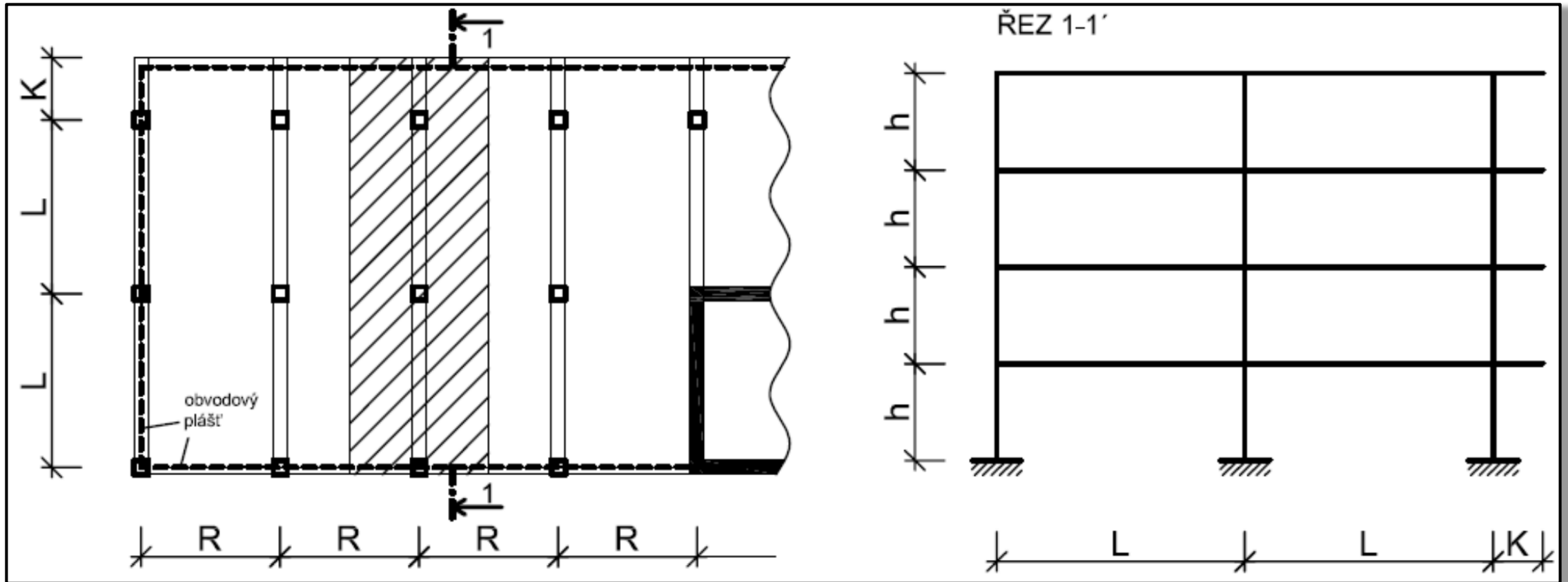




# Výpočet vnitřních sil v rámové konstrukci pomocí SCIA ENGINEER

Prezentace k 2. cvičení BK01/BZKQ

# Řešená úloha



# Stádium řešené úlohy

1. Návrh rozměrů a výpočet zatížení
2. Statický výpočet
  - a) Výpočet vnitřních sil pomocí SCIA ENGINEER – obálka ohybových momentů a posouvajících sil
  - b) Návrh rozměrů a výztuže nosných prvků (příčel, sloup)
  - c) Posouzení prvků
    - Příčel – ohyb, smyk, průhyb
    - Sloup – interakční diagram
3. Schéma vyztužení rámu
4. Výkres výztuže části rámu

# Výpočet vnitřních sil pomocí SCIA ENGINEER

Postup výpočtu vnitřních sil se skládá ze tří kroků.

- 1) Určení **zatížení** prvků konstrukce
- 2) **Instalace** programu
- 3) Modelování a výpočet ve **SCIA** (podle výukového videa)
  - a) Vymodelování konstrukce
  - b) Vytvoření zatěžovacích stavů a zadání zatížení do zatěžovacích stavů
  - c) Vytvoření kombinací zatěžovacích stavů a skupiny výsledků
  - d) Vytvoření Engineering reportu
  - e) Nastavení výpočtu a výpočet
  - f) Kontrola výsledků (sloupu) podle předběžného výpočtu
  - g) Vložení výsledků do Engineering reportu

# Zatížení prvků konstrukce

# Zatížení prvků

Výpočtu zatížení prvků byla již věnována [předchozí prezentace](#). Pro potřeby výpočtu ve SCIA ENGINEER musíme **převzít\*** hodnoty plošných **zatížení desek** a liniových **zatížení příčlí**.

CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY ZATÍŽENÍ DESKY A PŘÍČLE				
	Typ zatížení	plošné	zat. šířka	liniové
		kN/m <sup>2</sup>	m	kN/m
STÁLÉ	Vlastní tíha stropní	$g_{0, \text{strop}}$		
	Vlastní tíha střešní desky	$g_{0, \text{střecha}}$		
	Ostatní stálé zatížení stropní desky	$(g-g_0)_{\text{strop}}$		
	Ostatní stálé zatížení střešní desky	$(g-g_0)_{\text{střecha}}$		
PROM.	Proměnné zatížení stropní desky	$q_{\text{strop}}$		
	Proměnné zatížení střešní desky	$q_{\text{střecha}}$		

\*Když přebíráme hodnoty z jiných částí výpočtu je vhodné psát, odkud hodnota 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

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

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

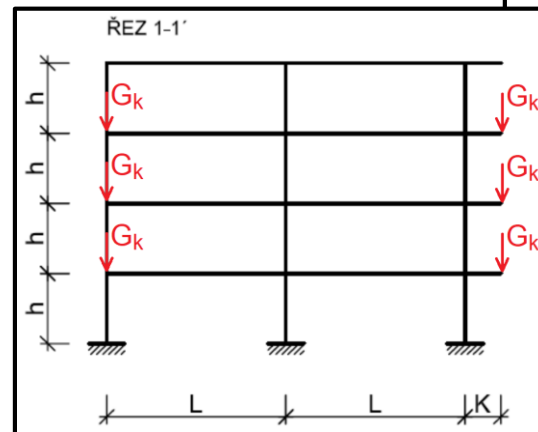
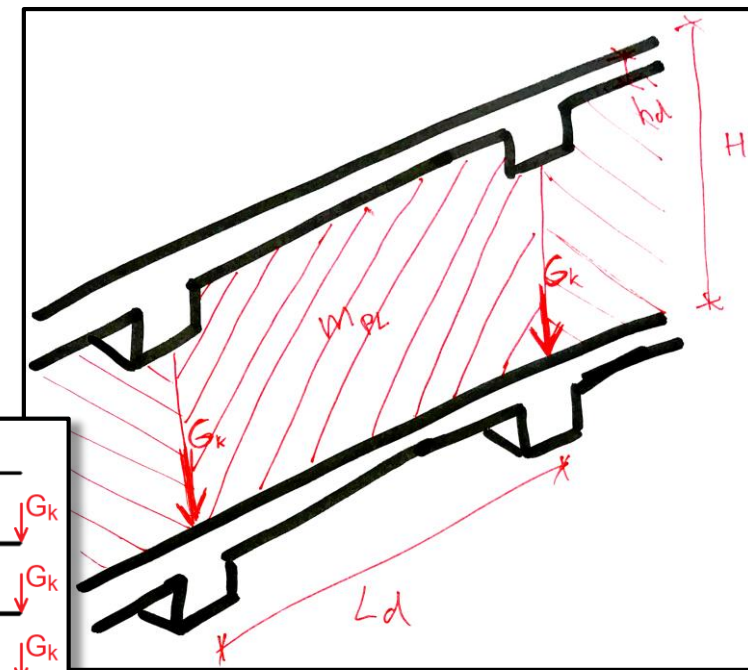
$A_{pl}$  je plocha pláště mezi příčlemi;

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

kde  $L_d$  je rozpon desky,

$H$  je konstrukční výška,

$h_d$  je tloušťka desky.



# Instalace programu



# Instalace programu SCIA ENGINEER

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

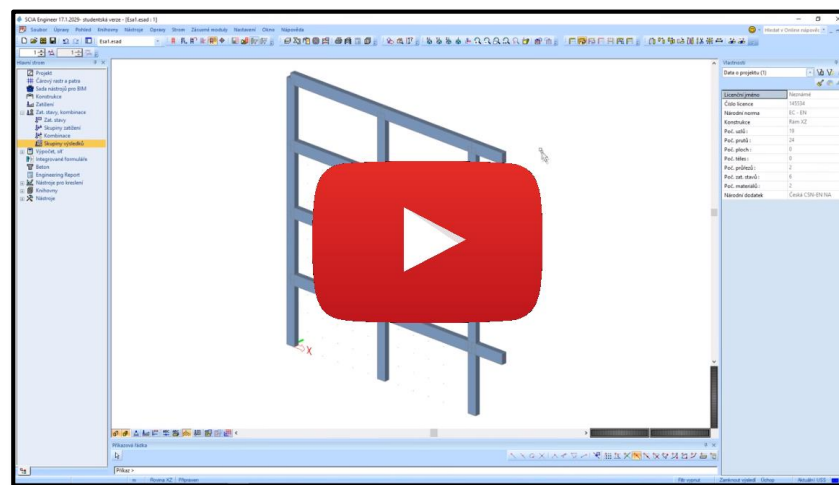
Návod na stažení **studentské licence** najdete pod odkazem <http://people.fsv.cvut.cz/~holanjak/pomucky/navody/scia-instalace.pdf>

Při žádosti o licenci **uved'te fakultní email**.

# Použití programu

# Použití programu

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



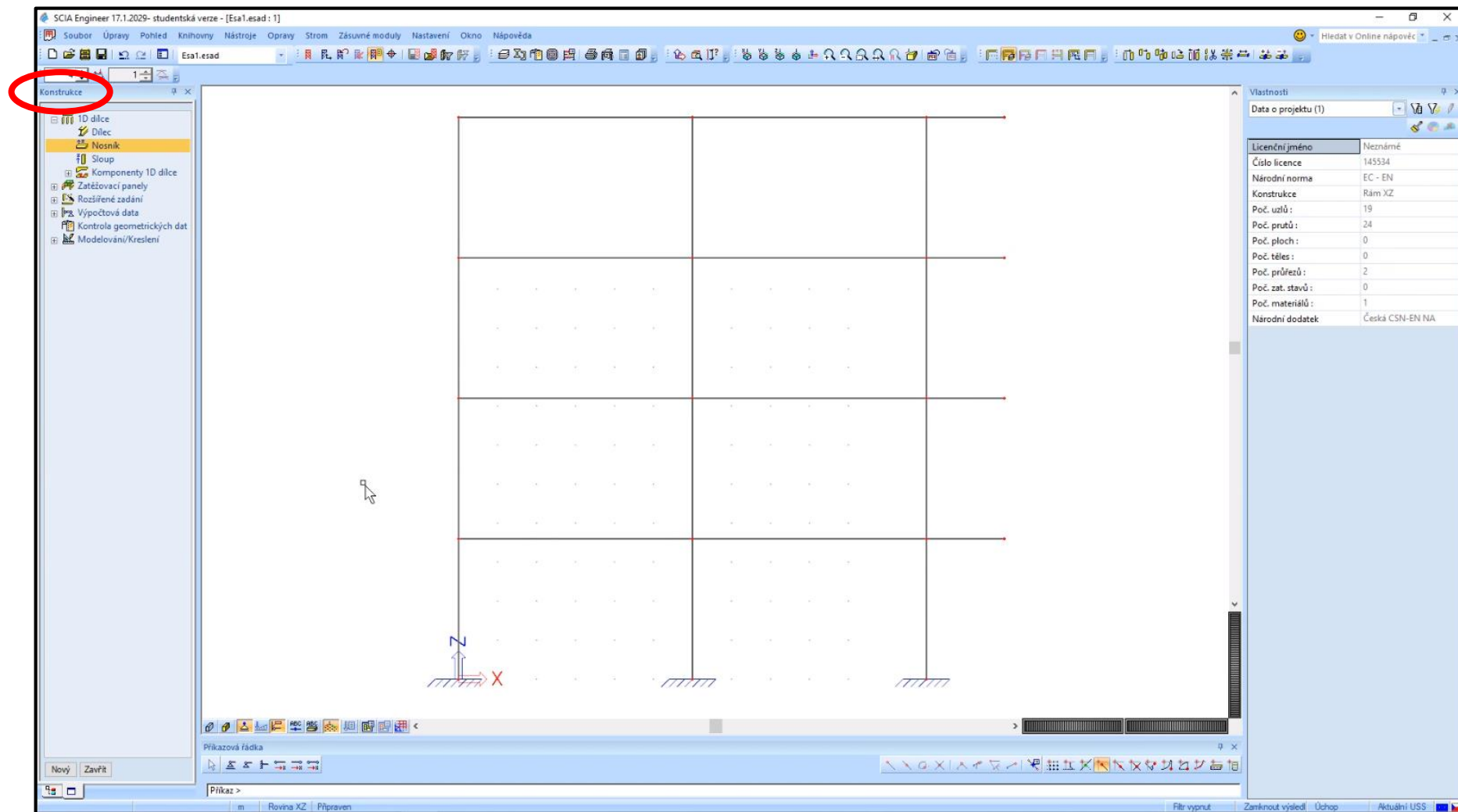
Následující část prezentace uvádí pouze souhrn jednotlivých kroků při používání programu a **doplňující informace**.

# Použití programu

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

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

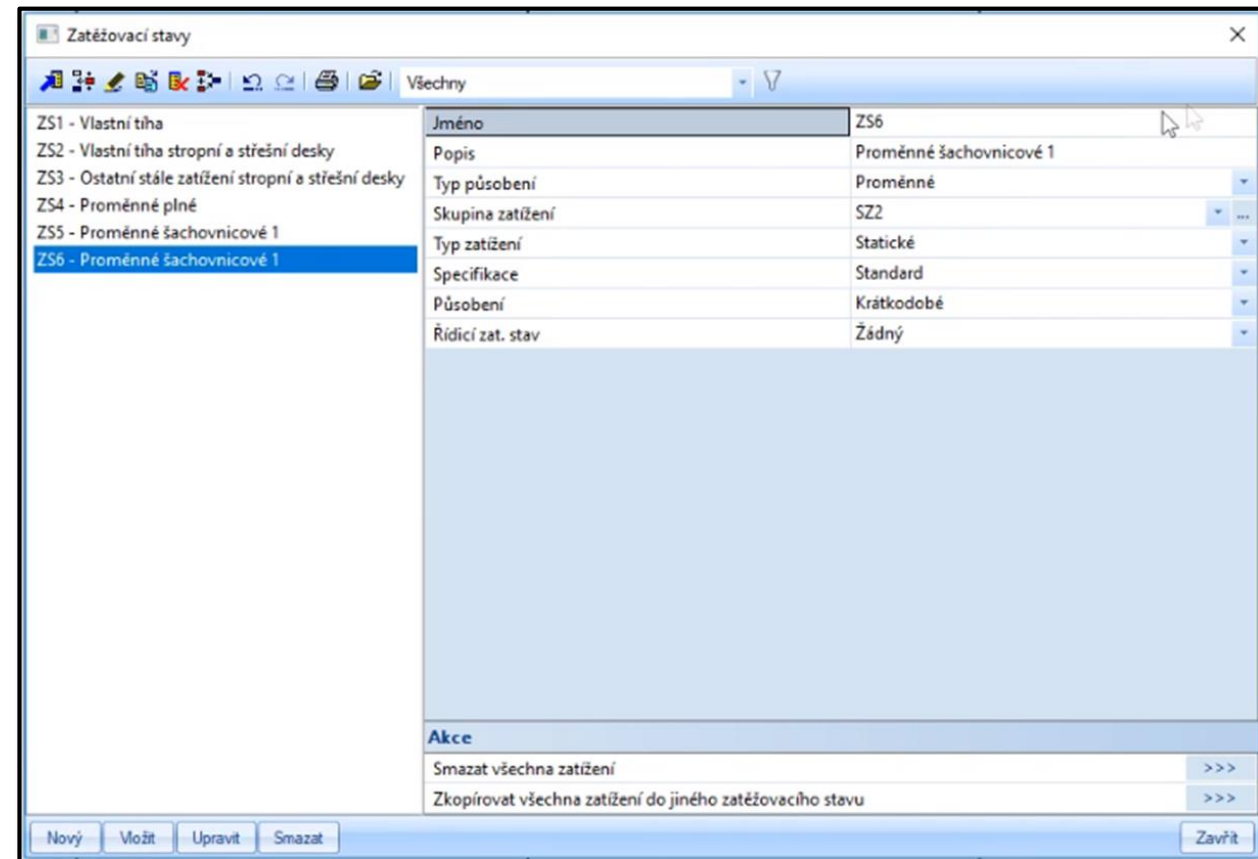
# a) Vymodelování konstrukce



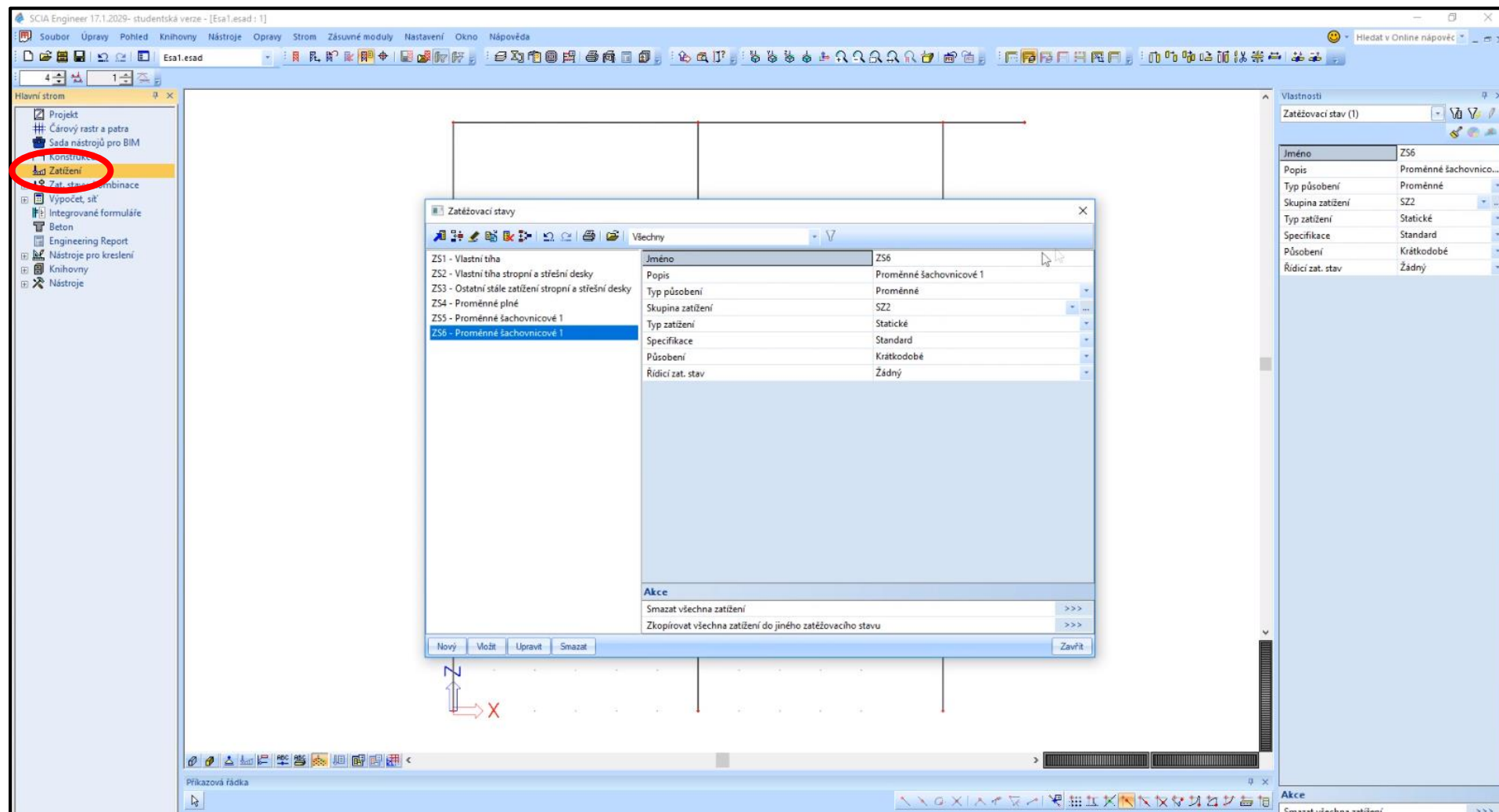
## b) Vytvoření zatěžovacích stavů

Vytvoříme následující zatěžovací stavy:

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



## b) Vytvoření zatěžovacích stavů



## c) Zadání zatížení do zatěžovacích stavů

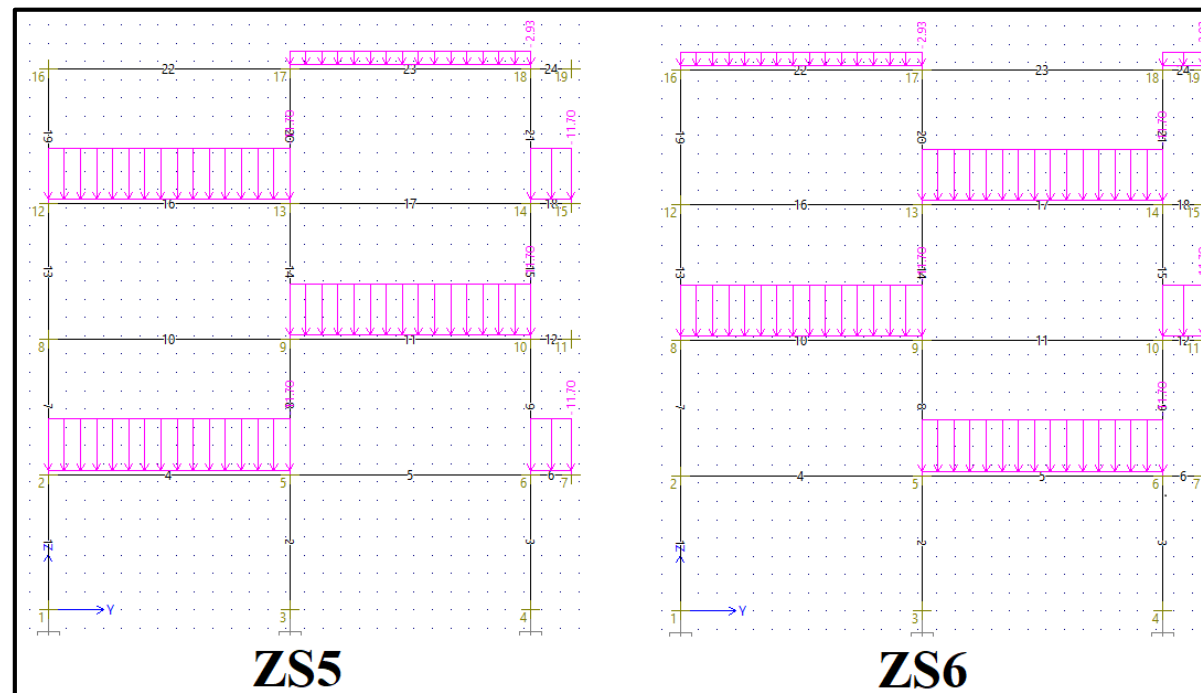
Do **vytvořených ZS zadáme** dříve vypočtené **hodnoty zatížení** (liniové od desky a bodové od pláště):

- 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 –  $q_{\text{strop}}$  a  $q_{\text{střecha}}$  všude
- ZS5 Proměnné šachovnicové 1 –  $q_{\text{strop}}$  a  $q_{\text{střecha}}$  jen někde (viz dále)
- ZS6 Proměnné šachovnicové 2 –  $q_{\text{strop}}$  a  $q_{\text{střecha}}$  jen někde (viz dále)



## c) Zadání zatížení do zatěžovacích stavů

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



# c) Zadání zatížení do zatěžovacích stavů

The screenshot displays the SCIA Engineer 17.1.2029 interface. The main window shows a structural model with a grid of columns and beams. A uniform load of -20.00 is applied to the top beams. The left sidebar lists load cases (Zatížení) with Z52 - Vlastní tíha stropní a střeš. selected. The right sidebar shows the properties (Vlastnosti) for the selected load case Z52.

Jméno	Z52
Popis	Vlastní tíha stropní a střeš...
Typ působení	Stálé
Skupina zatížení	SZ1
Typ zatížení	Standard

At the bottom of the interface, the 'Akce' (Actions) panel is visible, containing the following options:

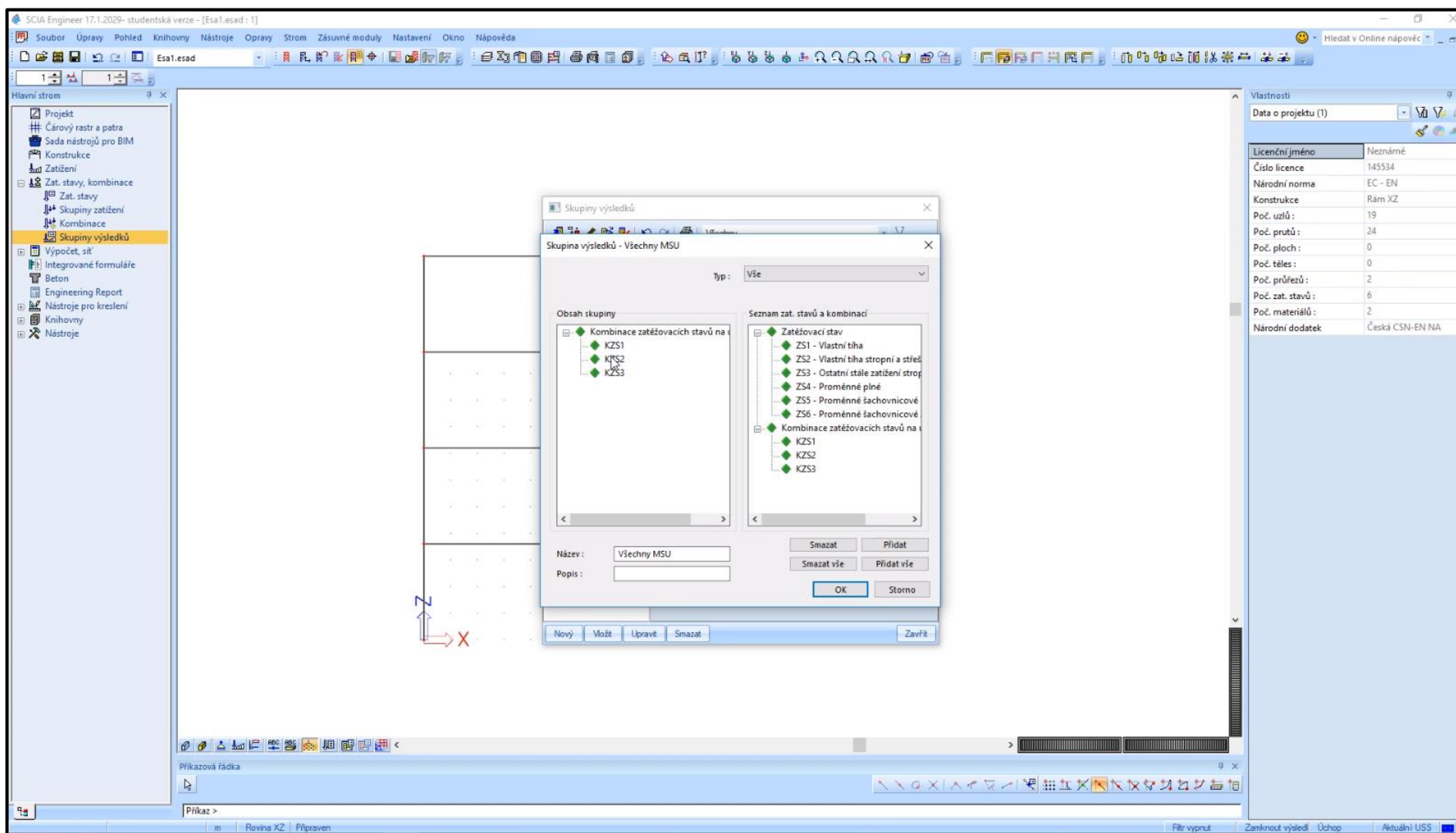
- Smazat všechna zatížení >>>
- Zkopírovat všechna zatížení do jiného zat... >>>

## d) 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 = Vlastní tíha (trámu) + Vlastní tíha desky + Ostatní stálé + Proměnné plné,  
(ZS1) (ZS2) (ZS3) (ZS4)
- KZS2 = Vlastní tíha (trámu) + Vlastní tíha desky + Ostatní stálé + Proměnné šachovnicové 1,  
(ZS1) (ZS2) (ZS3) (ZS5)
- KZS3 = Vlastní tíha (trámu) + Vlastní tíha desky + Ostatní stálé + Proměnné šachovnicové 2.  
(ZS1) (ZS2) (ZS3) (ZS6)

# d) Vytvoření kombinací zatěžovacích stavů

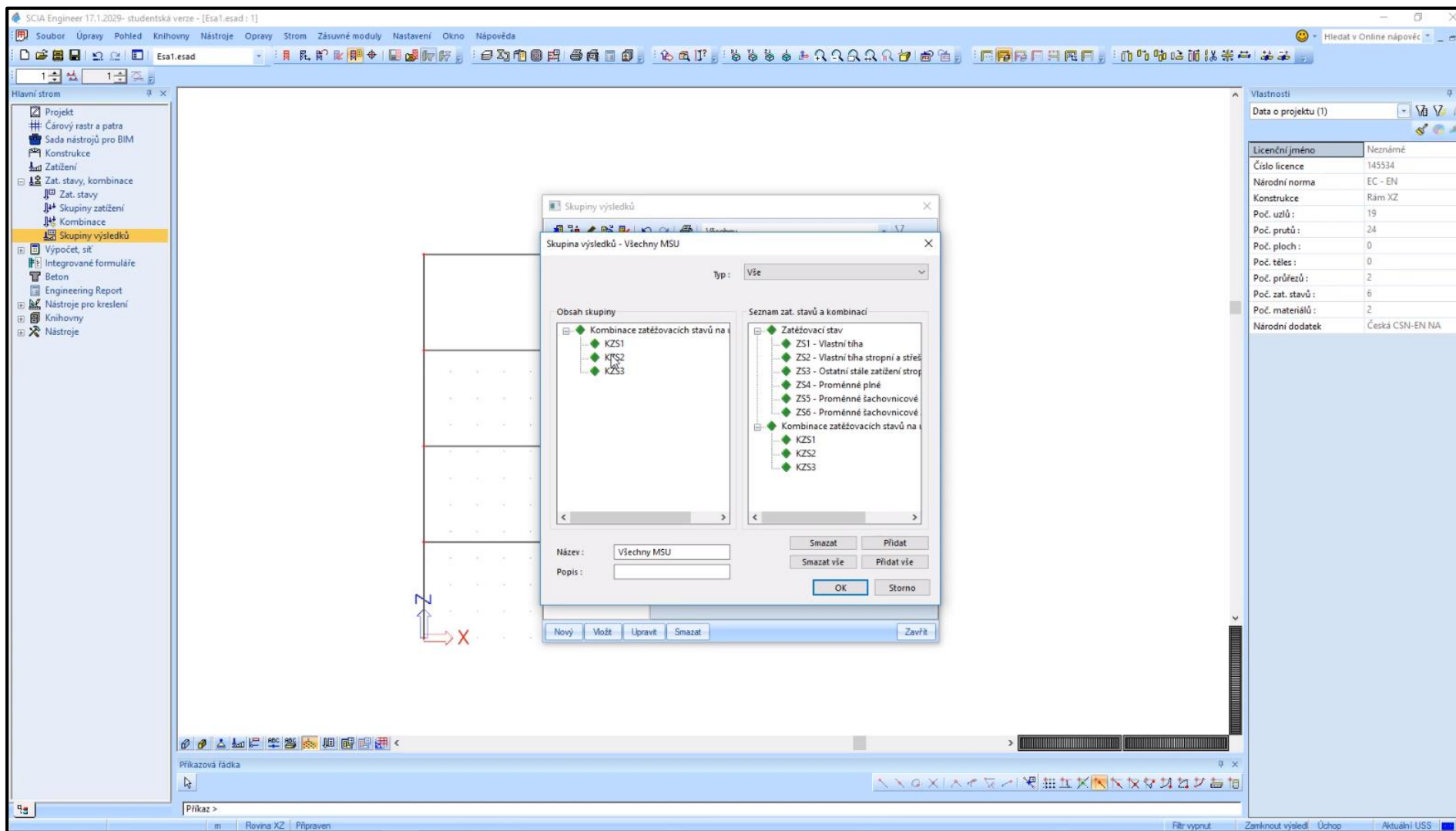


## e) Vytvoření skupiny výsledků

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**.

# e) Vytvoření skupiny výsledků



## f) Vytvoření Engineering reportu

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

# f) Vytvoření Engineering reportu

The screenshot displays the 'Report\_1 [Esa1.esad] - Engineering Report' window. The main content area shows two tables: '1. Zatěžovací stavy' and '2. Kombinace'. The left sidebar contains a 'Navigátor' with a tree view of project elements. The right sidebar shows 'Vlastnosti' (Properties) for the report.

**1. Zatěžovací stavy**

Jméno	Popis	Typ působení	Skupinová zatížení	Směr	Působení	Růdící zat. stav
ZS1	Vlastní tħa	Stħle	SZ1	-Z		
ZS2	Vlastní tħa stropní a střešní desky	Standard	SZ1			
ZS3	Ostatní stħle zatížení stropní a střešní desky	Standard	SZ1			
ZS4	Proměnné plně Standard	Proměnné Statcké	SZ2		Krħtkodobé	ħadný
ZS5	Proměnné řachovnicové 1 Standard	Proměnné Statcké	SZ2		Krħtkodobé	ħadný
ZS6	Proměnné řachovnicové 2 Standard	Proměnné Statcké	SZ2		Krħtkodobé	ħadný

**2. Kombinace**

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souř. [-]
KZS1	Lineární - únosnost		ZS1 - Vlastní tħa	1,35
			ZS2 - Vlastní tħa stropní a střešní desky	1,35
			ZS3 - Ostatní stħle zatížení stropní a střešní desky	1,35
KZS2	Lineární - únosnost		ZS4 - Proměnné plně	1,50
			ZS5 - Proměnné řachovnicové 1	1,50
KZS3	Lineární - únosnost		ZS1 - Vlastní tħa	1,35
			ZS2 - Vlastní tħa stropní a střešní desky	1,35
			ZS3 - Ostatní stħle zatížení stropní a střešní desky	1,35
			ZS6 - Proměnné	1,50

The 'Vlastnosti' panel on the right shows the following settings:

- Jméno: Report\_1
- Jazyk: Āestina (Āesko)
- Ā. první strany: 1
- Ā. první kapitoly: 1
- Āíslování kapitol: Strukturovaný
- Skryt prħzně poločky:
- Prohodit levě / pravě okraje...:

The 'Úlohy' panel at the bottom right shows 'Požadavek' and 'Stav' buttons.



## g) Nastavení výpočtu a výpočet

**Nastavíme délku dílků**, na které program rozdělí konstrukci, **provedeme kontrolu** geometrických dat a **spustíme výpočet**.

# g) Nastavení výpočtu a výpočet

The screenshot displays the SCIA Engineer software interface. The main window shows a structural model with a network calculation dialog box open. The dialog box is titled 'Nastavení sítě' and contains the following settings:

- Pokročilá nastavení sítě**
  - Obecná nastavení sítě**
    - Nejmenší vzdálenost mezi definčním bodem a přímkou [m]: 0,001
    - Definice velikosti prvků sítě pro panely: Manualně
    - Průměrná velikost prvku panelu [m]: 1,000
    - Pružná síť:
    - Použít automatické zjemnění sítě:
    - Předpinací výztuž nezávislá na MKP uzlech:
  - Pruty**
    - Minimální délka prutového prvku [m]: 0,050
    - Maximální délka prutového prvku [m]: 0,2
    - Průměrná velikost lan, kabelů, prvků na podloží, nelineárních zemních pružin [m]: 1,000
    - Generovat uzly v dotýcích prutových prvků:

The 'Maximální délka prutového prvku' field is highlighted in blue. The dialog box also includes 'OK' and 'Storno' buttons at the bottom right.

In the background, the software interface shows a project tree on the left with 'Nastavení sítě' and 'Výpočet' circled in red. The right side of the interface displays project data for 'Data o projektu (1)':

Licenční jméno	Neznámé
Číslo licence	145534
Národní norma	EC - EN
Konstrukce	Rám XZ
Poč. uzlů:	19
Poč. prutů:	24
Poč. ploch:	0
Poč. těles:	0
Poč. průřezů:	2
Poč. zat. stavů:	6
Poč. materiálů:	2
Národní dodatek	Česká CSN-EN NA

## h) Kontrola výsledků podle předběžného výpočtu

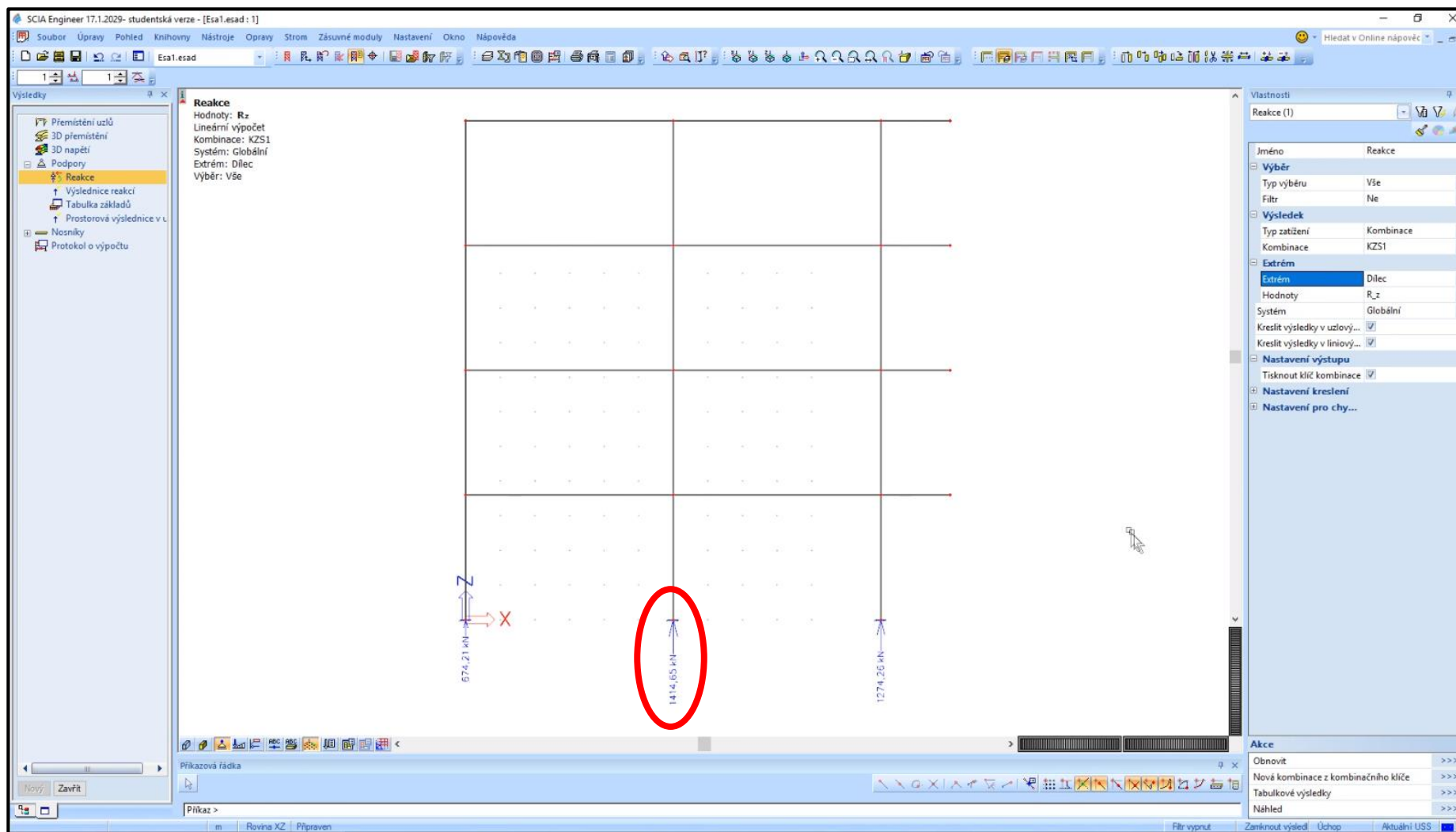
**Výsledky** získané programem je vždy **vhodné zkontrolovat**.

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?

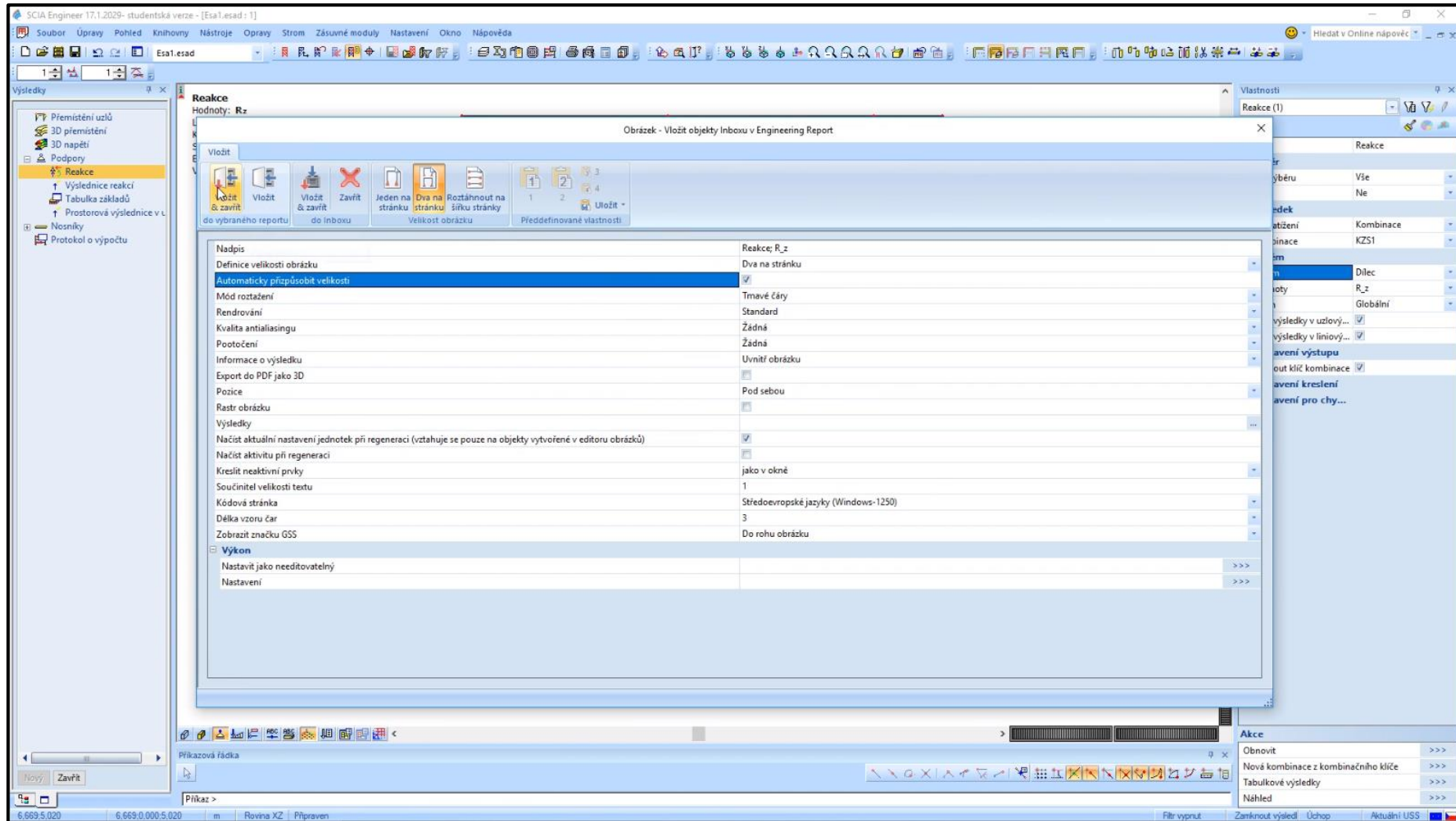
## h) Kontrola výsledků podle předběžného výpočtu



## i) Vložení výsledků do Engineering reportu

V posledním kroku **vložíme výsledky** do Engineering reportu (stejně jako vstupní data v kroku f) a **report vytiskneme** do PDF.

# i) Vložení výsledků do Engineering reportu



Díky za pozornost

# Poděkování

Děkuji **Radku Štefanovi, Tomáši Trtíkovi a Romanu Chylíkovi** za časté konzultace při vypracovávání prezentace a za vytvoření videonávodu ke SCIA Engineer.

Děkuji **Stáňovi Zažirejovi** za poskytnutí vizualizací a obrázků.

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