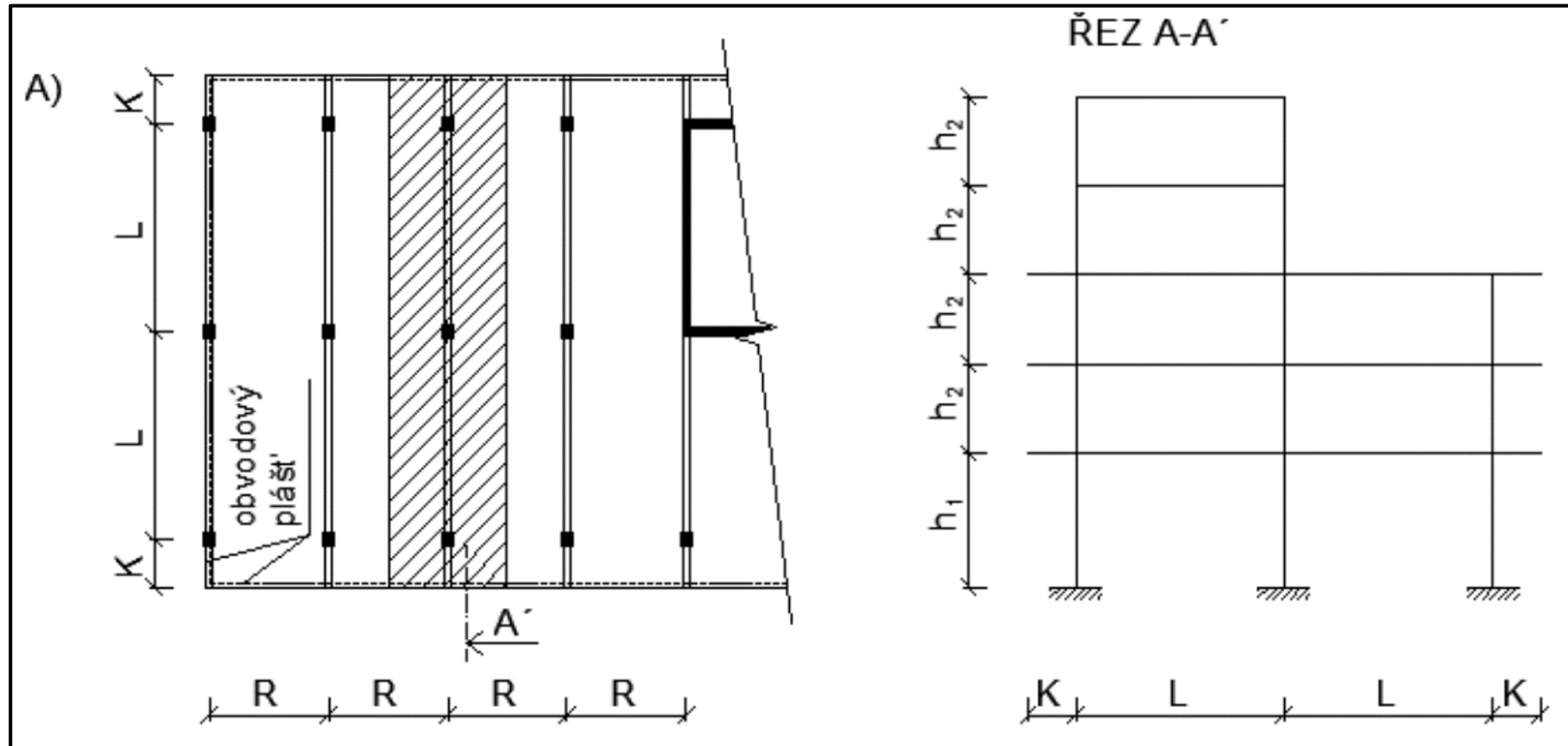




Železobetonová rámová konstrukce
Výpočet vnitřních sil pomocí programu

Řešená konstrukce (var A)



Všechny kroky návrhu a posouzení

1. Návrh rozměrů a výpočet zatížení
- 2. Statický výpočet**
 - a) Vnitřní síly pomocí programu SCIA Engineer**
 - b) Návrh a posouzení sloupu (moment 2. řádu, interakční diagram)
3. Schéma vyztužení celého rámu
4. Výkres vyztuže sloupu

Aktuální krok návrhu a posouzení

2. Statický výpočet – Vnitřní síly pomocí SCIA Engineer

- 1) Určení **zatížení** prvků konstrukce
- 2) **Instalace** programu
- 3) Modelování a výpočet ve **SCIA Engineer** (podle [stručného videa](#)*)

1) Zatížení prvků konstrukce

Zatížení prvků

Výpočtu zatížení prvků byla již věnována [předchozí prezentace](#). Pro potřeby výpočtu v programu SCIA Engineer musíme převzít* hodnoty plošných zatížení desek a **vypočítat liniová zatížení příčlí**.

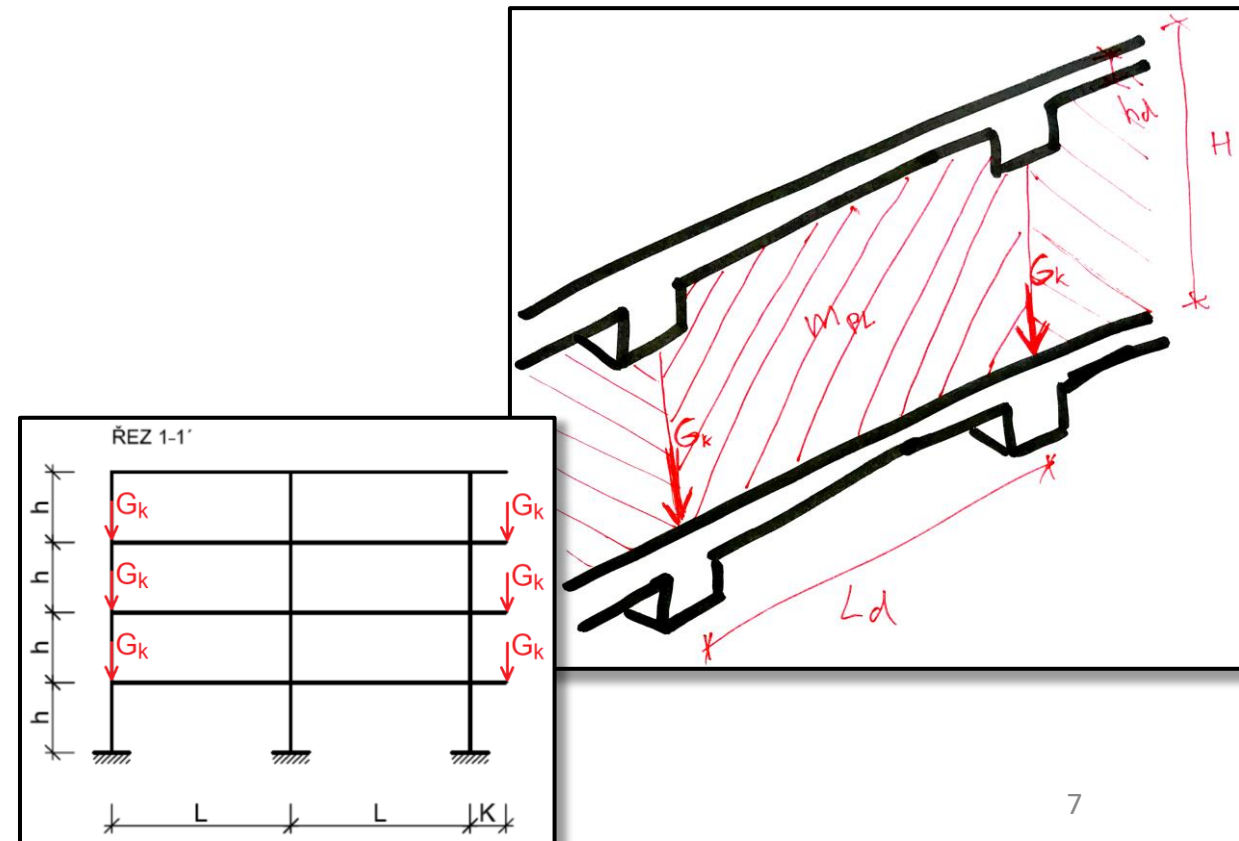
CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY ZATÍŽENÍ DESKY A PŘÍČLE					
	Typ zatížení		plošné	zat. šířka	liniové
			kN/m ²	m	kN/m
STÁLÉ	Vlastní tíha stropní desky	$g_{0, \text{strop}}$	3.75	3.9	14.6
	Vlastní tíha střešní desky	$g_{0, \text{střecha}}$	3.75	3.9	14.6
	Ostatní stálé zatížení stropní desky	$(g-g_0)_{\text{strop}}$	1.6	3.9	6.2
	Ostatní stálé zatížení střešní desky	$(g-g_0)_{\text{střecha}}$	1	3.9	3.9
PROM.	Proměnné zatížení stropní desky	q_{strop}	3	3.9	11.7
	Proměnné zatížení střešní desky	$q_{\text{střecha}}$	0.75	3.9	2.9

*Když přebíráme hodnoty z jiných částí výpočtu je vhodné do poznámek psát, odkud hodnotu přebíráme. Např.: „ $g_{0, \text{podl}} = 3 \text{ kN/m}^2$ viz str. 3“)

Zatížení prvků

Kromě liniových zatížení jsou **příčně také zatíženy bodově** (na obou koncích) od obvodového pláště. Bodové zatížení příčně od pláště stanovíme pomocí vztahu

$$G_k = ?$$



Zatížení prvků

Kromě liniových zatížení jsou **příčle také zatíženy bodově** (na obou koncích) od obvodového pláště. Bodové zatížení příčle od pláště stanovíme pomocí vztahu

$$G_k = (m_{pl,k}/100)A_{pl},$$

kde $m_{pl,k}$ je plošná hmotnost obvodového pláště,

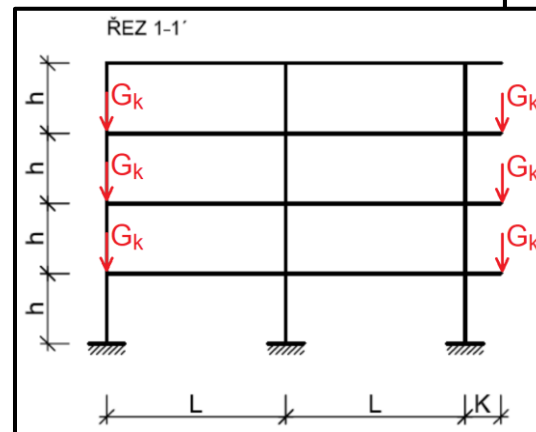
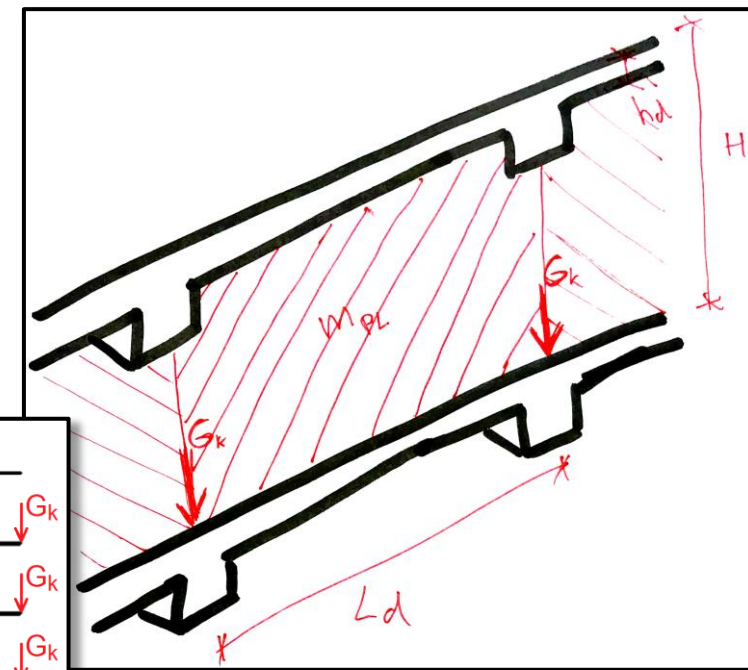
A_{pl} je plocha pláště mezi příčlemi;

$$A_{pl} = L_d(H - h_d),$$

kde L_d je rozpon desky,

H je konstrukční výška,

h_d je tloušťka desky.



2) Instalace programu

Instalace programu SCIA ENGINEER

Pro výpočet vnitřních sil použijeme program **SCIA Engineer***.

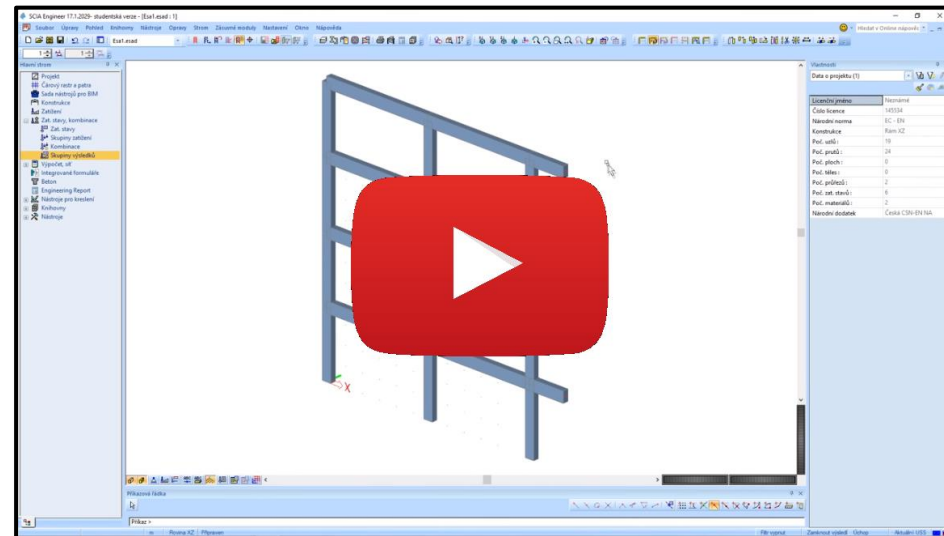
Návod na stažení **studentské licence** najdete pod odkazem http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/vyuka_soubory/BK01/pomucky_BK01_soubory/02_SCIA_RFEM_2021.pdf

Při žádosti o licenci **uvedte** váš **ČVUT email**.

3) Použití programu

Použití programu

Jak vymodelovat konstrukci, provést výpočet a získat výsledky je přehledně popsáno ve [výukovém videu](#) nebo [sérii videí](#). **Doporučuji postupovat podle těchto videí.**



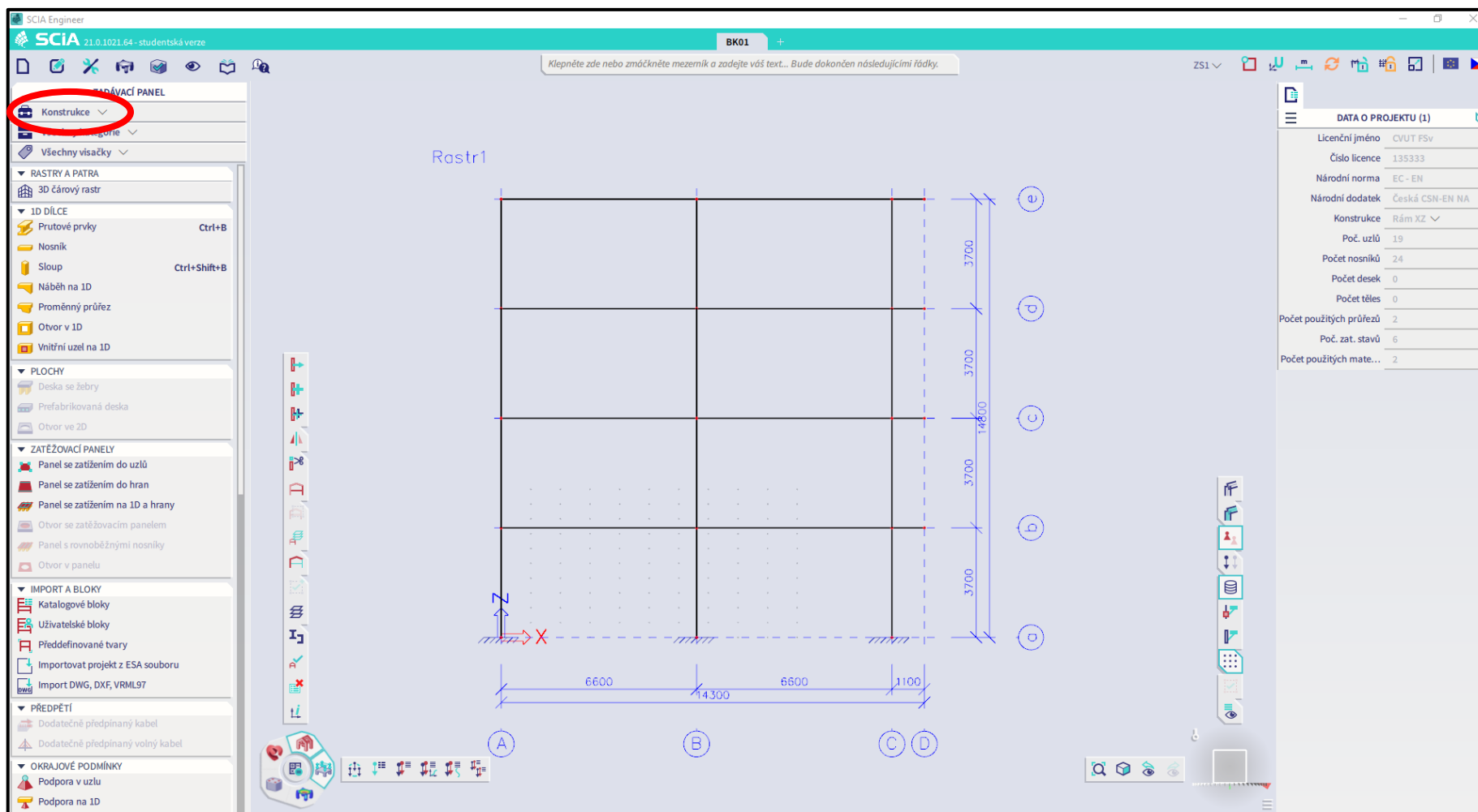
Následující část prezentace uvádí pouze souhrn jednotlivých kroků při používání programu a **doplňující informace**.

Použití programu

Postup při modelování, výpočtu a zpracování výsledků se skládá z těchto hlavních kroků.

- a) Vymodelování **konstrukce**.
- b) Zadání **zatížení** do zatěžovacích stavů.
- c) Vytvoření **kombinací** zatěžovacích stavů.
- d) Vytvoření **skupiny** výsledků.
- e) Nastavení výpočtu a **výpočet**.
- f) Kontrola **výsledků** (sloupu) podle předběžného výpočtu.
- g) Vytvoření Engineering reportu

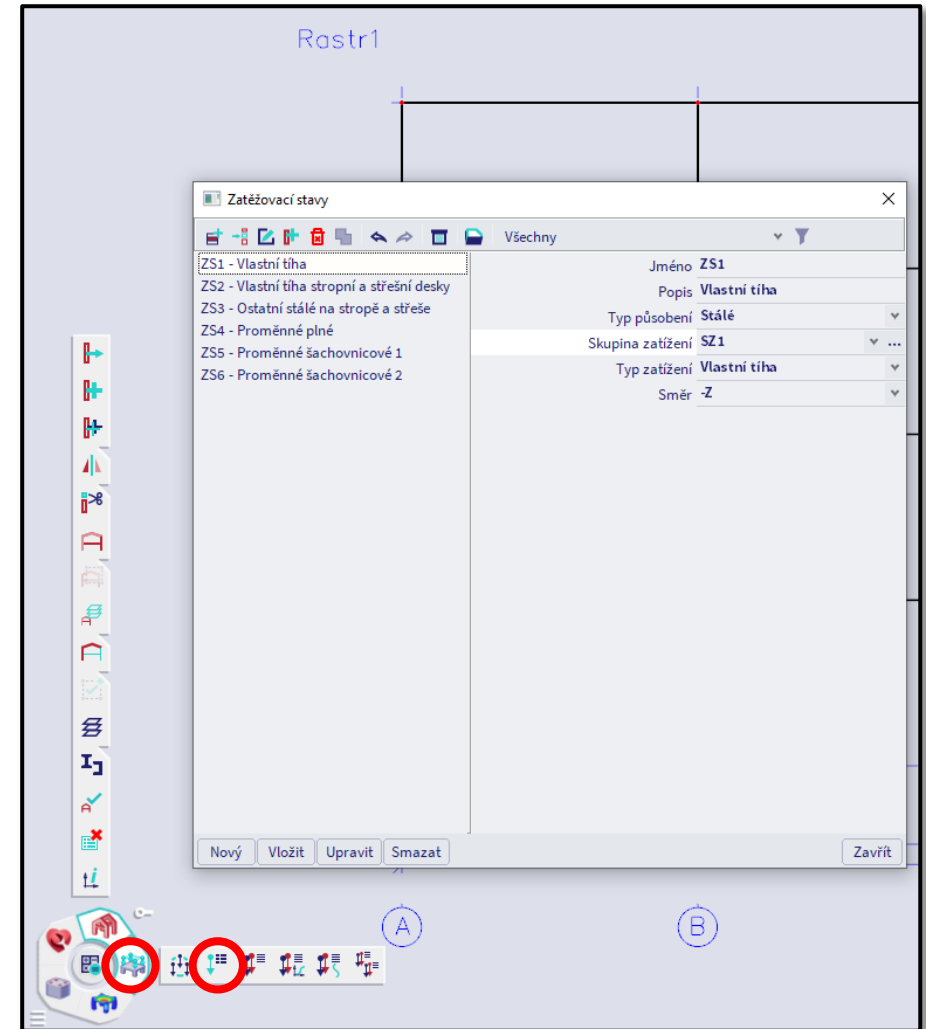
a) Vymodelování konstrukce



b) Zadání zatížení do zatěžovacích stavů

Vytvoříme následující zatěžovací stavy:

- ZS1 Vlastní tíha (trámu)*
- ZS2 Vlastní tíha desek
- ZS3 Ostatní stálé
- ZS4 Proměnné plné
- ZS5 Proměnné šachovnicové 1
- ZS6 Proměnné šachovnicové 2



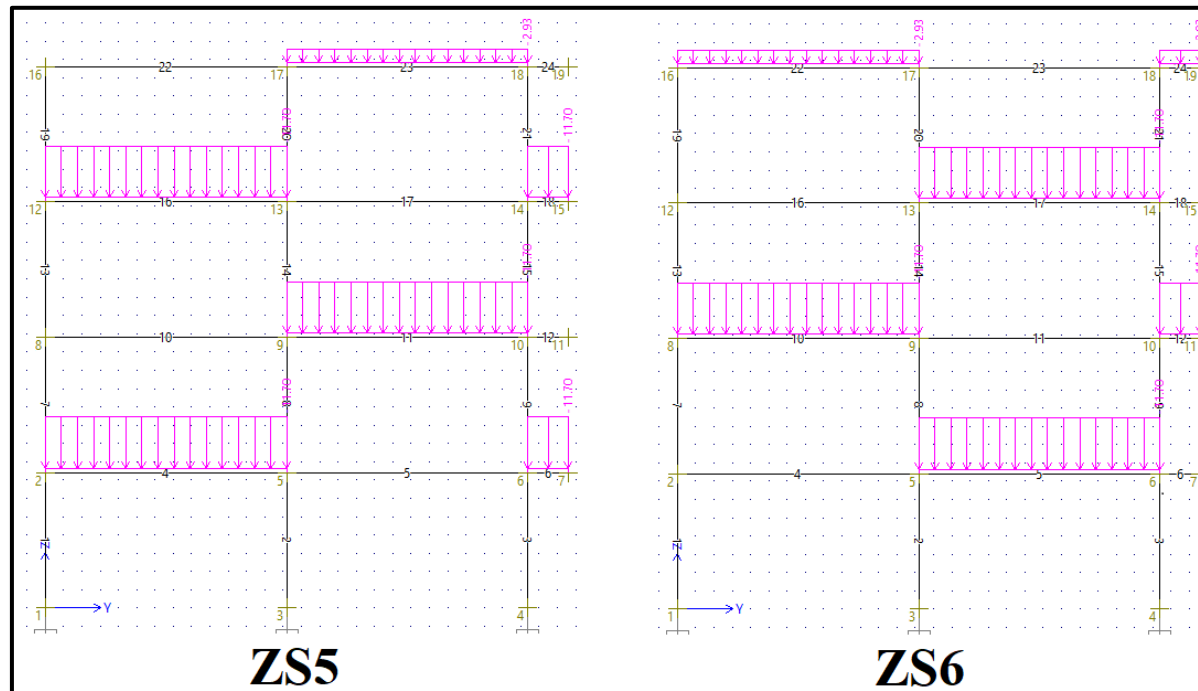
b) Zadání zatížení do zatěžovacích stavů

Do **vytvořených ZS zadáme** dříve vypočtené **hodnoty zatížení** (liniové zatížení trámů od desek a bodové zatížení od pláště):

- ZS1 Vlastní tíha (trámu): nic nezadááme (počítá to samo)
- ZS2 Vlastní tíha desky: $g_{0,\text{strop}}$ a $g_{0,\text{střecha}}$
- ZS3 Ostatní stálé: $(g - g_0)_{\text{strop}}$, $(g - g_0)_{\text{střecha}}$ a G_k
- ZS4 Proměnné plné: q_{strop} a $q_{\text{střecha}}$ všude
- ZS5 Proměnné šachovnicové 1: q_{strop} a $q_{\text{střecha}}$ jen někde (viz dále)
- ZS6 Proměnné šachovnicové 2: q_{strop} a $q_{\text{střecha}}$ jen někde (viz dále)

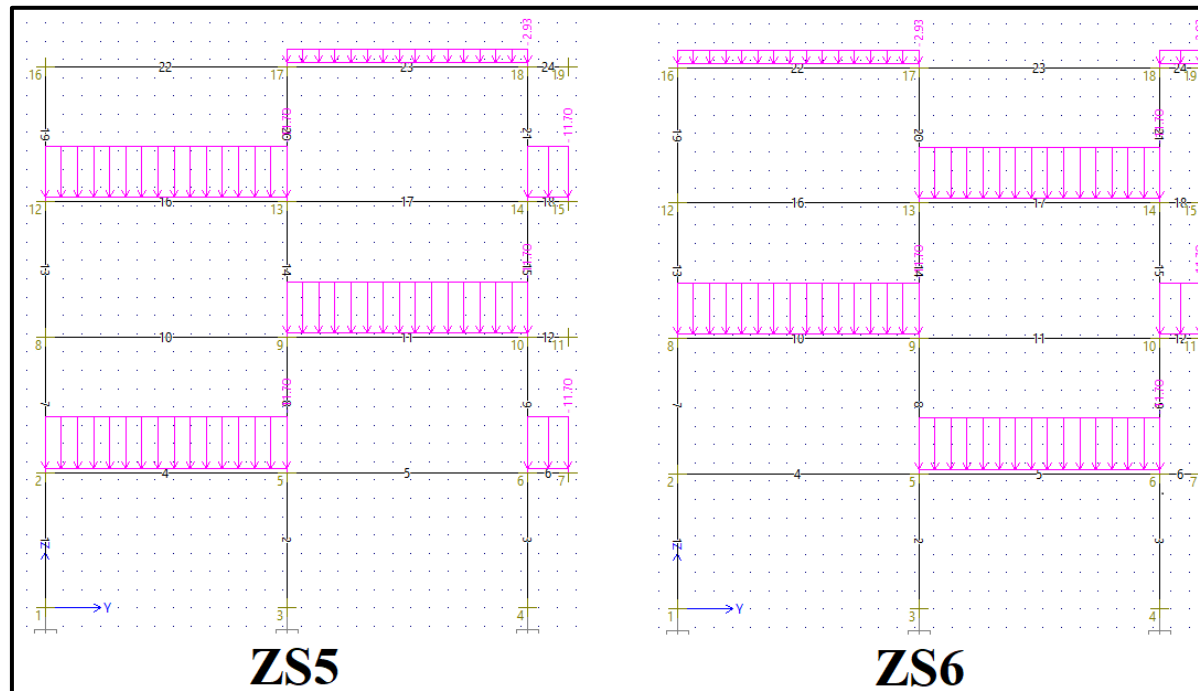
b) Zadání zatížení do zatěžovacích stavů

V ZS5 a ZS6 dáváme **zatížení střídavě** – *proč?*



b) Zadání zatížení do zatěžovacích stavů

V ZS5 a ZS6 dáváme **zatížení střídavě**, protože proměnné zatížení nemusí působit všude a tyto kombinace **v některých průřezech** vyvodí **větší hodnoty momentů** než kdyby zatížení bylo všude*.



c) Vytvoření kombinací zatěžovacích stavů

Po zadání jednotlivých zatěžovacích stavů (ZS) musíme zvolit, **jaká zatížení působí společně**. Vzhledem k zadaným ZS mohou být celkem **tři kombinace** zatěžovacích stavů:

- $KZS1 = \underset{(ZS1)}{\text{Vlastní tíha (trámu)}} + \underset{(ZS2)}{\text{Vlastní tíha desky}} + \underset{(ZS3)}{\text{Ostatní stálé}} + \underset{(ZS4)}{\text{Proměnné plné}}$,
- $KZS2 = \underset{(ZS1)}{\text{Vlastní tíha (trámu)}} + \underset{(ZS2)}{\text{Vlastní tíha desky}} + \underset{(ZS3)}{\text{Ostatní stálé}} + \underset{(ZS5)}{\text{Proměnné šachovnicové 1}}$,
- $KZS3 = \underset{(ZS1)}{\text{Vlastní tíha (trámu)}} + \underset{(ZS2)}{\text{Vlastní tíha desky}} + \underset{(ZS3)}{\text{Ostatní stálé}} + \underset{(ZS6)}{\text{Proměnné šachovnicové 2}}$.

c) Vytvoření kombinací zatěžovacích stavů

SCIA Engineer 21.0.1021.64 - studentská verze

BK01

Klepněte zde nebo zmáčkněte mezerník a zadejte váš text... Bude dokončen následujícími řádky.

ZS1

ZADÁVACÍ PANEĽ

Zatížení

Všechny kategorie

Všechny visáčky

BODOVÁ ZATÍŽENÍ

- Bodové zatížení v uzlu
- Bodové zatížení na 1D
- Moment v uzlu
- Bodový moment na 1D
- Rychlé bodové zatížení v uzlu
- Rychlé bodové zatížení na 1D
- Rychlá 2 zatížení na 1D
- Rychlá 3 zatížení na 1D
- Rychlá 4 zatížení na 1D

LINIOVÁ ZATÍŽENÍ

- Liniové zatížení na 1D
- Liniový moment na 1D
- Rychlé liniové zatížení na 1D

PLOŠNÁ ZATÍŽENÍ

- Plošné zatížení na 2D

TEPLOTNÍ ZATÍŽENÍ

- Zatížení teplotou na 1D
- Zatížení teplotou na 2D
- Zatížení teplotou na kabelu bez soudržnosti

PŘEDEPSANÉ PRŮHYBY

- Přemístění podpory
- Bodové přemístění na 1D - relativní přemí...
- Natočení podpory
- Bodové přemístění na 1D - relativní pooto...
- Liniové přemístění na 1D - podélné přetvo...
- Liniové přemístění na 1D - zakřivení

KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ

- Generování 3D zatížení větrem

SPECIÁLNÍ ZATÍŽENÍ

- Nepočítané vnitřní síly

Rastr1

Kombinace

Kombinace - KZS1

Obsah kombinace

- Zatěžovací stav
 - ZS1 - Vlastní tíha / 1.35
 - ZS2 - Vlastní tíha stropní a střešní
 - ZS3 - Ostatní stálé na stropě a stře
 - ZS4 - Proměnné plně / 1.50

Vložit zatěžovacích stavů

- Zatěžovací stav
 - ZS5 - Proměnné šachovnicové 1
 - ZS6 - Proměnné šachovnicové 2

Název: KZS1

Souč.: 1

Typ: Lineární - únosnost

Popis:

Smazat Pridat

Smazat vše Pridat vše

OK Storno

Nový Vložit Upravit Smazat Zavřít

DATA O PROJEKTU (1)

Licenční jméno	CVUT FSv
Číslo licence	135333
Národní norma	EC - EN
Národní dodatek	Česká CSN-EN NA
Konstrukce	Rám XZ
Poč. uzlů	19
Poč. nosníků	24
Poč. desek	0
Poč. těles	0
Poč. použitých průřezů	2
Poč. zat. stavů	6
Poč. použitých mate...	2

d) Vytvoření skupiny výsledků

Jako poslední vytvoříme **skupinu výsledků**, do které **vložíme** všechny tři **kombinace zatížení**.

Proč?

d) Vytvoření skupiny výsledků

Jako poslední vytvoříme **skupinu výsledků**, do které **vložíme** všechny tři **kombinace zatížení**.

Pomocí skupiny výsledků si **budeme moci přehledně vykreslit obálku*** vnitřních sil **ze všech tří kombinací zatížení**, která nám ukáže maximální vnitřní síly v řešených místech konstrukce.

d) Vytvoření skupiny výsledků

The screenshot shows the SCIA Engineer interface with a dialog box titled 'Skupiny výsledků' (Result Groups) open. The dialog is used to create a new result group named 'mojeObalka'. The 'OBSAH SKUPINY' (Group Content) section shows a tree structure with 'Kombinace zatěžovacích stavů na 1D' (1D load combination) containing three items: KZS1, KZS2, and KZS3. The 'SEZNAM ZAT. STAVŮ A KOMBINACÍ' (List of load states and combinations) section shows a list of load states: ZS1 - Vlastní tíha (Self-weight), ZS2 - Vlastní tíha stropní a střední (Self-weight of ceiling and middle), ZS3 - Ostatní stálé na stropě a středě (Other permanent on ceiling and middle), ZS4 - Proměnné plně (Variable full), ZS5 - Proměnné šachovnicové (Variable checkerboard), and ZS6 - Proměnné šachovnicové (Variable checkerboard). The dialog also includes fields for 'Název' (Name) and 'Popis' (Description), and buttons for 'Smazat' (Delete), 'Přidat' (Add), 'Smazat vše' (Delete all), 'Přidat vše' (Add all), 'OK', 'Storno' (Cancel), 'Nový' (New), 'Vložit' (Paste), 'Upravit' (Edit), and 'Smazat' (Delete). The background shows a structural model with dimensions and grid lines.

DATA O PROJEKTU (1)

Licenční jméno	CVUT FSv
Číslo licence	135333
Národní norma	EC - EN
Národní dodatek	Česká CSN-EN NA
Konstrukce	Rám XZ
Počet uzlů	19
Počet nosníků	24
Počet desek	0
Počet těles	0
Počet použitých průřezů	2
Počet zat. stavů	6
Počet použitých mate...	2

e) Nastavení výpočtu a výpočet

The screenshot displays the SCIA Engineer software interface. The main window shows a structural model of a beam labeled "Rastr1" with dimensions 6600, 14300, 6600, and 1100. A dialog box titled "Výpočet MKP" is open, showing the following settings:

- Výpočty**
 - Lineární výpočet
 - Zatěžovací stavy: 6
- Daří procesy**
 - Test vstupních dat
 - Aktualizace Engineering Reportu (Engineering Reporty: 1)
 - Uložit projekt po výpočtu
- Nastavení sítě**
 - Průměrný počet 1D konečných prvků n: 1
 - Průměrná velikost 1D konečných prvků: 0.200
 - Průměrná velikost 2D konečných prvků: 1.000
 - Propojit prvky / uzly:
 - Nastavení parametrů pro propojení kol: ...
- Pokročilá nastavení sítě**
 - Nastavení řešiče**
 - Zadejte zatěžovací stavy pro lineární vy:
 - Pokročilá nastavení řešiče**
 - Engineering Report**
 - Vyberte reporty pro regeneraci:

The "Vypočítat" button at the bottom of the dialog is circled in red.

On the right side of the interface, the "DATA O PROJEKTU (1)" panel shows the following project information:

DATA O PROJEKTU (1)	
Licenční jméno	CVUT Fsv
Číslo licence	135333
Národní norma	EC - EN
Národní dodatek	Česká CSN-EN NA
Konstrukce	Rám XZ
Poč. uzlů	19
Poč. nosníků	24
Poč. desek	0
Poč. těles	0
Poč. použitých průřezů	2
Poč. zat. stavů	6
Poč. použitých mate...	2

f) Kontrola výsledků podle předběžného výpočtu

Výsledky získané programem je vždy **vhodné zkontrolovat**.

Jednoduchou kontrolou je **porovnání reakce** vypočtené programem s normálovou silou v patě sloupu spočtenou v [předběžném výpočtu](#).

Rozdíl mezi předběžnou hodnotou a vypočtenou hodnotou **by neměl být větší než cca 20 %**. Pokud je rozdíl větší, musíme důkladně zkontrolovat předběžný výpočet a model konstrukce*.

*Například: Nežadal jsem v modelu konstrukce více sloupů „přes sebe“? Nežadal jsem zatížení do programu v návrhových hodnotách? Nezapomněl jsem na součinitele bezpečnosti 1.35 a 1.5?

f) Kontrola výsledků podle předběžného výpočtu

The screenshot shows the SCIA Engineer interface. The main window displays a structural grid with reaction values: 600.81 kN, 1457.35 kN, and 830.02 kN. The value 1457.35 kN is circled in red. The right sidebar shows the 'VÝSLEDKY (1)' panel with various settings, and the bottom toolbar has several icons circled in red.

ZADÁVACÍ PANEĽ

- Výpočet a výsledky
- Všechny kategorie
- Všechny visačky
- LOKÁLNÍ ZAHUSTĚNÍ SÍTĚ
- Zjemnění sítě v okolí bodu
- VÝSLEDKOVÉ NÁSTROJE
- Zadání přípoje
- Integrační dílec

Reakce

Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Třída: mojeObalka
Systém: Globální
Extrém: Dílec
Výběr: Vše

VÝSLEDKY (1)

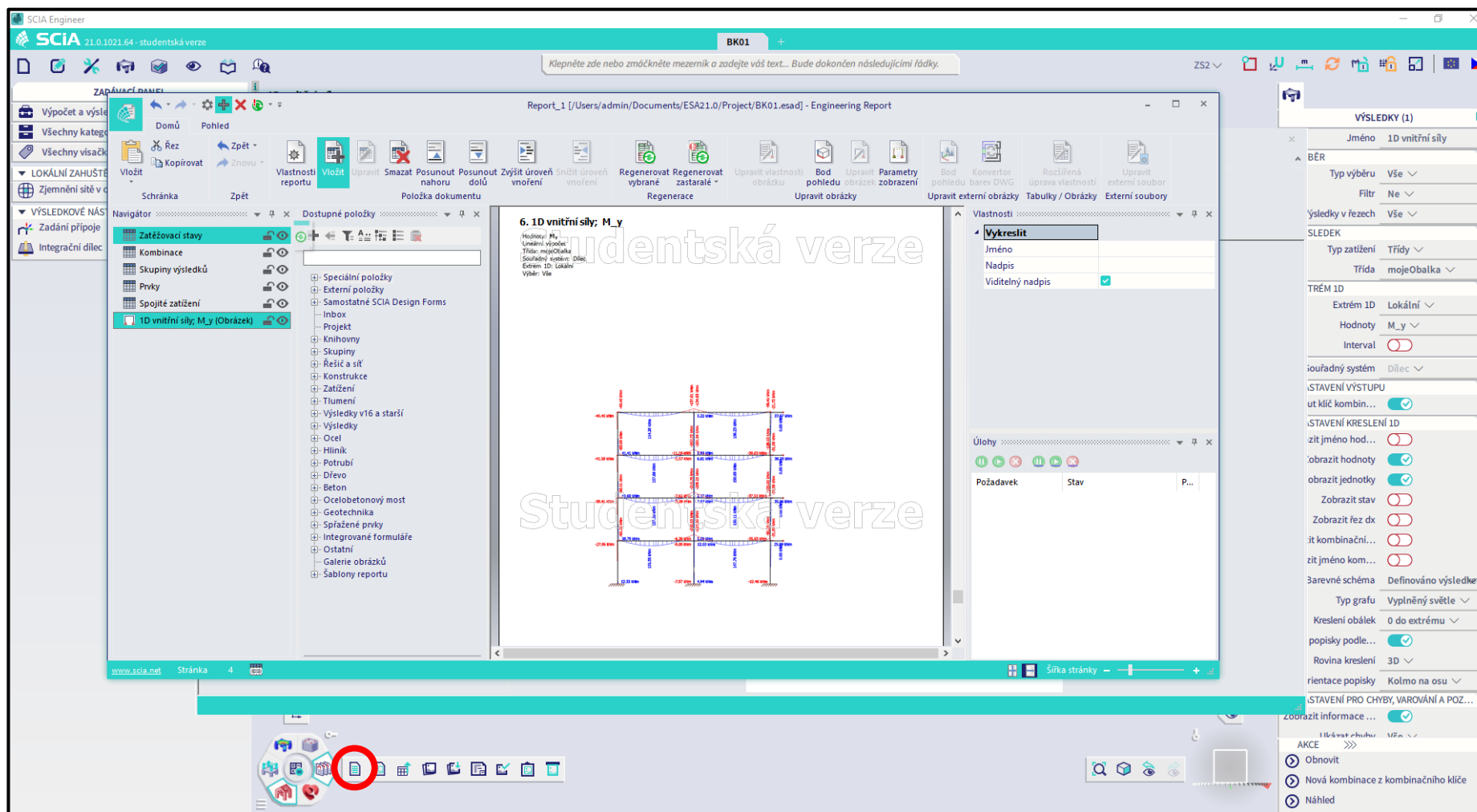
Jméno	Reakce
VÝBĚR	
Typ výběru	Vše
Filter	Ne
VÝSLEDEK	
Typ zatížení	Třída
Třída	mojeObalka
EXTRÉM	
Extrém	Dílec
Hodnoty	R_z
Interval	<input type="checkbox"/>
Systém	Globální
Kreslit výsledky v uzli...	<input checked="" type="checkbox"/>
Kreslit výsledky v lini...	<input checked="" type="checkbox"/>
NASTAVENÍ VÝSTUPU	
Tisknout klíč kombin...	<input checked="" type="checkbox"/>
NASTAVENÍ KRESLENÍ 1D	
Zobrazit jméno hod...	<input type="checkbox"/>
Zobrazit hodnoty	<input checked="" type="checkbox"/>
Zobrazit jednotky	<input checked="" type="checkbox"/>
Zobrazit stav	<input type="checkbox"/>
Zobrazit řez dx	<input type="checkbox"/>
Zobrazit kombinaci...	<input type="checkbox"/>
Zobrazit jméno kom...	<input type="checkbox"/>
Barevné schéma	Definováno výsledkem
Typ grafu	Vyplněný světle
Kreslení obálek	0 do extrému
Průběh	Přesně
Barva popisky podle...	<input checked="" type="checkbox"/>
Rovina kreslení	3D
NASTAVENÍ PRO CHYBY, VAROVÁNÍ A POZ...	
Zobrazit informace...	<input type="checkbox"/>
AKCE	
Obnovit	<input checked="" type="checkbox"/>
Nová kombinace...	<input type="checkbox"/>
Náhled	<input type="checkbox"/>

g) Vytvoření Reportu

Vytvoříme dokument, který se nazývá Report a **načteme** do něj všechny důležité **vstupní informace k výpočtu** (tvar konstrukce, zatížení atd.) a **výsledky**.

Report následně vytiskneme do PDF.

g) Vytvoření Engineering reportu



4) Redistribuce a redukce ohybových momentů

Redistribuce a redukce ohybových momentů

Momenty získané ze SCIA Engineer **na příčlích** můžeme:

- **redistribuovat*** – tj. přerozdělit (zmenšit nad podporou a zvětšit v poli),
- **redukovat** – tj. omezit („oříznout“ nadpodporové špičky).

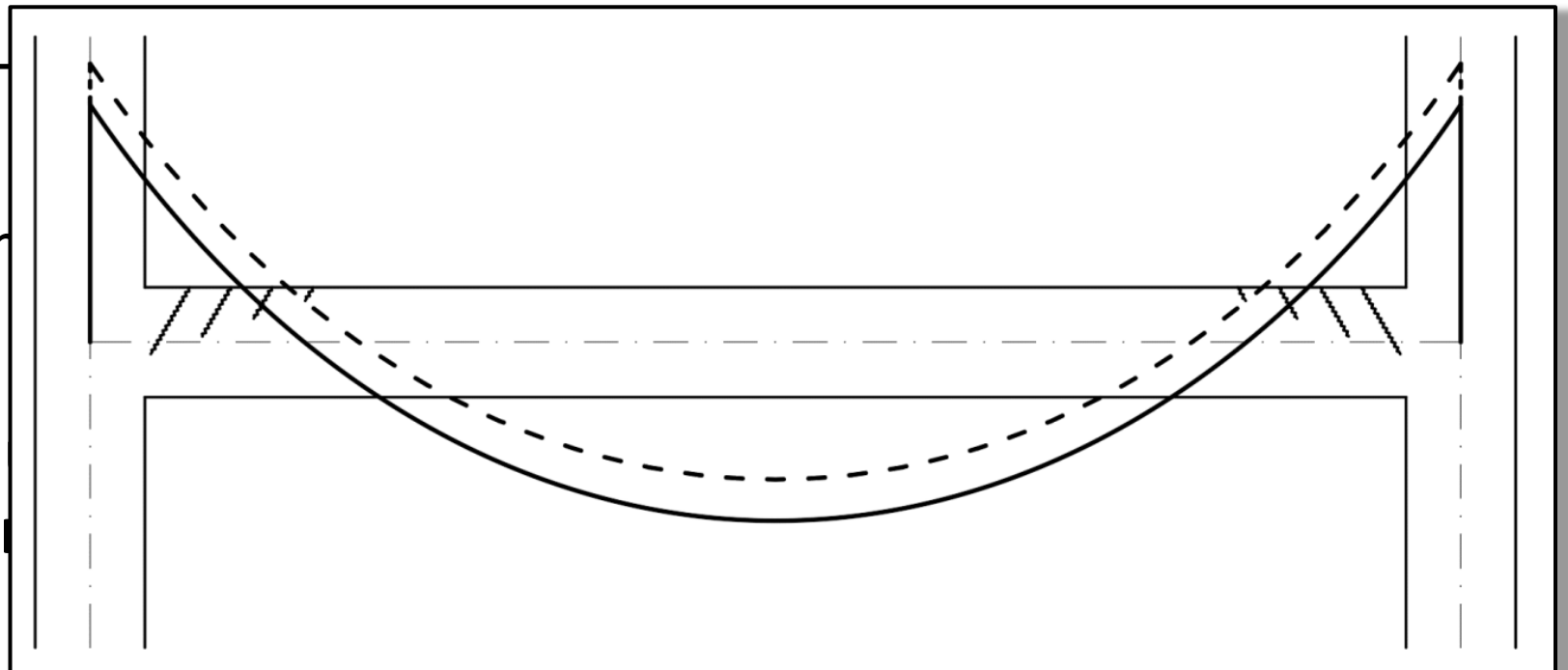
V naší úloze použijeme **pouze redukci**, a to v průřezu příčle s **největším momentem** – výpočet viz [oficiální návod \[2\]](#).

Redistribuce a redukce ohybových momentů

Momenty získané ze SCIA Engineer **na příčlích** můžeme:

- **redistribuovat*** (při ohybu),
- **redukovat** – tj. omezením ohybu

V naší úloze po redistribuci momentů
s největším momentem

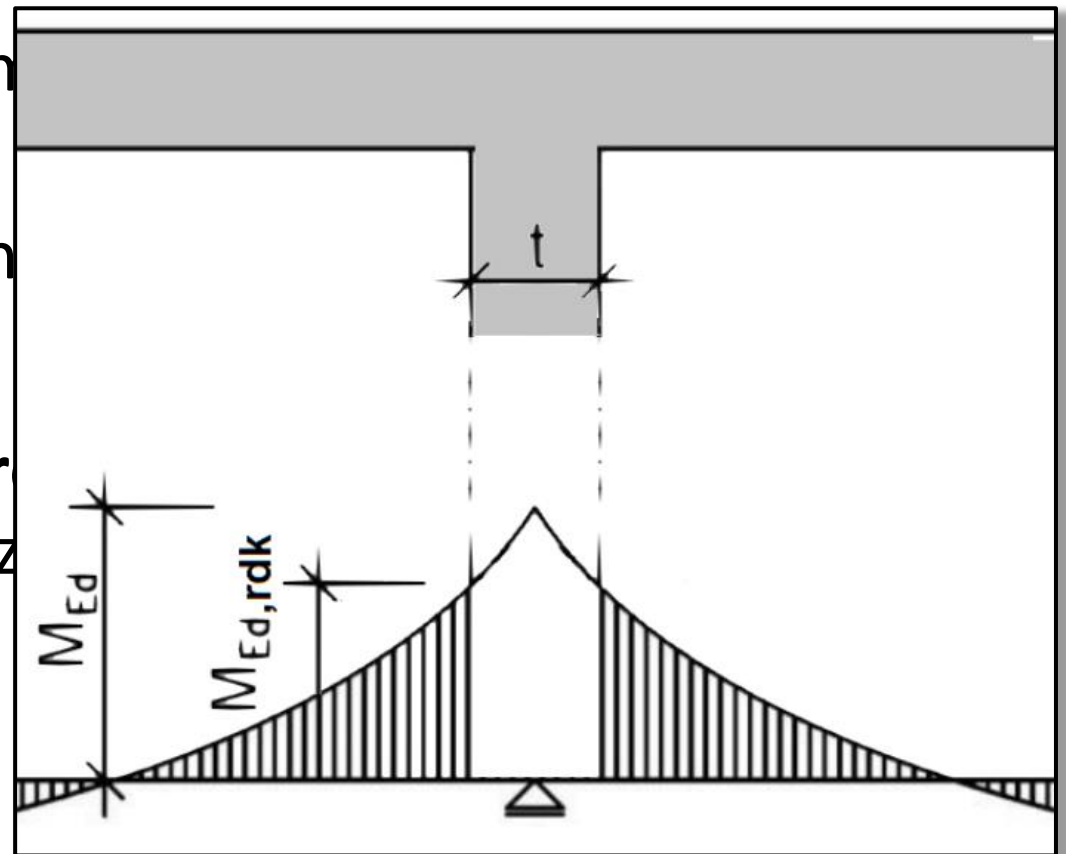


Redistribuce a redukce ohybových momentů

Momenty získané ze SCIA Engineer **na příčlích** můžeme:

- **redistribuovat** – tj. přerozdělit (znepříkřelit momenty v poli),
- **redukovat** – tj. omezit („oříznout“ momenty v poli)

V naší úloze použijeme **pouze redukci** momentů v poli
s **největším momentem** – výpočet viz příloha



díky za pozornost

Reference

- [1] ČSN EN 1992-1-1 [Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby](#) (Kap. 4.4.1), [norma].
- [2] M. Tipka. [Návod pro cvičení BK01 – cvičení 2](#), [doc].
- [3] J. Holan. [Návrh rámu v programu SCIA 21](#), [YouTube].
- [4] R. Chylík a T. Trtík. [\[SCIA Engineer\] BK01-1.Úloha](#), [YouTube].
- [5] J. Holan. [Železobetonová rámová konstrukce – Výpočet vnitřních sil pomocí programu SCIA ENGINEER 21](#), [ppt].
- [6] J. Holan. [Železobetonová rámová konstrukce – Redistribuce a redukce momentů](#), [ppt].

Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi a Romanu Chylíkovi** za časté konzultace při vypracovávání prezentace.

Děkuji **Petru Bílému a Martinovi Tipkovi** za vytvoření a udržování oficiálních podkladů, ze kterých vychází tato prezentace.