



Evropské předem ověřené styčníky nosníku na sloup
pro seizmicky namáhané konstrukce

Nástroje projektu EQUALJOINTS⁺

František Wald, Marta Kuříková, Matyáš Kožich

České vysoké učení technické v Praze



Obsah

- **Nástroj UCYCLIC**
 - Cíle
 - Rozsah
 - Komponentní model
 - EQUALJOINTS nástroj v Matlabu
 - Modul 1 – prokládání křivek
 - Modul2 – výpočet komponent
 - Modul 3 – analýza výsledků
 - Příklad
- **Mobilní aplikace EQUALJOINTS**

Cíle

UCYCLIC
cíle

UCYCLIC
rozsah

UCYCLIC
komponentní model

UCYCLIC
v MATLABu

MODUL 1
prokládání křivek

MODUL 2
analýza komponent

MODUL 3
analýza výsledku

UCYCLIC
příklad

Mobilní aplikace
EQUALJOINTS

- Vývoj **komponentního modelu** pro popis **cyklického chování komponent a styčnicku**
- Vývoj nástroje pro **jednoduchý návrh styčnicků**
- Příprava manuálu k nástroji EQUALJOINTS-tool

Rozsah nástroje

- **Předpověď cyklického chování styčníků nosníku a sloupu**
 - Monotónní zatížení ⇒ Metoda komponent
 - Cyklické zatížení ⇒ víceparametrové řešení s kalibrací chování komponent
 - Projekt EQUALJOINTS ⇒ Vývoj metody komponent pro cyklické zatížení
- **Hlavní cíle**
 - Rozšíření metody komponent
 - Příprava nástroje na její využití



UCyclic

UCYCLIC
cíle

UCYCLIC
rozsah

UCYCLIC
komponentní model

UCYCLIC
v MATLABu

MODUL 1
prokládání křivek

MODUL 2
analýza komponent

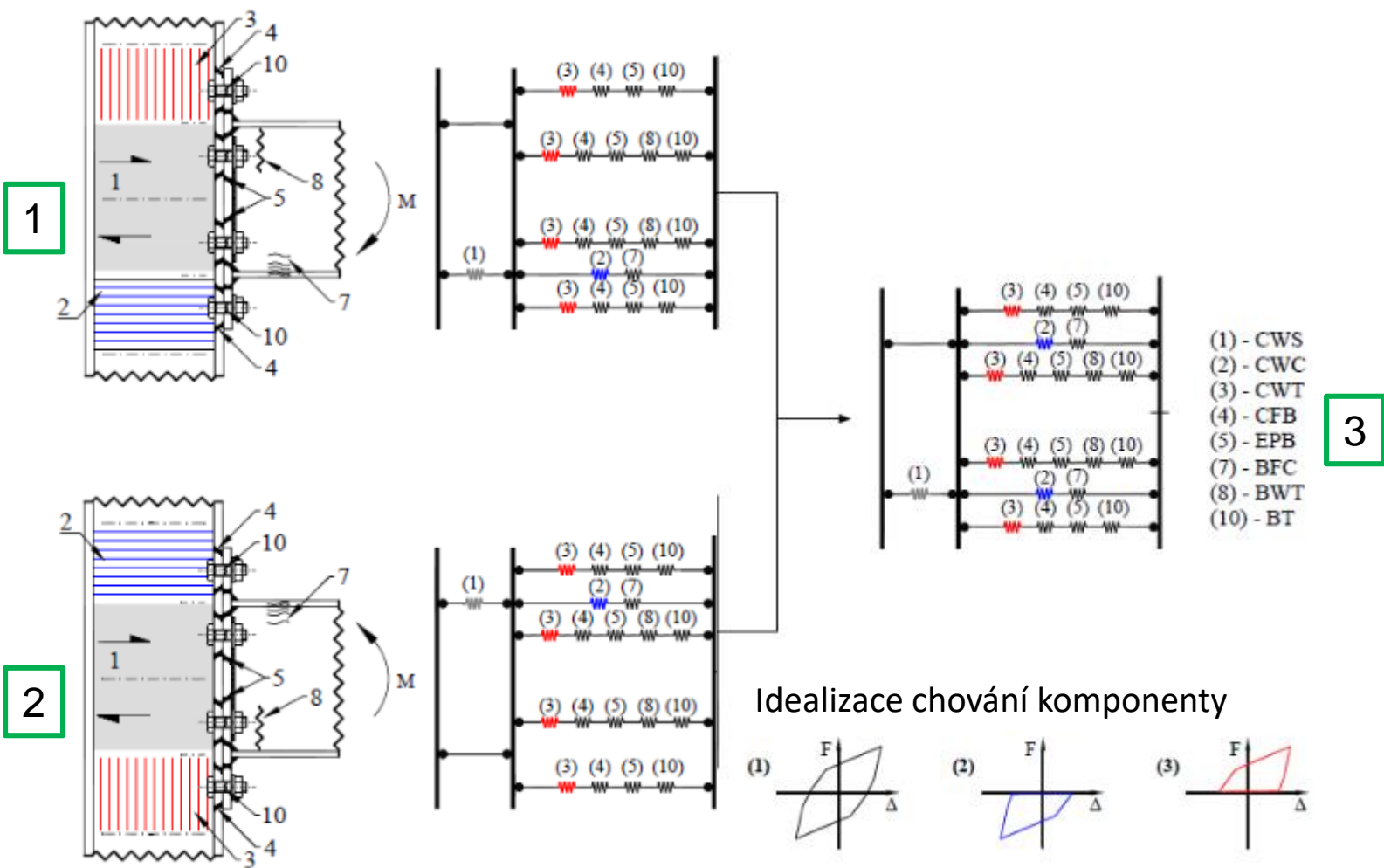
MODUL 3
analýza výsledku

UCYCLIC
příklad

Mobilní aplikace
EQUALJOINTS

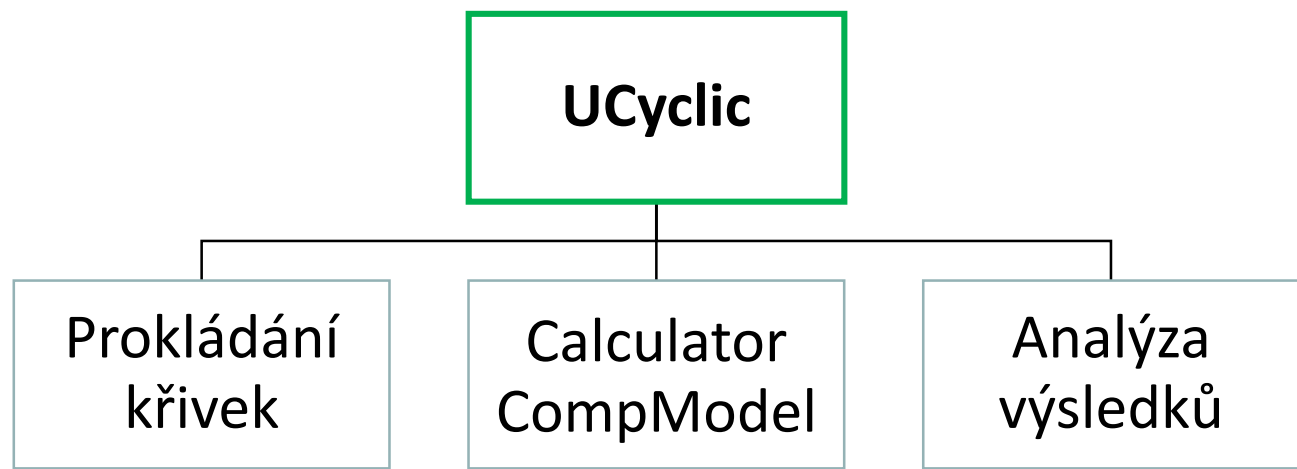
Model cyklického chování komponent

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS



Equaljoints program v MATLABu

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model**
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS



- Program připraven v MATLABu
- Vstupní soubory – soubory Excel
 - Blue cells – makra pro vstupní data
- Výstupní soubory – soubory Excel a obrázky



Mobilní aplikace EQUALJOINTS

Cíle

- Nástroj pro tablety a mobily

Postup

- **Příprava EQUALJOINTS-App**
 - Uživatelsky přívětivá
 - Pro iOS a Android
 - Příprava UC a OneSource
- **Rozsah**
 - Rychlý výpočet
 - Pro předem kvalifikované styčníky z projektu EQUALJOINTS
 - Únosnost podle EN1993-1-8:2006.

UCYCLIC
cíle

UCYCLIC
rozsah

UCYCLIC
komponentní model

UCYCLIC
v MATLABu

MODUL 1
prokládání křivek

MODUL 2
analýza komponent

MODUL 3
analýza výsledku

UCYCLIC
příklad

Mobilní aplikace
EQUALJOINTS

Mobilní aplikace EQUALJOINTS

UCYCLIC
cíle

UCYCLIC
rozsah

UCYCLIC
komponentní model

UCYCLIC
v MATLABu

MODUL 1
prokládání křivek

MODUL 2
analýza komponent

MODUL 3
analýza výsledku

UCYCLIC
příklad

Mobilní aplikace
EQUALJOINTS

- **Výpočet únosnosti v krocích**
 - Výběr nosníku a sloupu
 - Vstup jejich délek a dalších požadavků
 - Jsou připraveny styčníky

Mobilní aplikace EQUALJOINTS

UCYCLIC
cíle

UCYCLIC
rozsah

UCYCLIC
komponentní model

UCYCLIC
v MATLABu

MODUL 1
prokládání křivek

MODUL 2
analýza komponent

MODUL 3
analýza výsledku

UCYCLIC
příklad

Mobilní aplikace
EQUALJOINTS

○ Ikona



- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad



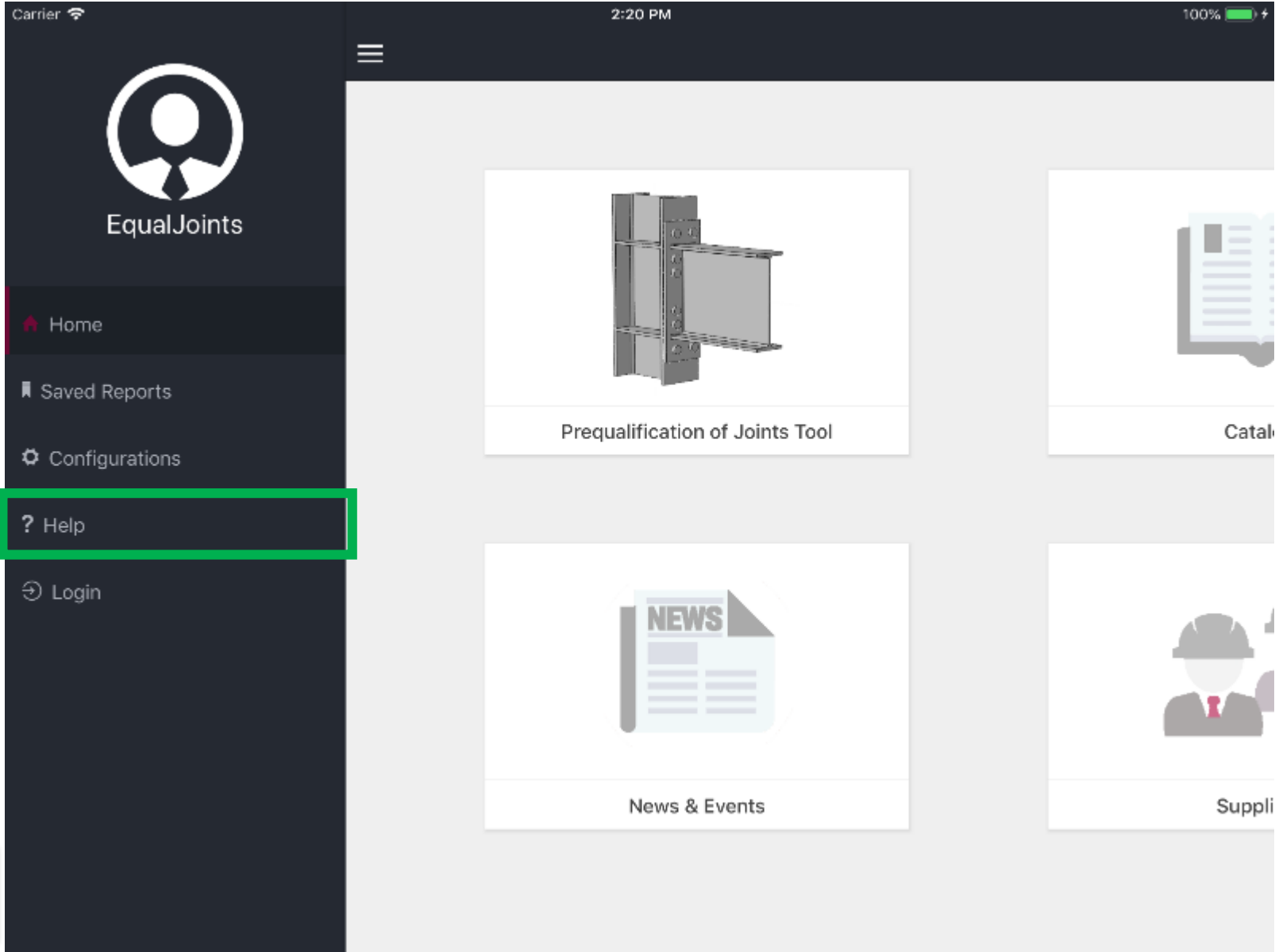
**ECCS
CECM
EKS**

ECCS Prequalification of Joints Tool

Mobilní aplikace
EQUALJOINTS



- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**



UCYCLIC
cíle

UCYCLIC
rozsah

UCYCLIC
komponentní model

UCYCLIC
v MATLABu

MODUL 1
prokládání křivek

MODUL 2
analýza komponent

MODUL 3
analýza výsledku

UCYCLIC
příklad

**Mobilní aplikace
EQUALJOINTS**

12/76

Carrier 2:35 PM 100%

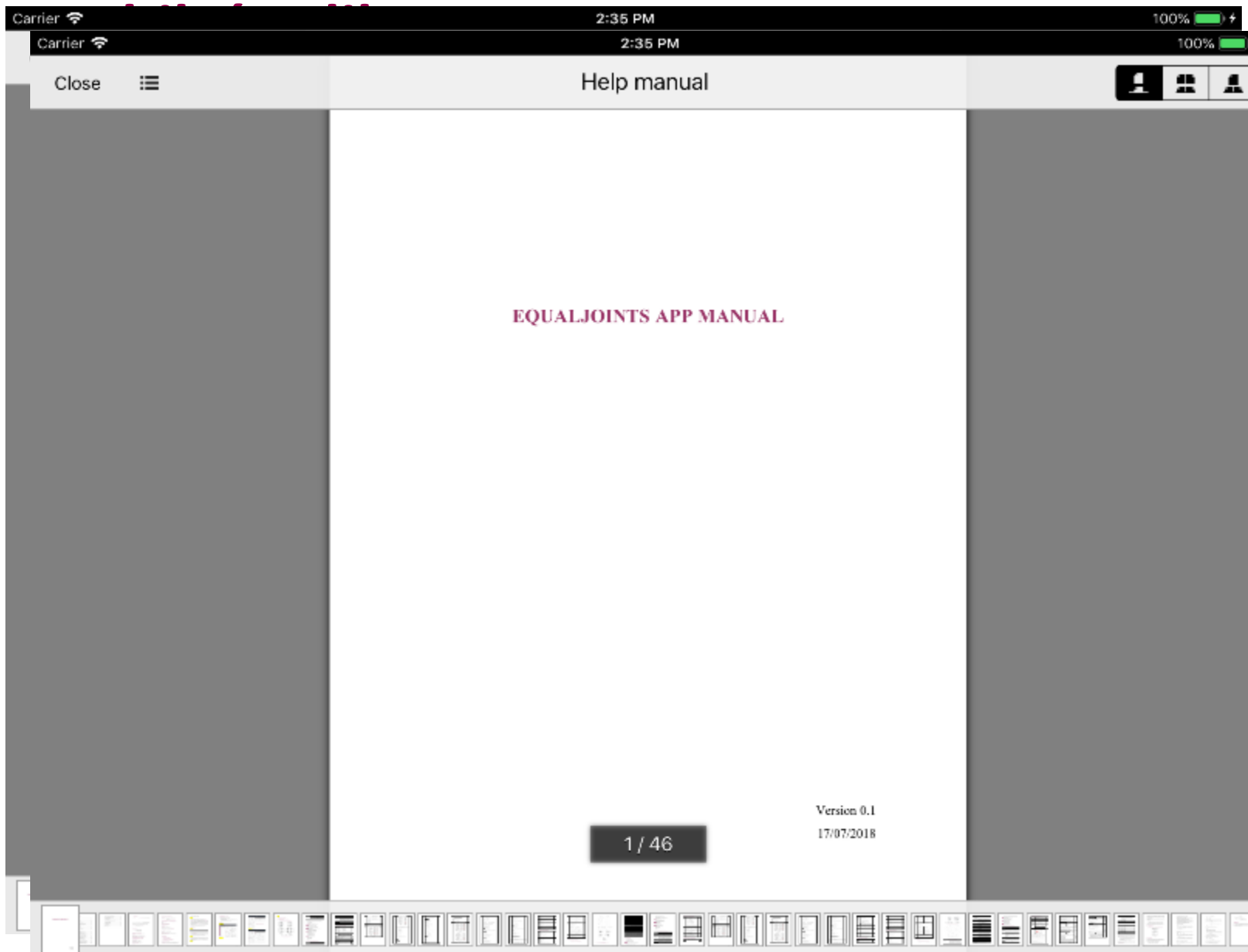
Carrier 2:35 PM 100%

Close Help manual

EQUALJOINTS APP MANUAL

Version 0.1
17/07/2018

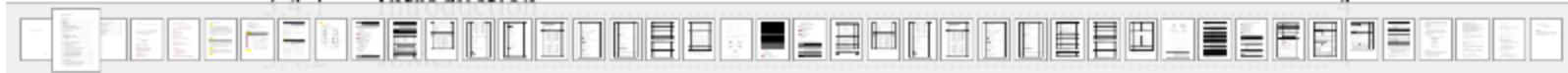
1 / 46



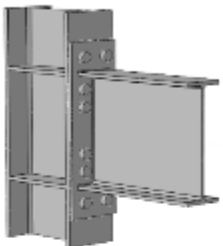
- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**

TABLE OF CONTENTS

| | |
|--|----|
| TABLE OF CONTENTS..... | ii |
| 1. EQUALJOINTS..... | 1 |
| 1.1 About | 1 |
| 2. ABOUT ECCS..... | 2 |
| 2.1 Aims and Objectives..... | 2 |
| 2.2 Membership..... | 2 |
| 2.3 ECCS Steel Construction Platform | 2 |
| 2.4 STEEL CONSTRUCTION: Design & Research..... | 2 |
| 2.5 Technical guidance on the use of the Eurocodes | 2 |
| 3. USING THE APPLICATION | 2 |
| 3.1 Scope..... | 2 |
| 3.2 Configurations..... | 3 |
| 3.3 Catalog and suppliers..... | 3 |
| 3.4 Examples and Reports – Calculator..... | 4 |
| 3.4.1 Introduction..... | 4 |



- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**




Prequalification of Joints Tool



Catalog



News & Events



Suppliers

UCYCLIC
cíle

UCYCLIC
rozsah

UCYCLIC
komponentní model

UCYCLIC
v MATLABu

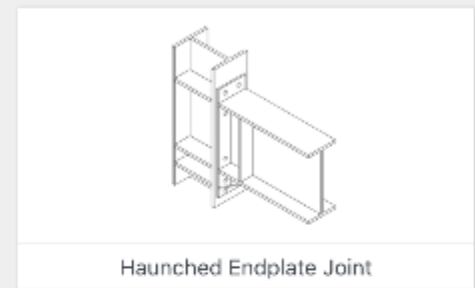
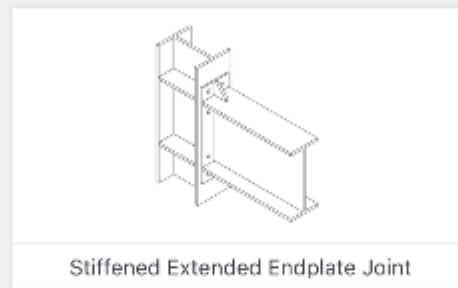
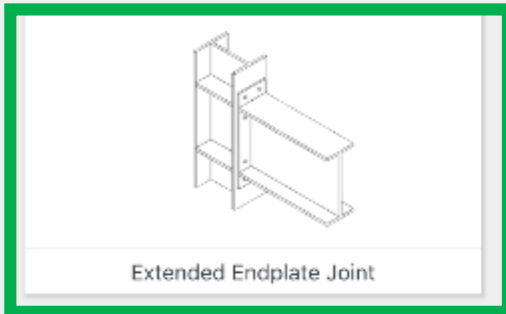
MODUL 1
prokládání křivek

MODUL 2
analýza komponent

MODUL 3
analýza výsledku

UCYCLIC
příklad

**Mobilní aplikace
EQUALJOINTS**



- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**

Carrier 2:21 PM 100%

Calculator Calculate

SELECT BEAM

- SELECT BEAM ^
- IPE ^
- IPE 100 >**
- IPE 120 >
- IPE 140 >
- IPE 160 >
- IPE 180 >
- IPE 200 >
- IPE 220 >
- IPE 240 >
- IPE 270 >
- IPE 300 >
- SELECT COLUMN v

IPE 100

MAP

BEAM PROPERTIES

IPE 100 ^

Designation

G **7.90** kg/m

Dimensions

h **100.00** mm

b **55.00** mm

tw **4.10** mm

COLUMN PROPERTIES

PLEASE SELECT AN ITEM v

BEAM PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade S235 v

Quality JR v

Fabrication Procedure Hot Rolled v

COLUMN PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade S235 v

Quality JR v

Fabrication Procedure Hot Rolled v

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**

Carrier 2:21 PM 100%

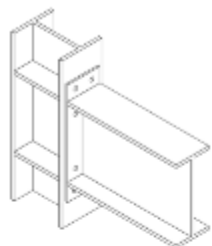
Calculator Calculate

SELECT BEAM ^

- ipe
- IPE 220 >
- IPE 240 >
- IPE 270 >
- IPE 300 >
- IPE 330 >
- IPE 360 >**
- IPE 400 >
- IPE 450 >
- IPE 500 >
- IPE 550 >

SELECT COLUMN v

IPE 360



MAP

BEAM PROPERTIES ^

IPE 360

Designation

G **56.00** kg/m

Dimensions

h **360.00** mm

b **170.00** mm

tw **8.00** mm

COLUMN PROPERTIES v

PLEASE SELECT AN ITEM

BEAM PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

COLUMN PARAMETERS

Length [m]

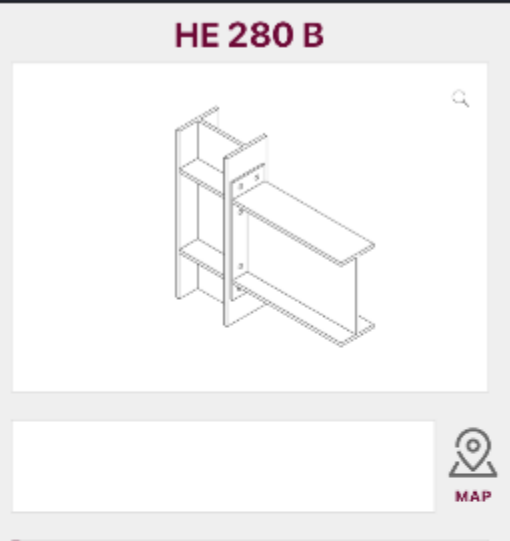
Steel Grade S235

Quality JR

Fabrication Procedure Hot Rolled

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**

- SELECT BEAM** ∨
- SELECT COLUMN** ∧
- HE ∧
 - HE 240 AA ∧
 - HE 240 B >
 - HE 240 M >
 - HE 260 A >
 - HE 260 AA >
 - HE 260 B >
 - HE 260 M >
 - HE 280 A >
 - HE 280 AA >
 - HE 280 B** >
 - HE 280 M >



BEAM PROPERTIES ∧
IPE 360

Designation

G **56.00** kg/m

Dimensions

h **360.00** mm
b **170.00** mm
tw **8.00** mm

COLUMN PROPERTIES ∨
HE 280 B

BEAM PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade **S235** ∨

Quality **JR** ∨

Fabrication Procedure **Hot Rolled** ∨

COLUMN PARAMETERS

Length [m]

Steel Grade **S235** ∨

Quality **JR** ∨

Fabrication Procedure **Hot Rolled** ∨

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**

All available solution for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

| | Specimen name | Design criteria | $M_{b,Ed}$ [kNm] | $M_{col,Ed}$ [kNm] | $M_{j,Ed}$ [kNm] | $S_{j,lim}$ [kNm/rad] |
|----------------------------------|---------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | E1-TB-E | Equal | 629.84 | 514.63 | 413.53 | 94558.43 |
| <input checked="" type="radio"/> | E1-TB-P | Partial | 621.64 | 627.60 | 449.27 | 91732.64 |
| <input type="radio"/> | ES1-TS-E | Equal | 585.10 | 448.82 | 518.81 | 95731.94 |
| <input type="radio"/> | ES1-TS-F | Full | 594.65 | 468.53 | 574.19 | 93389.26 |
| <input type="radio"/> | EH1-TS-35-F | Full | 542.65 | 527.35 | 651.52 | 92437.87 |

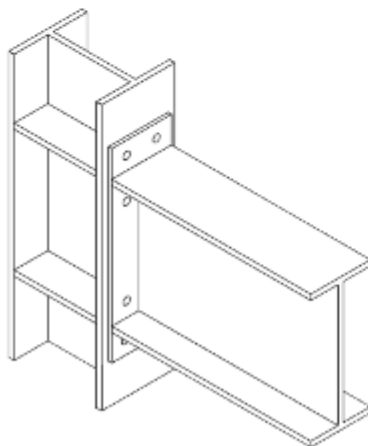
Please select one or more solutions to analyse.

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS

All available solution for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

| | Specimen name | Design criteria | $M_{b,Rd}$ [kNm] | $M_{con,Rd}$ [kNm] | $M_{j,Rd}$ [kNm] | $S_{j,lim}$ [kNm/rad] |
|----------------------------------|---------------|-----------------|------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | E1-TB-E | Equal | 629.84 | 514.63 | 413.53 | 94558.43 |
| <input checked="" type="radio"/> | E1-TB-P | Partial | 621.84 | 627.60 | 449.27 | 91732.64 |
| <input checked="" type="radio"/> | ES1-TS-E | Equal | 565.10 | 448.82 | 516.61 | 95731.94 |
| <input type="radio"/> | ES1-TS-F | Full | 594.65 | 468.53 | 574.19 | 93389.26 |
| <input type="radio"/> | EH1-TS-35-F | Full | 542.65 | 527.35 | 651.62 | 92437.87 |

JOIN GEOMETRY



DESIGN PROPERTIES

| | E1-TB-P | ES1-TS-E |
|-----------------------|----------|----------|
| Design criteria | Partial | Equal |
| $M_{b,Rd}$ | 621.84 | 565.10 |
| $M_{d,con,Rd}$ | 627.60 | 448.82 |
| $M_{j,Rd}$ | 449.27 | 516.61 |
| $S_{j,lim}$ | 91732.64 | 95731.94 |
| $M_{con,Rd}/M_{b,Rd}$ | 1.01 | 0.79 |
| $V_{wp,Rd}$ | 1350.16 | 1211.72 |
| $V_{wp,Rd}/F_{t,Rd}$ | 0.75 | 0.97 |
| K_{eq} | 11.85 | 7.76 |
| $V_{con,lt,Rd}$ | 1686.80 | 1777.98 |
| $V_{con,Rd}/V_{b,Rd}$ | 1.45 | 2.14 |

Full Report

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS

Carrier 2:22 PM 100%

← Back Calculator

All available solution for the selected beam and column [IPE 360 - HE 280 B]

| | Specimen name | Design criteria | M _{b,Ed} [kNm] | M _{con,Rd} [kNm] | M _{l,Rd} [kNm] | S _{lim} [kNm/rad] |
|----------------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <input type="radio"/> | E1-TB-E | | | | | 94558.43 |
| <input checked="" type="radio"/> | E1-TB-P | | | | | 91732.64 |
| <input checked="" type="radio"/> | ES1-TS-E | | | | | 96731.94 |
| <input type="radio"/> | ES1-TS-F | | | | | 93389.26 |
| <input type="radio"/> | EH1-TS-35-F | | | | | 92437.87 |

JOIN GEOMETRY

| | | |
|------------------------------|---------|---------|
| K_{cp} | 11.85 | 7.76 |
| $V_{\text{con,ltd}}$ | 1686.80 | 1777.98 |
| $V_{\text{con,Rd}}/V_{b,Rd}$ | 1.45 | 2.14 |

Full Report

Select report Close


E1-TB-P

ES1-TS-E

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS**

Carrier 2:37 PM 100%

Done
E1-TB-P



Full report – Unstiffened extended end plate beam-to-column joint

GENERAL DATA

Design Criteria
Partial strength

Joint Typology
Unstiffened extended end-plate joint: E1-TB-P

Description of joint configuration
 Beam: IPE 300
 Column: HEB 280
 Bolts: M30, 10.9
 End-plate [mm]: 280x590x15
 Stiffeners thickness [mm]: 15
 Flange weld size [mm]: 5
 Web weld size [mm]: 7
 Steel grade: S355


PREQUALIFICATION CHECK

Beam
 Depth
 h_w [mm]: $450 \leq 600$ OK
 Span-to depth ration
 L_w [mm]: 8000
 L_w/h_w [-]: $20 \leq 17.8 \leq 23$ OK
 Flange thickness
 t_w [mm]: $14.6 \text{ mm} \leq 19$ OK
 Material
 f_w [MPa]: $235 \leq 355 \leq 355$ OK

Column
 Depth
 h_c [mm]: $340 \leq 350$ OK
 Beam/column depth
 h_w/h_c [-]: 1.32 (limits not available yet)
 Flange thickness
 t_c [mm]: $21.5 \text{ mm} \leq 29$ OK
 Material
 f_c [MPa]: $235 \leq 355 \leq 355$ OK

End-plate
 Thickness
 t_p [mm]: $18 \leq 18 \leq 25$
 t_p [mm]: $1/2 d_b \leq 18 \leq 2/3 d_b$
 t_p [mm]: $18 \leq 21.5$

1 / 18



- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS

Full report – Unstiffened extended end-plate beam-to-column joint

GENERAL DATA

Design Criteria

Partial strength

Joint Typology

Unstiffened extended end-plate joint: E1-TB-P

Description of joint configuration

- Beam:** IPE 360
- Column:** HEB 280
- Bolts:** M30, 10.9
- End-plate [mm]:** 280x590x15
- Stiffeners thickness [mm]:** 15
- Flange weld size [mm]:** 5
- Web weld size [mm]:** 7
- Steel grade:** S355

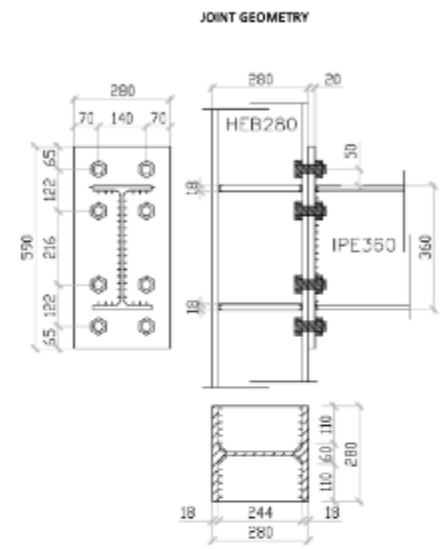
PREQUALIFICATION CHECK

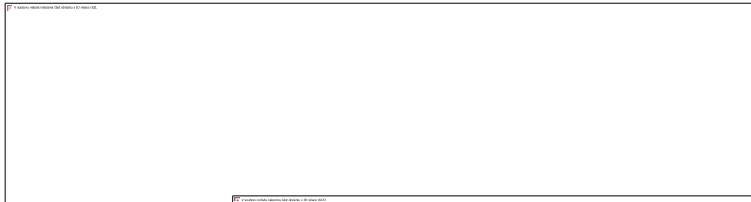
Beam 1 / 18

Depth 1 / 18
 t_f [mm]: 450 s 600
 Span-to-depth ratio

- UCYCLIC cíle
- UCYCLIC rozsah
- UCYCLIC komponentní model
- UCYCLIC v MATLABu
- MODUL 1 prokládání křivek
- MODUL 2 analýza komponent
- MODUL 3 analýza výsledku
- UCYCLIC příklad
- Mobilní aplikace EQUALJOINTS

| | | | | | |
|---------------------------|------------------------|-------------|------------|----------|----------|
| Compression | BFC | $F_{t,Ed}$ | 1387.71 kN | k_{t2} | +∞ mm |
| | CWS | $V_{Ed,Ed}$ | 1123.29 kN | k_{t1} | 5.29 mm |
| | CWC | $F_{t,Ed}$ | 2872.0 kN | k_{t2} | +∞ mm |
| | Compression resistance | $F_{t,Rd}$ | 1123.29 kN | | |
| | | | | | |
| Boils | Boils in tension | $F_{t,Ed}$ | 807.8 kN | k_{t2} | 12.55 mm |
| | | | | | |
| Bolt row 1 | EPS | $F_{t,Ed}$ | 386.19 kN | k_{t3} | 4.73 mm |
| | CWT | $F_{t,Ed}$ | 1084.68 kN | k_{t2} | 9.91 mm |
| | CFS | $F_{t,Ed}$ | 674.89 kN | k_{t2} | 20.20 mm |
| | Tension resistance | $F_{t,Rd}$ | 386.19 kN | | |
| | Lever arm | Z_1 | 497.7 mm | | |
| | | | | | |
| Bolt row 2 | EPS | $F_{t,Ed}$ | 572.40 kN | k_{t2} | 5.56 mm |
| | CWT | $F_{t,Ed}$ | 1051.53 kN | k_{t2} | 9.91 mm |
| | CFS | $F_{t,Ed}$ | 663.95 kN | k_{t2} | 17.82 mm |
| | BWT | $F_{t,Ed}$ | 1281.64 kN | | |
| Group 2+3 | EPS | $F_{t,Ed}$ | 1094.54 kN | | |
| | CWT | $F_{t,Ed}$ | 1420.45 kN | | |
| | CFS | $F_{t,Ed}$ | 1296.48 kN | | |
| | BWT | $F_{t,Ed}$ | 2162.60 kN | | |
| | Tension resistance | $F_{t,Rd}$ | 547.27 kN | | |
| | Lever arm | Z_2 | 349.7 mm | | |
| | | | | | |
| Bolt row 3 | EPS | $F_{t,Ed}$ | 572.40 kN | k_{t2} | 5.56 mm |
| | CWT | $F_{t,Ed}$ | 1051.53 kN | k_{t2} | 9.91 mm |
| | CFS | $F_{t,Ed}$ | 663.95 kN | k_{t2} | 17.82 mm |
| | BWT | $F_{t,Ed}$ | 2162.60 kN | | |
| | Tension resistance | $F_{t,Rd}$ | 180.82 kN | | |
| | Lever arm | Z_3 | 85.7 mm | | |
| | | | | | |
| Plastic moment resistance | $M_{pl,Rd}$ | | 395.85 kNm | | |





Děkuji za pozornost



U



UNIVERSITY OF ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING AND GEODESY

ArcelorMittal



ctim

Construire en métal, un art, notre métier



RWTH

RHEINISCH-WESTFÄLISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE AACHEN



ECCS
CECM
E K S

