 Seinärakenteet



## Muistiinpanot:



#### 8.4 Perustukset



Muistiinpanot:

---

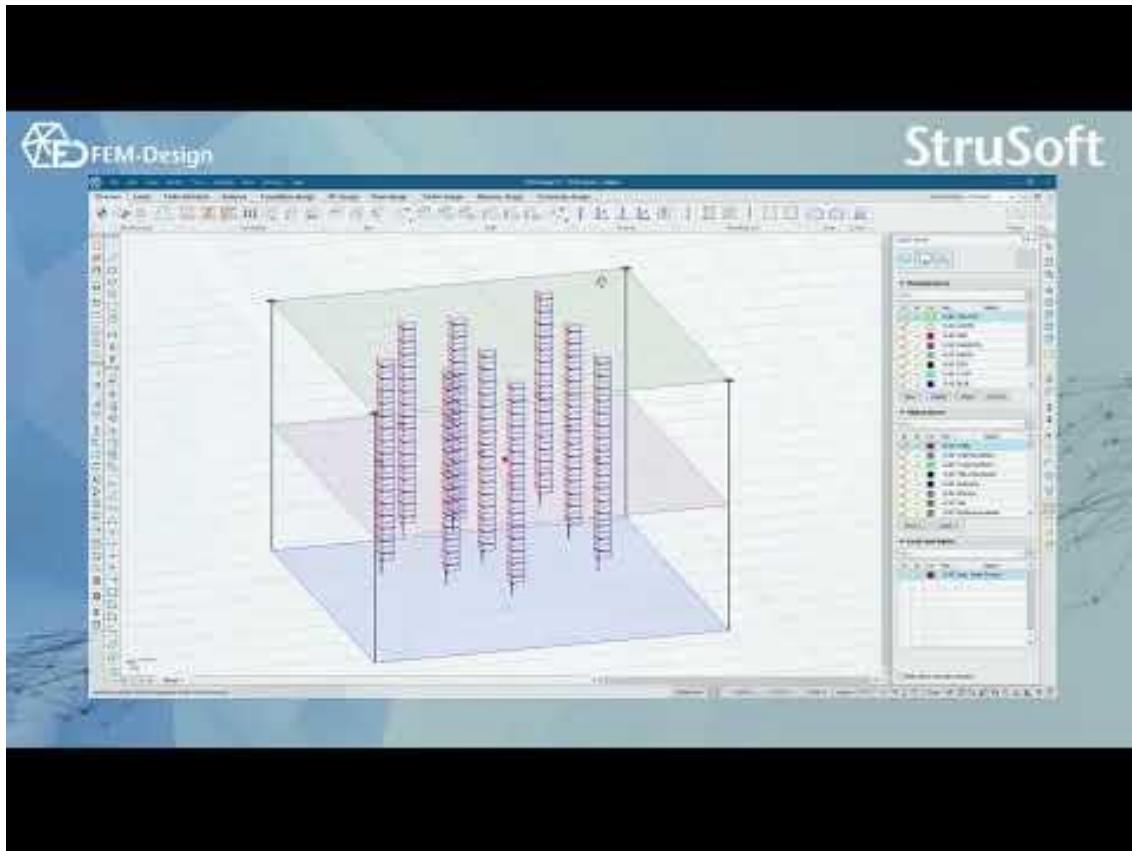
---

---

---



#### 8.4.1 Paaluperustukset



Muistiinpanot:

---

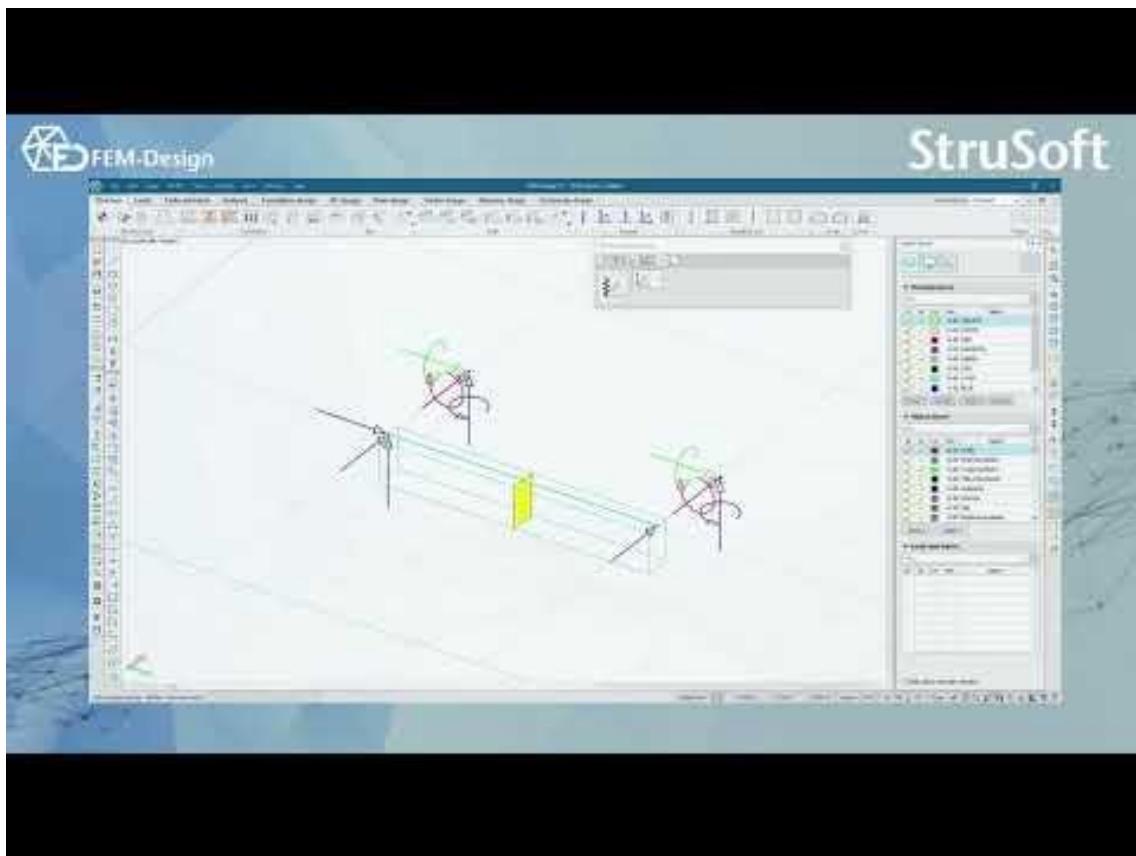
---

---

---



## 8.5 Tuet



Muistiinpanot:

---

---

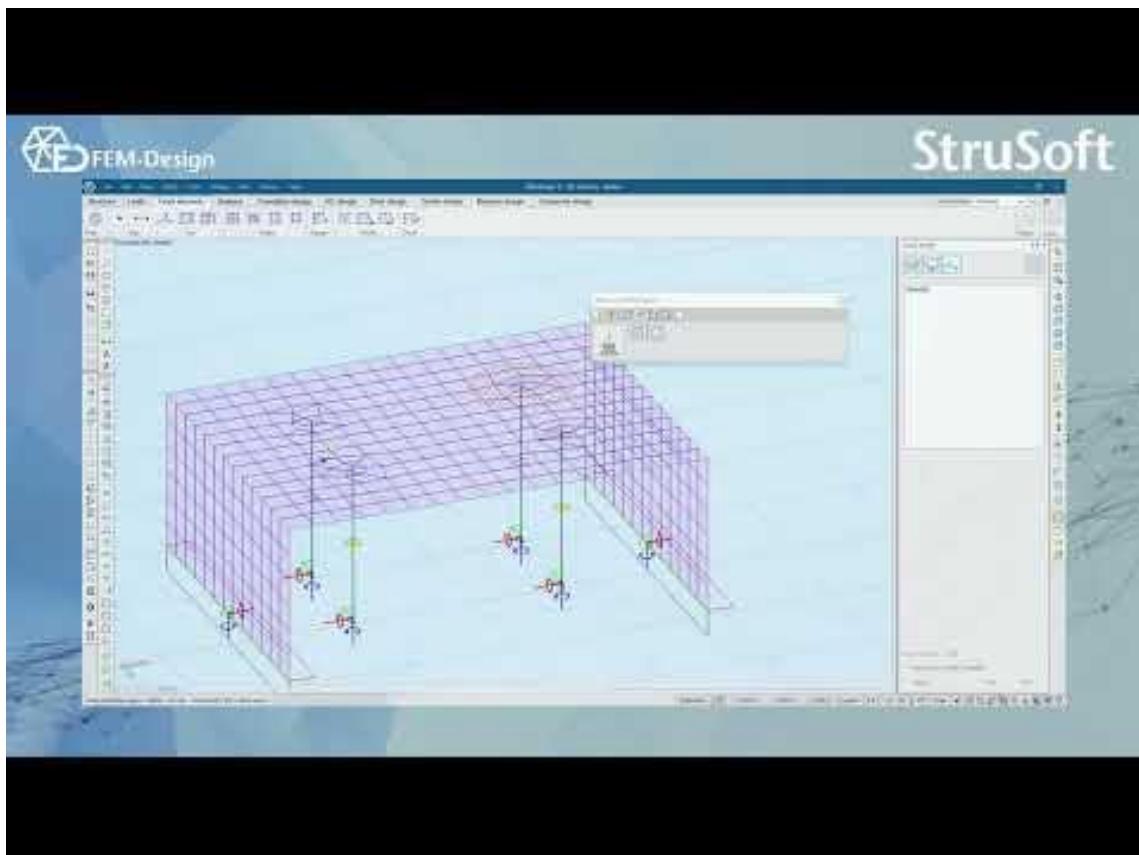
---

---



## 9 RAKENNETYYPPIEN YHDISTELY

### 9.1 Laatta- ja sauvarakenteiden yhdistely



Muistiinpanot:

---

---

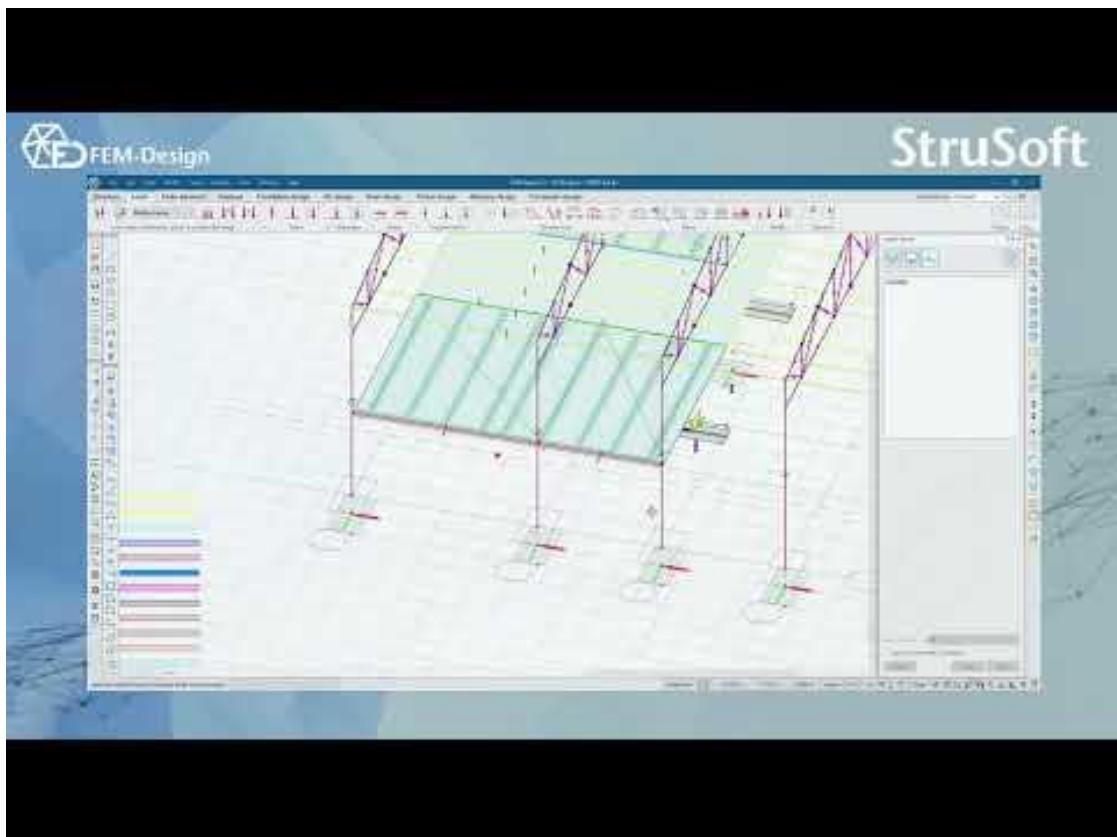
---

---



## 10 KUORMAT

### 10.1 Rakenteiden omapaino



Muistiinpanot:

---

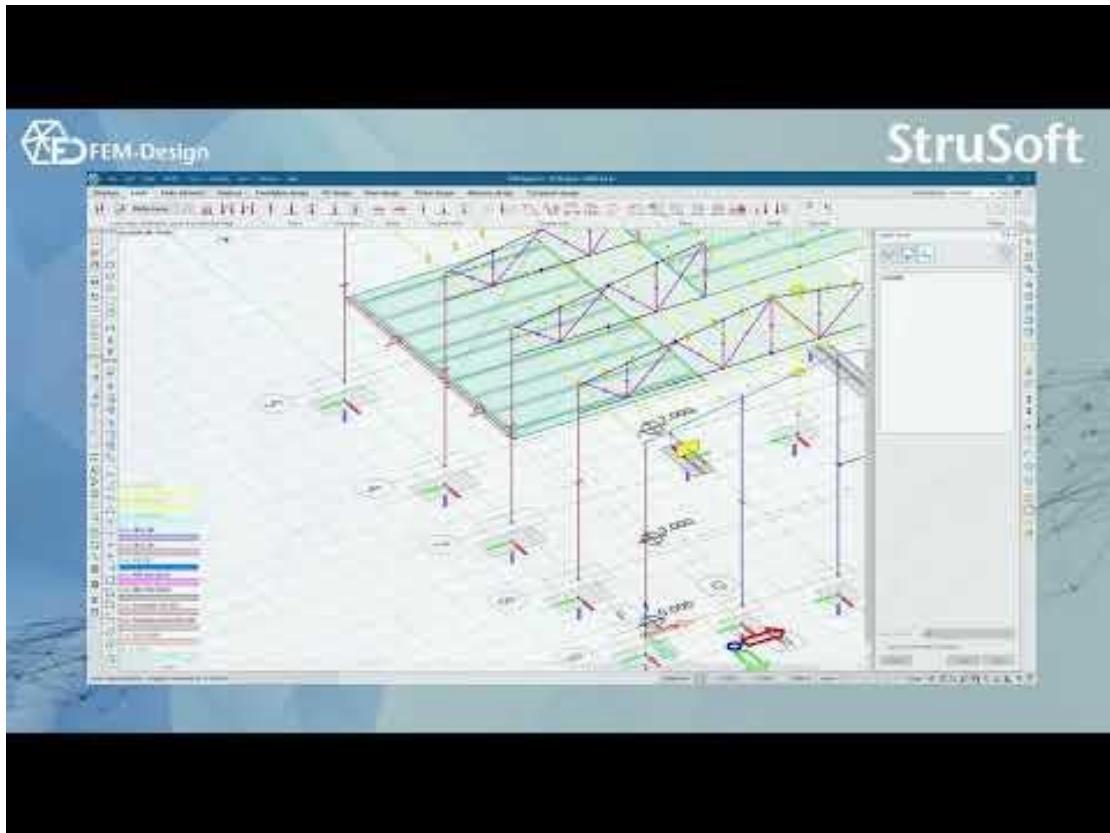
---

---

---



## 10.2 Kuormatyypit ja palotilanteenkuormat



Muistiinpanot:

---

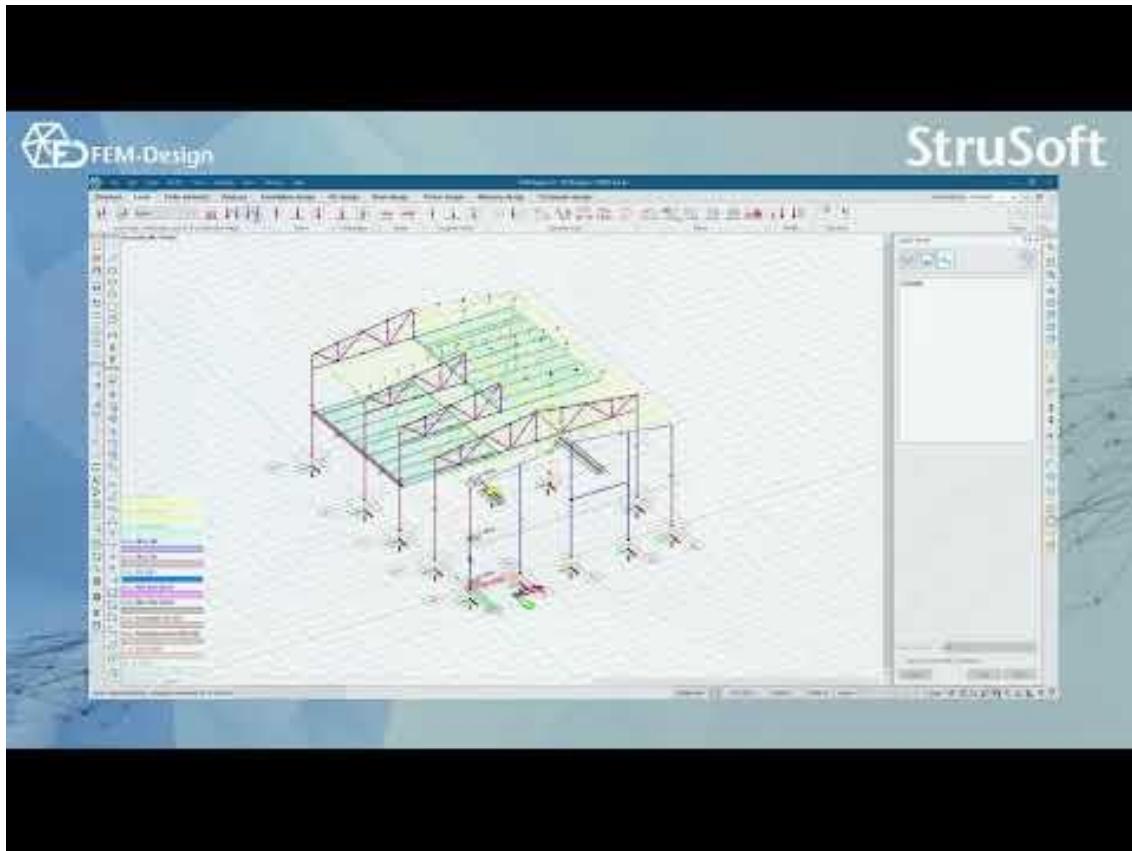
---

---

---



### 10.3 Kuormitusyhdistely



Muistiinpanot:

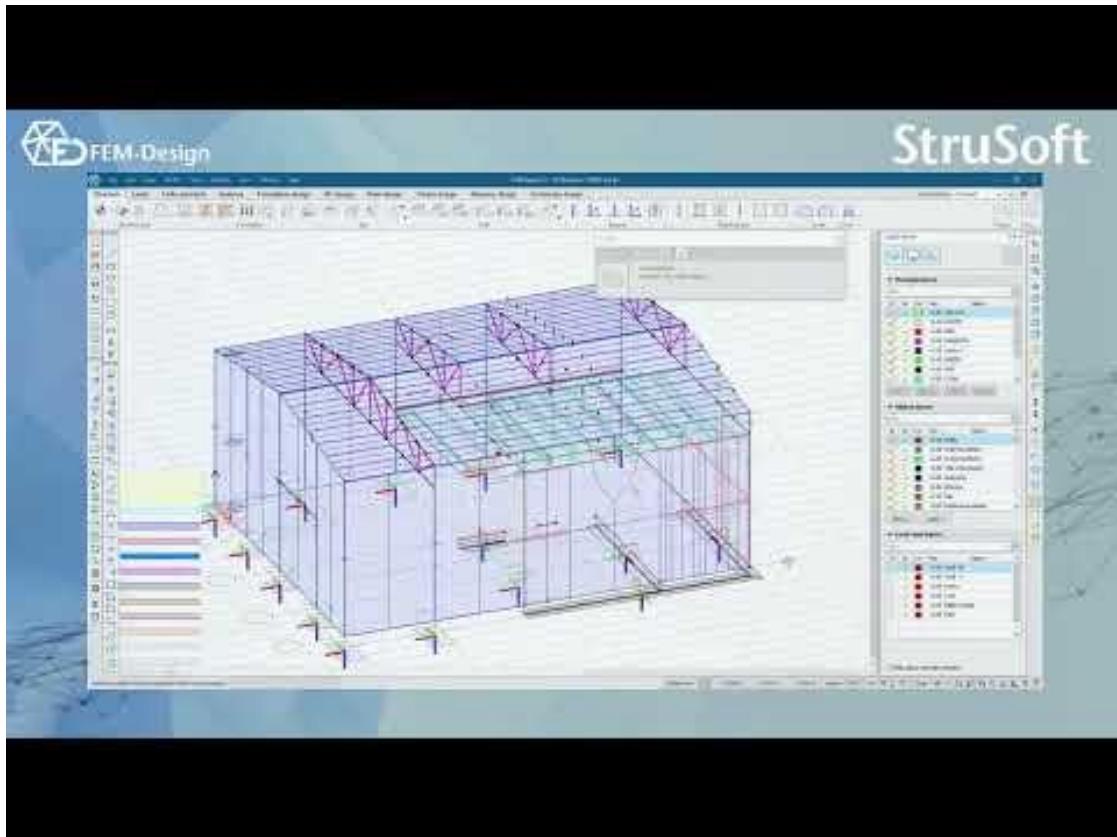
---

---

---

---

## 10.4 Tuulikuormat

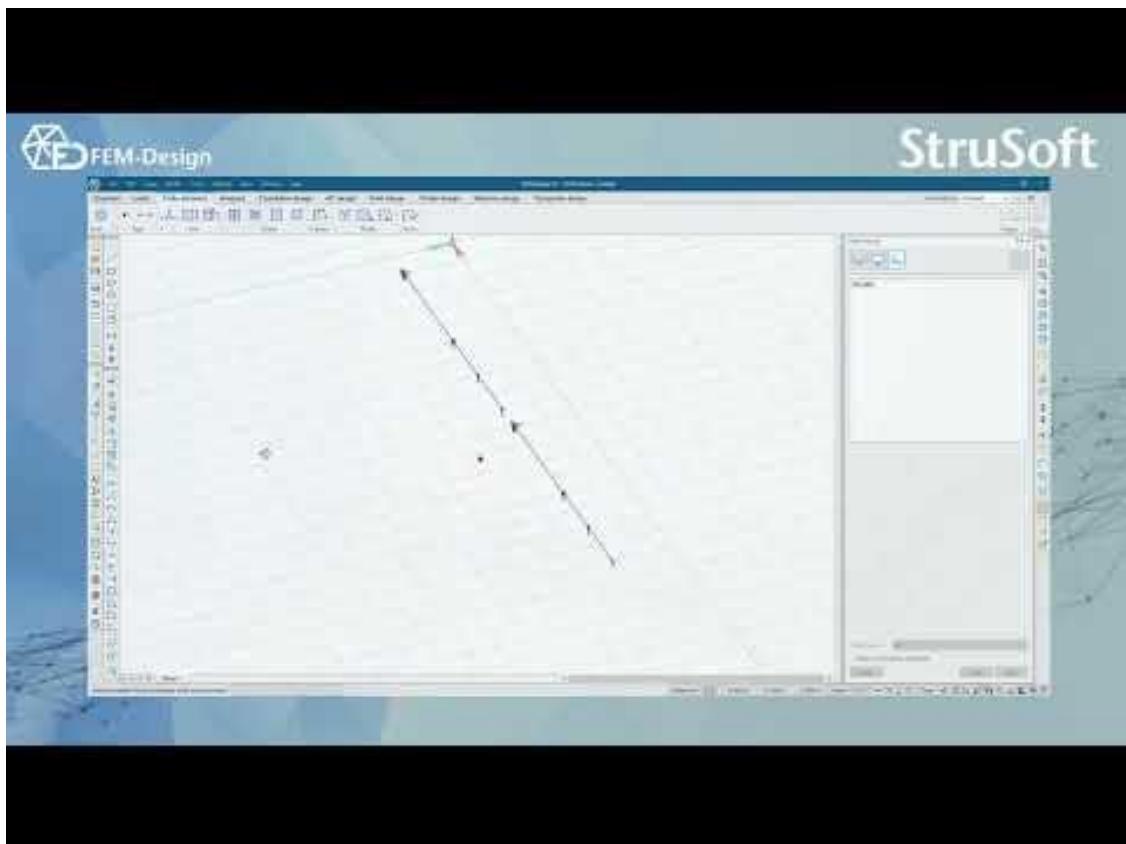


## Muistiinpanot:



## 11 ELEMENTTIVERKKO

### 11.1 Sauvarakenteet



Muistiinpanot:

---

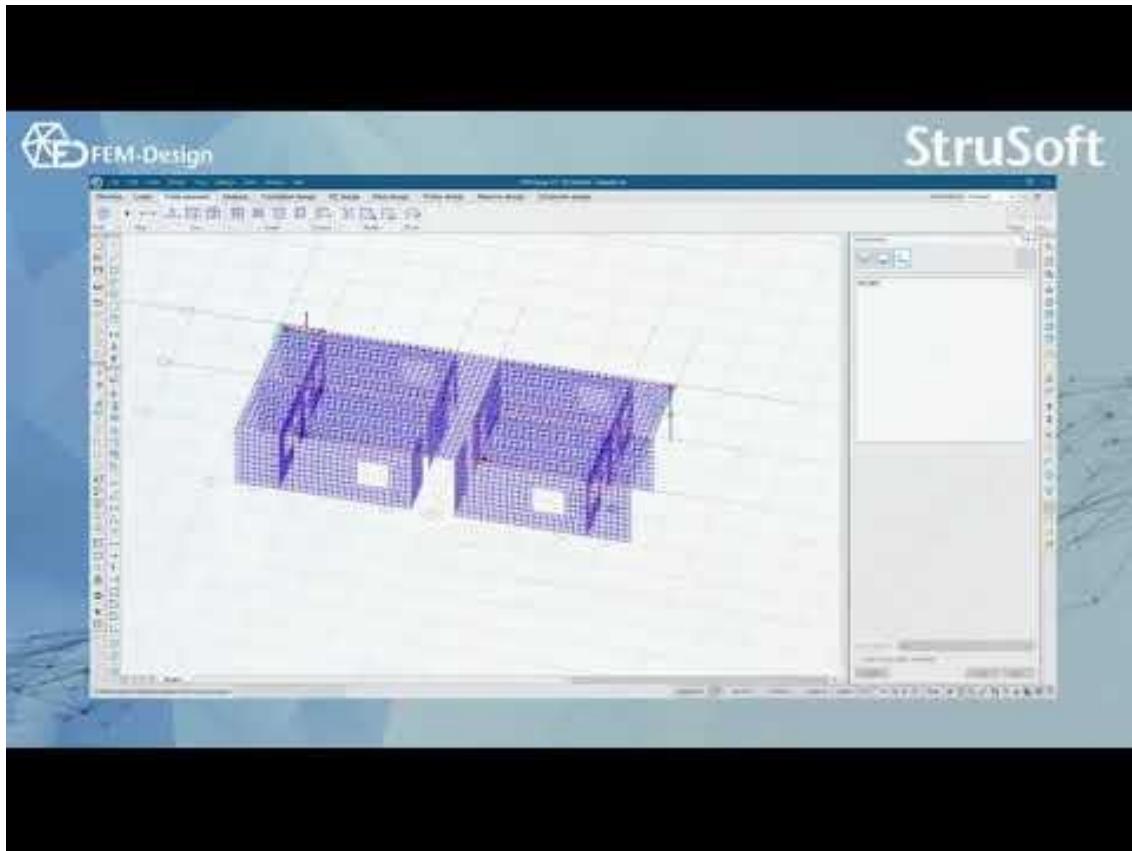
---

---

---



## 11.2 Laattarakenteet



Muistiinpanot:

---

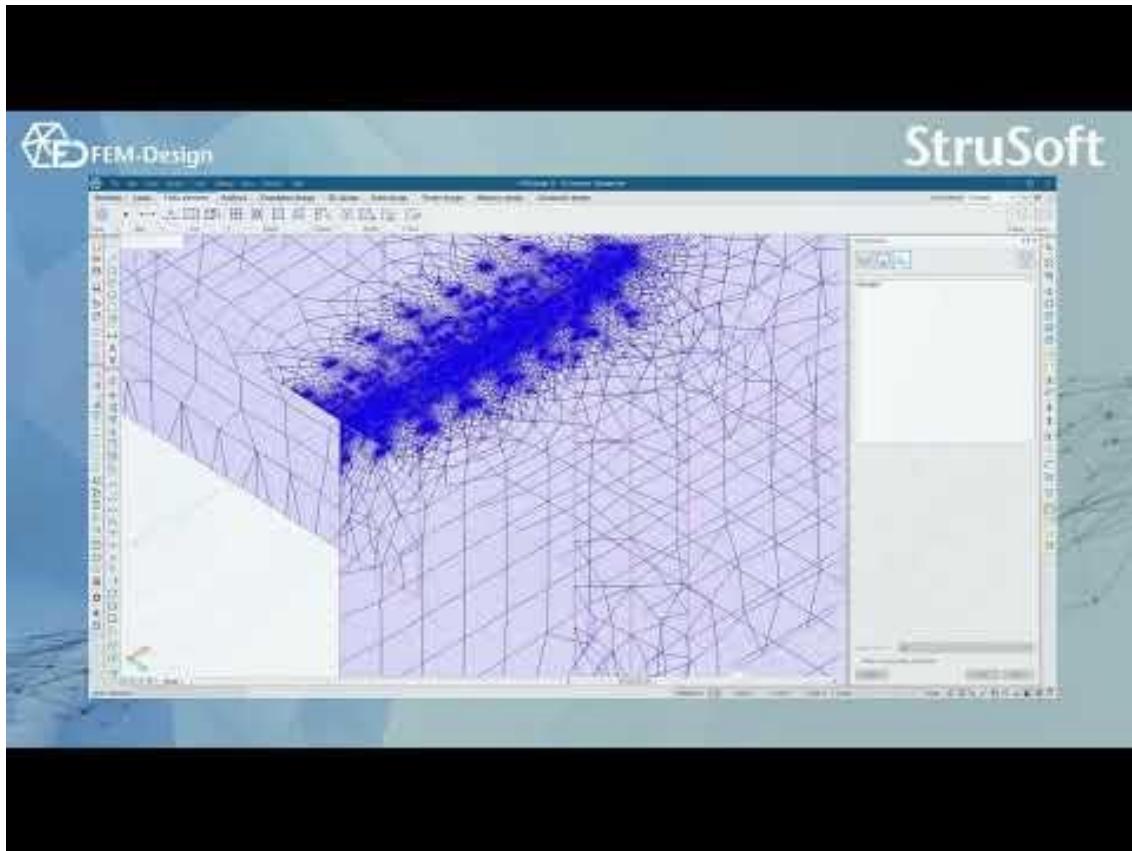
---

---

---



### 11.3 Yleiset virheet elementtiverkossa



Muistiinpanot:

---

---

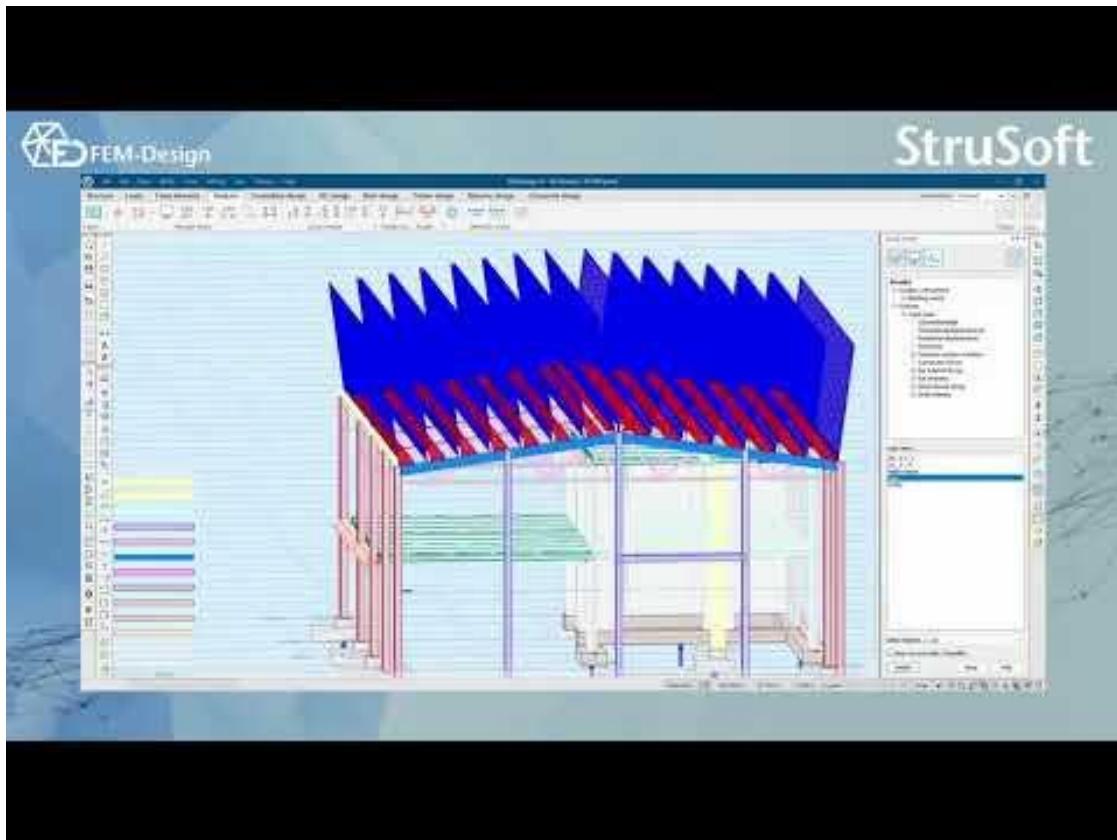
---

---



## 12 RAKENNEANALYysi

### 12.1 Rakenteen laskennan alustava tarkastus



Muistiinpanot:

---

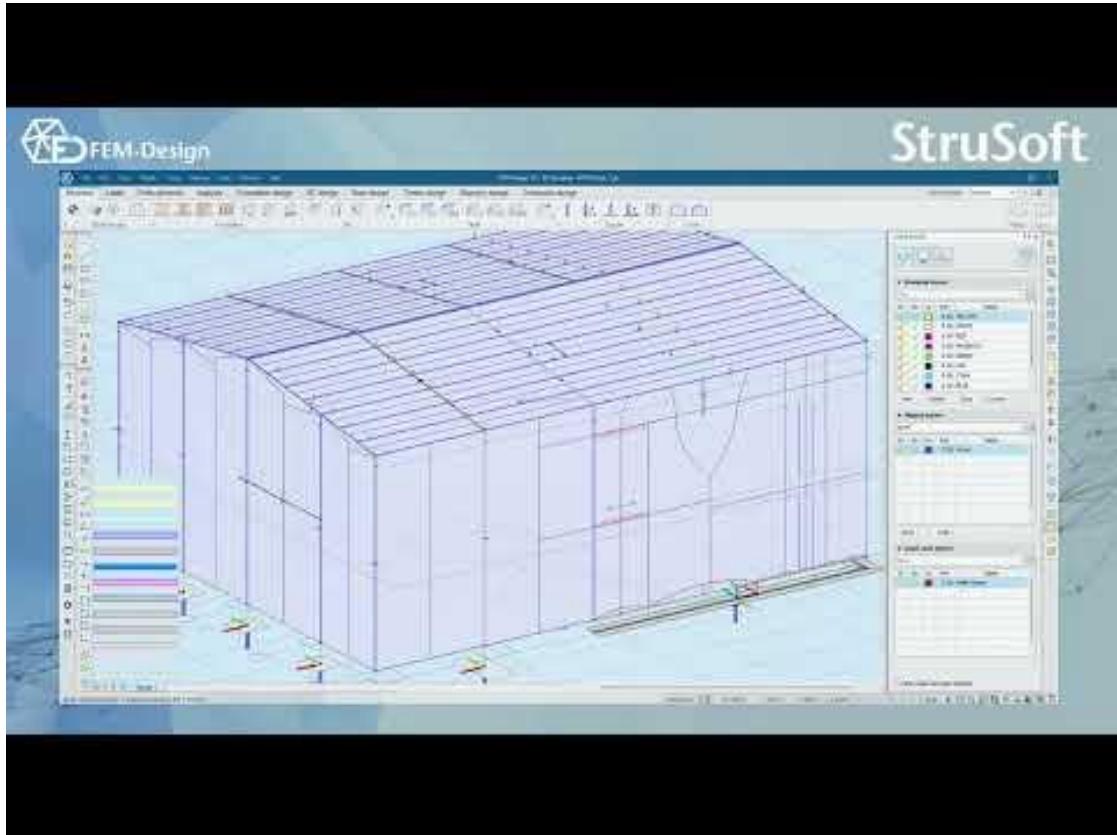
---

---

---



## 12.2 Laskennan virheilmoitukset ja niiden korjaaminen



Muistiinpanot:

---

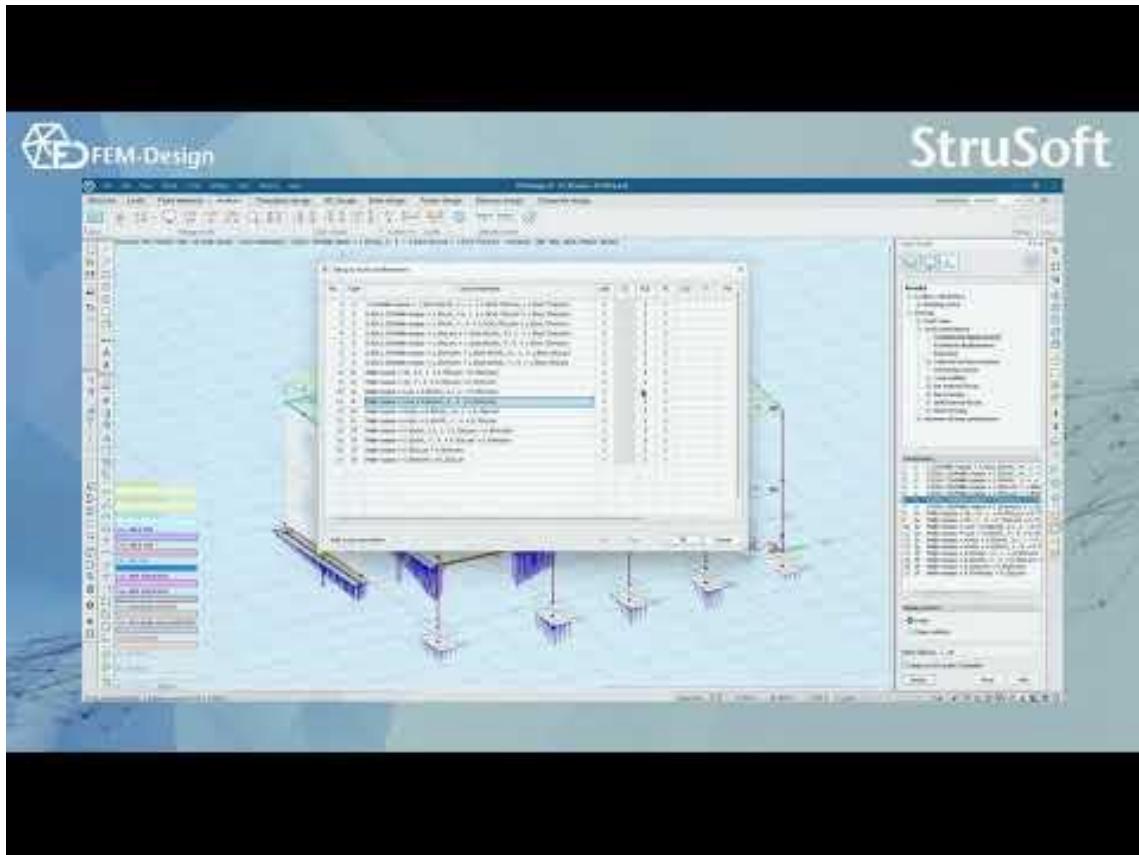
---

---

---



### 12.3 Kuormitusyhdistelyiden laskeminen



Muistiinpanot:

---

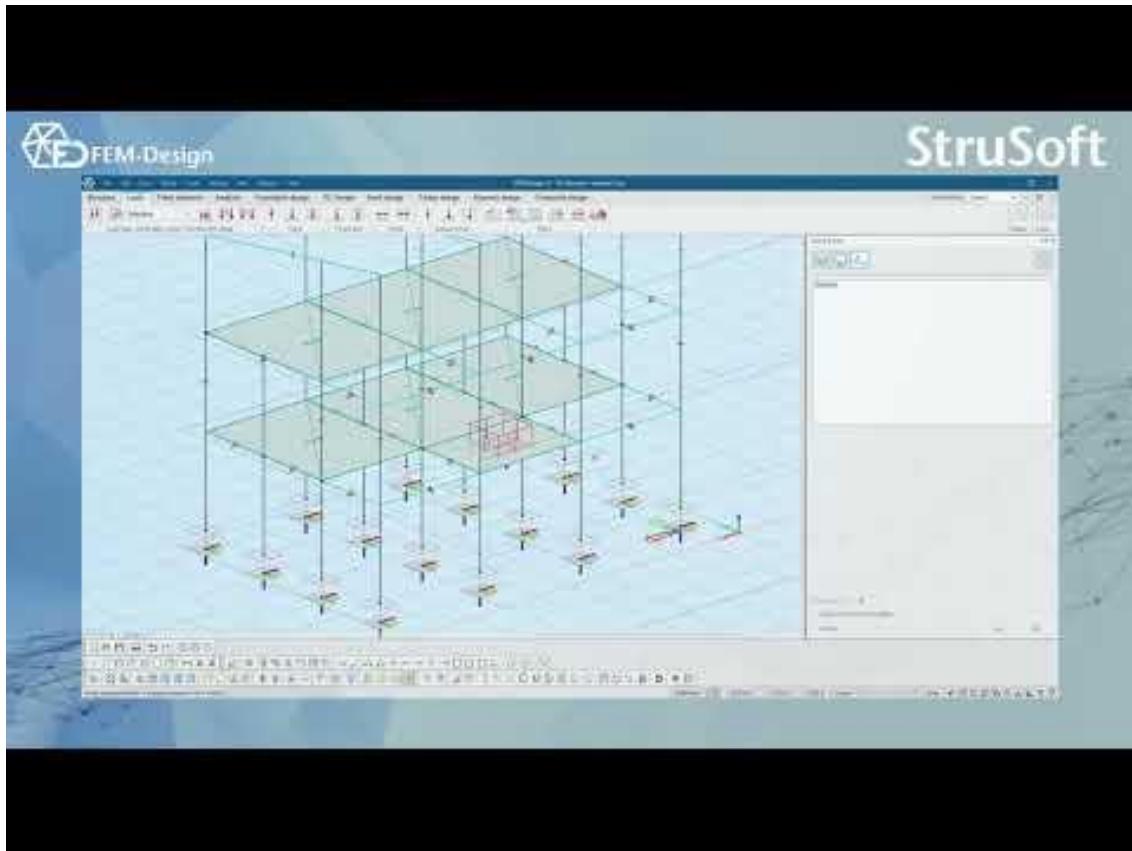
---

---

---



## 12.4 Rakennusvaiheiden kuormat



Muistiinpanot:

---

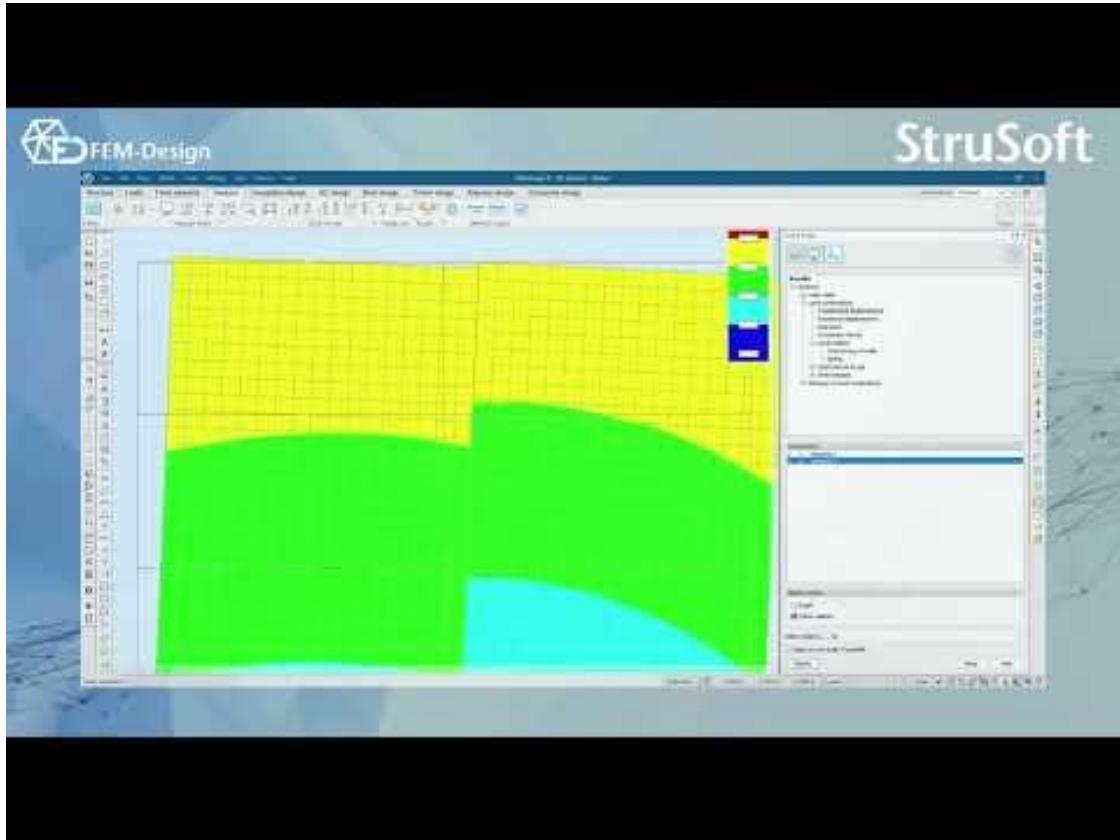
---

---

---



## 12.5 Epälineaarinen analyysi



Muistiinpanot:

---

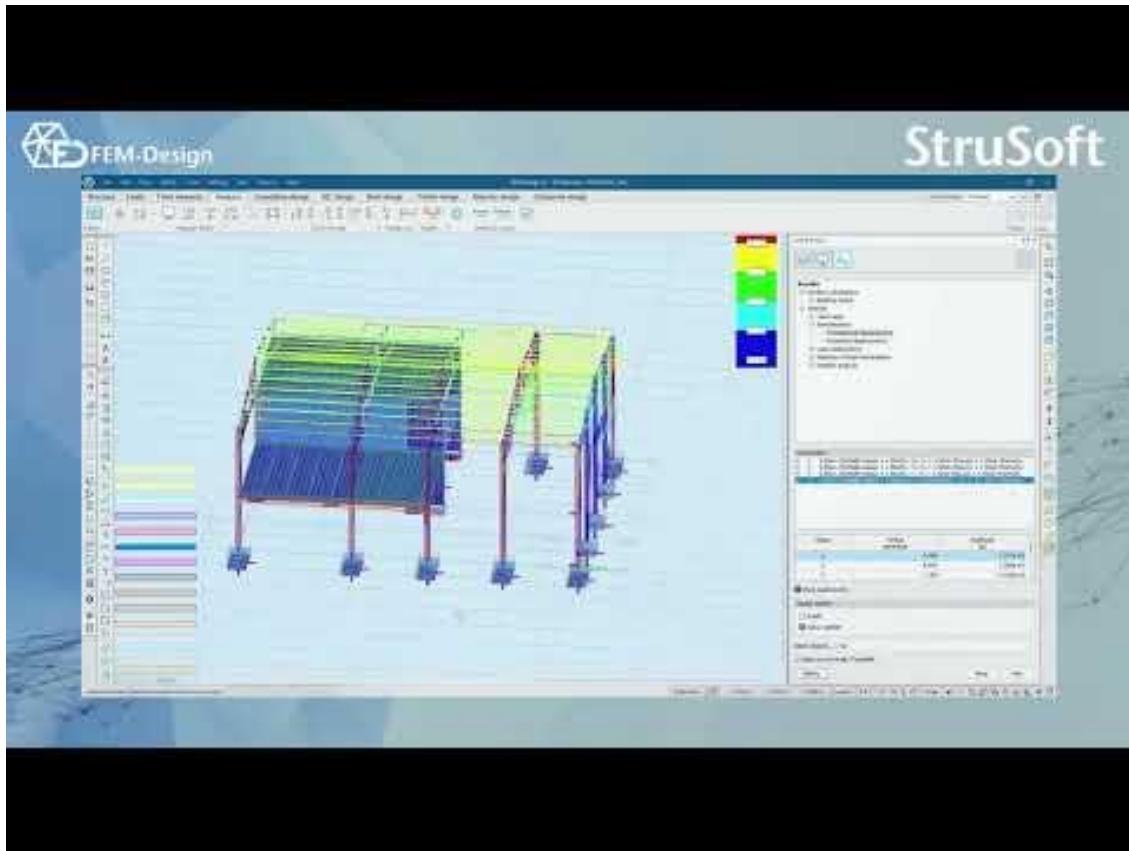
---

---

---



## 12.6 Alkukäryydet ja toisen kertaluvun analyysi



Muistiinpanot:

---

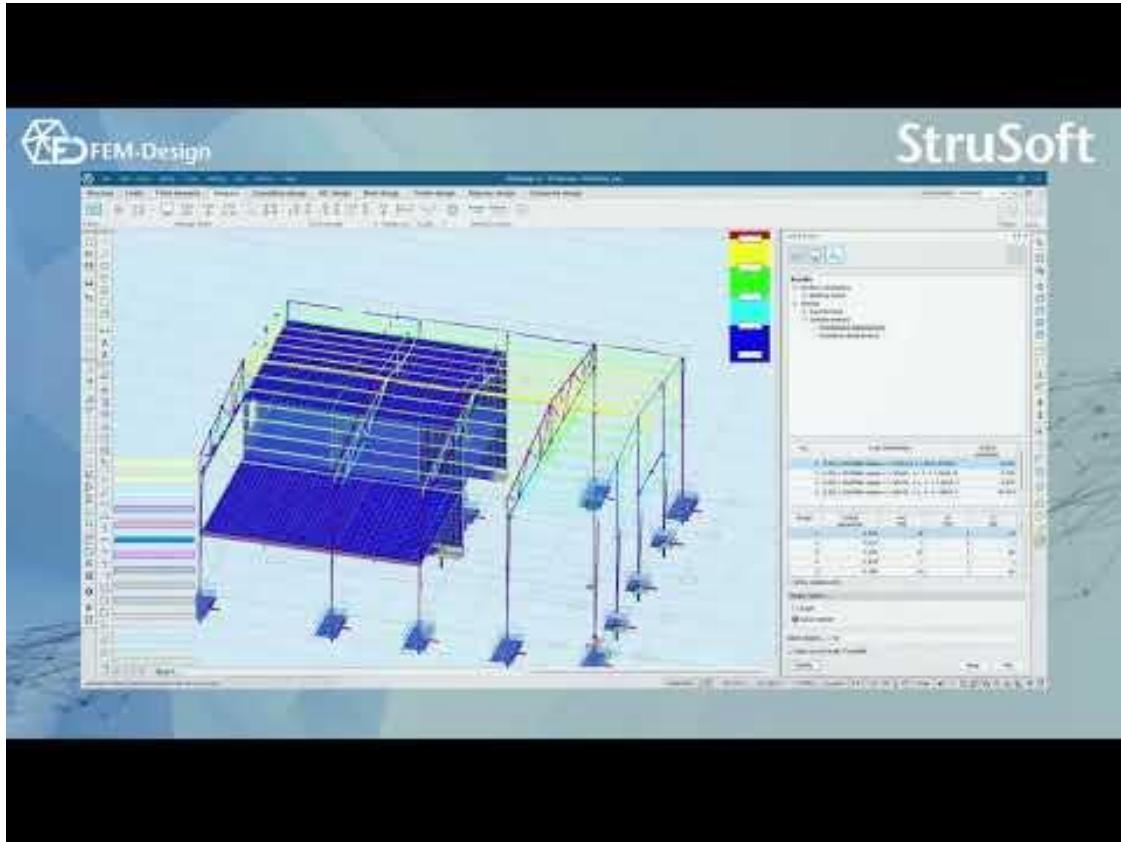
---

---

---



## 12.7 Stabiliteettianalyysi



Muistiinpanot:

---

---

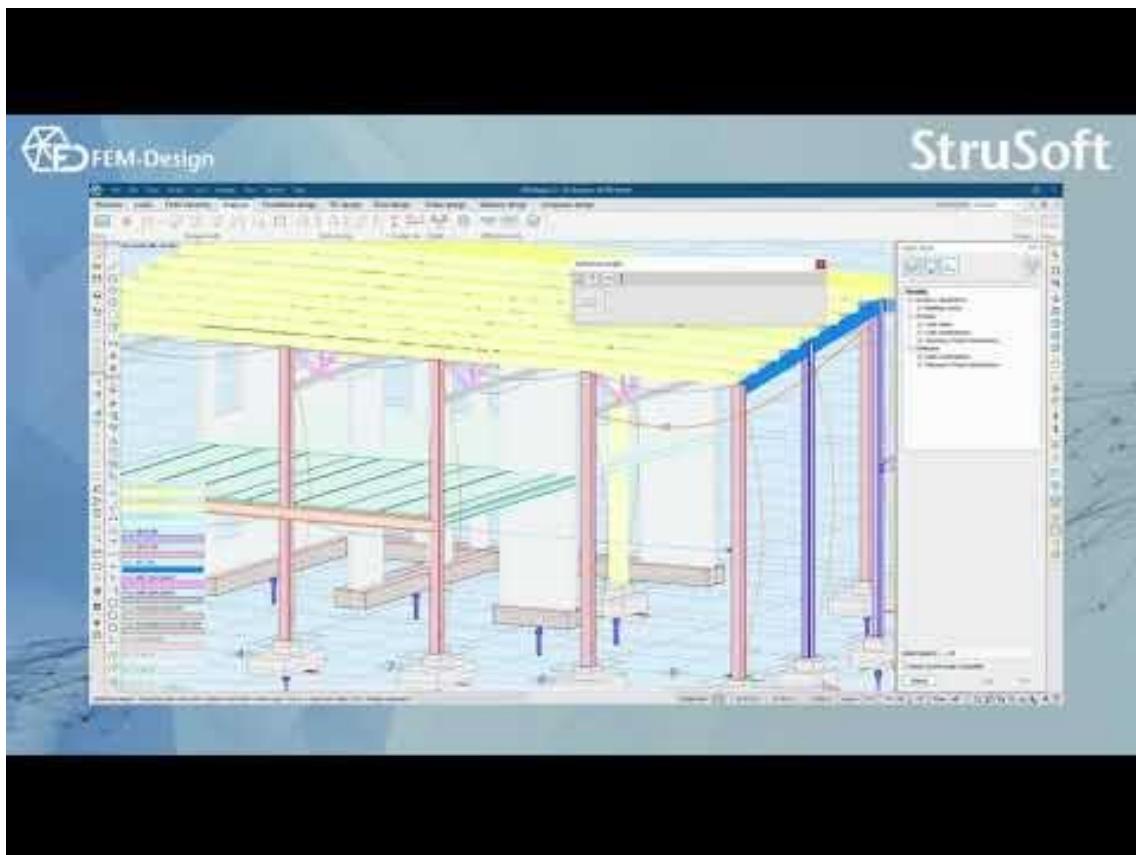
---

---



## 13 TULOKSET

### 13.1 Rakenteiden siirtymätarkastelu



Muistiinpanot:

---

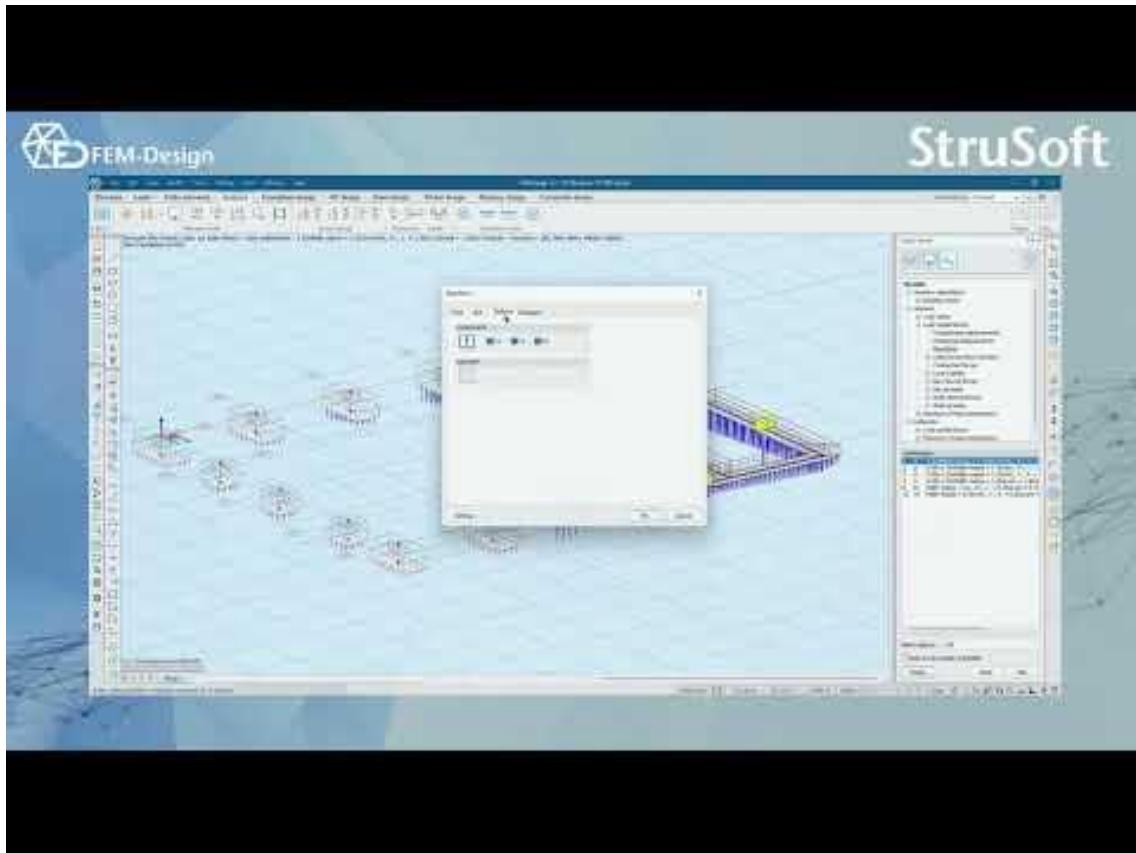
---

---

---



### 13.2 Perustusten voimasuureet



Muistiinpanot:

---

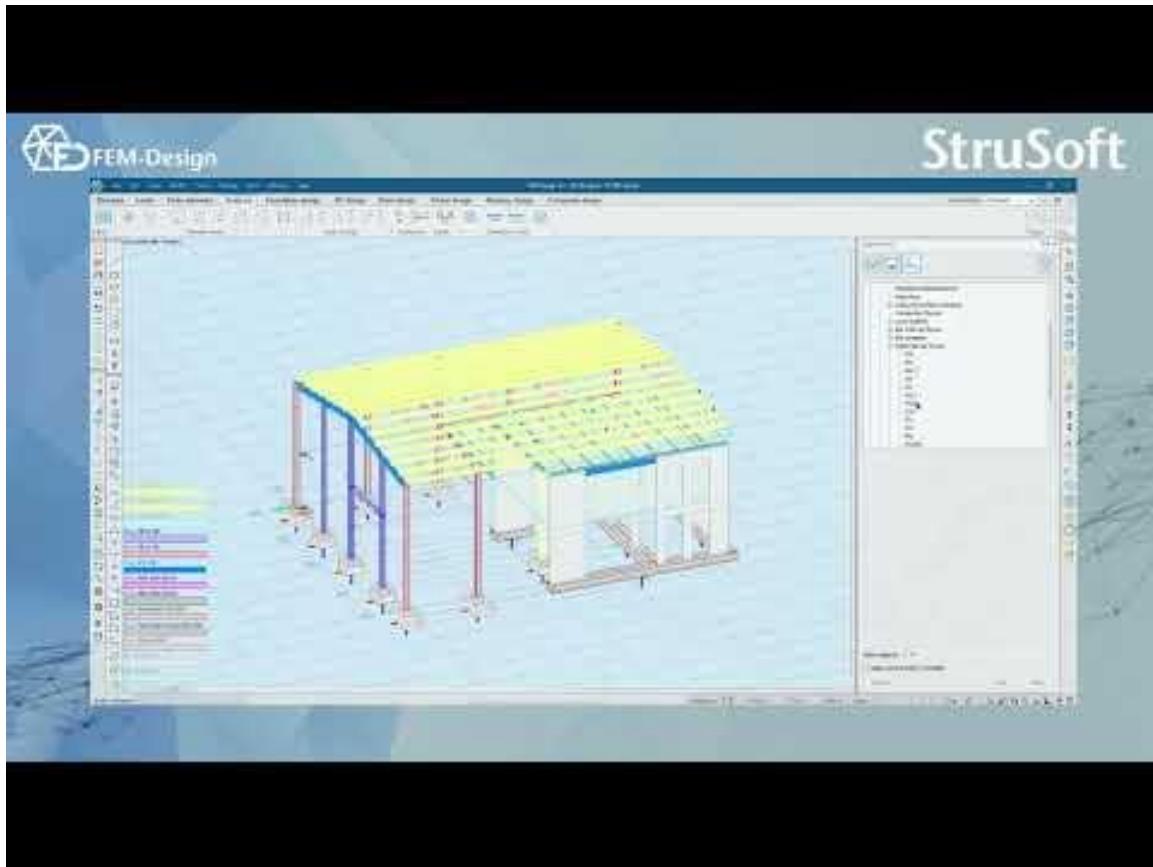
---

---

---



## 13.3 Laatta- ja seinärakenteiden rasitukset



Muistiinpanot:

---

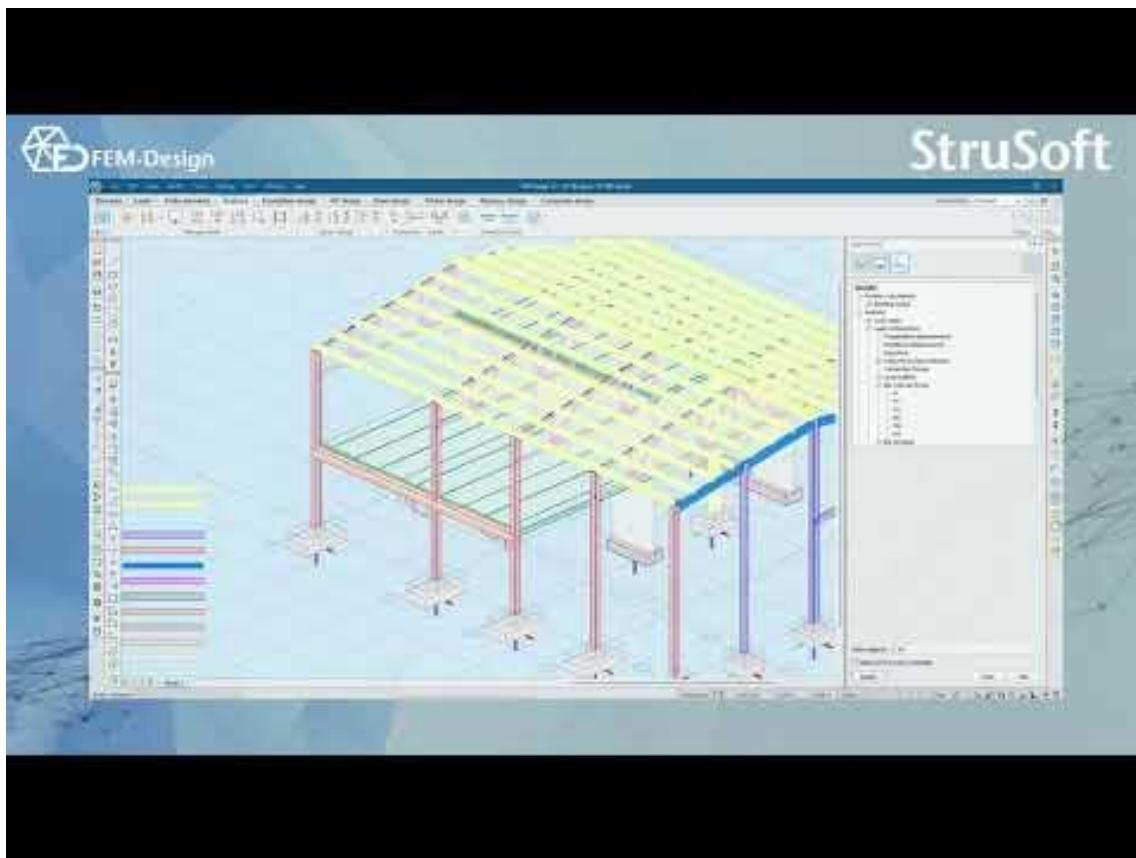
---

---

---



## 13.4 Sauvarakenteiden rasitukset



Muistiinpanot:

---

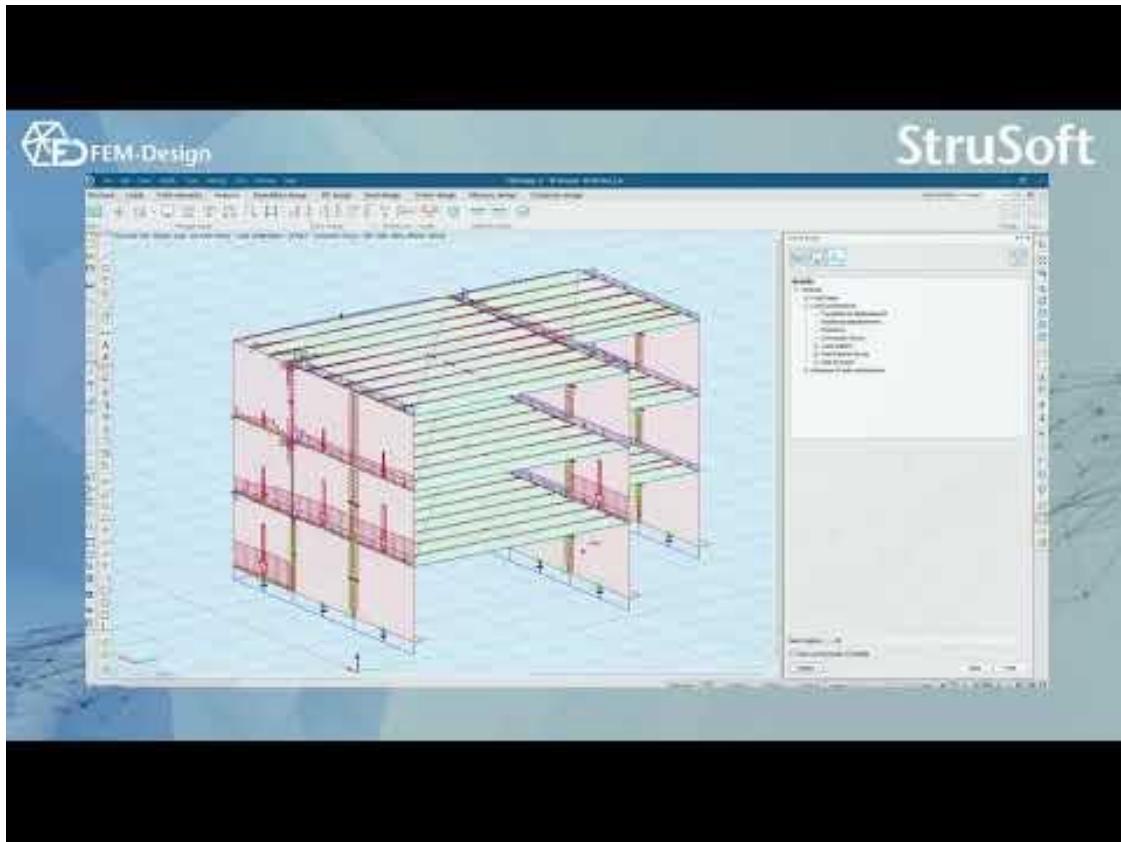
---

---

---



## 13.5 Liitoksien voimasuureet laattarakenteissa



Muistiinpanot:

---

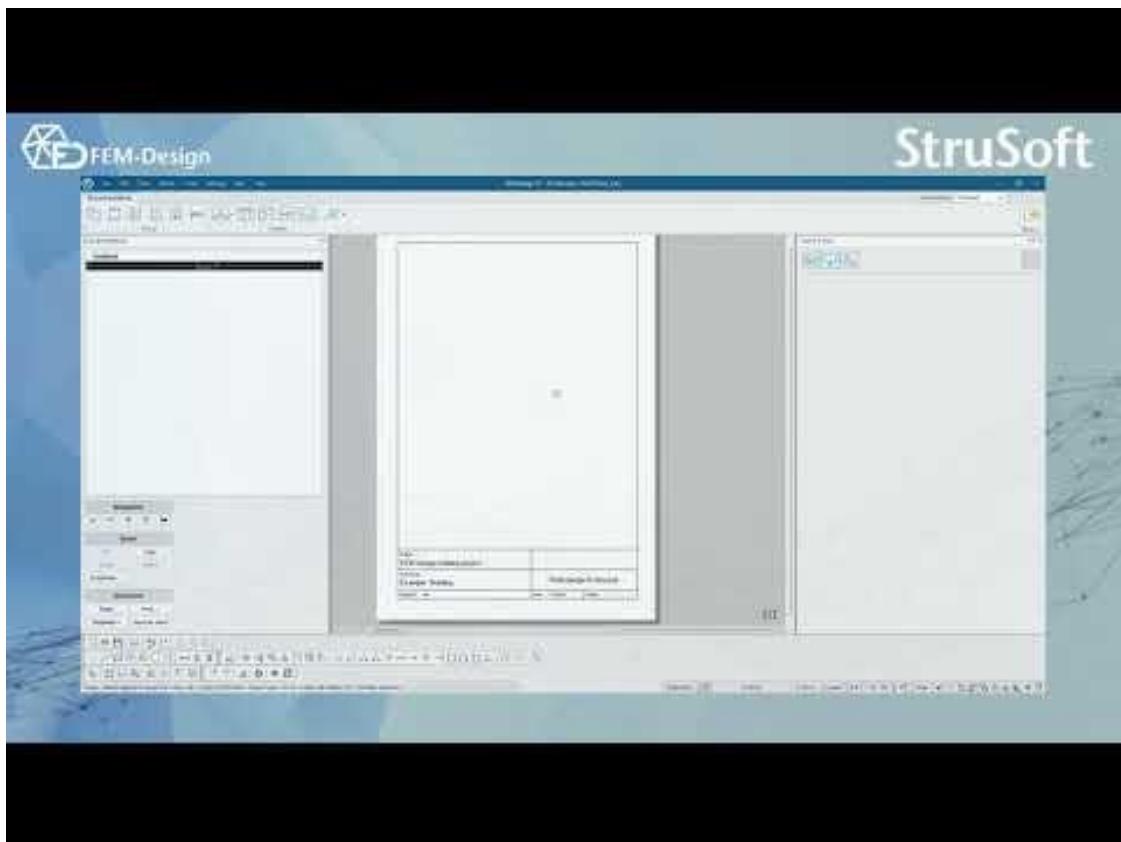
---

---

---

## 14 DOKUMENTOINTI

### 14.1 Yleinen käyttö



Muistiinpanot:

---

---

---

---



## 15 WEBINAARISARJA

### 15.1 Teräsrakenteiden mitoitus

StruSoft  
EN 1993-1-1 Mitoitusprosessi  
Kokonaisprosessi teräsrakenteita suunniteltaessa

► 01:21 / 1:04:24

Video Info Transcript

JAN 20, 2022

### FEM-Design: Teräsrakenteen Mitoitusprosessi EN 1993-1-1

Teräs lineaarisena materiaalina on helpompi mitoitaa verrattuna betoniin. Teräksen mitoitukseen ja suunnitteluun liittyy kuitenkin muutamia haasteita käytettäessä rajatilamitoitusta. Myötölujuuden lähellä ja kun rakenne on hoikka käytäätyy myös teräs epälineaariseksi. Tämä tulee huomioida rakennetta

<https://www.gotostage.com/channel/f45e172b5be5435c8a6aff6883ed3550/recording/be2fda651c2a46218c5503ad8f8c15be/watch?source=CHANNEL>

Muistiinpanot:

---

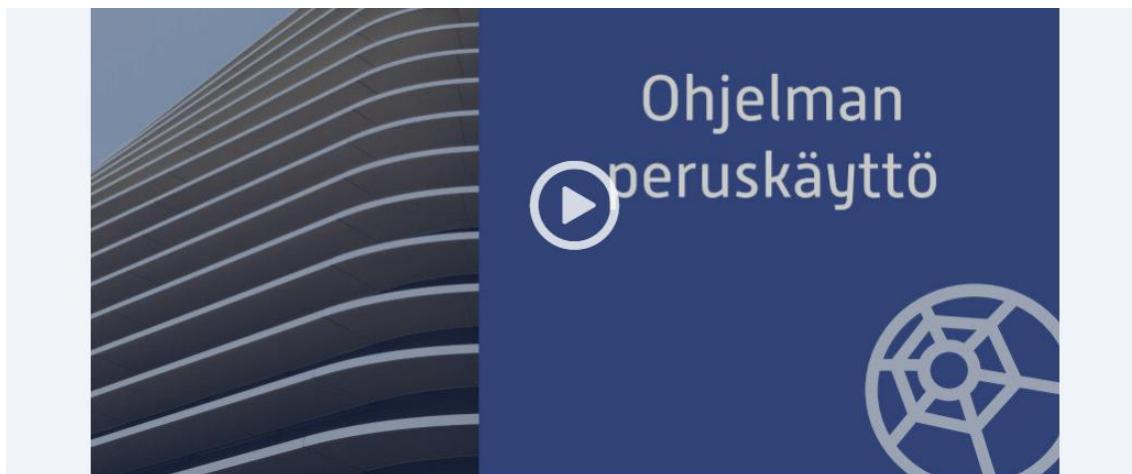
---

---

---



## 15.2 Paikallevalurakenteiden mitoitus



NOV 12, 2020

### In Finnish - 2D plate

Tervetuloa tutustumaan Strusoftin suosittuun, helppokäytöiseen ja suunnittelijalähtöiseen laatan mitoitusohjelmaan 2D Plate:een. Esittemme ohjelman peruskäyttöä tyhjästä mallista raudoitteiden laskentaan ja lävistysmitoitukseen asti. Lisäksi käsitellään halkeillut laskenta ja raportin luominen. Koelisensillä voit myös kokeilla webinaarin jälkeen ohjelman käyttöä omassa projektissasi.

<https://www.gotostage.com/channel/f45e172b5be5435c8a6aff6883ed3550/recording/560b4b5e5a324c90bc56652c05c1b644/watch?source=CHANNEL>

Muistiinpanot:

---

---

---

---



### 15.3 CLT-rakenteiden mitoitus



SEP 16, 2021

#### FEM-Design CLT

CLT-puun suosio kasvaa koko ajan rakentamisessa ja se tarjoaa samat edut kun betonielementit maanpäällisissä rakenteissa. CLT elementtien mitoitus osana monimutkaisempaa laatastoa tai kokonaisuutena puupalkkien kanssa on ollut haastavaa. Sekä murto- että käyttörajatilan taipumatarkastelut ja värähtelymitoitus edellyttävät, että jokaisen puuosan oikeat aikariippuvaiset jäykkyysominaisuudet huomioidaan. Monimutkaisemaksi asian tekee elementtijako ja sen vaikutus voimiin ja saumojen mitoitus. Käytännössä jokainen sauma pitäisi olla tiettyissä tilanteissa laskentamallissa. Lisäksi CTL elementtien laskenta FE-menetelmällä ei onnistu hyvin tavanomaisella ortotrooppisella laskentamallilla.

<https://www.gotostage.com/channel/f45e172b5be5435c8a6aff6883ed3550/recording/62ee4bad78844226b31c4a6df956708c/watch?source=CHANNEL>

Muistiinpanot:

---

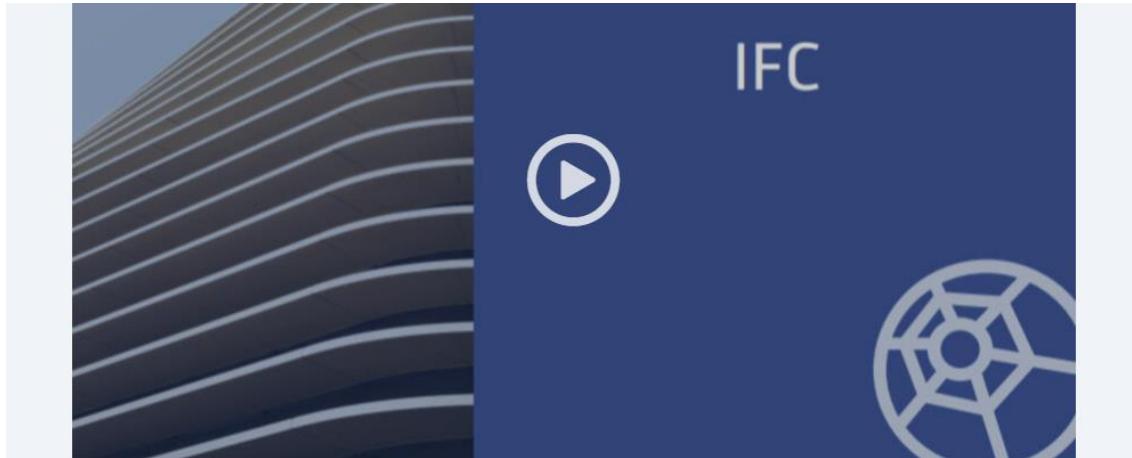
---

---

---



## 15.4 IFC ja FEM-ohjelma



APR 28, 2021

### In Finnish: IFC ja laskentaohjelma

IFC ja laskentaohjelma.

Vieläkö mallinnat rakenteen laskentaohjelmaan vaikka IFC malli olisi saatavilla? IFC:n on pitkään luvattu ratkaisevan tietomallin siirtämisen ongelmat laskentaohjelmaan. Käytännössä tätä on käytetty kuitenkin vähän. Syynä on tähän asti ollut, että mallin korjaus laskentaohjelmassa kuluttaa enemmän aikaa, kun mallin tekeminen tyhjästä, varsinkin monimutkaisessa mallissa. Laskentamalli ja rakennemalli on eri asia ja toisesta ei voi tuottaa yksiselitteisesti toista. Korjaustyökalut ovat vihdoin kehittyneet tasolle, jolla todellinen saumaton yhteistyö laskentaohjelman ja mallinnusohjelman välillä on järkevää. Tervetuloa kuuntelemaan miten saadaan IFC malli toimimaan laskentaohjelmassa, sekä betoni- että teräsrakenteissa.

<https://www.gotostage.com/channel/f45e172b5be5435c8a6aff6883ed3550/recording/ef69e59db45e4502be383b93b165ee1f/watch?source=CHANNEL>

Muistiinpanot:

---

---

---

---



## 15.5 Parametrinen suunnittelu



NOV 24, 2021

### API - Rakennesuunnittelun Automaatio

Teetkö samat asiat rakenteiden suunnitteluprosessissa uudestaan ja uudestaan? Haluatko laskentaohjelmasta raudoiteet ja palkkitiedot suoraan esim. TEKLA:aan, REVIT:iin tai esim. tarjouspyyntöpohjaan? Haluatko nostaa tuottavuutta? Onko ongelmia monimutkaisten päivityylien geometrioiden kanssa laskentaohjelmassa? Haluatko linkittää rakennelaskennan yrityksen muihin mallinnusjärjestelmiin ja ERP-järjestelmään? Haluatko automatisoida tiedonsiirtoa?

Jos edes joku yllä olevista vähänkään koskettaa sinua kannattaa tulla kuuntelemaan, vaikka et tietäisi tarvitsevasti ohjelointirajapintaa. Automaatioita voi tehdä myös ilman ohjelointia. Tervetuloa kuuntelemaan laskentaohjelman API:n mahdollistamaa automatiota Grasshopperin, Dynamon, C# ja pythonin tai minkä tahansa ohjelointikielen avulla.

<https://www.gotostage.com/channel/f45e172b5be5435c8a6aff6883ed3550/recording/8122e2455f5f494895b08c9e9399f902/watch?source=CHANNEL>

Muistiinpanot:

---

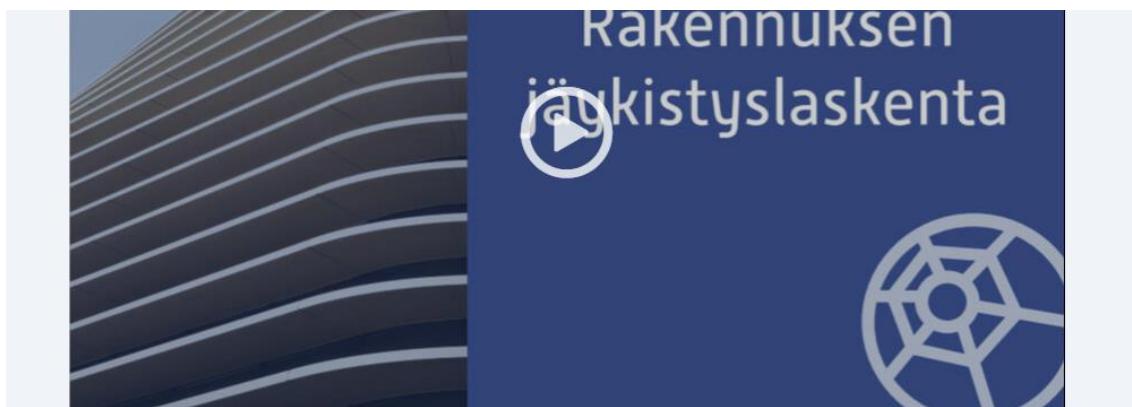
---

---

---



## 15.6 Rakennuksen jäykistyslaskenta



APR 12, 2021

### In Finnish - Rakennuksen jäykistyslaskenta

Laatimalla rakennuksen kokonaismalli saadaan jäykistyslaskenta suoritettua samalla mallilla. Isojen FE-mallien kanssa tulee kuitenkin välttämättä ongelmia. Isot mallit on helppo laskea lineaarisesti, mutta elementit ja varsinkaan elementisaumat eivät käyttädy lineaarisesti. Lisäksi isoissa malleissa helposti selkeä ajattelutapa, mikä käsinlaskennassa on, katoaa kun tietoa voimista on tyypillisesti vaikea saada tai se on vaikeaselkoista.

Tervetuloa webinaariin tiistaina 6.4.2021 klo 13 jäykistysmitoituksesta kokonaismallilla. Kuulet kuinka nämä ongelmat ratkaistaan: kuinka tulokset nähdään selkeästi, kuinka huomioidaan epälinearisuus saumoissa ja elementeissä, kuinka voidaan voimat jakaa plastisesti uudestaan edullisimmalla tavalla automaatisesti ja kuinka kaikesta saadaan siisti tuloste automaatisesti.

<https://www.gotostage.com/channel/f45e172b5be5435c8a6aff6883ed3550/recording/5e9aa5bea3484c26b9bcd89800e392a2/watch?source=CHANNEL>

Muistiinpanot:

---

---

---

---