



Základní školení – modelování a editace plošných prvků

Výukový materiál

Všechny informace uvedené v tomto dokumentu mohou být změněny bez předchozího upozornění. Žádnou část tohoto dokumentu není dovoleno reprodukovat, uložit do databáze nebo systému pro načítání ani publikovat, a to v žádné podobě a žádným způsobem, elektronicky, mechanicky, tiskem, fotografickou cestou, na mikrofilmu ani jinými prostředky bez předchozího písemného souhlasu vydavatele. Firma Scia nezodpovídá za žádné přímé ani nepřímé škody vzniklé v důsledku nepřesností v dokumentaci nebo softwaru.

© Copyright 2012 Scia Group nv. Všechna práva vyhrazena.

**ZÁKLADNÍ ŠKOLENÍ
MODELOVÁNÍ A EDITACE PLOŠNÝCH PRVKŮ**

Scia Engineer 2011

Vydání: Scia Engineer 2011
 Tutoriál: Základní školení - modelování a editace plošných prvků
 Revize: 04/2012

Kanceláře společnosti Nemetschek Scia		
<p>Belgie – ústředí Scia Group nv Industrieweg 1007 B-3540 Herk-de-Stad Telefon: +32 13 55 17 75 Fax: +32 13 55 41 75 E-mail: info@scia-online.com</p> <p><u>Telefon – podpora:</u> CAE (Scia Engineer) Tel.: +32 13 35 03 10 E-mail – podpora: support@scia-online.com</p> <p><u>CAD (Allplan)</u> Tel.: +32 13 35 03 15</p> <p><u>CIM (SCIA•Steel)</u> Tel.: +32 13 35 03 20</p> <p><u>think project!</u> Tel.: +32 13 35 03 15</p> <p>Rakousko Scia Datenservice Ges.m.b.H Dresdnerstrasse 68/2/6/9 A-1200 Wien Telefon: +43 1 7433232-11 Fax: +43 1 7433232-20 info@scia.at</p> <p><u>Podpora</u> Tel.: +43 1 7433232-12 E-mail: support@scia-online.com</p> <p>Brazílie Scia Group Branch Office Rua Funchal, 418 - 35º andare Vila Olímpia - E-Tower São Paulo, SP 04551-060, Brasil Telefon: +55 11 3521-7232 Fax: +55 11 3521-7070 brasil@scia-online.com</p>	<p>Česká republika Scia CZ, s.r.o. Slavičková 1a 638 00 Brno Telefon: +420 530 501 570 Fax: +420 226 201 673 info.brno@scia.cz</p> <p>Scia CZ, s.r.o. Evropská 33E 160 00 Praha 6 Telefon: +420 226 205 600 Fax: +420 226 201 673 info.praha@scia.cz</p> <p>Francie Scia France SARL Centre d'affaires Objectif 2, rue Louis Armand F-92661 Asnières Cedex Telefon: +33 1.46.13.47.00 Fax: +33 3.28.33.28.69 france@scia-online.com</p> <p>Německo Scia Software GmbH Emil-Figge-Strasse 76-80 D-44227 Dortmund Telefon: +49 231/9742586 Fax: +49 231/9742587 info@scia.de</p> <p>Indie (vývojové středisko Scia) CADS Software India (P) Ltd NO. 43 Thirumalai Pillai Road, T. Nagar Chennai - 600017 INDIA Telefon: +91 44-28233681/82/83/84 Fax: +91 44-28232349 sales@cadshintia.com</p> <p>Nizozemsko Scia Nederland Kroonpark 10 NL- 6831 GV Arnhem Telefon: +31 26 320 12 30 Fax: +31 26 320 12 39 info@scia.nl</p>	<p>Slovensko Scia SK, s.r.o. Topoľová 8 SK - 010 03 Žilina Telefon: +421 415 003 070-1 Fax: +421 415 003 072 info@scia.sk</p> <p>Španělsko MP Scia INGENIERIA sl C/La Fuente 25 A ES-28710 El Molar (Madrid) Telefon: +34 627559030 spain@scia-online.com</p> <p>Švýcarsko Scia Group Branch Office Dürenbergstr. 24 CH-3212 Gurmels Telefon: +41 26 341 74 11 Fax: +41 26 341 74 13 info@scia.ch</p> <p>Spojené arabské emiráty Nemetschek Scia ME Dubai Silicon Oasis HQ Building P.O. Box 341041, Dubai, U.A.E. Telefon: +971 4 5015744 Fax: +971 4 5015777 uae@scia-online.com</p> <p>Spojené království Scia Group Branch Office Holly House, 7 Holly Court Bramcote, Nottingham, NG9 3DZ Telefon: +44 (0) 115 9677722 Fax: +44 (0) 115 9677722 uk@scia-online.com</p> <p>USA Nemetschek Scia 7150 Riverwood Drive Columbia, MD (USA) Telefon: +1 410-290-5114 Fax: +1 410-290-8050 usa@scia-online.com</p>

Obsah

Obsah	5
1. Základní informace	6
1.1 Úvod.....	6
1.2 Scia Engineer Support	6
1.3 Scia websites	6
2. Úvod k projektům	8
2.1 Nový projekt s 2D prvky	8
3. Zadávání 2D prvků	10
3.1 Deska	10
3.2 Stěna.....	19
3.3 Komponenty ploch	21
3.3.1 Podoblast	21
3.3.2 Otvor	22
3.3.3 Vnitřní uzel	23
3.3.4 Vnitřní hrana.....	24
3.3.5 Žebro.....	24
3.3.6 Integrační pás	27
3.3.7 Průnik.....	28
3.4 Deska se žebry.....	28
3.5 Prefabrikovaná deska.....	29
4. Editace a opravy	30
4.1 Geometrické manipulace s plochami.....	30
4.2 Oprava tvaru.....	30
4.3 Zarovnání roviny.....	31
5. Parametry zobrazení	35
5.1 Rendering.....	35
5.2 Popisy.....	38
6. Výpočet a výsledky na deskách	39
6.1 Nastavení sítě FEM	39
6.2 Zahuštění sítě.....	39
6.3 Výsledky na 2D prvcích.....	41

1. Základní informace

1.1 Úvod

Tento tutoriál popisuje na vzorových příkladech principy programu a představuje jeho základní funkce. Tutoriál je určen především pro začínající uživatele, ovšem i pokročilí v něm mohou najít některé nové „triky“, které mohou zefektivnit jejich práci.

1.2 Scia Engineer Support

Nemetschek Scia má pevně danou dvouúrovňovou strukturu uživatelské podpory. V případě, že zaměstnanci podpory první úrovně nebudou schopni uspokojivě zodpovědět Vaše dotazy, postoupí je pracovníkům druhé úrovně s detailními znalostmi dané oblasti.

Každý pracovní den od 8.30 – 12.00 a 12.30 – 16.30 mohou všichni zákazníci se servisní smlouvou počítat s telefonickou podporou našeho týmu.

Kromě technické pomoci s ovládáním programu nabízíme také pomoc při řešení neočekávaných potíží nebo vysvětlení konkrétního dotazu.

Tip

Pokud se delší dobu snažíte dovolat a linka podpory je obsazená, můžete nám poslat e-mail na **support@scia-online.com**. Váš e-mail bude okamžitě zaregistrován a obdržíte e-mail s číslem a přímým odkaz na náš systém podpory.

Zpracování vašeho dotazu můžete usnadnit a urychlit, pokud ve vašem dotazu uvedete následující údaje.

- číslo verze programu (najdete v nabídce Nápověda > O aplikaci)
- operační systém, na kterém program spouštíte
- jedná se o náhodný problém, nebo k němu dochází opakovaně
- přesný popis postupu vedoucího k chybě
- objevuje se problém pouze u jediného projektu nebo je na projektu nezávislý
- velmi pomůže, pokud k dotazu připojíte Váš projekt (*.esa soubor)

Nezapomeňte také uvést svůj kontakt.

1.3 Scia websites

Pro naše české uživatele a zájemce o výpočetní program Scia Engineer jsme připravili webové stránky **www.scia-online.cz**.

Na těchto stránkách můžete sledovat aktualizace jednotlivých verzí programu. Pokud vlastníte některou ze starších licencí Scia Engineer, SCIA ESA PT, nebo NEXIS 32 a nevíte, kde verzi stáhnout, zamiřte do sekce **Download**.

<http://www.scia-online.cz/index.php?typ=CDA&showid=740>

Download

- Scia Engineer 2010.1
- Scia Engineer 2010
- Scia Engineer 2009
- Scia Engineer 2008
- Scia ESA PT 2007.1
- Nexis32
- FlexNet
- Activation Tester
- Keylist
- Ovladače Sentinel + důležité soubory
- FriLo



Tip

Nahlédněte do sekce **Tipy a Návody**.

<http://www.scia-online.cz/index.php?typ=CDA&showid=39>

Zde můžete nalézt užitečné návody pro práci s programem.

Tipy a návody

- Nexis
- Scia Engineer
- FriLo
- Ochrana

2. Úvod k projektům

Předkládaný tutoriál se zabývá modelováním a prací s plošnými prvky typu deska a stěna v programu Scia Engineer. Uživateli přináší vysvětlení základních principů zadávání dvourozměrných prvků, popis jejich vlastností, možnosti tvoření konstrukcí a přípravu modelu k výpočtu.

Veškeré prezentované informace jsou doplněny názornými obrázky. K tutoriálu patří také příslušný soubor ve formátu esa (formát Scia Engineer), se kterým je vhodné pracovat při čtení dokumentu a na kterém si uživatelé mohou samostatně pracovat, nebo jen ověřit zde popsané metody.

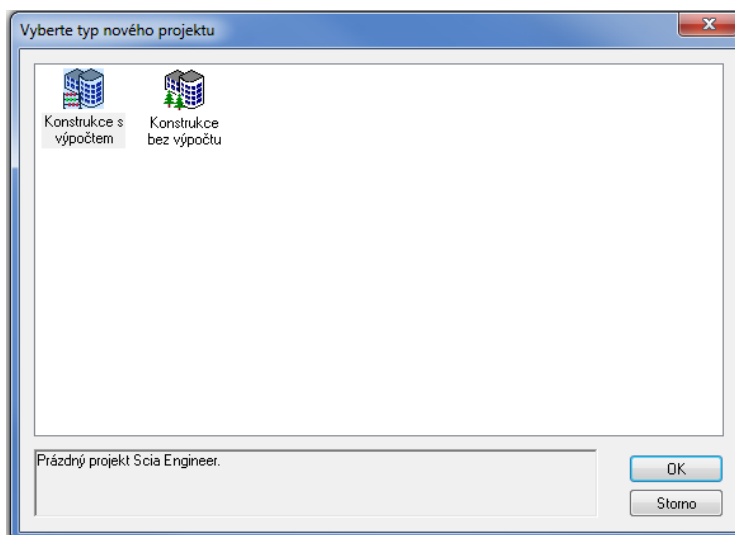
Na konci některých kapitol je část tutoriálu, kde se popisují jednotlivé postupy modelování a editace. Tyto odstavce jsou označeny svíslou hnědou čarou. Výsledný model je součástí tutoriálu jako soubor 1.3 Tutorial_Základní školení-modelování a editace plošných prvků.esa

Tutoriál byl tvořen pro verzi programu Scia Engineer 2011.

Složitějším typům 2D konstrukcí – skořepinám – je věnován samostatný tutoriál.

2.1 Nový projekt s 2D prvky

Pro modelování konstrukce nebo vytváření obecného tvaru konstrukce můžeme zvolit typ nového projektu Konstrukce s výpočtem i Konstrukce bez výpočtu. Typy se liší možností provádět analýzu a návrh konstrukce (současně se zadáváním podpor modelu, zatížením, nastavením sítě a řešiče, ...), ale co se modelování týká, jsou si rovnocenné.



Už při vytváření nového projektu je třeba mít na paměti, že pouze některé typy konstrukcí pracují s plošnými prvky. Tento typ a další údaje se nastavují v základním dialogovém okně Data o projektu.

The screenshot shows the 'Data o projektu' dialog box with the following details:

- Tab:** Základní data
- Data:**
 - Jméno: Základní školení
 - Část: modelování a editace plošných prvků
 - Popis: tutorial
 - Autor: Ing. Jiří Podval
 - Datum: 25. 07. 2011
- Konstrukce:**
 - Přihrada XYZ
 - Přihrada XZ
 - Rám XZ
 - Přihrada XYZ
 - Rám XYZ
 - Bořť XY
 - Deska XY
 - Stěna XY
 - Obecná XYZ**
- Materiál:**
 - Beton:
 - Materiál: C12/15
 - Materiál výztuže: B 400A
 - Ocel:
 - Materiál: S 235
 - Dřevo:
 - Ostatní:
 - Hliník:
- Norma:**
 - Národní norma: EC - EN
 - Národní dodatek: Česká CSN-EN NA

- Deska XY:** nabízí zadávání 1D prvků a 2D prvků typu deska (90); vše v jedné rovině XY; zatížení je možné pouze kolmo k této rovině
- Stěna XY:** nabízí zadávání 1D prvků a 2D prvků typu stěna (80) pomocí jednotlivých bodů; vše v jedné rovině XY; zatížení je možné pouze ve směrech X a Y, tedy také v rovině konstrukce
- Obecná XYZ:** nabízí zavádění libovolných 1D a 2D prvků v prostoru; zatížení také v libovolném směru

Projekty založené jako rovinné konstrukce slouží hlavně k lepší přehlednosti a jednoduchosti zadávání i výpočtů. Možnosti modelování, výpočtu i navrhování jsou zde omezené na rovinné záležitosti. Je na statikovi zvážit, zda pro jeho model je použití pouze rovinného výpočtu vyhovující.

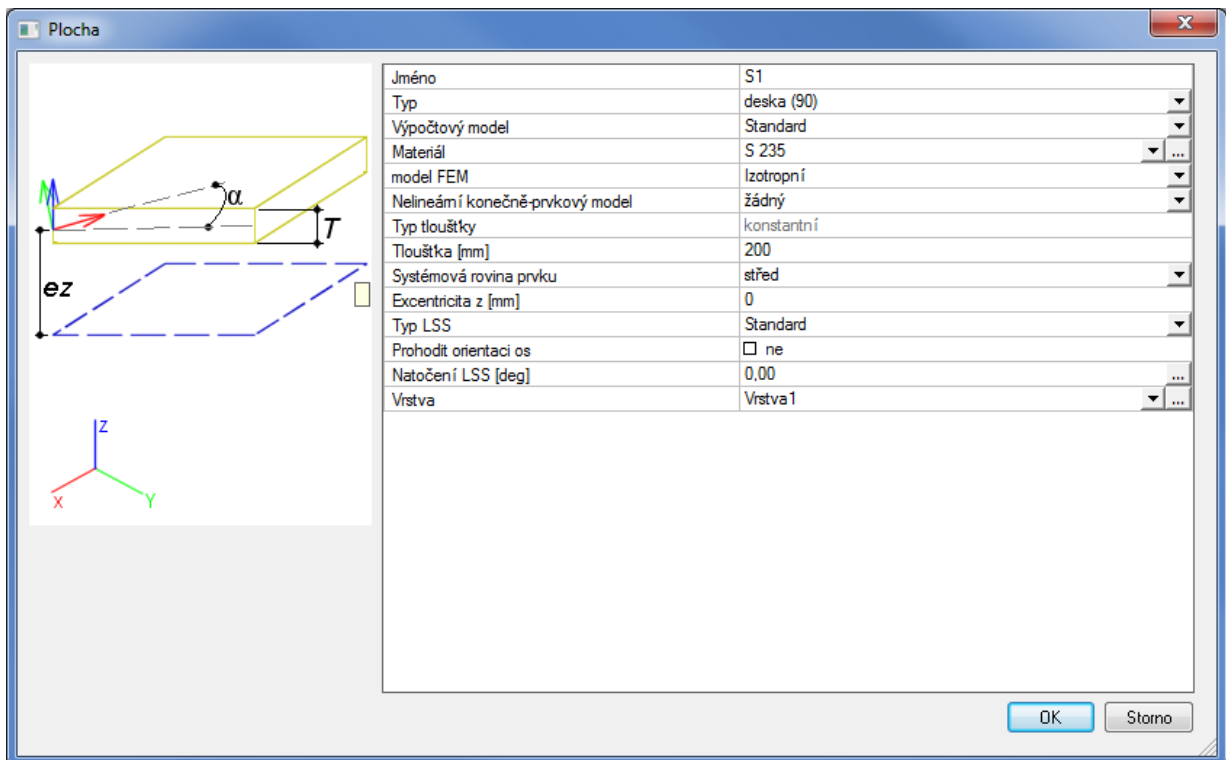
Vybereme nejkompexnější typ konstrukce – Obecná XYZ. Z tohoto typu už není možné se vrátit k předchozím typům, obrácený postup je možný. Dále doporučujeme používat úroveň projektu rozšířenou a model jeden. V pravé části dialogu je třeba ještě nastavit výchozí materiály použité v projektu a zvolit normu, podle které se řídí jak označení materiálů, tak hlavně navrhování a posuzování konstrukce. Pro potřeby modelování není třeba aktivovat žádnou speciální funkcionalitu v příslušné kartě dialogového okna Data o projektu.

3. Zadávání 2D prvků

V následující kapitole se zaměříme na vkládání konstrukčních elementů typu deska i stěna a objasnění jejich vlastností.

3.1 Deska

Deska je typ plošného elementu ve Scia Engineer, který je definován svojí tloušťkou a uzly tvořícími křivky nebo polygony. Deska může mít libovolný počet hran a to jak přímé, tak zakřivené. Vlastnostmi desky jsou:



- Jméno** Výchozí označení je S (z ang. slab) a číslo, ale lze zadat libovolné unikátní jméno desky.
- Typ** 2D prvky mají 3 typy: deska, stěna a skořepina. Skořepina se liší v tom, že může mít prostorové uspořádání. Další rozdíl se projeví při návrhu výztuže (stěna může mít jednu vrstvu výztuže v těžišťové rovině, deska dvě vrstvy při obou površích).
- Výpočtový model** U plošných prvků je vždy typ analýzy „standardní“.
- Materiál** Pomocí rolovacího menu nebo tlačítka se třemi tečkami můžeme vybrat materiál desky z knihovny.
- Model FEM** Model pro analýzu FEM může být izotropní (stejné vlastnosti ve všech směrech), nebo ortotropní (různé vlastnosti v kolmých směrech). Více v kapitole o Ortotropii nebo speciálním manuálu (Orthotropy_Theory).
- Nelineární konečně-prvkový model** Slouží pro určení pokročilého nastavení desky při nelineárních výpočtech (nutné další moduly) – vyloučení tahu (kdy v desce nejsou tlaková napětí) a membrána (zvláštní typ prvku pro nelineární analýzu).
- Typ tloušťky** Parametr lze zadávat až následně v okně vlastností. Volba je mezi konstantní a proměnnou tloušťkou.

Tloušťka (mm)

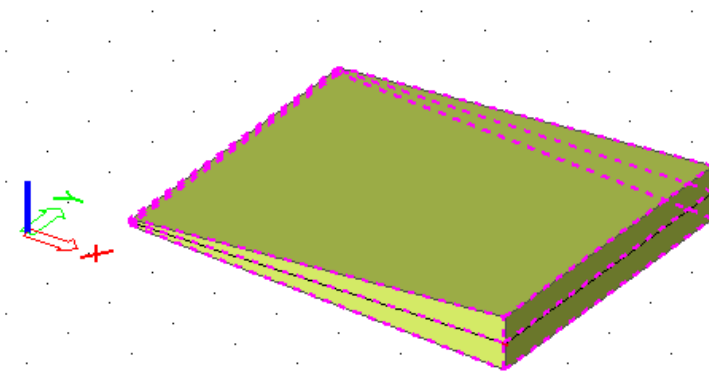
Hodnota tloušťky v uvedených jednotkách. Pro konstantní tloušťku stačí zadat jednu hodnotu, pro proměnnou tloušťku jsou vyžadovány další parametry:

Směr – udává, ve směru které globální nebo lokální osy bude tloušťka proměnná, je možné nastavit variaci tloušťky ve dvou směrech, ve 4 bodech (u obdélníka) nebo polární (u kruhu)

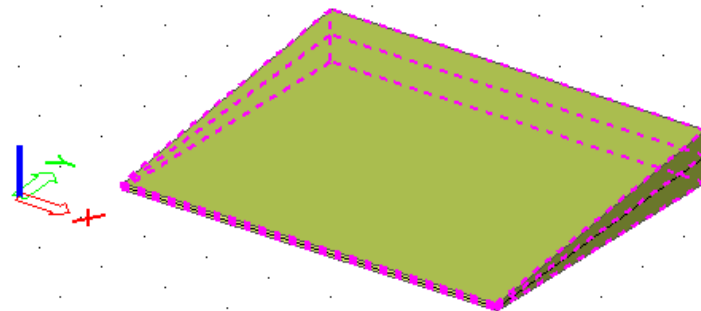
Bod/Tloušťka – udává přesnou hodnotu tloušťky v uzlech konstrukce, mezilehlé hodnoty jsou lineárně dopočítány. Vybírat je možné ze všech uzlů hraničních křivek

Typ tloušťky	proměnná
☐ Proměnná tloušťka	
Směr	Směr X
Tloušťka [mm]	200
Bod 1	N1
Tloušťka [mm]	200
Bod 2	N2

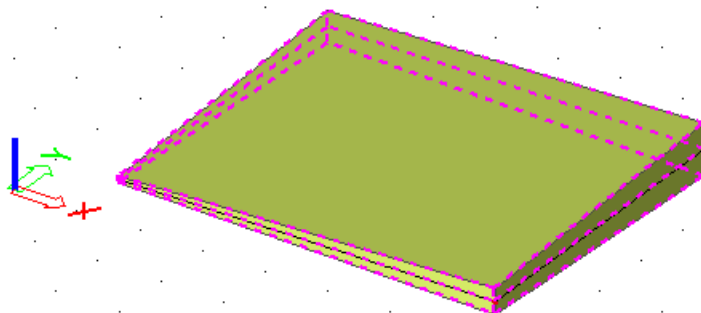
Příklady proměnné tloušťky desek:



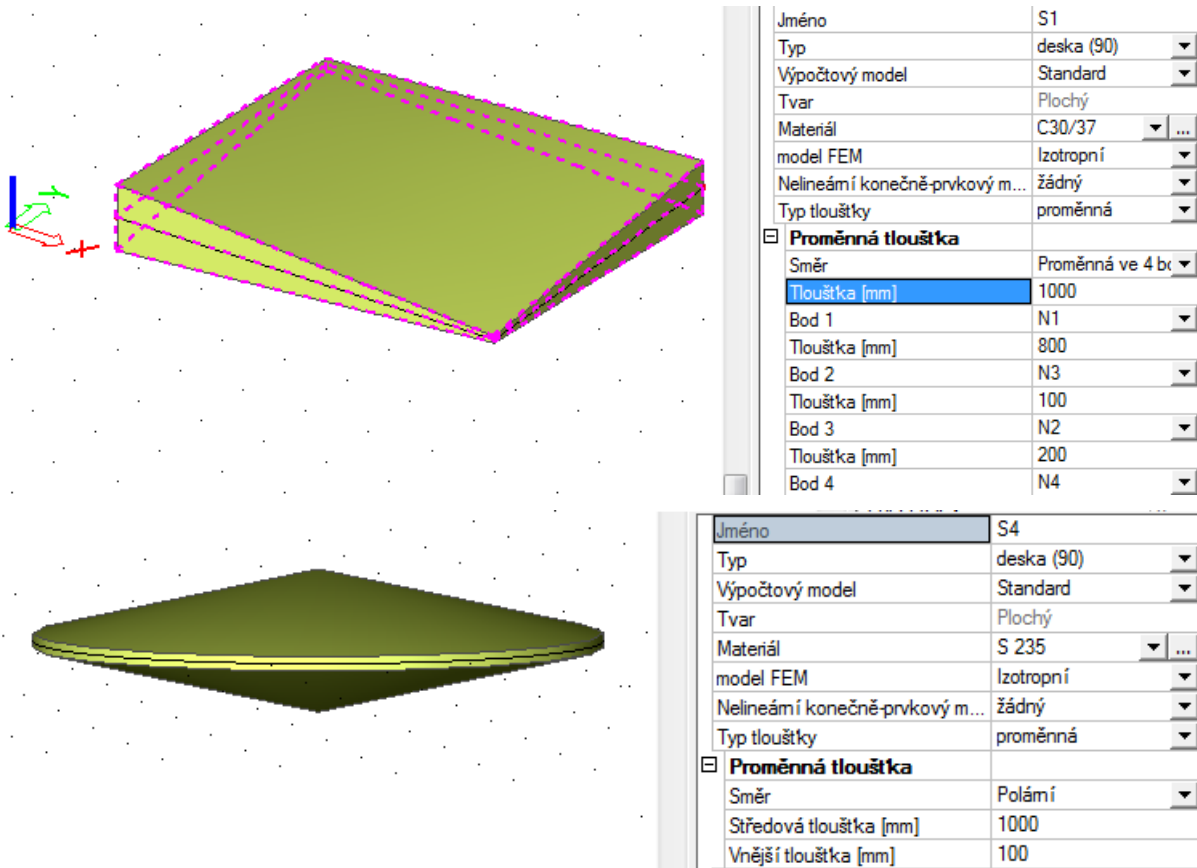
Jméno	S1
Typ	deska (90)
Výpočtový model	Standard
Tvar	Plochý
Materiál	C30/37
model FEM	Izotropní
Nelineární konečně-prvkový m...	žádný
Typ tloušťky	proměnná
☐ Proměnná tloušťka	
Směr	Směr X
Tloušťka [mm]	100
Bod 1	N1
Tloušťka [mm]	800
Bod 2	N2



Jméno	S1
Typ	deska (90)
Výpočtový model	Standard
Tvar	Plochý
Materiál	C30/37
model FEM	Izotropní
Nelineární konečně-prvkový m...	žádný
Typ tloušťky	proměnná
☐ Proměnná tloušťka	
Směr	Směr Y
Tloušťka [mm]	100
Bod 1	N1
Tloušťka [mm]	800
Bod 2	N3

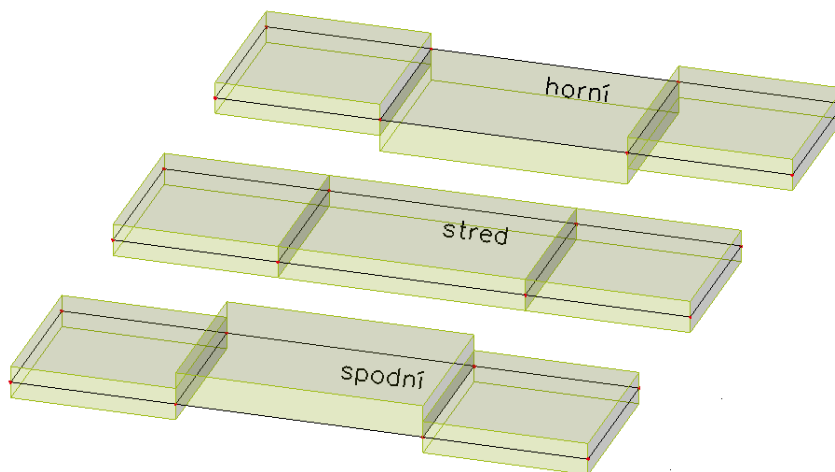


Jméno	S1
Typ	deska (90)
Výpočtový model	Standard
Tvar	Plochý
Materiál	C30/37
model FEM	Izotropní
Nelineární konečně-prvkový m...	žádný
Typ tloušťky	proměnná
☐ Proměnná tloušťka	
Směr	Proměnná ve dvo
Tloušťka [mm]	100
Bod 1	N1
Tloušťka [mm]	800
Bod 2	N3
Tloušťka [mm]	400
Bod 3	N2



Systémová osa

Zadávací rovina desky může být zarovnána se středem, horním okrajem nebo dolním okrajem desky. Tím vnášíme do desky také určitou výstřednost, jako následující parametr „excentricita“. (Tento parametr není dostupný pro desku typu membrána.)



Excentricita

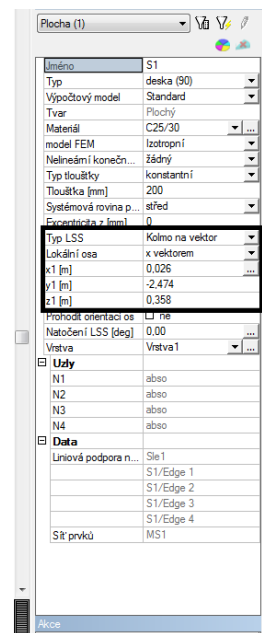
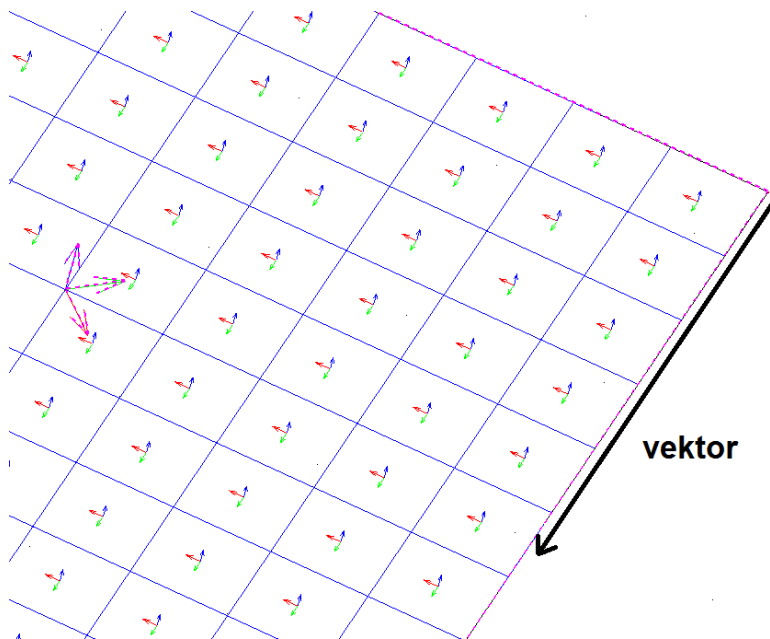
Hodnota v milimetrech udává vzdálenost zadávací (systémové) roviny od skutečné polohy prvku. Vzdálenost je vynášena na lokální osu Z entity, s uvažováním znaménka. (Tento parametr není dostupný pro desku typu membrána.)

Typ LSS

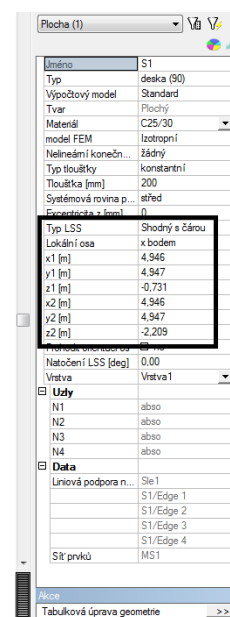
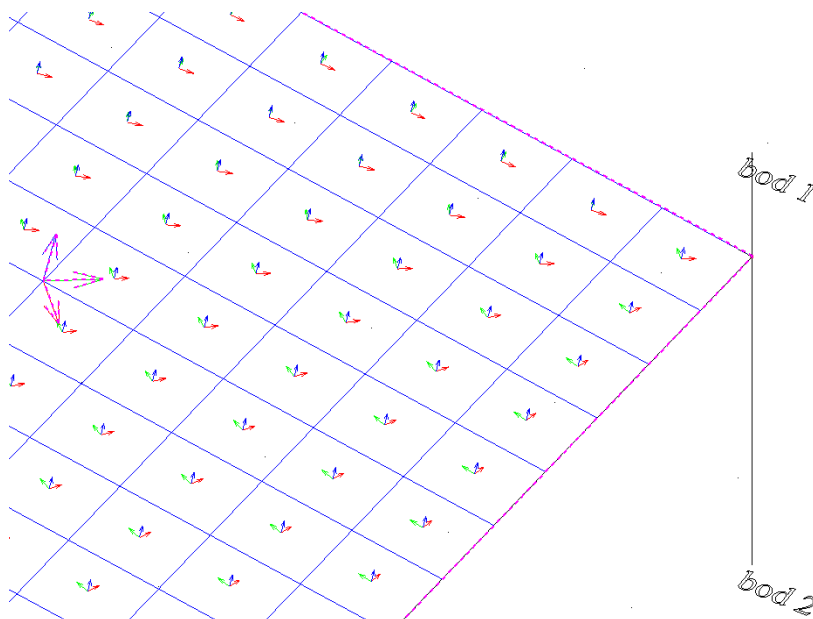
Máme možnost vybrat z několika typů lokálního souřadného systému desky. Osa Z je vždy kolmá na rovinu desky, ovšem poloha os X a Y se může měnit:

Standard – pokud je deska v pracovní rovině XY, lokální souřadný systém bude odpovídat globálnímu osovému křížji; pokud není deska zadána rovnoběžně s pracovní rovinou XY, osa X bude rovnoběžná s průsečnicí mezi rovinou desky a pracovní rovinou XY

Kolmo na vektor – osa vybraná v políčku **Lokální osa** bude kolmá k vektoru zadanému pomocí hodnot x_1 , y_1 a z_1 nebo pomocí kliknutím na počáteční a koncový bod vektoru přímo ve 3D okně



Shodný s čarou – osa vybraná v políčku **Lokální osa** bude shodná s průsečnicí konečného prvku a čáry, kterou definujeme pomocí hodnot x_1 , y_1 , z_1 a x_2 , y_2 , z_2 nebo myší přímo ve 3D okně; pokud průsečnice neexistuje, zachová se standardní typ LSS; tento typ je vhodný zejména pro desky kuželovitého tvaru



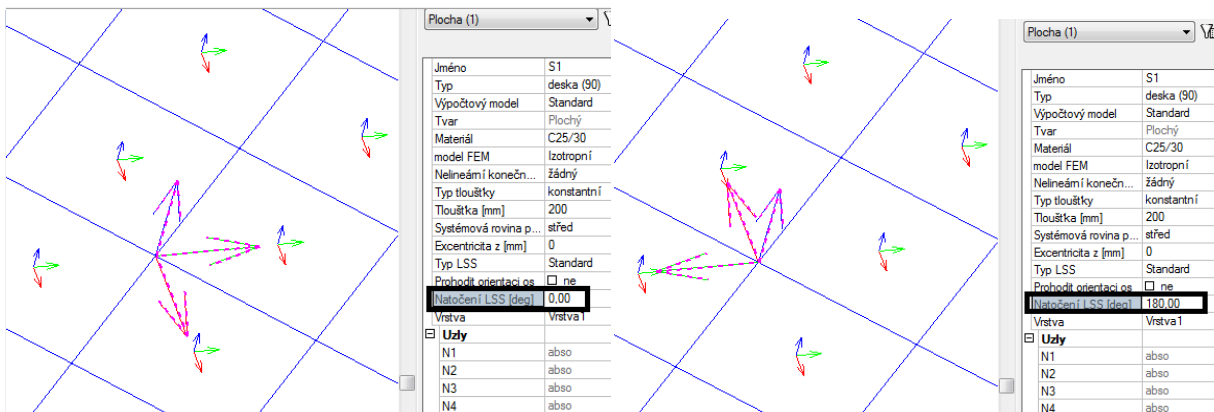
Nejmenší úhel s vektorem – osa vybraná v políčku **Lokální osa** bude nasměrována tak, aby svírala nejmenší úhel s vektorem zadaným pomocí hodnot x_1 , y_1 a z_1 nebo pomocí kliknutím na počáteční a koncový bod vektoru přímo ve 3D okně

Sklon vektoru definovaný bodem - osa vybraná v políčku **Lokální osa** bude nasměrována tak, že bude směřovat k bodu zadanému pomocí hodnot x_1 , y_1 a z_1 nebo pomocí kliknutím na bod přímo ve 3D okně

Sklon vektoru kolmo na čáru – osa vybraná v políčku **Lokální osa** bude kolmá na čáru, kterou definujeme pomocí hodnot x_1 , y_1 , z_1 a x_2 , y_2 , z_2 nebo myší přímo ve 3D okně

Prohodit orientaci os Zaškrtnutím této možnosti můžeme změnit orientaci osy Z (a s tím spojené otočení osy Y kvůli zachování pravotočivosti soustavy). Pozor – tato změna může mít vliv na směr zatížení dané desky, pokud je vázáno na LSS 2D prvku!

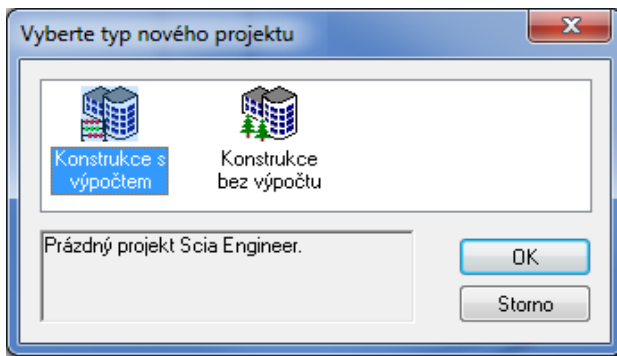
Natočení LSS (deg) Lokální souřadný systém můžeme pootočit kolem osy Z o zadaný úhel. Toto nastavení nemá vliv na souřadný systém prvků MKP.



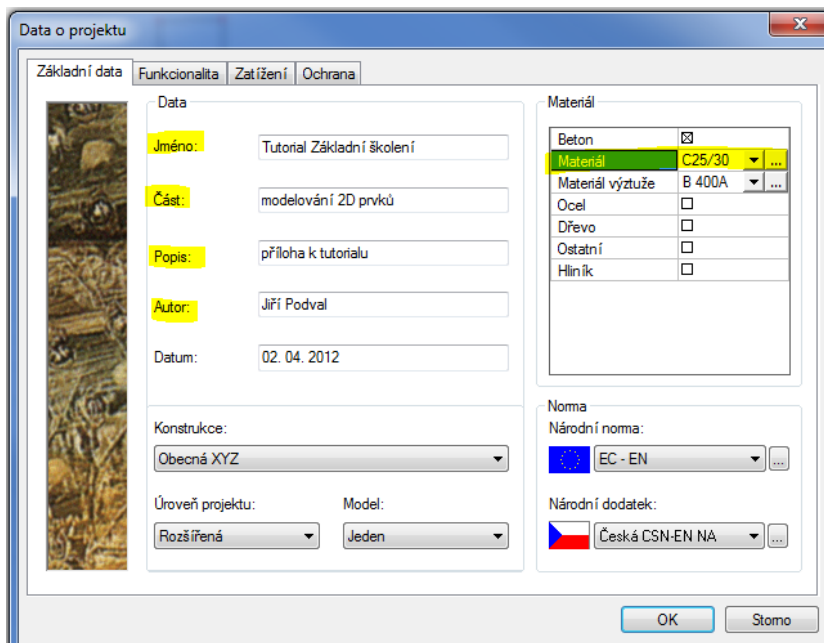
Vrstva

Jednotlivé elementy ve Scia Engineer je možné seskupovat do vrstev podle typu entit, umístění v konstrukci, materiálu, rozměrů aj. Tyto vrstvy (obdobně jako dříve pauzovací papíry na rýsovacím prkně) je následně možné rozdílně zobrazovat, skrývat, vybírat atd.

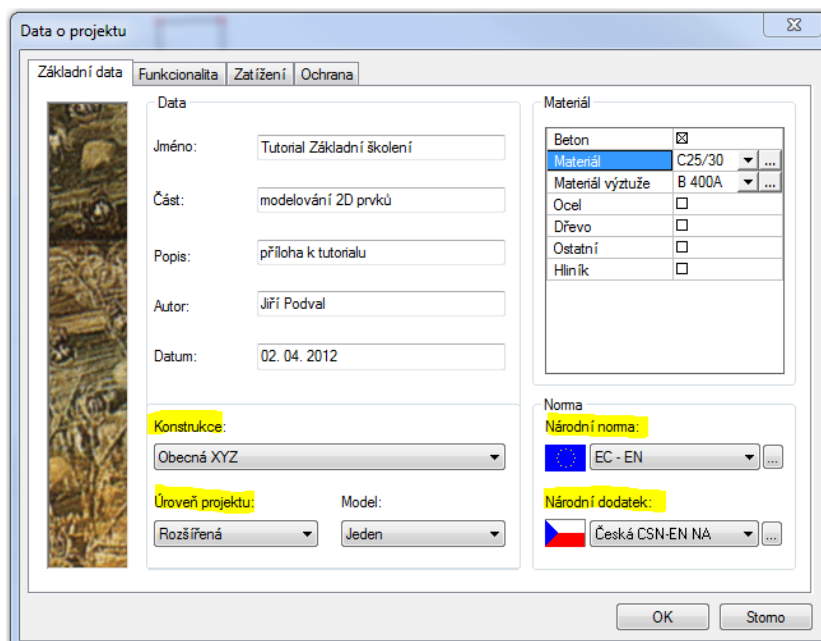
- Otevřete nový projekt typu Konstrukce bez výpočtu (případně Konstrukce s výpočtem kvůli kapitole číslo 6)



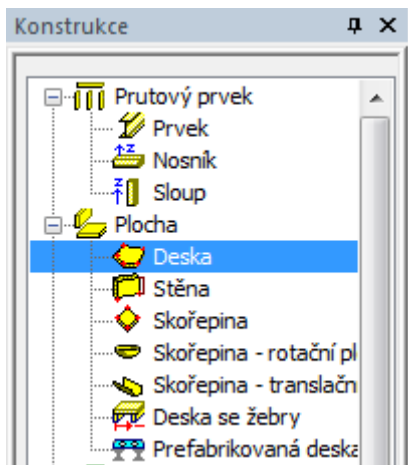
- Zadejte základní data o projektu, vyberte materiál beton C25/30.



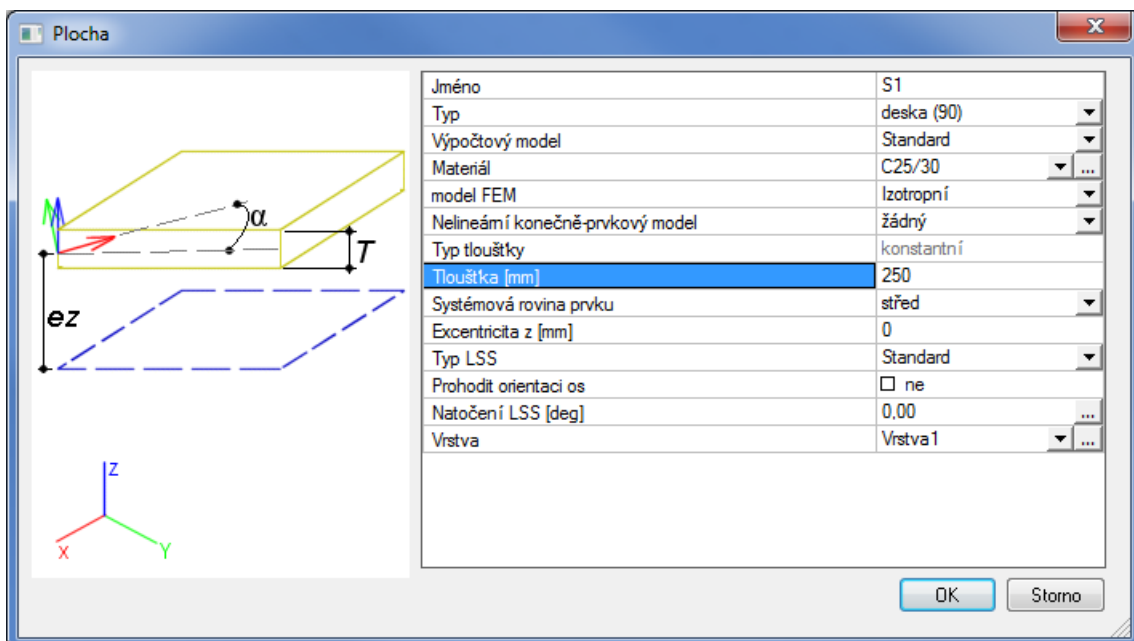
- Vyberte typ konstrukce Obecná XYZ, rozšířenou úroveň projektu a národní normu EC-EN s českým národním dodatkem



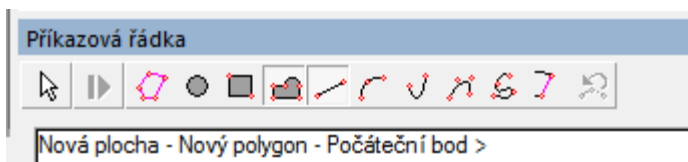
- V servisu Konstrukce najděte funkci pro zadání desky a dvojklikem zahajte zadávání nové entity:



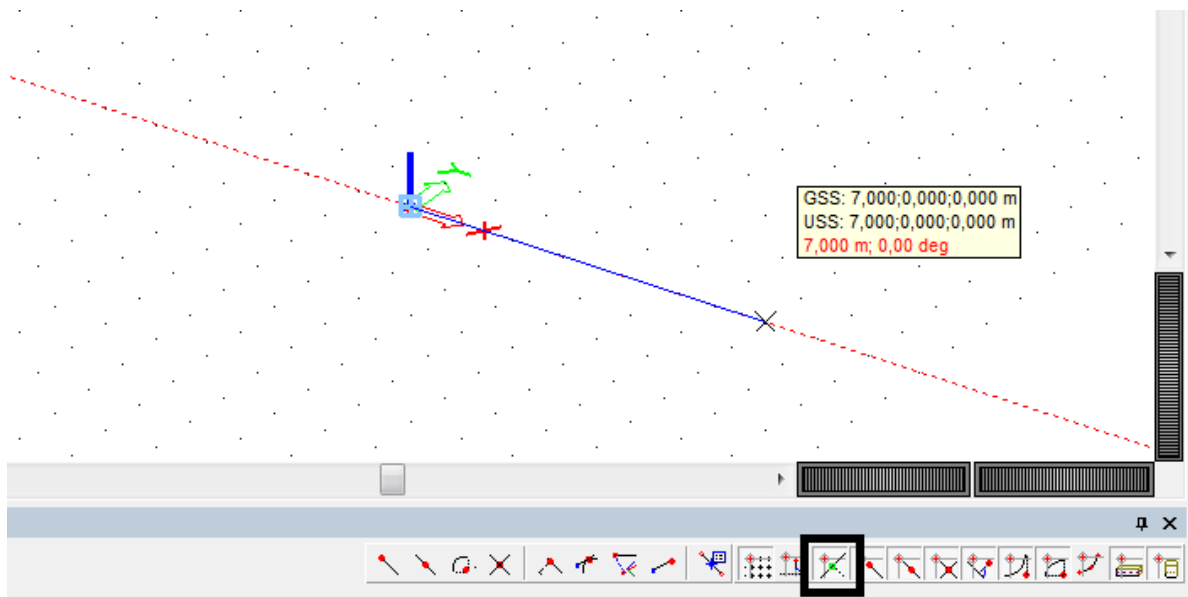
- Ve vlastnostech desky změňte tloušťku desky na 250mm a dialog zavřete kliknutím na tlačítko OK.



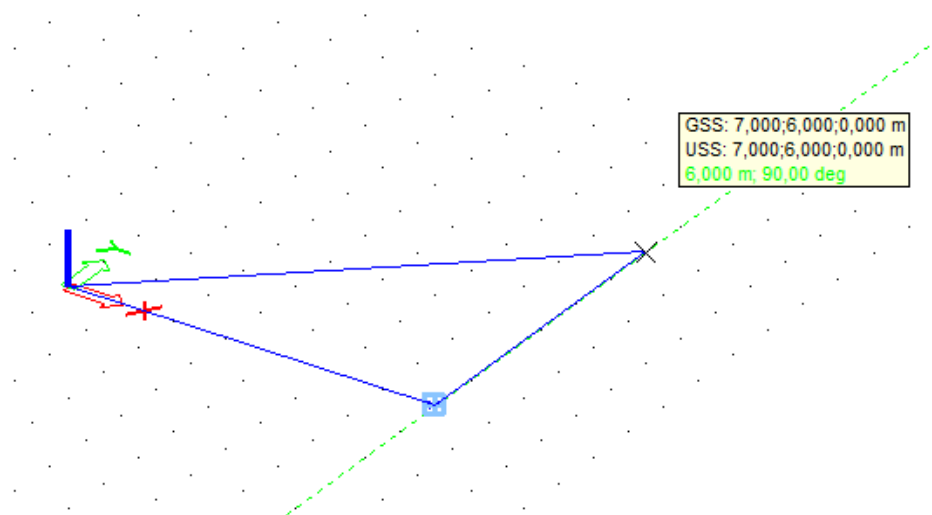
- Jste v režimu zadávání polygonu desky. Polygon můžete zadat v grafickém okně kurzorem myši nebo v příkazové řádce zadáním souřadnic bodu, případně výběrem ikon pro snazší zadávání křivek nebo výběr již existujících čar.



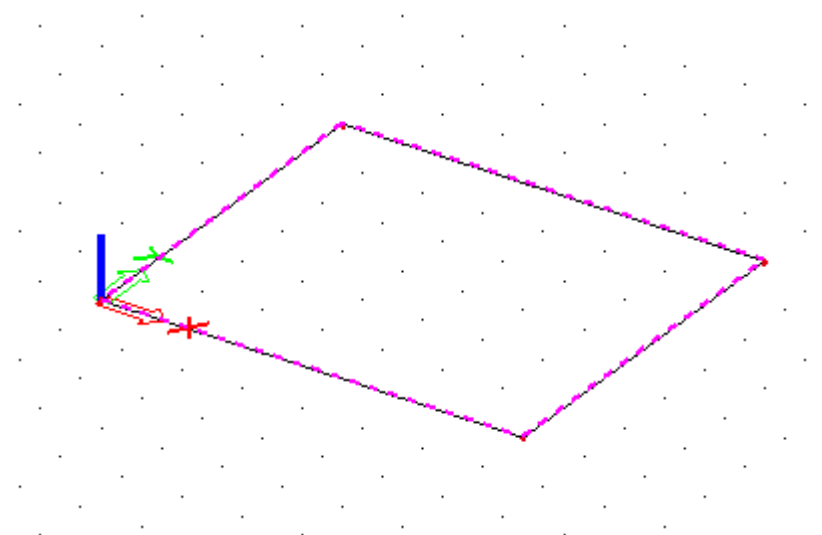
- Zadejte obdélník o stranách 7 a 6 metrů kliknutím postupně do počátku souřadného systému, do bodu vzdáleného 7m ve směru osy X (je dobré mít zapnuté trasování, díky kterému se po zadání prvního bodu ukáže červená trasovací přímka)



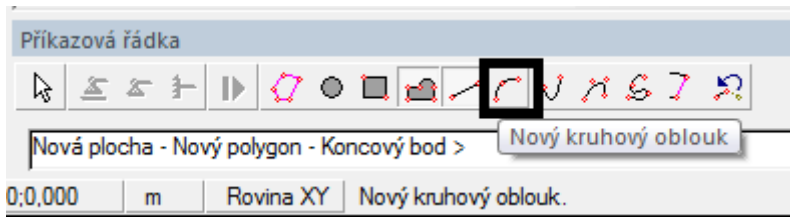
- ...dále do bodu vzdáleného 6m ve směru osy Y (při trasování se objeví zelená trasovací přímka, díky bodovému rastru je opět snazší odměření přesné vzdálenosti)



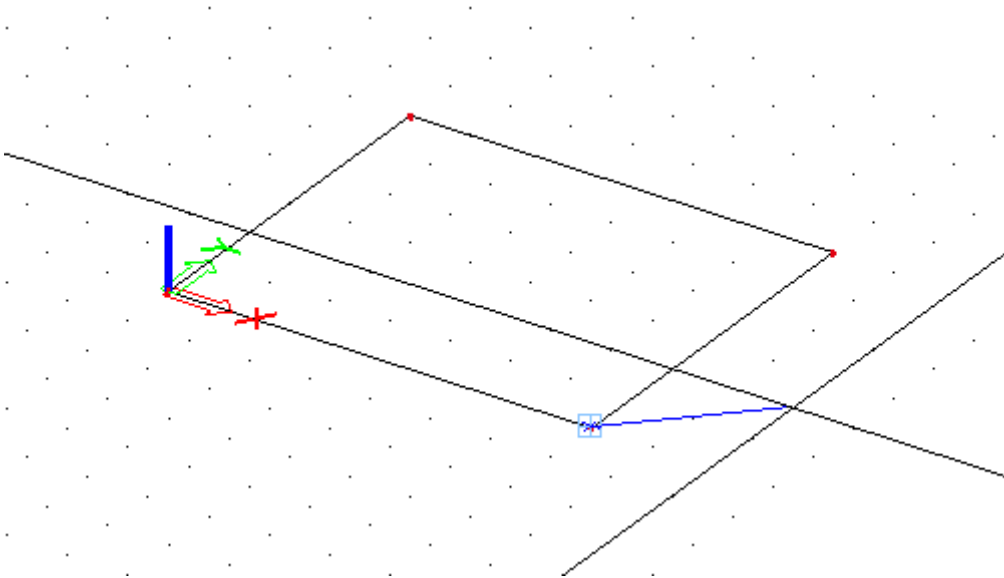
- ... a do posledního bodu obdélníku. Klávesou ESC je možné uzavřít polygon bez nutnosti návratu do počátečního bodu. Druhým stisknutím ESC se ukončí zadávání desky.



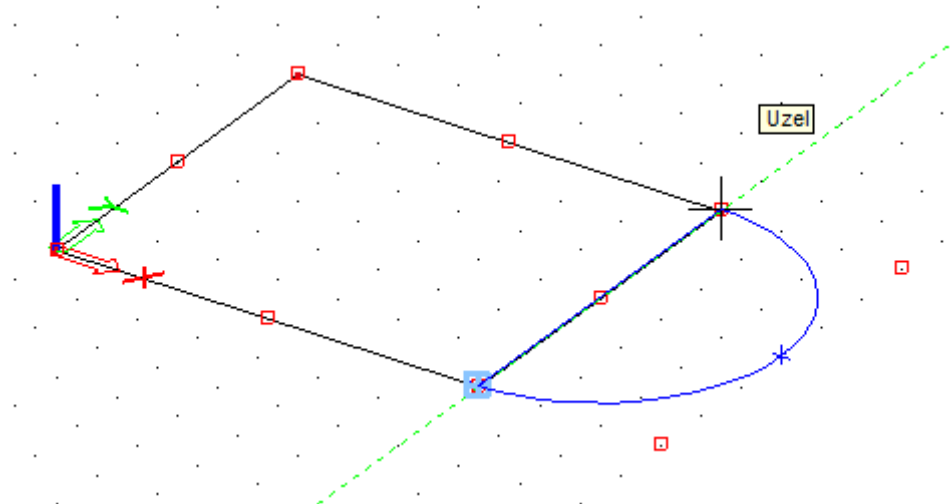
- Druhou desku vložíme pomocí půlkruhového oblouku. Dvojklikem za desku ve stromě nabídek zahájíme zadání desky, poté potvrdíme tlačítkem OK vstupní parametry. V příkazové řádce vybereme funkci pro zadání kruhového oblouku.



- Prvním bodem bude uzel se souřadnicemi 6;0;0



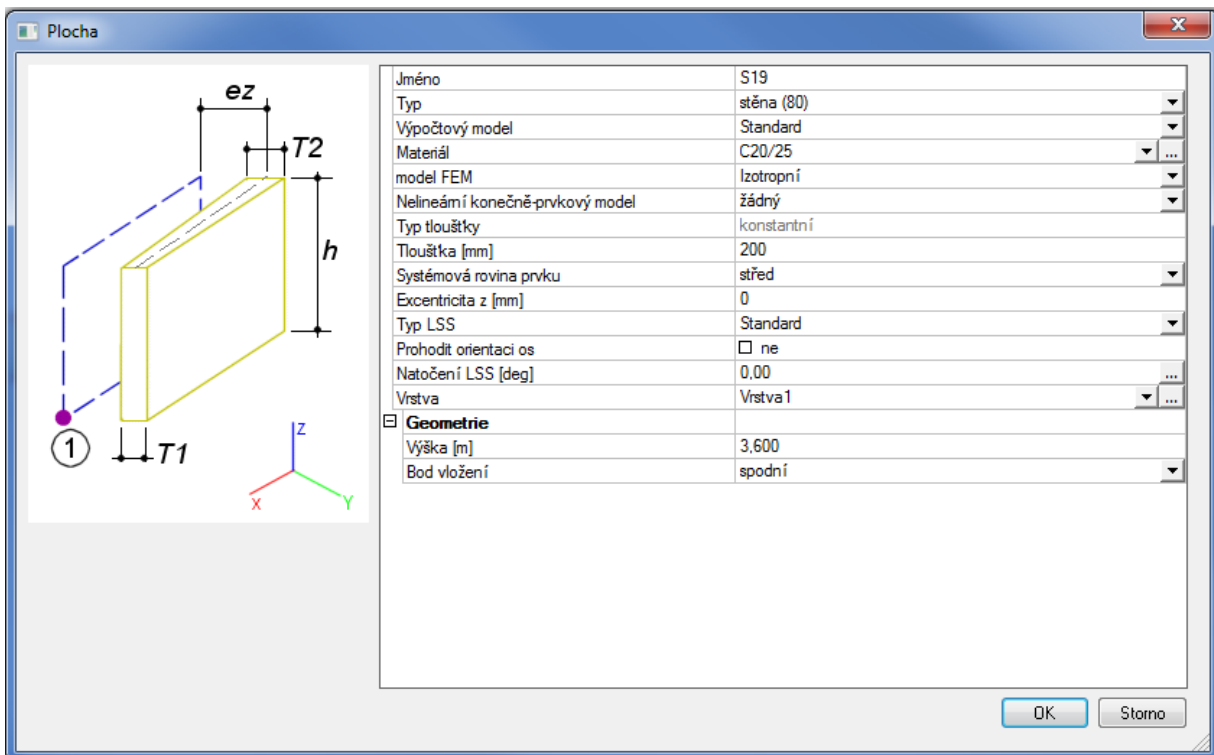
- Následuje vrchol oblouku, který zadáme do příkazové řádky pomocí souřadnic 10;3;0 (souřadnice oddělujeme středníkem nebo mezerou), poslední bod zadáme opět myší – vrchol polygonu v místě 7;6;0



- Dvojným stisknutím klávesy ESC uzavřeme polygon a ukončíme zadávání desky.

3.2 Stěna

Stěna je typ plošného elementu ve Scia Engineer, který je definován svojí tloušťkou, výškou a polygonem (nebo křivkou) určujícím průmět stěny do pracovní roviny. Vlastnosti stěny jsou obdobné jako u stěny s výjimkou části nazvané Geometrie:



Výška

Hodnota určuje výšku stěny ve směru osy Z nad zadanými uzly.

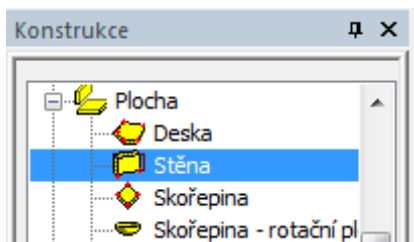
Bod vložení

Určuje, jestli se zadává spodní nebo horní základna stěny. Základnu můžeme zadávat pomocí bodů (jak do příkazového řádku, tak myší), výběrem existující čáry nebo vytvořením vlastních polygonů a křivek (viz obrázek).

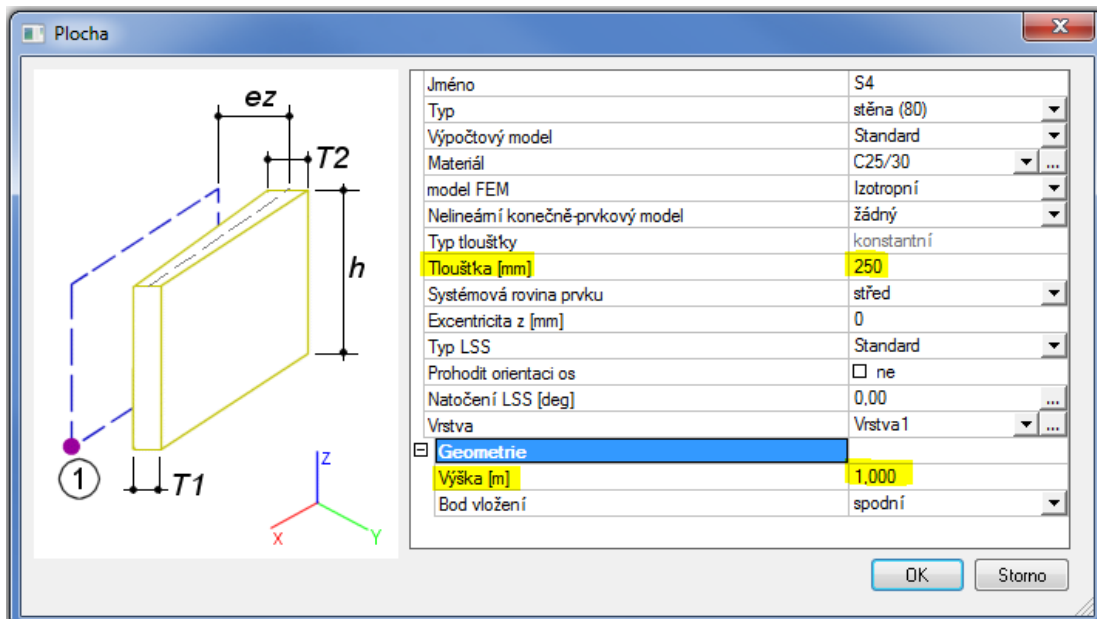


Pozor – zakřivené stěny je možné modelovat pouze s rozšířením modulu esa.01, s modulem pro Zakřivené plošné prvky (esa.02).

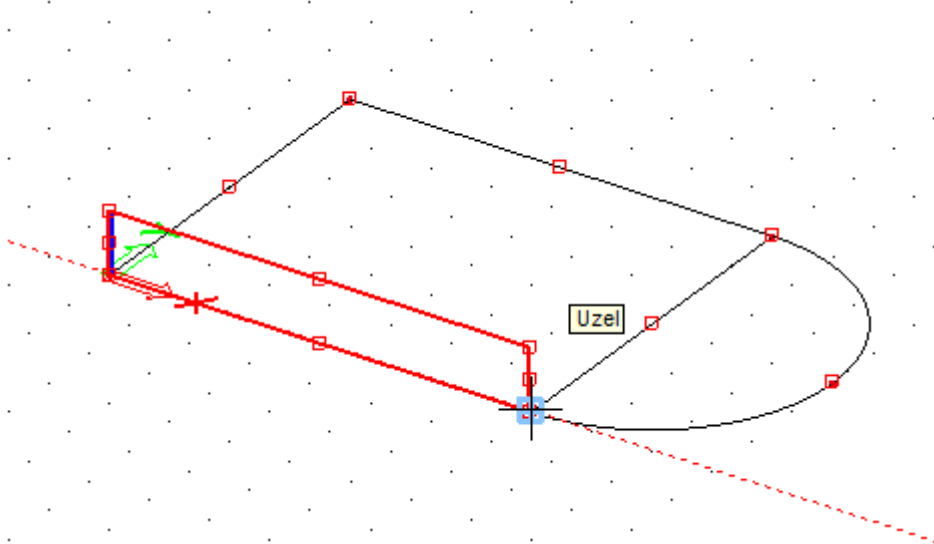
- V servisu konstrukce vyberte funkci pro zadání stěny a dvojklikem spusťte



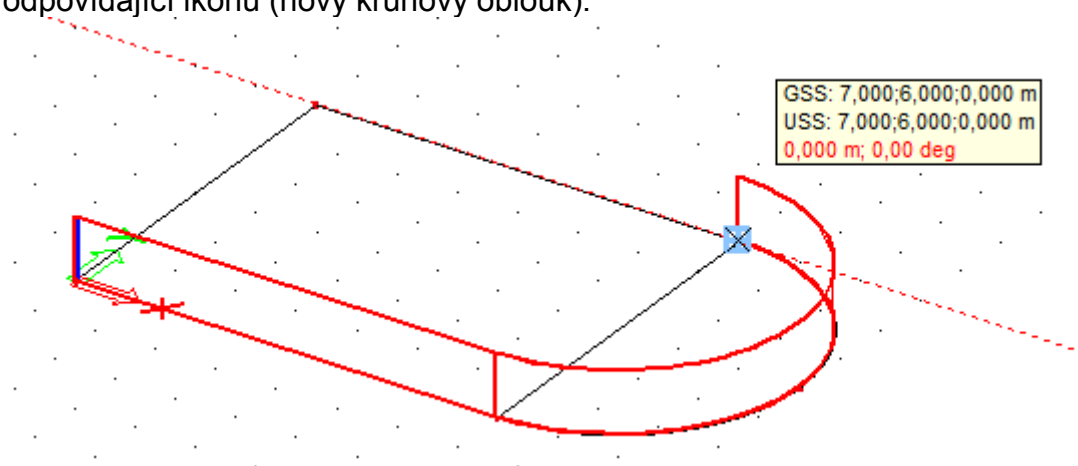
- Zadejte tloušťku 200mm a výšku stěny 1m



- Pro zadání stěny využijte existující uzly desek. Začněte stejnou hranou jako u první obdélníkové desky

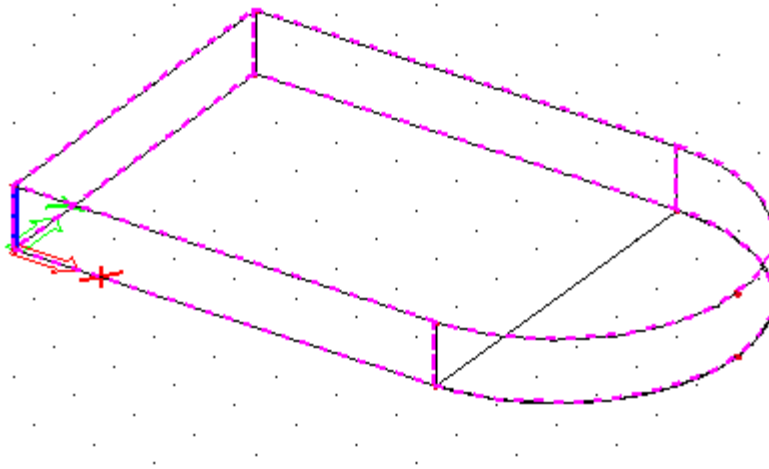


Pokračujte kruhovým obloukem, k tomu je třeba opět v příkazové řádce vybrat odpovídající ikonu (nový kruhový oblouk).



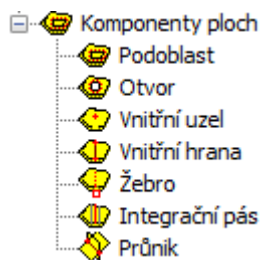
Pro modelování zakřivených stěn a skořepin je třeba modul esa.02

- Dokončete stěny kolem obdélníkové desky. Opusťte mód zadávání klávesou ESC.



3.3 Komponenty ploch

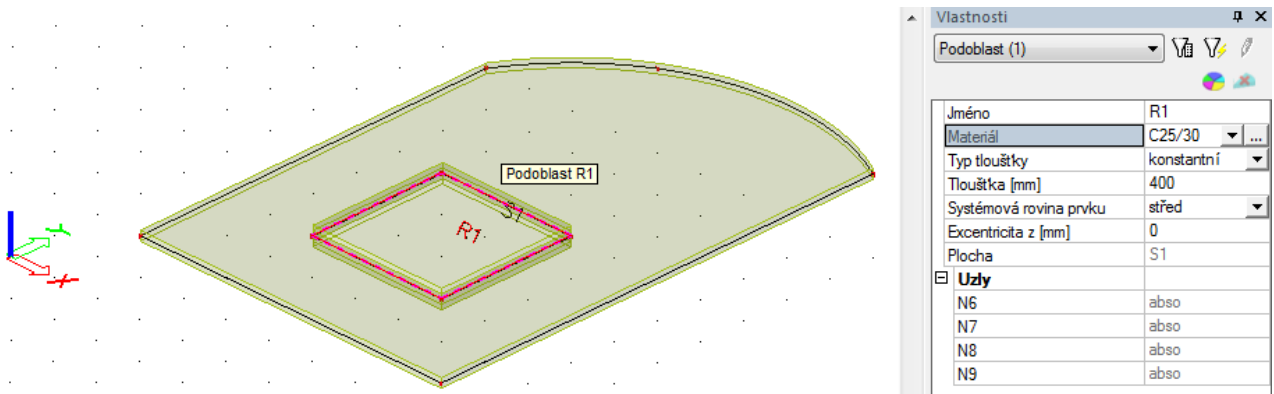
Plošné prvky můžeme ještě upravovat a zadávat různá specifika, která ovlivní jak výpočet, tak vzhled prvků, pomocí tzv. komponent ploch. Tato podkapitola plošných prvků se zobrazí, jakmile je zadán alespoň jeden plošný prvek.



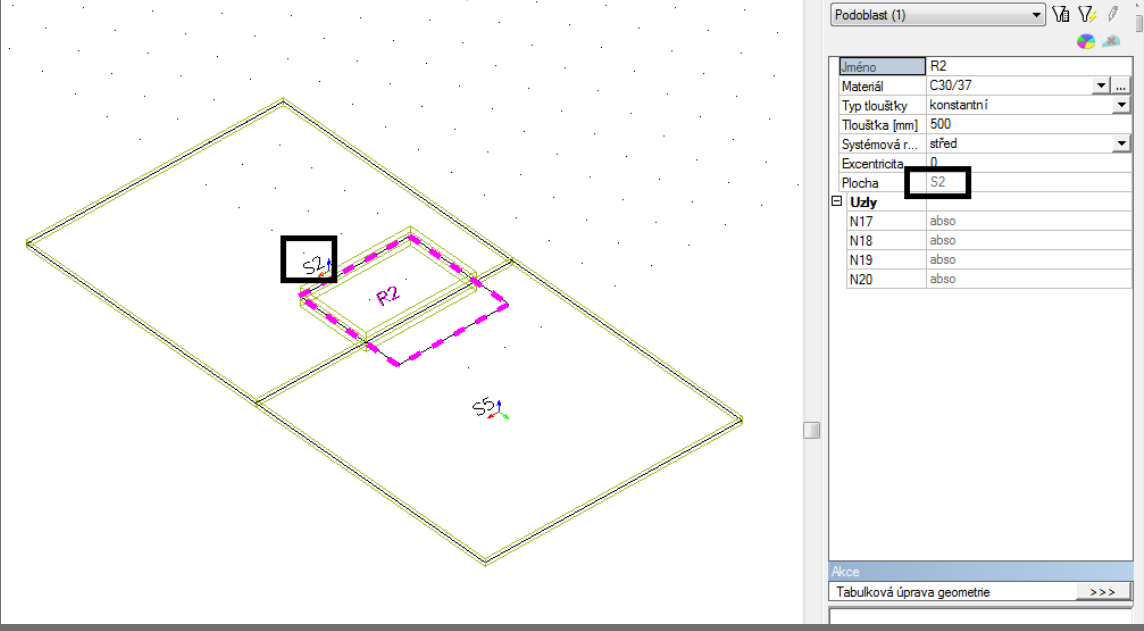
3.3.1 Podoblast

Pomocí podoblasti můžeme části plošného prvku zadat jiné parametry, než má zbytek elementu. Typickým použitím je oblast s jinou tloušťkou nebo z jiného materiálu. Může být také vhodná pro zadání zatížení, které působí jen na část plochy, nebo pro zahuštění sítě MKP na části konstrukce.

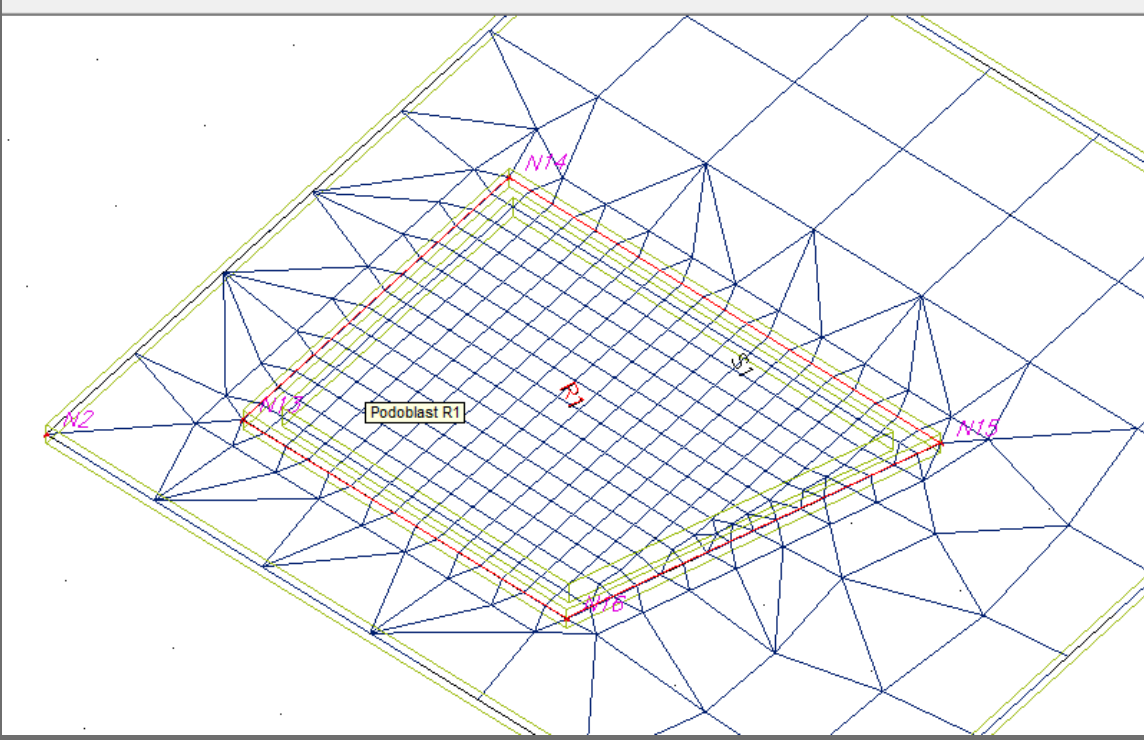
Pro zadání podoblasti musíme vybrat referenční plochu, změnit příslušné parametry a podobně jako při modelování desky vybrat nebo číselně zadat body, kde se má podoblast vyskytovat. Pro modelování podoblasti můžeme taktéž využít funkce pro kreslení a vybírání již existujících čar. Podoblast se chová jako samostatná entita. Lze ji vybírat a následně mazat, kopírovat a posouvat v rámci jedné desky, ale i na další desky.



Pozor na hranu plochy, podoblast vždy patří jen jedné desce.

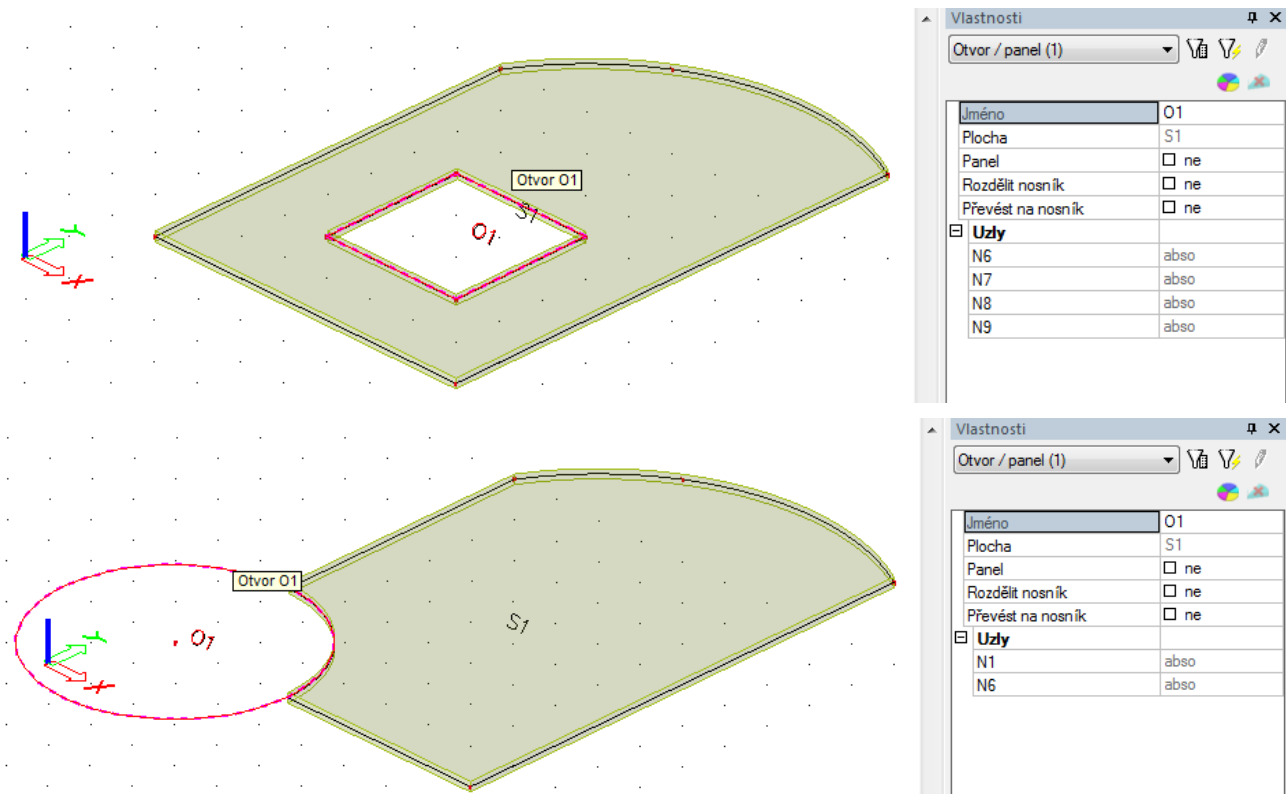


Na hranách podoblasti se vždy vytváří síť konečných prvků automaticky.

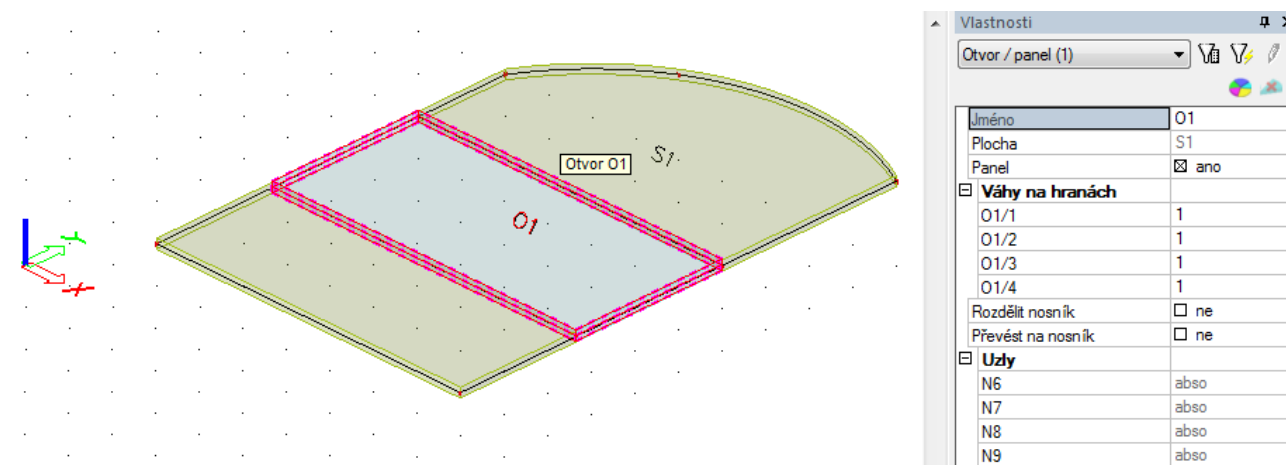


3.3.2 Otvor

Otvor v desce nebo stěně může mít libovolný tvar a velikost. Je vždy vztažen ke konkrétní ploše, ačkoliv jej lze kopírovat na jiné prvky. Otvor může desku i přesahovat.



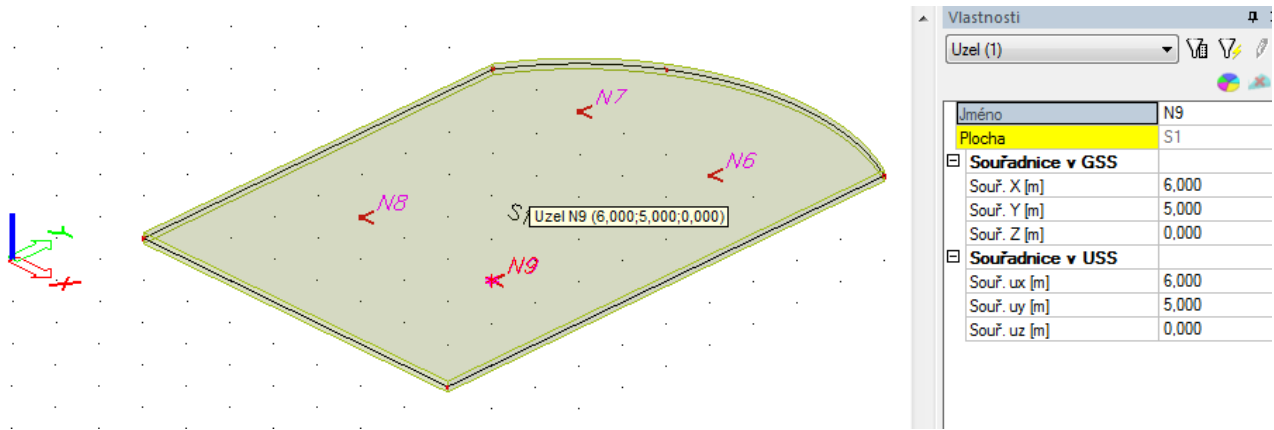
Oblast v otvoru nemusí být nutně vymazána, může být také převedena na panel, který bude přenášet zatížení ze své plochy na jednotlivé hrany (v uživatelem zvoleném poměru).



Pokud řežeme žebrovou desku, můžeme rovnou ošetřit to, že i žebra budou ořezána a odstraněna pomocí funkce **Rozdělit nosník**. Pokud navíc zaškrtneme i funkci **Převést na nosník**, vytvoří se na dotčených žebrech otvor v prutovém prvku.

3.3.3 Vnitřní uzel

Standardně se u plošných prvků vytvoří uzly jen na hranách. Pokud je třeba umístit uzel i dovnitř desky, slouží k tomu účelu tato funkce. Vnitřní uzel lze následně použít pro připojení sloupu, zadání podpory nebo zatížení do uzlu. Více uzlů naráz lze vkládat velice jednoduše, dokud neukončíme zadávání klávesou ESC, můžeme definovat další a další body.



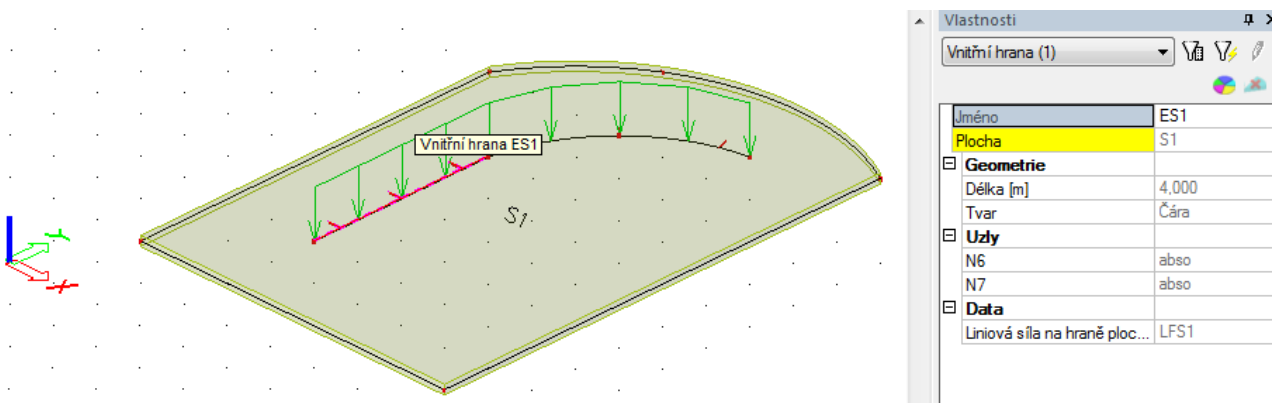
- Vnitřní uzel lze vložit také zkopírováním nějakého existujícího uzlu například pomocí relativních souřadnic.
- Vnitřní uzel nelze vkládat na hranu plochy. Takový uzel musíme vytvořit zkopírováním nebo posunem existujícího uzlu.

3.3.4 Vnitřní hrana

Vnitřní hranu můžeme na desku nadefinovat v servisu Konstrukce nebo se vytvoří sama pomocí propojovací funkce. Tato komponenta nemá žádnou vlastnost danou uživatelem mimo počáteční a koncový bod (body), případně jméno. Přiřazení ploše, délku a tvar sice vidíme ve vlastnostech hrany, ale program si tyto položky určuje automaticky

Pro modelování vnitřní hrany můžeme použít standardní funkce pro zadávání geometrických přímek a křivek, stejně jako lze použít již existující čáru.

Vnitřní hrana slouží pro definici propojení mezi plošnými prvky, zadání liniové podpory nebo liniového zatížení.



Zobrazení se ovládá pomocí ikony Zobrazit/skrýt další data modelu:



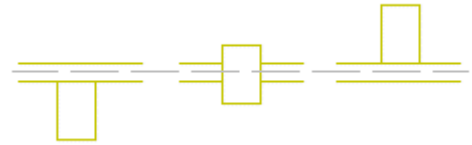
3.3.5 Žebro

Prutový prvek může být někdy výhodné počítat jako součást desky, stejně tak jako deska může pomoci nosníku přenášet zatížení, jsou-li dostatečně spojené. V programu Scia Engineer se prutové elementy, které jsou součástí plošných entit, nazývají žebra.

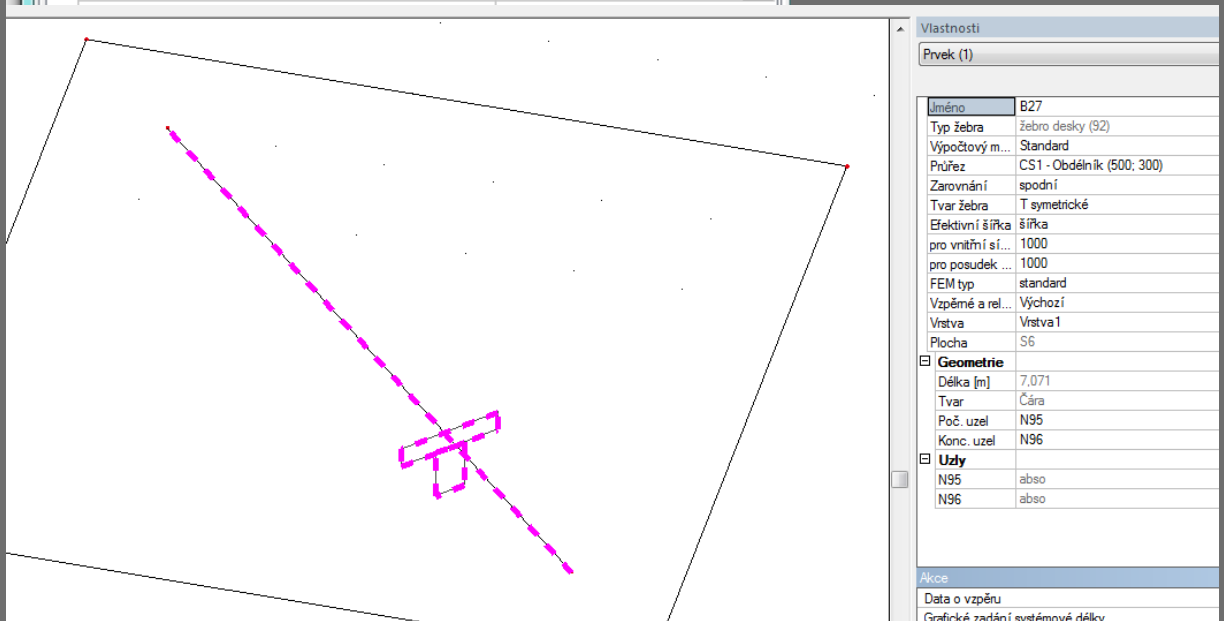
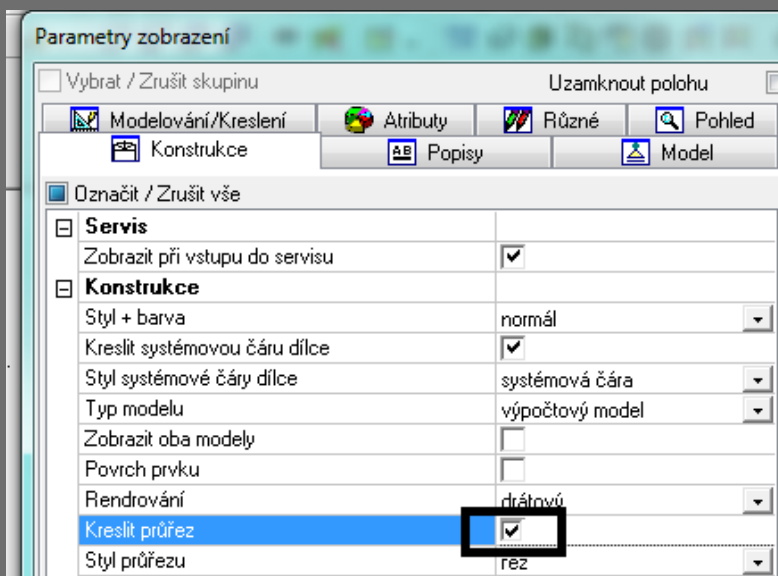
Žebro umožní převod deskových sil na 1D síly, a to tak, že se vytvoří náhradní T-průřez. Metodu přepočtu naleznete v referenční příručce.

Před zadáním parametrů žebra je třeba vybrat desku jako vzor. V dialogu žebra desky potom můžeme nastavit běžné vlastnosti prutů – jméno, průřez, vrstva aj. – plus některé specifické vlastnosti pro tento typ dílce:

Zarovnání – určuje, jaká bude poloha žebra vzhledem k desce. Horní nebo spodní okraj se vztahuje ke směru kladné lokální osy Z desky. Excentricita je počítána automaticky jako součet poloviny výšky desky a vzdálenosti spodního povrchu desky od těžiště průřezu (excentricita žebra se zarovnáním na střed je nulová).



Zarovnání žebra a tvar průřezu žebra můžete vidět přímo v modelu, pokud v parametrech zobrazení zaškrtnete položku Kreslit průřez.



Tvar žebra – říká, jaký tvar bude mít efektivní průřez nosníku spolu s deskou. Volba je mezi symetrickým a nesymetrickými tvary.

Efektivní šířka – udává, jak velký bude efektivní průřez pro výpočet vnitřních sil a pro posudek (mohou být dvě rozdílné hodnoty).

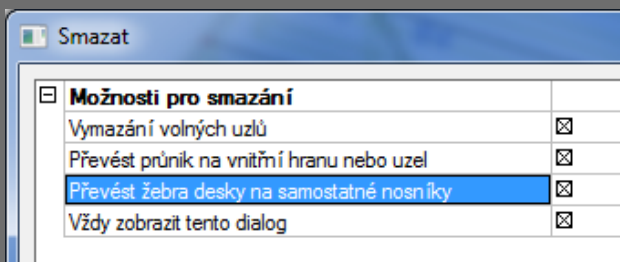
výchozí – efektivní šířka je určena jako násobek šířky žebra, tento násobek je uveden Nastavení řešiče jako hodnota „Počet tloušťek desky do žebra“.

počet tloušťek – obdoba předchozí možnosti, ovšem počet tloušťek je u každého žebra určen zvlášť

šířka – přesná hodnota v milimetrech

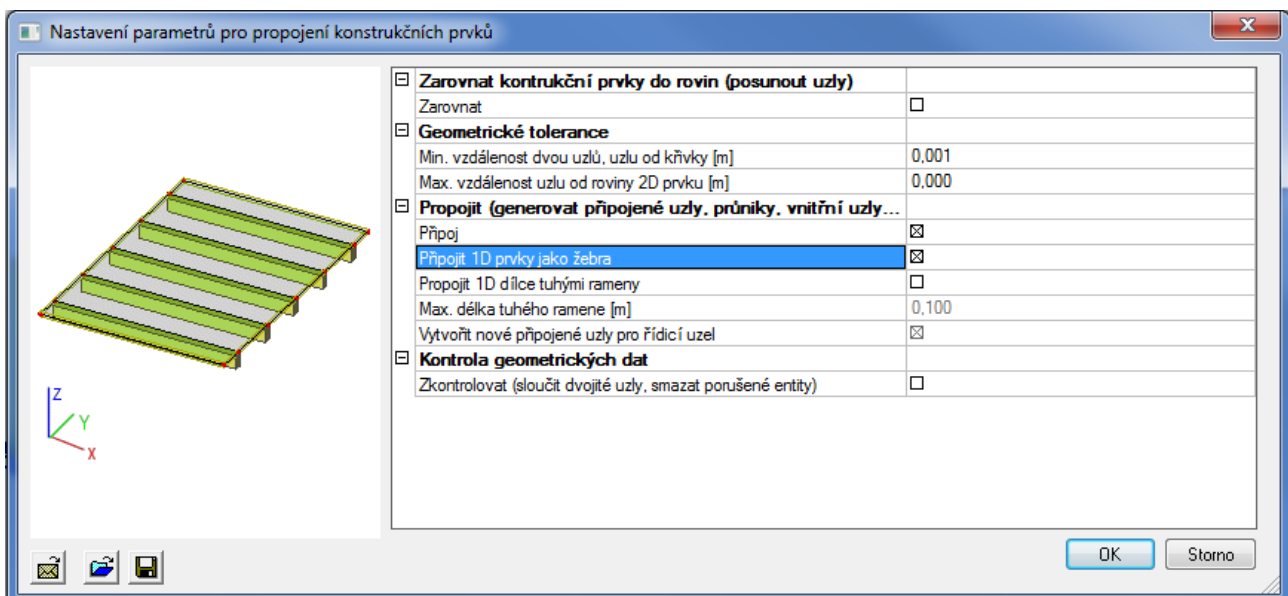
Výpočtový model – kromě standardního modelu můžeme použít také typ „odlehčený nosník“, který vyžaduje speciální průřez a v případě prolamovaných nosníků i speciální modul pro posudek (esasd.12.01).


Žebra jsou vždy součástí desky, pokud smažeme desku, smažeme i žebra. Pokud ořízneme desku, ořízneme i žebra. Abychom mohli smazat desku, ale zůstala nám žebra, je třeba prvky odpojit pomocí funkce Smazat. V následném dialogovém okně zatrhneme možnost Převést žebra na samostatné nosníky.



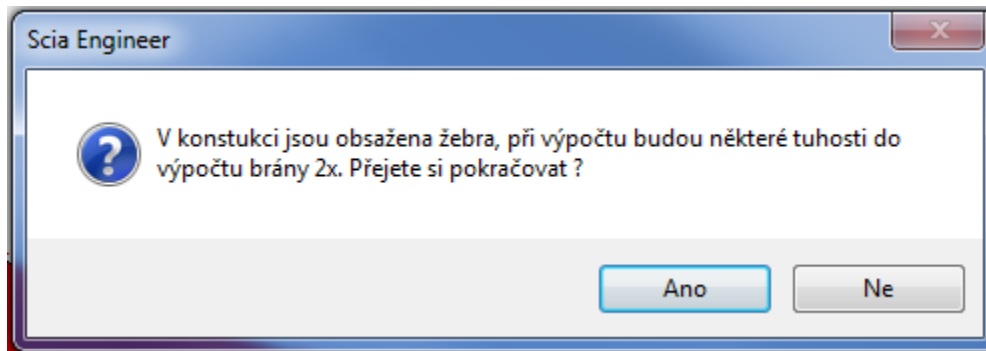
Pro žebro můžeme použít jako betonový, tak i ocelový průřez.

Žebro může vzniknout i tak, že nosníky (zadané přes příkaz Prvek nebo Nosník) připojíme jako žebra. V nastavení parametrů pro propojení konstrukčních prvků je možnost „Připojit 1D prvky jako žebra“. Pokud tuto volbu zaškrtneme a spustíme propojení, všechny nosníky, jejichž systémová osa se nachází v rovině nějaké desky, se připojí jako žebra. Na tuto volbu musíme dávat pozor, pokud jsme schválně nezadali nosníky jako žebra a nechceme, aby byly pruhy po celé délce propojeny s deskou.

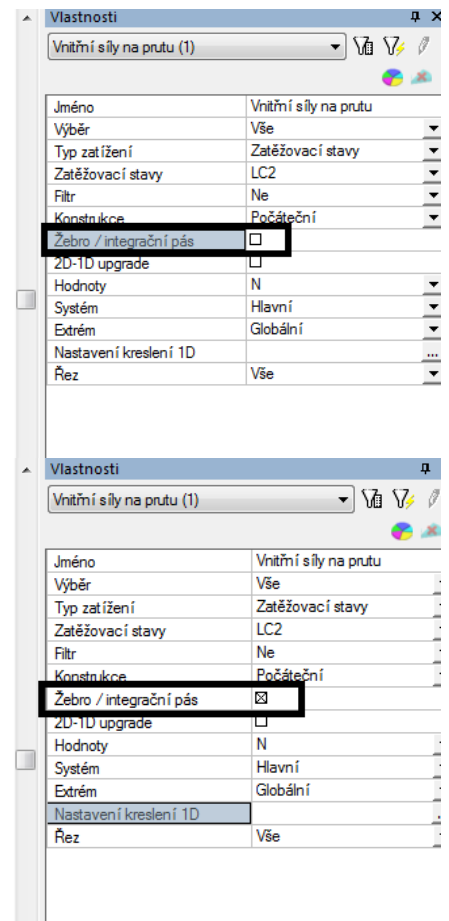
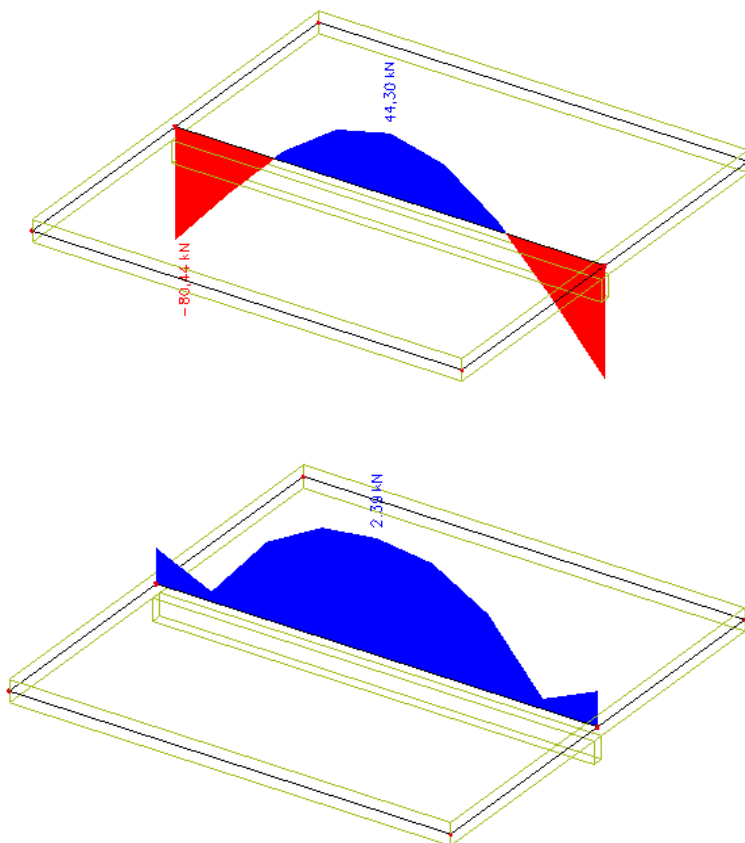


 Při spuštění výpočtu normově závislých kombinací u betonových konstrukcích se objeví varování, že v konstrukci jsou obsažena žebra a při výpočtu budou tudíž některé tuhosti brány dvakrát. Tím se myslí právě oblast kolem žebra, kde je jednak počítána tuhost celé desky a tuhost efektivního průřezu žebra, zahrnující také část desky (průřez tvaru T). Není důvod tlačítkem ANO nepotvrdit, že

chceme pokračovat ve výpočtu. Varování slouží hlavně jako upozornění na možné (ale zanedbatelné) nepřesnosti ve výsledcích.



Ačkoliv je prut zadán jako žebro, neznamená to automaticky, že by i výsledky a posudky musely vždy brát v úvahu spolupůsobení s deskou. Uživatel si může jednoduše porovnat výsledky na žebro i na desce pokud je uvažováno plné spojení po celé délce (se zatřetým políčkem Žebro) nebo pokud je uvažováno spojení jen v koncových uzlech nosníku (bez zatřetého políčka Žebro). Názorně viz následující vykreslení ohybového momentu:



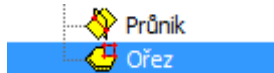
3.3.6 Integrační pás

Vzhledem k tomu, že se jedná o prvek pracující s výsledky FEM analýzy, je třeba k zadání tohoto pasu mít modul alespoň pro lineární statiku (esas.01).

Integrační pás slouží k přepočtu sil z 2D prvků na 1D prvek metodou stejnou jako u žeber. Více se dozvíte v tutoriálu *1.6 Tutorial Výsledky vnitřních sil*

3.3.7 Průnik

Průnik se využívá hlavně u složitějších, skořepinových deskových konstrukcích, ale lze jej použít i u jednoduchých desek a stěn. Jedná se o funkci, která sama najde přímku/křivku, ve které se dvě plošné entity protínají a vytvoří tam vnitřní hranu označovanou jako průnik. To je důležité hlavně pro následný ořez dvou ploch/skořepin podél nalezeného průniku. Funkce ořezu se také objeví mezi komponentami ploch, jakmile je zadán alespoň jeden průnik.



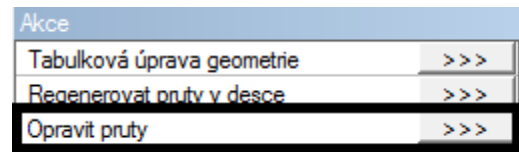
Podrobnosti naleznete v tutoriálu *1.4 Tutorial pro začátečníky – skořepiny*.

3.4 Deska se žebry

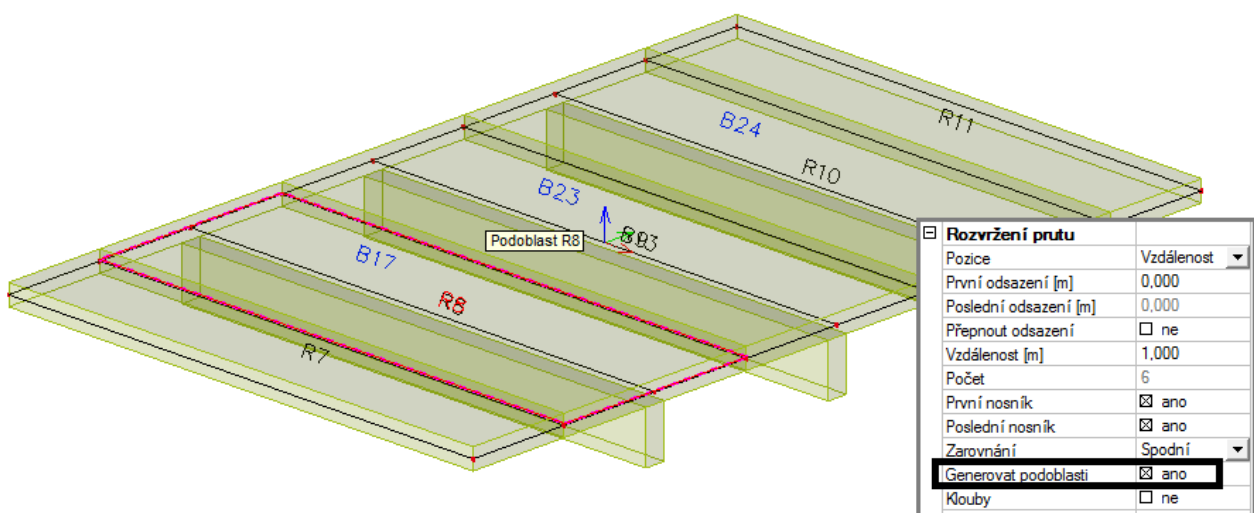
Deska se žebry je prvek, který umožňuje naráz zadat jak data 2D prvku, tak data žebry (1D prvku). Obecně se jedná o desku s pruty, a to jak izotropní, tak ortotropní, tak i membránu. Zadáváme zde standardní specifiky desky, nosníků a rozvržení prutu. Rozvržení a zarovnání žebry je vlastnost desky, nikoliv nosíků.

Výhoda použití desky se žebry je, že pokud rozdělíme desku pomocí funkce Opravy > Rozdělit plochu, rozdělí se i žebra. U standardní desky, které domodelujeme žebra samostatně, se po rozdělení plochy budou žebra „držet“ jen jedné, původní desky, druhá část bude běžnou deskou bez žebry (ačkoliv to není na první pohled patrné).

Akční tlačítko **Opravit pruty** změní desku se žebry na standardní desku a žebra na samostatně editovatelné nosníky. Tato změna není také graficky patrná, ale má důležitý efekt na konstrukci z hlediska typu entit.



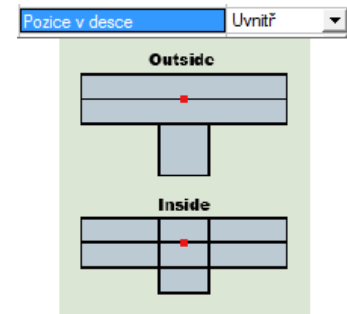
Speciální funkce desky se žebry (a také prefabrikované desky) je **generování podoblastí**. Jestliže je tato volba zapnuta, deska je zadána s počtem podoblastí, který odpovídá počtu prutů desky. Ke každému prutu patří jedna podoblast a společně tvoří průřez T složený z prutu (tj. žebra) a spolupůsobící šířky desky.



3.5 Prefabrikovaná deska

Tento typ je také někdy nazývaný deska z nosníků. Slouží zejména k zadávání desek z prefabrikátů, které mají funkci nosníků a se kterými lze následně také pracovat jako s nosíky.

Prefabrikovaná deska má stejná nastavení a zadávané parametry jako deska se žebry. Navíc ještě obsahuje parametr **pozice v desce**, který říká, zda je prut celý mimo nadbetovánku, nebo zarovnan s jejím horním povrchem.



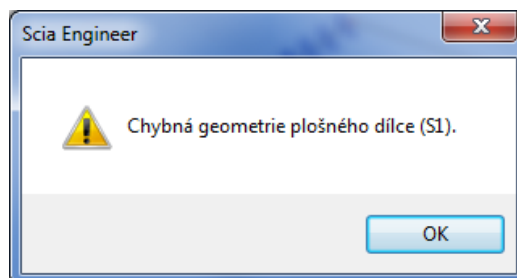
Prefabrikovaná deska nemá započítanou vlastní hmotnost nadbetovánky, uvažuje se pouze tíha prutů.

4. Editace a opravy

4.1 Geometrické manipulace s plochami

Stejně jako ostatní geometrické entity lze i plochy posouvat, otáčet, kopírovat a podobně. Standardní geometrické funkce pro manipulace lze na plochách použít s následujícími omezeními:

- Při manipulaci s plochou se manipuluje se všemi komponentami (podoblastmi, otvory aj.)
- S komponentami ploch lze manipulovat pouze uvnitř ploch, ke které patří. Respektive lze s nimi manipulovat mimo vztažnou plochu, ale ztratí svůj význam (a kontrola geometrických dat je smaže jako chybné části).
- Nelze přenášet komponenty plochy z jedné entity na jinou
- Desky a stěny mají parametr tvaru „plochý“. Není proto možné manipulací dosáhnout zakřivení. Takovou operaci program zamítne provést pro „chybnou geometrii dílce“.

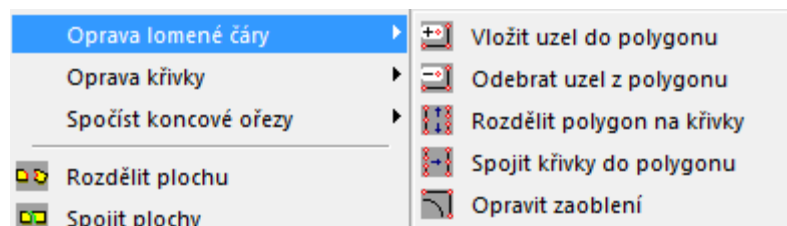


4.2 Oprava tvaru

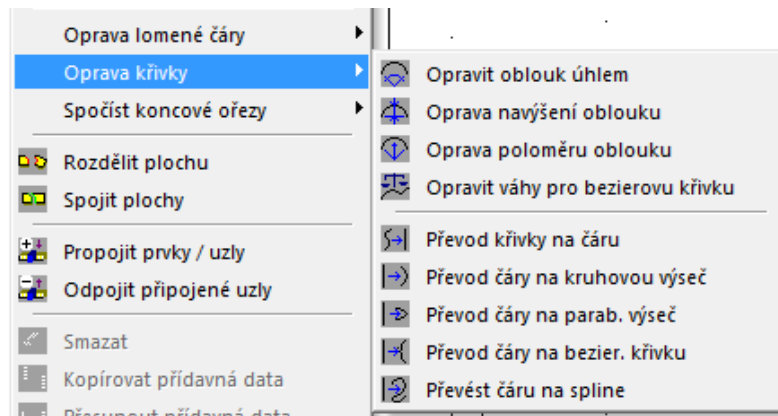
Každá plocha je tvořena uzavřeným polygonem. Oprava tvaru je proto vždy založena na editaci polygonu. Můžeme provést v podstatě tři operace: vložit vrchol, odebrat vrchol nebo posunout vrchol.

Posunout vrchol je možné buďto přímo úpravou souřadnic bodu v okně vlastností pro vybraný vrchol (vybrané vrcholy), nebo pomocí funkce drag-and-drop, kdy stačí vrchol myší uchopit, táhnout a pustit na nové pozici.

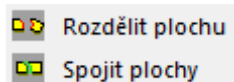
Další operace s polygony najdeme v menu **Opravy – Oprava lomené čáry**:



Hned další funkce pod tím se zabývá opravami křivek a převodem rovné čáry na křivky:



Poslední dvě užitečné funkce v nástrojích pro opravy jsou spojení dvou ploch do jedné a naopak rozdělení plochy do dvou samostatných entit:

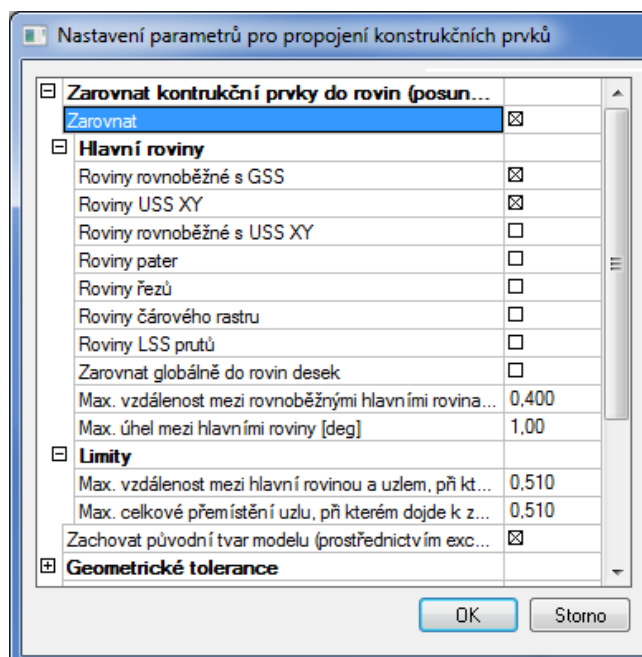
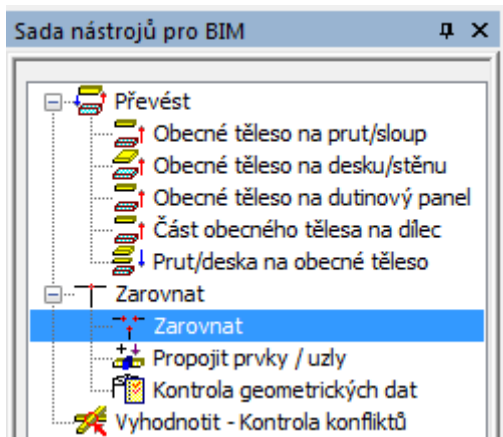


Při rozdělení plochy nebo sjednocení ploch dochází ke ztrátě některých přídatných dat (podpory, zatížení na plochu aj.), protože tato data jsou vázána pouze na jednu konkrétní desku.

4.3 Zarovnání rovin

Vzhledem k tomu, že desky a stěny jsou entity rovinné i sebemenší nepřesnost v geometrii může vést k problémům s výpočtem. Tyto nepřesnosti se do modelu dostávají zejména při přenosu dat pomocí jiných formátů (IFC, DWG,...), ale mohou vzniknout výjimečně i během editace složitého modelu ve Scia Engineer. Nástroj pro zarovnání uzlů umožňuje tyto chyby najít a opravit.

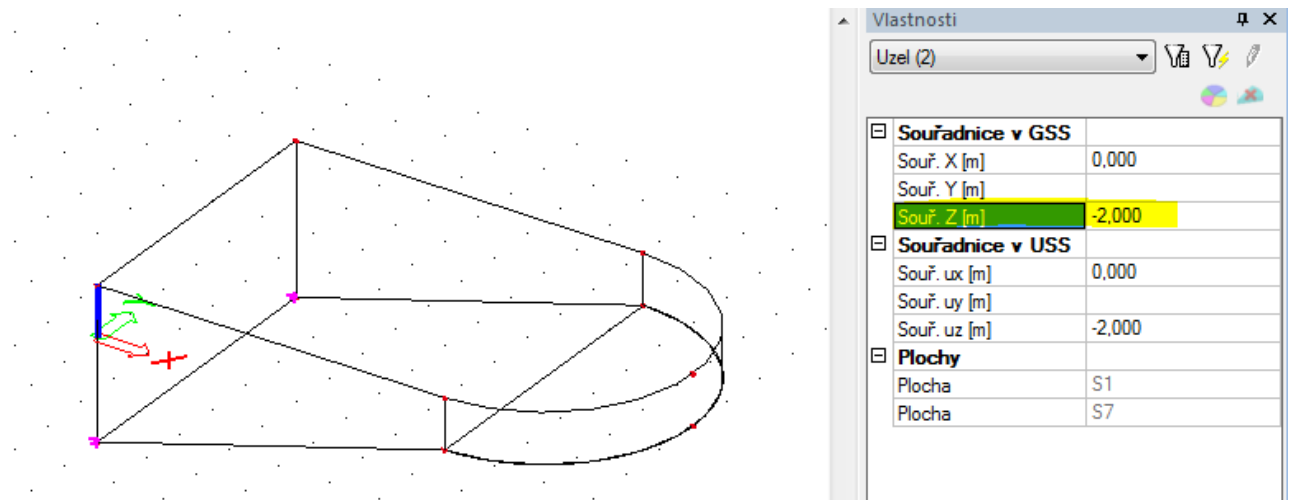
Funkce zarovnání je dostupná uživateli, který má zakoupený modul esa.26 – Podpora BIM a spustíme ze servisu Sada nástrojů pro BIM nebo současně s funkcí na propojení prvků/uzlů:



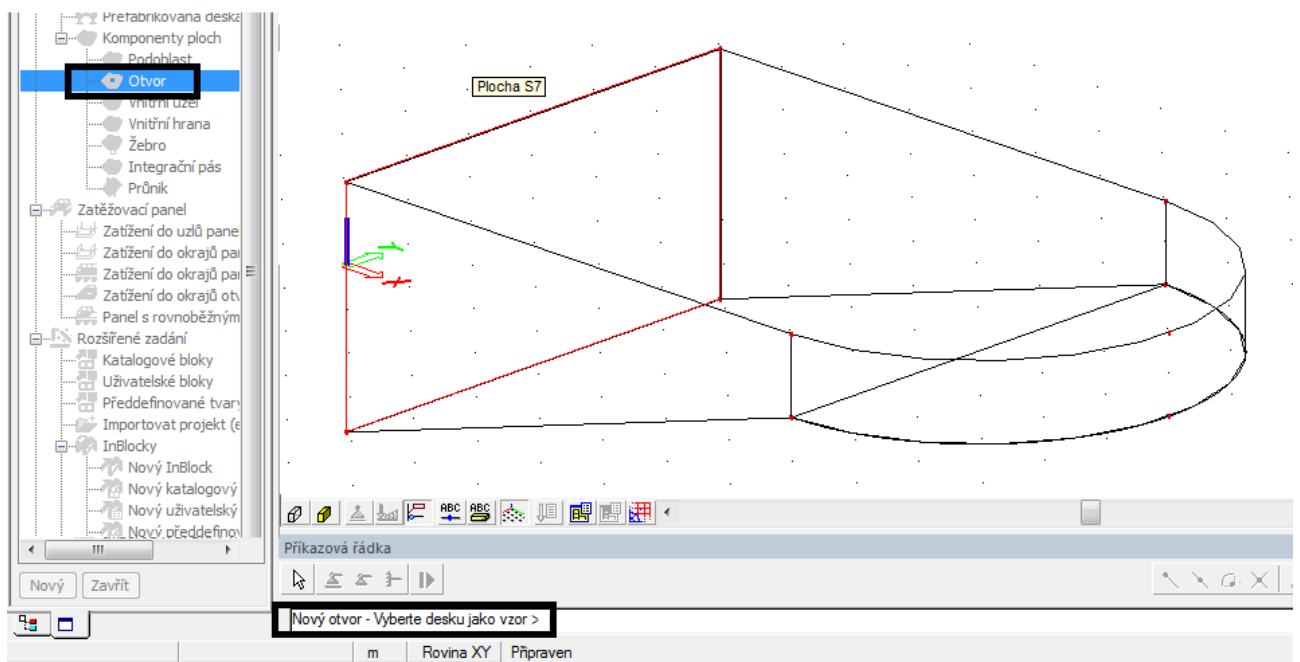
Stručně řečeno jde o funkci, která na základě vybraných referenčních rovin upraví souřadnice těch uzlů, které mají odchylku od roviny menší než nastavené limity.

K zarovnávání souřadnic uzlů, stejně ale jako k editaci uzlů a ploch, slouží dobře Tabulkový vstup.

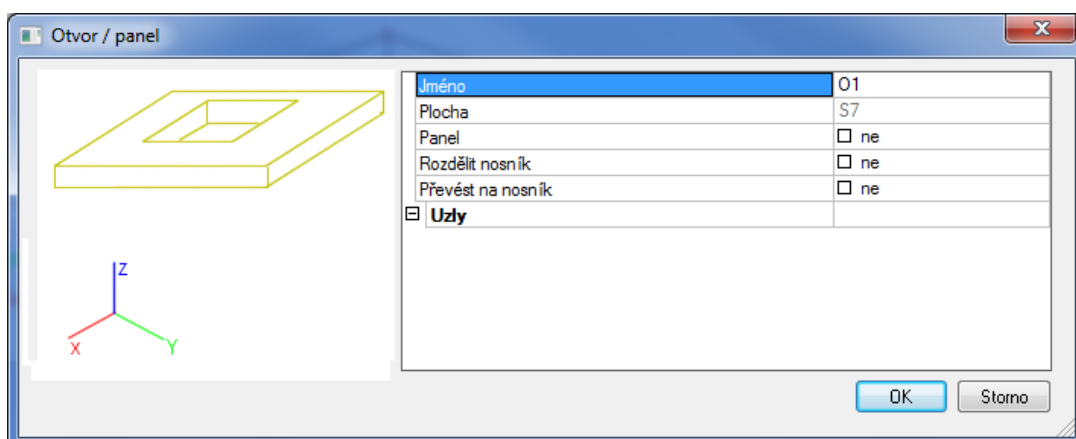
- Editaci 2D prvků je možné provádět také úpravou souřadnic jednotlivých uzlů. Vyberte uzly N1 a N4 (např. příkazem „vyb N1 N4“ do příkazové řádky) a změňte jejich souřadnici Z z 0,000 m na -2,000 m.



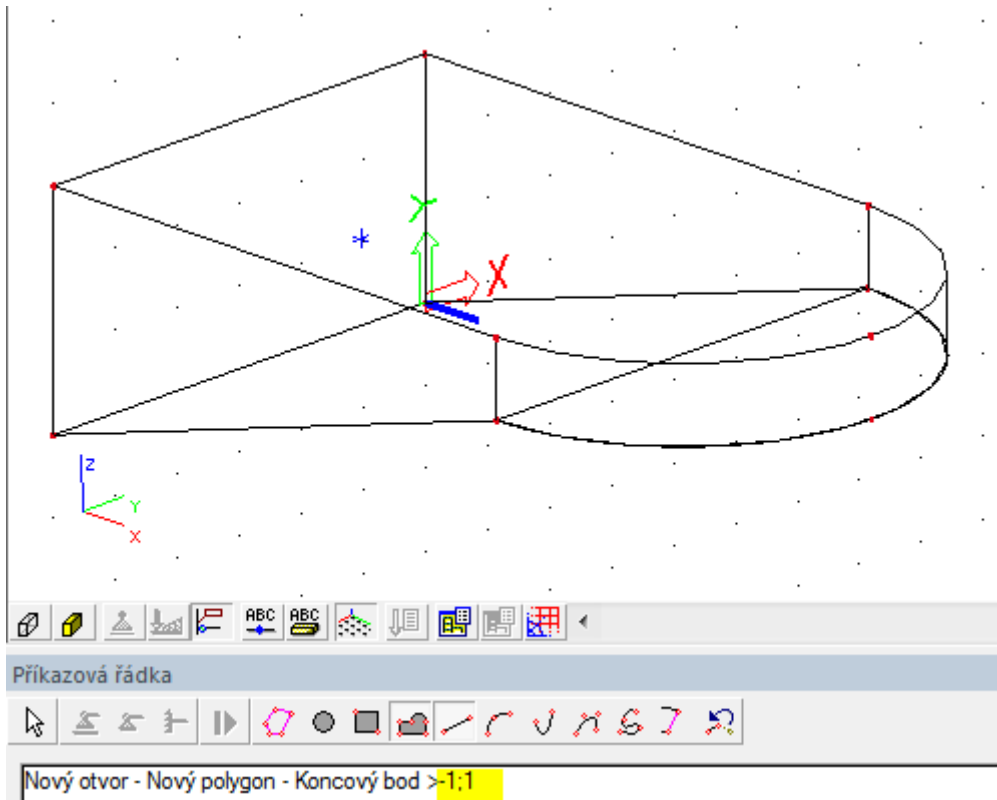
- Odtokový otvor můžete vytvořit pomocí Otvoru, který se nachází mezi Komponenty ploch. Dvojklikem začnete zadávat otvor a nejprve vyberte desku jako vzor, jak se píše v příkazové řádce. Označte stěnu S7.



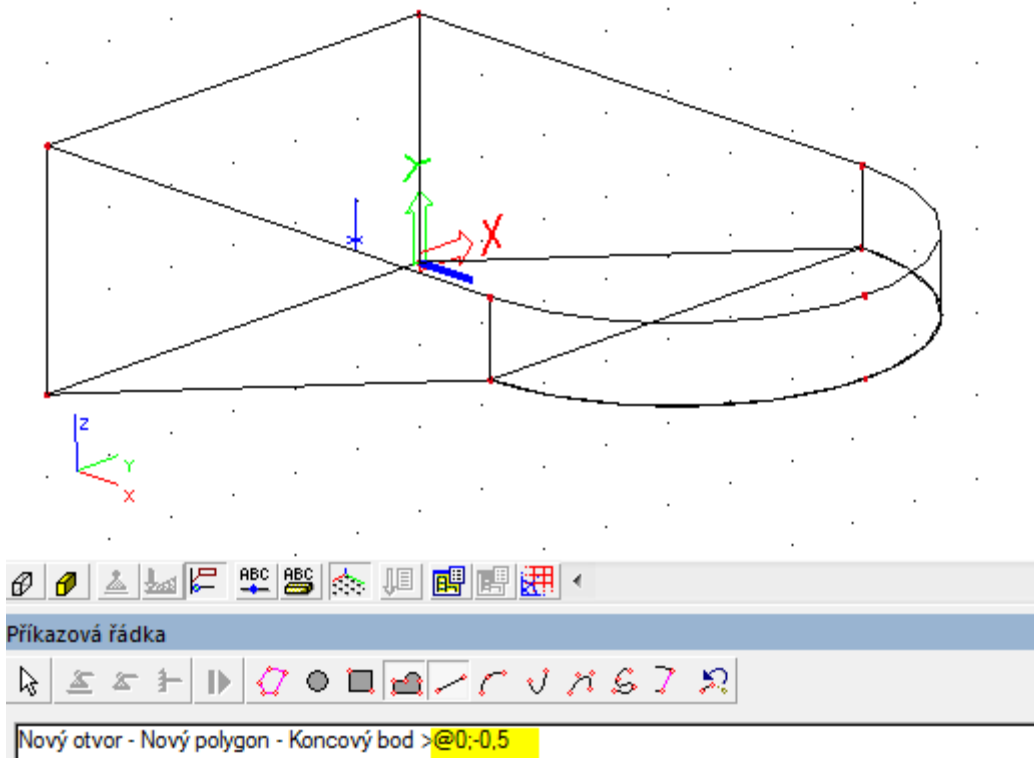
- V dialogovém okně Otvor/Panel ponechte výchozí nastavení a potvrďte OK.



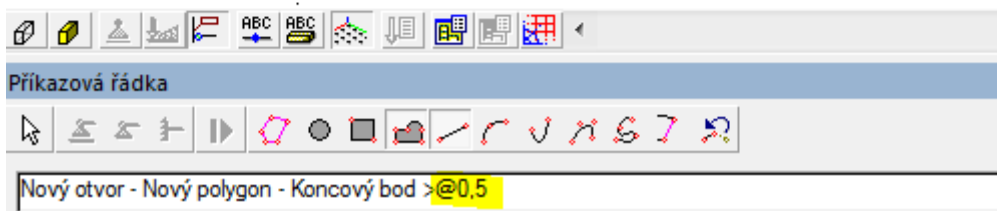
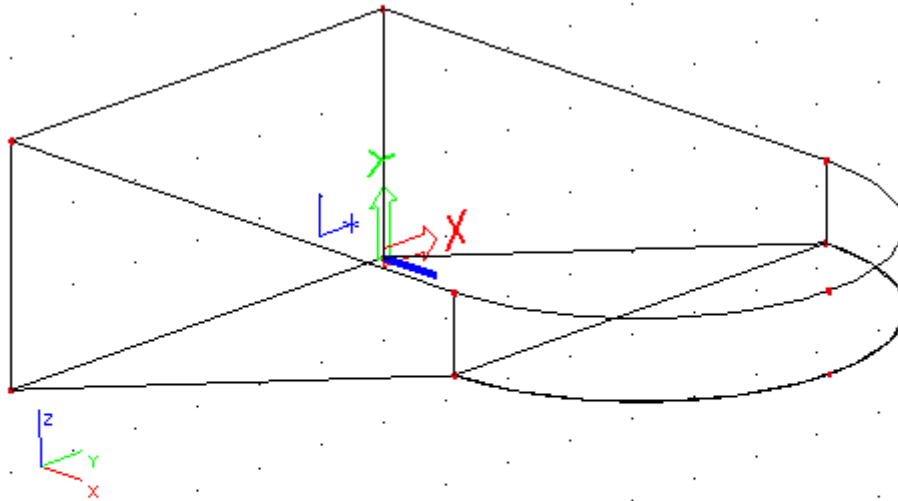
- Aktuální souřadný systém se přeorientoval podle lokální souřadného systému stěny. První bod otvoru tedy umístíme 1m od dolního rohu bazénu zadáním souřadnic -1;1 do příkazové řádky



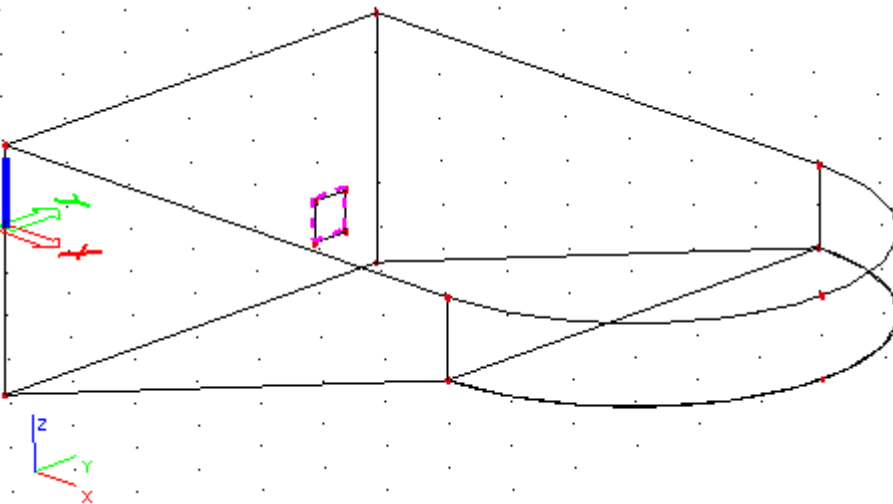
- Další body můžeme zadávat pomocí relativních souřadnic, které se píší se znakem @. Tedy bod půl metru níže od prvního zadáme jako @0;-0,5



- Následuje bod ve vzdálenosti 0,5m ve směru současné osy X. Pokud je souřadnice dalších os Y a Z nulový, nemusíme je psát



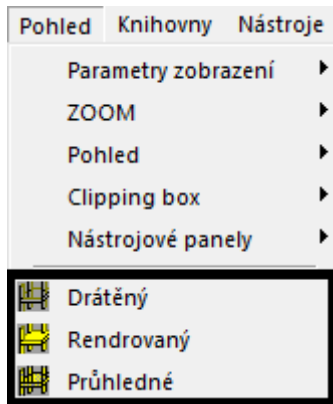
- Čtvrtý bod zadáme jako @0;0,5. Posledním bodem se vrátíme do počátku čtverce a ukončíme zadávání klávesou ESC.



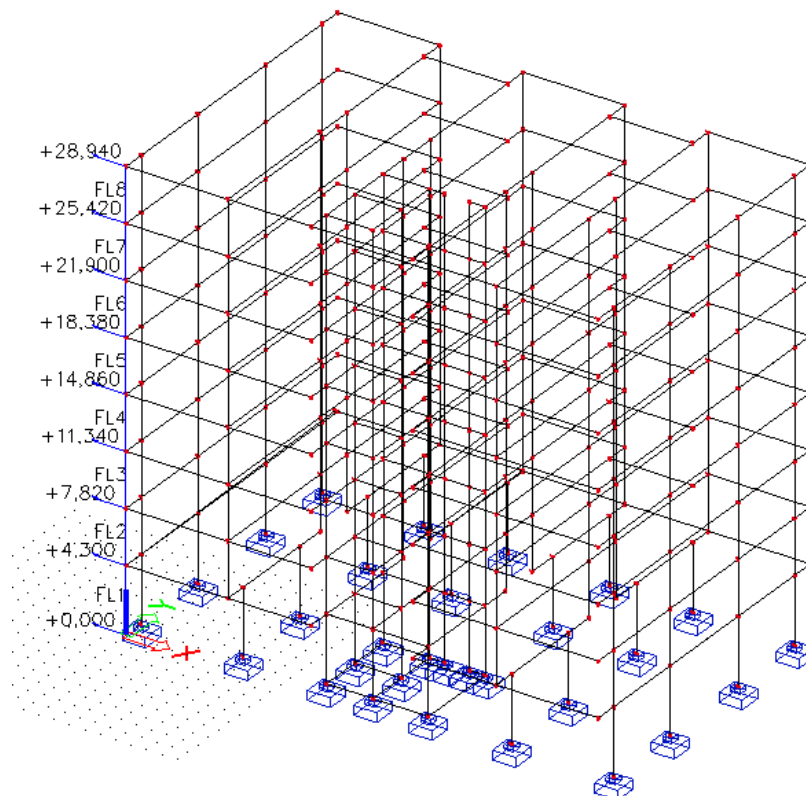
5. Parametry zobrazení

5.1 Rendering

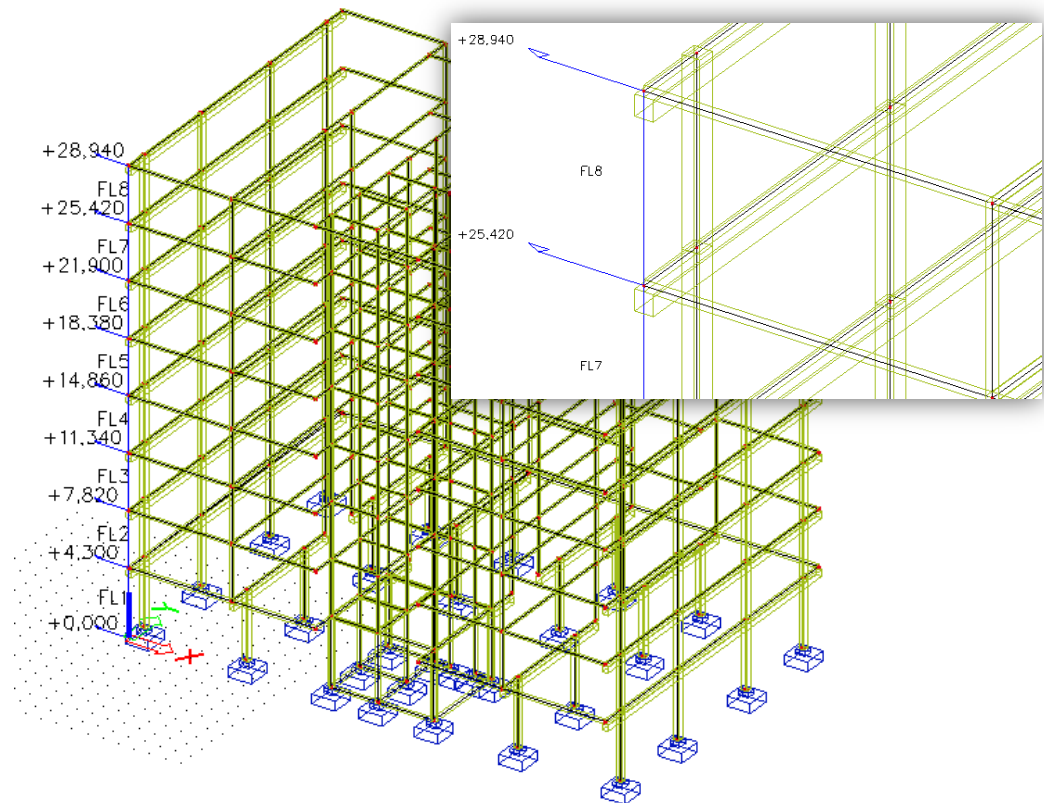
Tři základní způsoby zobrazení konstrukce jsou v menu Pohledy:



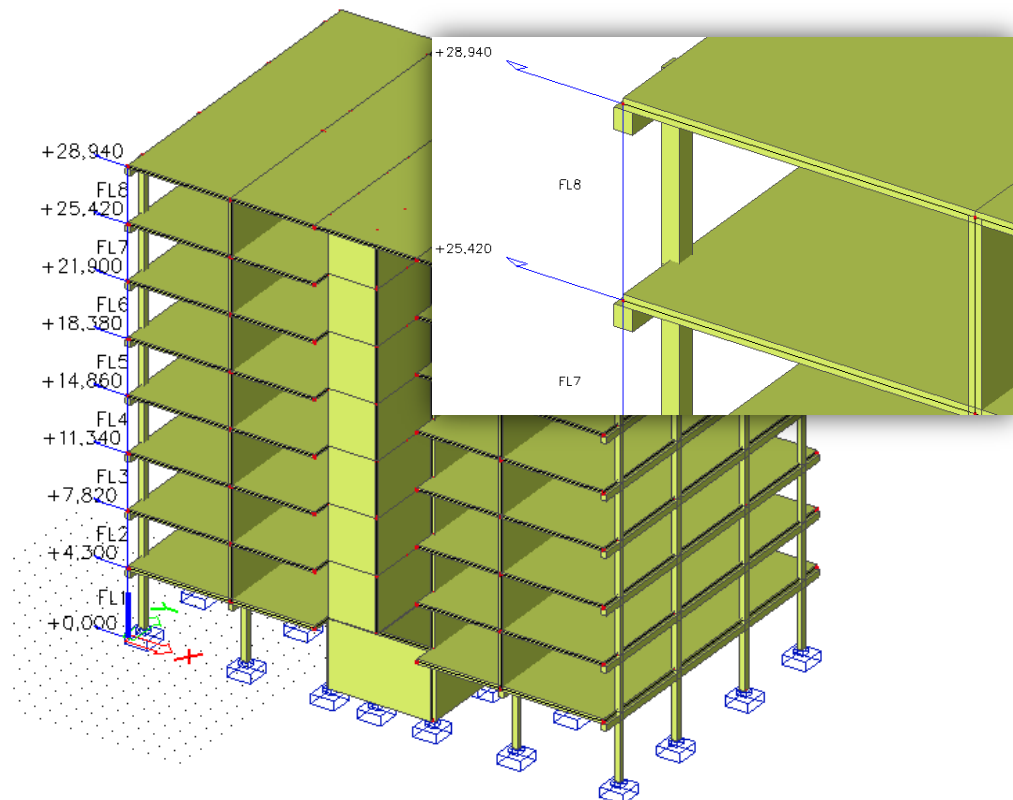
U drátěného modelu prakticky nelze poznat deskové konstrukce, protože jsou reprezentovány jenom hranami:



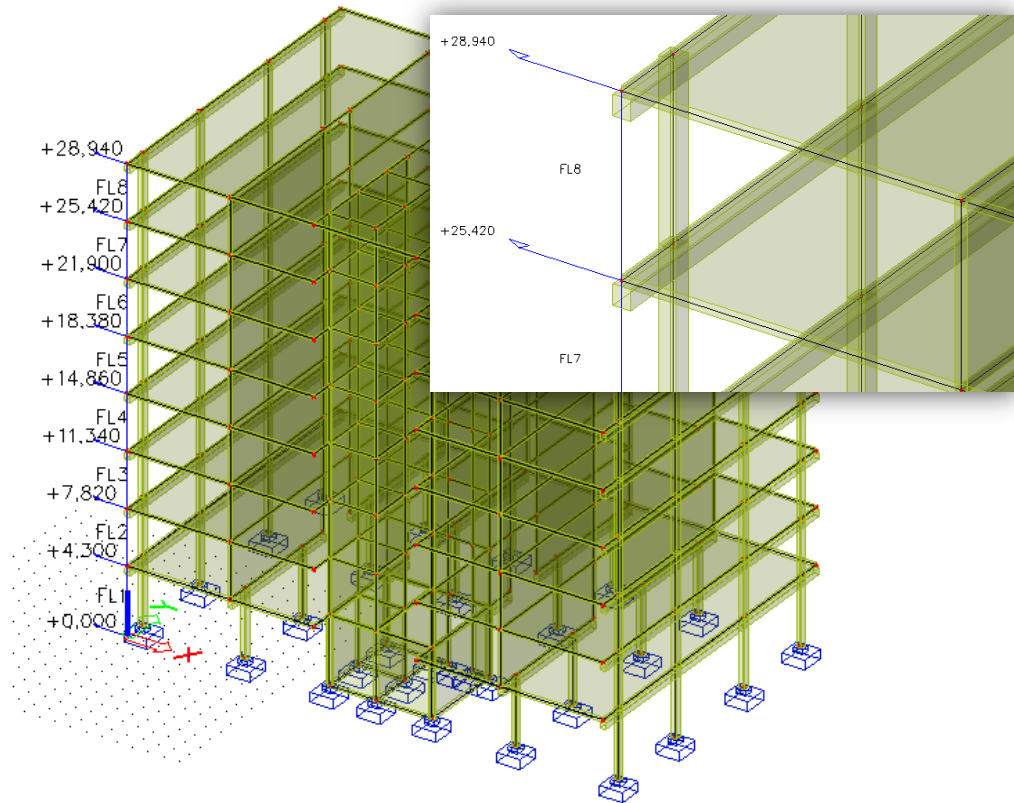
Při zobrazení povrchů už to částečně možné je, protože se zobrazí tloušťka desek (drátěný model s povrchy se zapíná pomocí první ikony parametrů zobrazení v levém dolním rohu 3D okna):



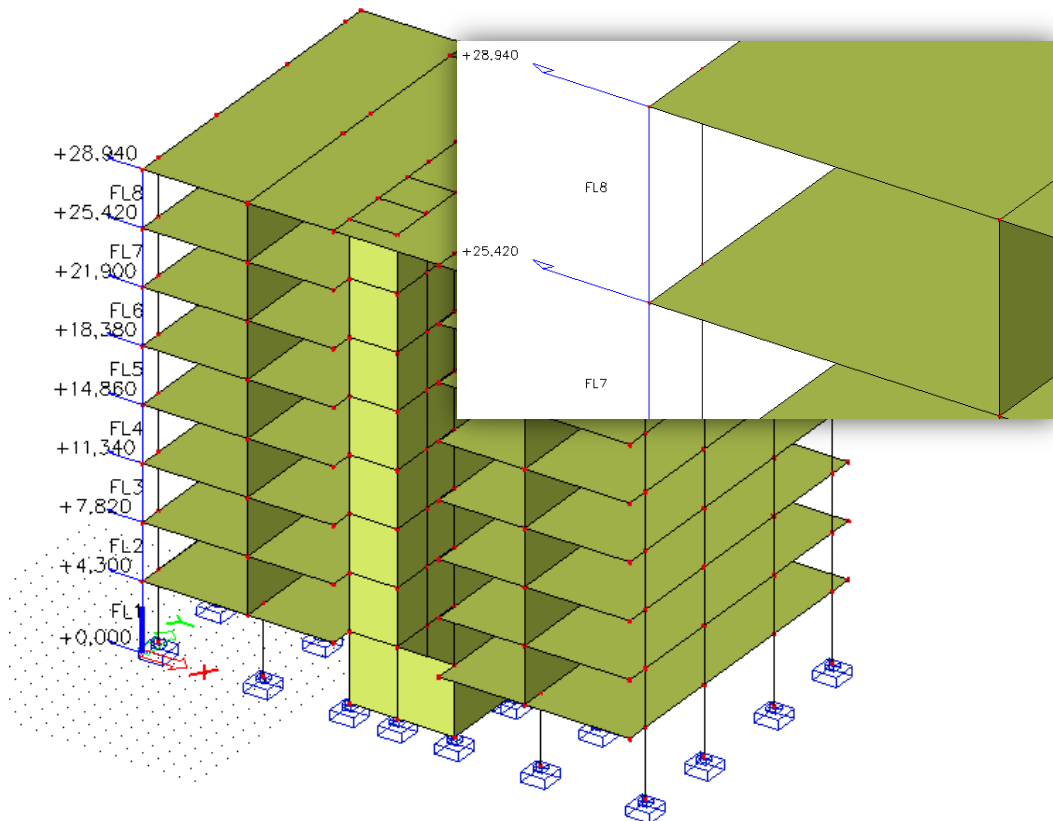
Ovšem nejlépe je samozřejmě plošný prvek vidět při plném referování geometrie:



V případě složitější konstrukce s více plošnými prvky je užitečné použít průhledné zobrazení, které umožní vidět i konstrukční prvky skryté za deskami a stěnami.

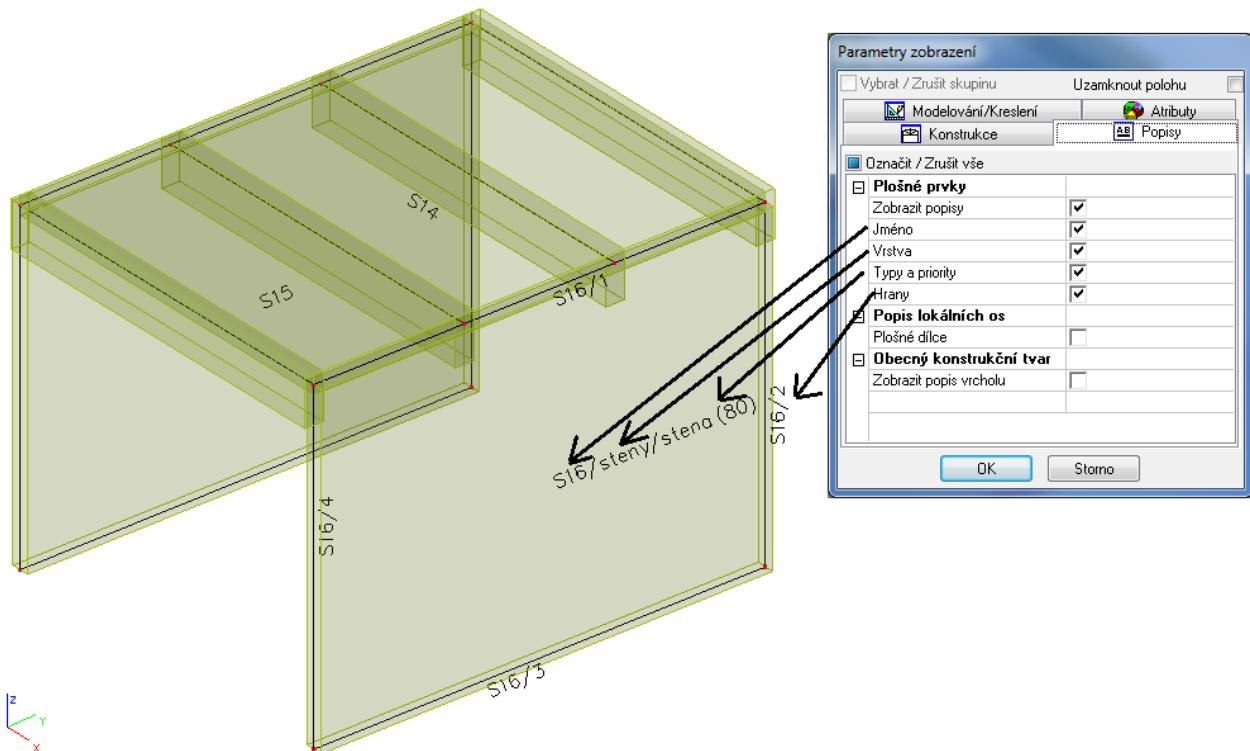


Pokud nás zajímají převážně jenom plošné prvky, je možné zobrazení kombinovat a použít drátěný model bez zvýraznění povrchů, ovšem s renderingem desek:

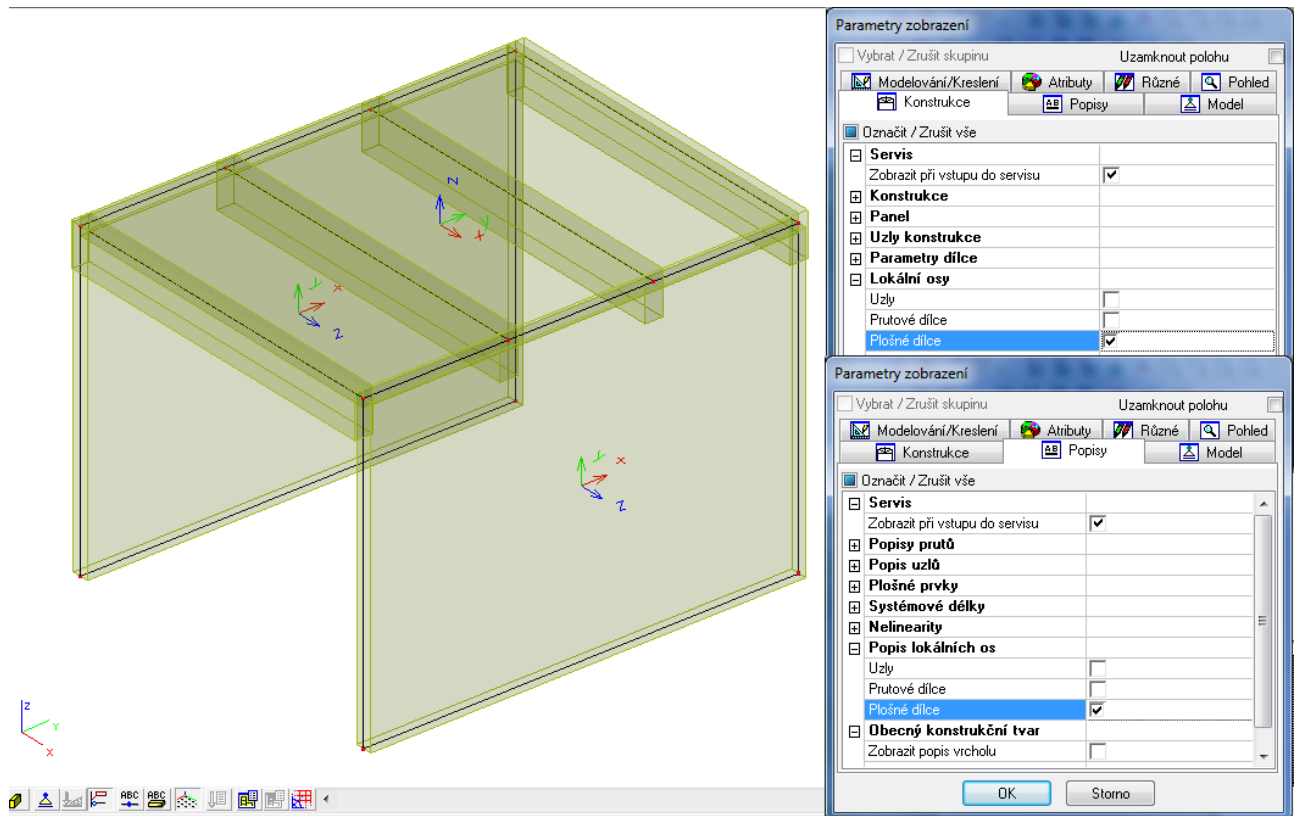


5.2 Popisy

Popisy plošných prvků se jako jiné popisy řídí nastavení Parametrů zobrazení:



Kromě toho je často výhodné orientovat se v nastavení lokálního souřadného systému plochy. Proto si můžeme nechat zobrazit také osový kříž s popisem os:



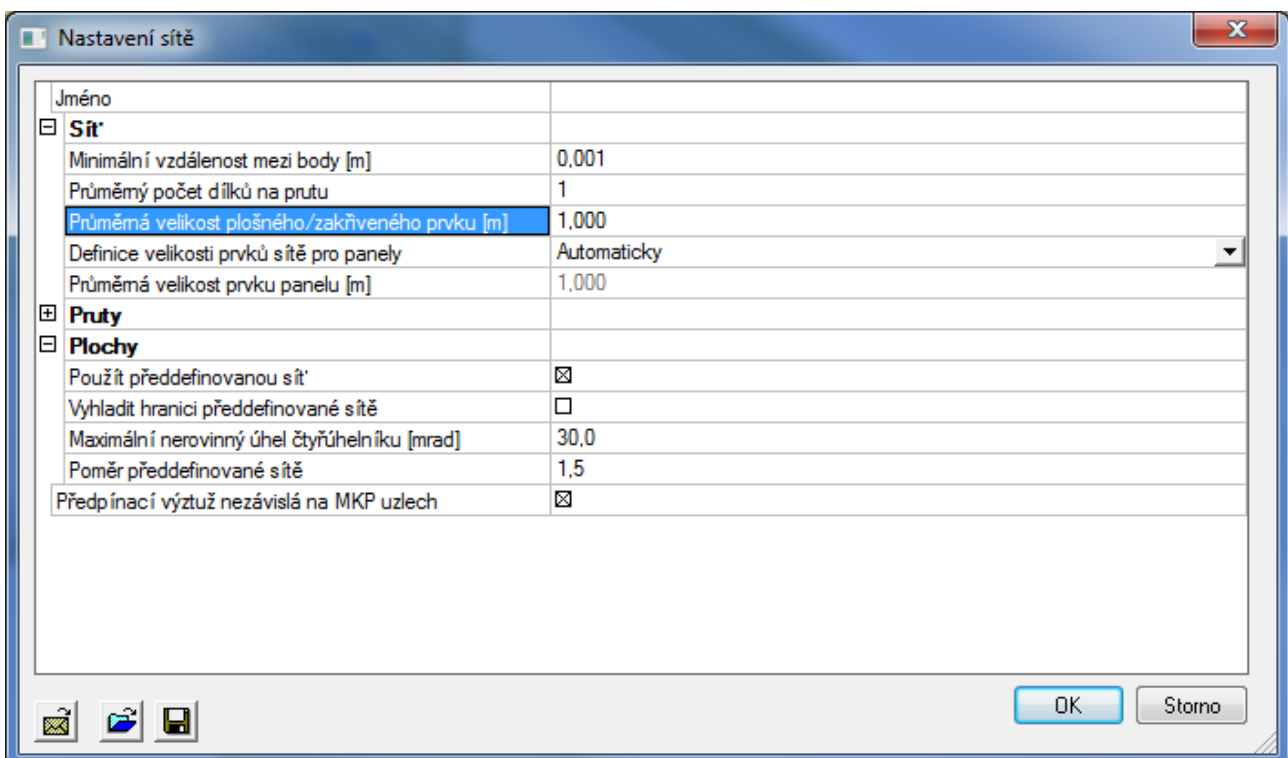
6. Výpočet a výsledky na deskách

6.1 Nastavení sítě FEM

Tato kapitola pojednává o funkcích programu, které jsou dostupné pouze s modulem **esas.01 – Lineární statika 3D**, který je vázán na modul **esas.00 – Lineární statika 2D**.

Základním nástrojem pro výpočet v programu Scia Engineer je Metoda konečných prvků (MKP). Je tudíž důležité, jak je nastavena síť konečných prvků, a to z hlediska přesnosti výsledků i komfortu výpočtu.

V nastavení sítě MKP je několik parametrů přímo pro plochy. Jako nejdůležitější je ale položka *Průměrná velikost plošného/zakřiveného prvku [m]*. Říká, jak bude síť jemná nebo hrubá. Čím jemnější síť, tím přesnější výsledky, ale tím delší výpočet.

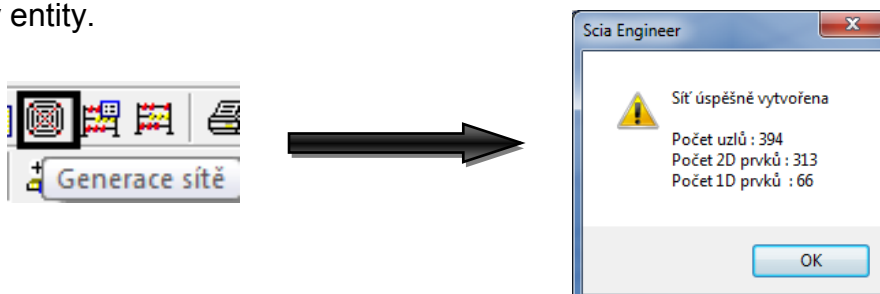


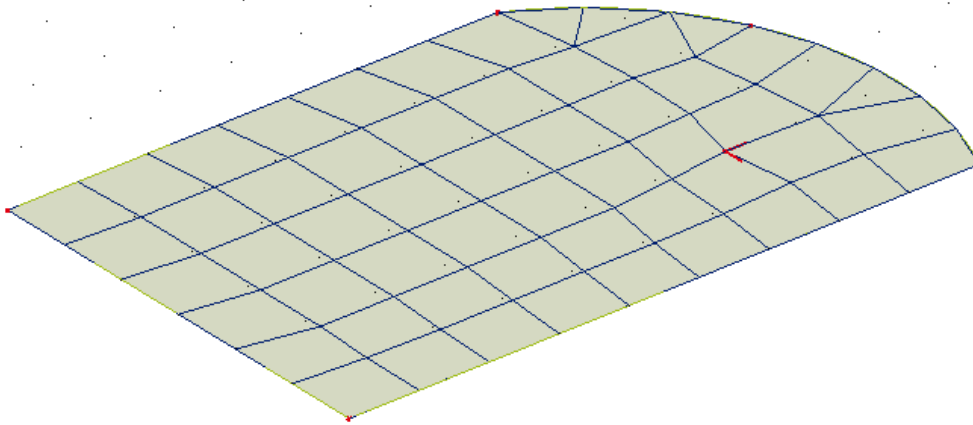
Doporučená velikost plošného prvku sítě je rovná tloušťce plochy.

6.2 Zahuštění sítě

V jistých situacích je nutné mít v určité oblasti jemnější síť (lokální podpora, okolí otvoru, vnitřní hrana apod.), zatímco na zbytku konstrukce lze počítat s hustší sítí. K tomu slouží lokální zahuštění sítě

Nejprve spustíme generování sítě (z nástrojového panelu Projekt), abychom se přesvědčili, jak vypadá síť konečných prvků podle výchozího nastavení. Zobrazení sítě docílíme zatržením položky Kreslit síť na kartě Konstrukce v Parametrech zobrazení pro všechny entity.

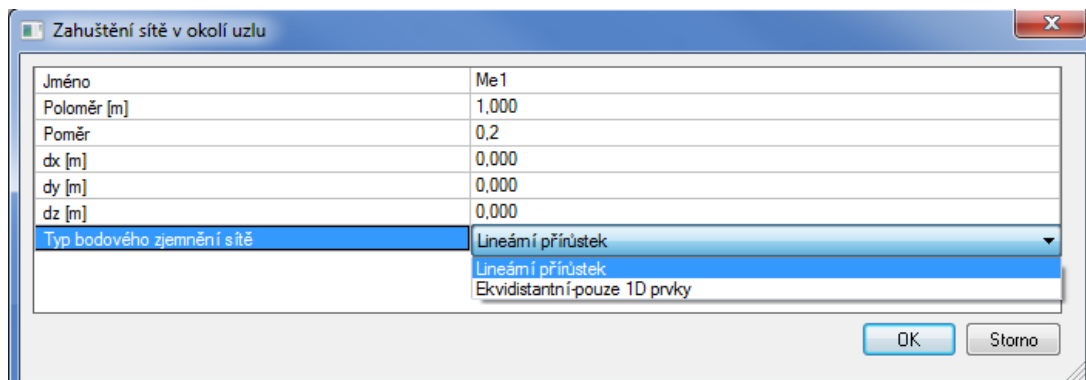




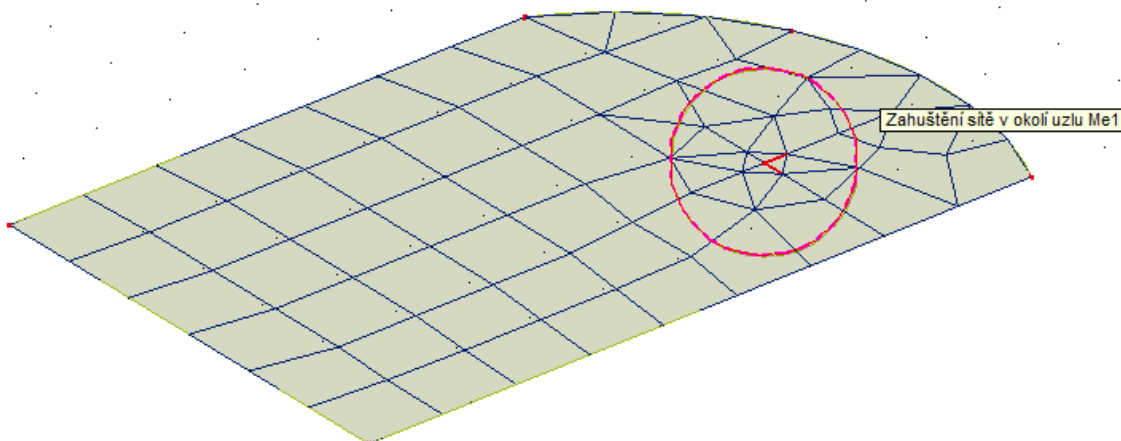
Následně můžeme z hlavního menu, kapitola Výpočet, síť, spustit funkci pro zahuštění sítě

- V okolí bodu
- U hrany ploch
- Plošné zjemnění

Zvolíme Zjemnění sítě v okolí bodu a dvojklikem otevřeme okno s nastavením zjemnění. Zde je nutné zadat poměr zjemněné sítě oproti původní, dále poloměr kruhu, kde chceme síť zahustit, a zda bude přírůstek ekvidistantní nebo lineární (pozdolný přechod do zjemněné části).



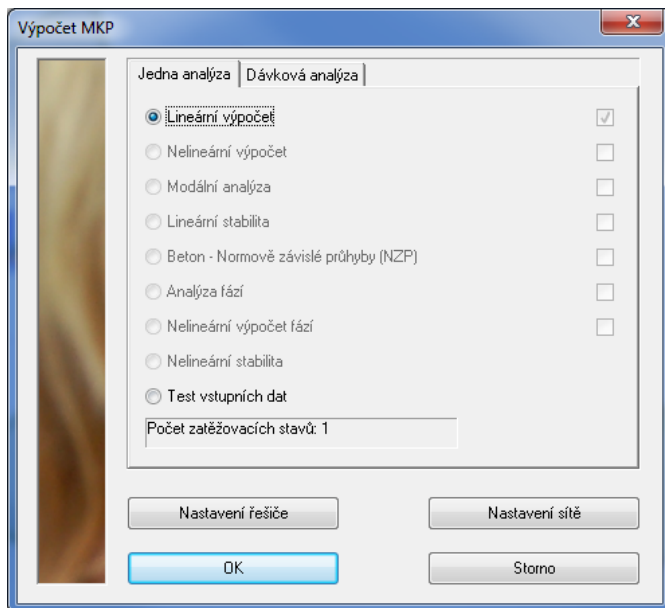
Poté stačí vybrat existující uzel (nebo víc naráz) a výběr potvrdit klávesou ESC. Jakmile znovu vygenerujeme síť, uvidíme výsledek zahuštění.



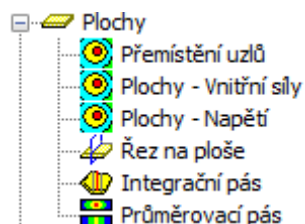
6.3 Výsledky na 2D prvcích

Pro provedení výpočtu je z hlediska licence třeba alespoň modul pro lineární statiku (esas.01).

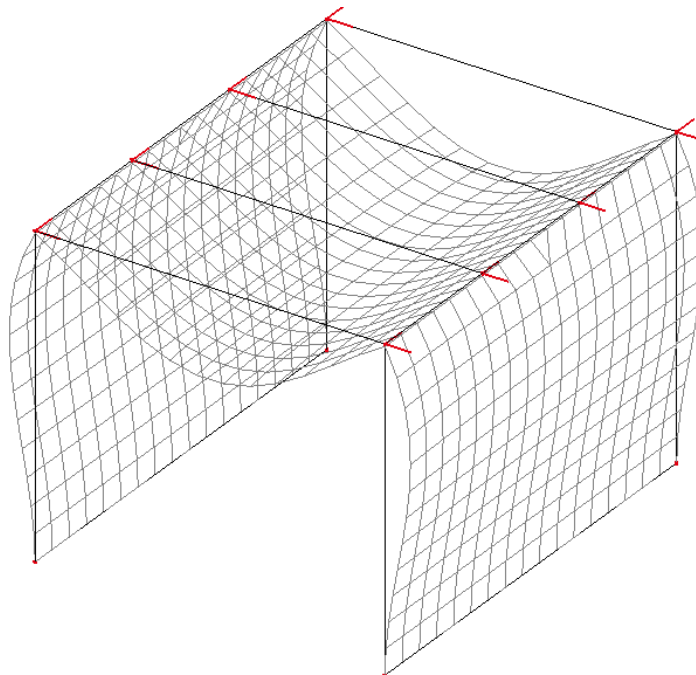
Spustíme základní lineární analýzu



A po jejím ukončení se přepneme do servisu Výsledky. Výsledky na deskách jsou všechny v jedné společné kapitole.



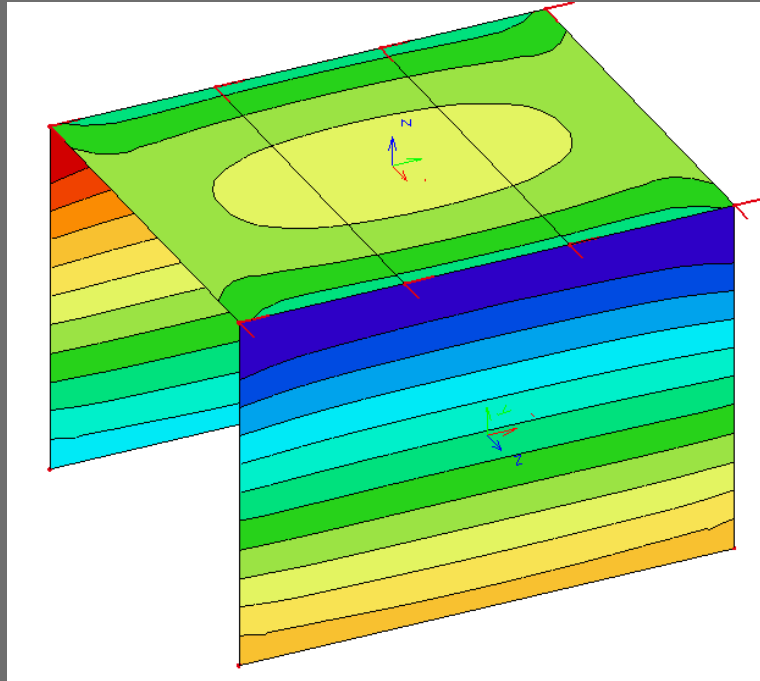
Deformovaná konstrukce vlivem vlastní tíhy může vypadat následovně



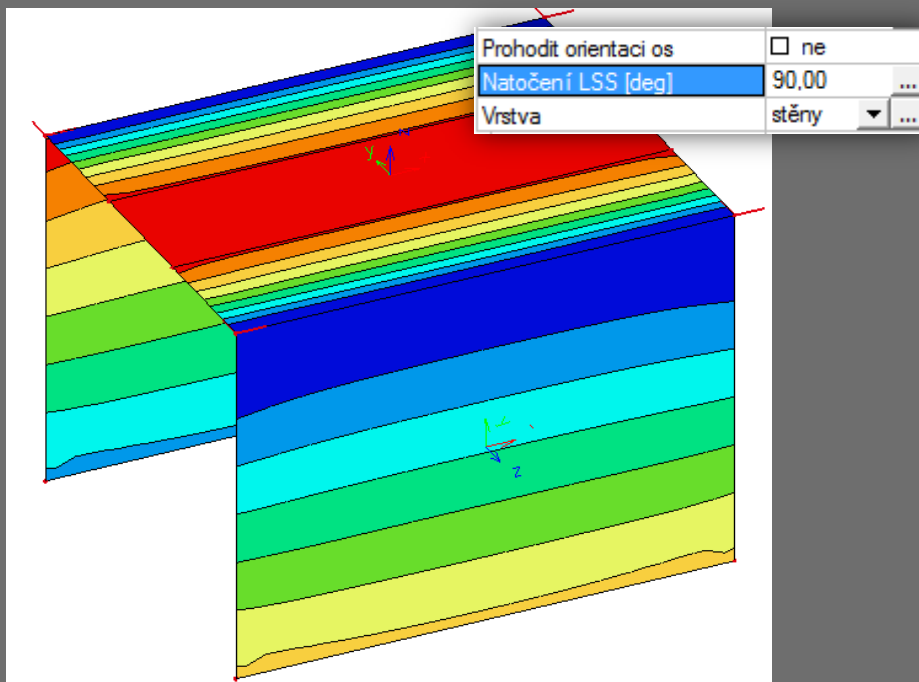
Podrobnosti naleznete v tutoriálu *1.6 Výsledky vnitřních sil + klíč kombinací*.



U konstrukcí, které nemají shodně orientované lokální souřadné systémy (což jsou prakticky všechny), vzniká riziko špatné interpretace výsledků. Vnitřní síly a napětí ve směrech X a Y na sebe totiž nenavazují, protože jsou na jinak orientované lokální osy na dílcích stojících v konstrukci vedle sebe. Například následující obrázek s ohybovým momentem my:



Zatímco pokud pootočíme stropní desku o 90° , dostaneme podobně orientovaný souřadný systém a moment my bude hned na celé konstrukci vykreslen spojitě:



Tento efekt nemá vliv na návrh výztuže.