

# Šikmá plocha

Spracované v MSC.ADAMS 2003.0.1  
<http://www.ktm.sjf.stuba.sk/atc>  
© ATC for MSC.ADAMS STU Bratislava

V príklade sú použité nasledovné moduly programu MSC.ADAMS:

**MSC.ADAMS/View**

**MSC.ADAMS/Solver**

**MSC.ADAMS/Postprocessor**

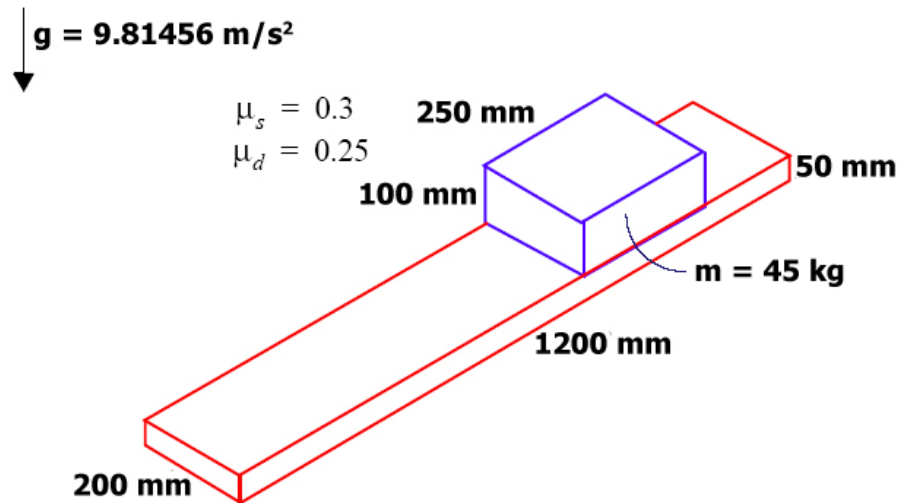
V príklade sú ukázané nasledovné techniky práce s programom:

- vytvorenie geometrie BOX s vopred definovanými rozmermi
- premenovanie ENTITY
- zmena zotrvačných vlastností PARTu
- rotácia telesa pomocou nástroja PRECISION MOVE a POSITION: rotate
- vytvorenie merača MEASURE zrýchlenia
- pridanie trenia do posuvného spojenia, definícia vlastností trenia
- použitie sledovacieho nástroja v postprocessore

# Šikmá plocha

**Úlohy: A)** Zistíte minimálny uhol sklonu roviny, pri ktorom sa kocka zošmykne po naklonenej ploche.

**B)** Výpočtom overte získané výsledky



**Spustenie programu MSC.ADAMS/View:**

1. Dvojitým kliknutím na ikonu na pracovnej ploche
2. Prostredníctvom Štart menu systému Windows

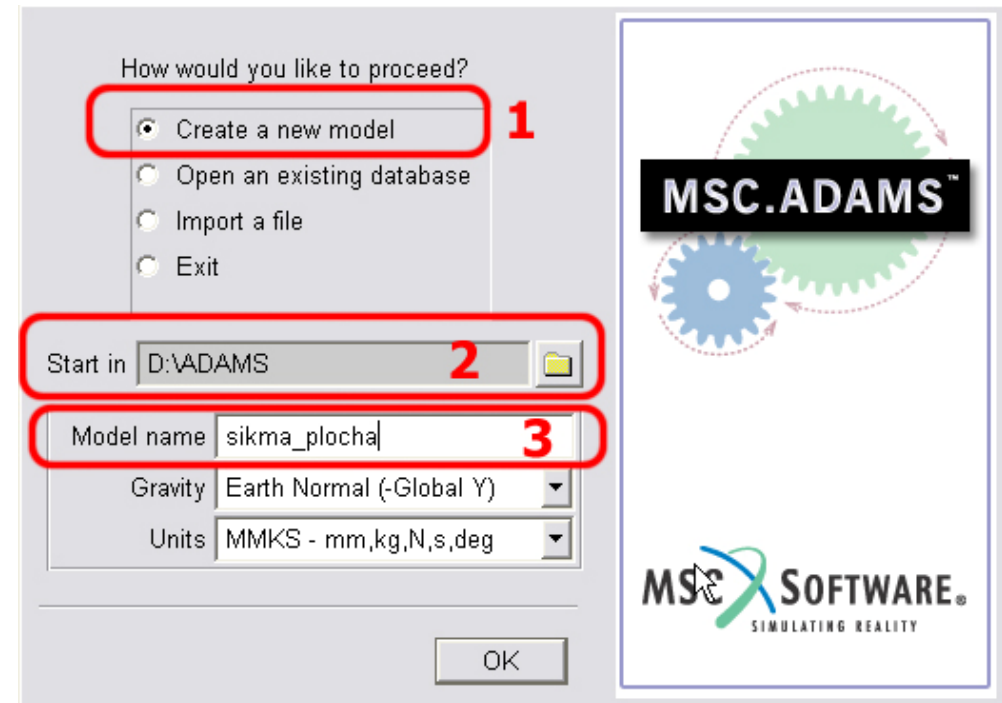



**Štart – Programs – MSC.Software – MSC.ADAMS 2003 - AView – ADAMS – View**

# Šikmá plocha

**Vytvorenie novej databázy (modelu) pomocou uvítacieho dialógového panelu:**

1. V časti „*How would you like to proceed?*“ vyberte **Create new model** (1)
2. V poli 2 vyberte, do ktorého adresára sa majú ukladať všetky



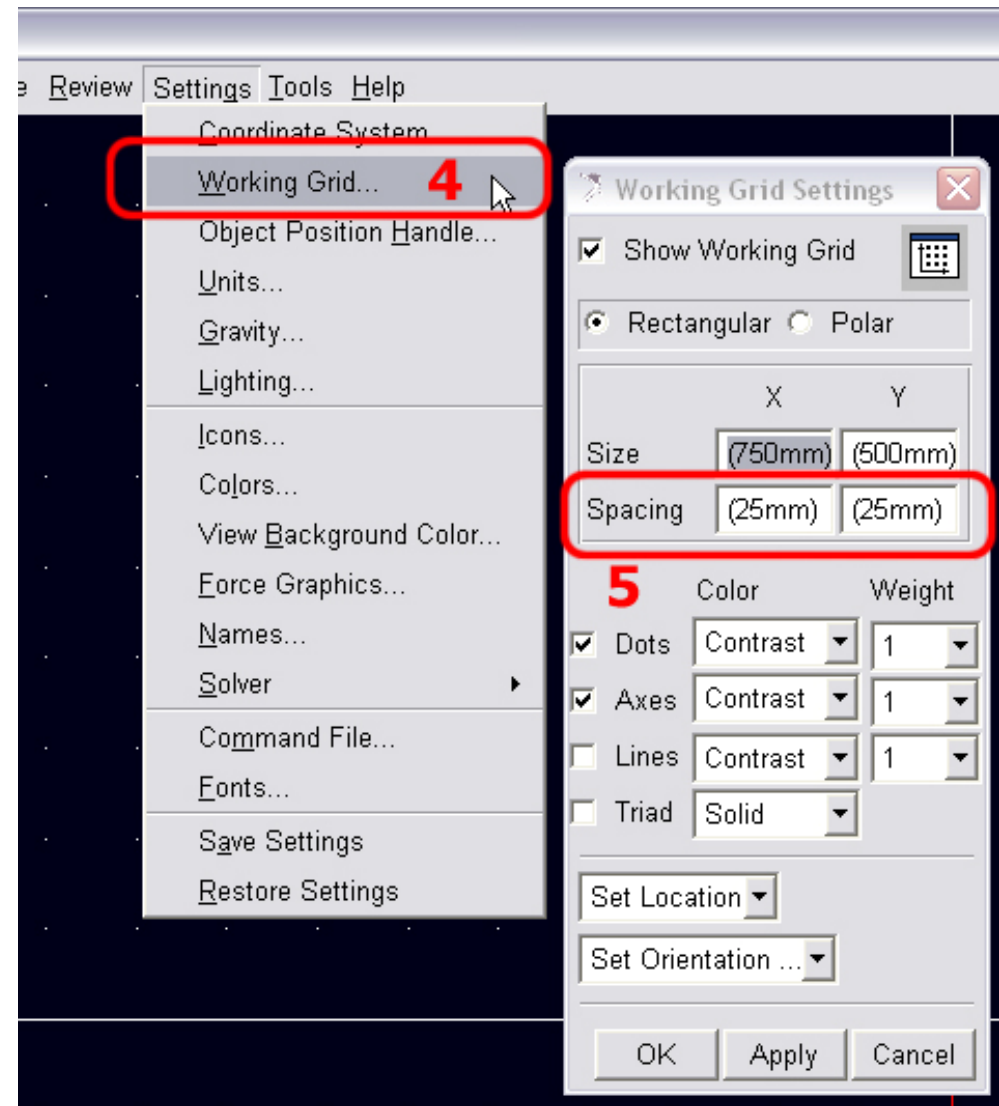
súbory vytvorené pri práci s modelom. Mali by ste mať zvolený adresár **D:\ADAMS**, ak nie je, tak pomocou ikony  vyberte tento adresár

3. V poli 3 napíšte meno modelu **sikma\_plocha**
4. Skontrolujte, či je zvolený smer gravitácie ako **-Y** a systém jednotiek **MMKS**
4. Kliknite **ľavým tlačítkom myši (L)** na OK

# Šikmá plocha

## Zmena nastavenia pracovnej mriežky:

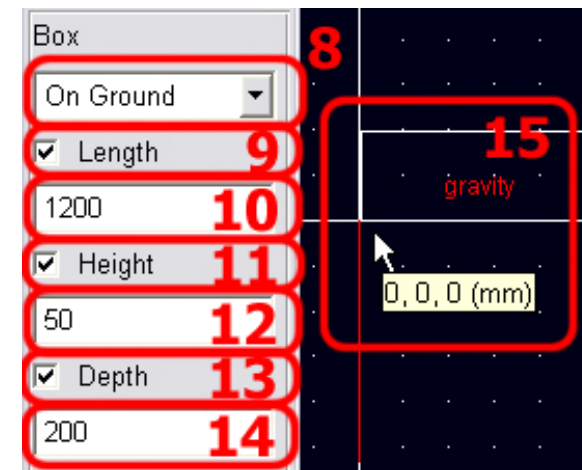
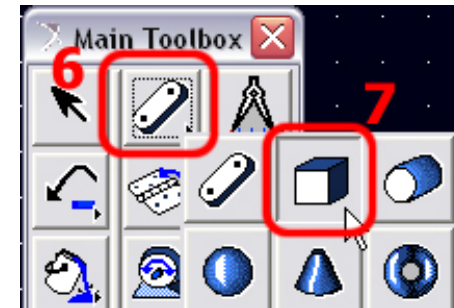
1. Kliknite (L) na **MB – Settings – Working Grid ...** (4)
2. Zmeňte rozstup bodov pracovnej mriežky na **25 mm** v oboch smeroch (5)
3. Zmenu nastavení potvrďte kliknutím (L) na **OK**



## Šikmá plocha

### Vytvorenie telesa plochy patriacej rámu:

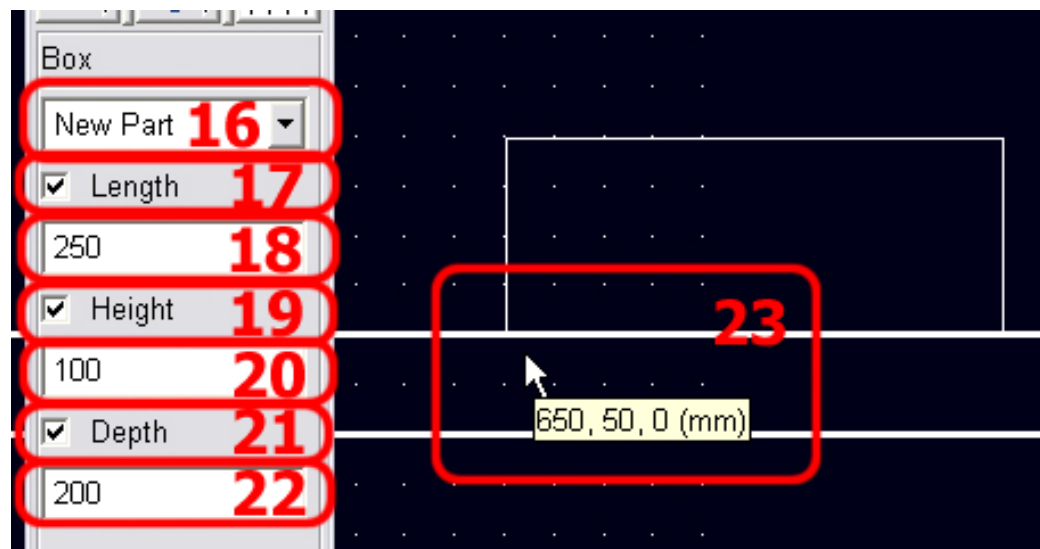
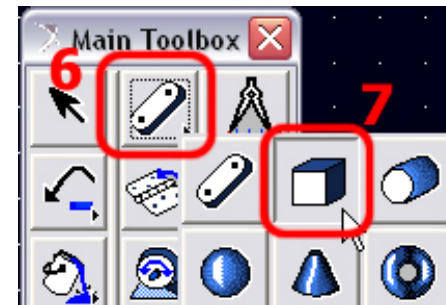
1. Stlačte **F4** pre zapnutie **súradnicového okna**
2. Kliknite (**R**) na ikonu skupiny pevných telies (6) a vyberte (**L**) príkaz na vytvorenie kocky (BOX) (7)
3. Vyberte **On Ground**, pretože chceme, aby teleso patrilo rámu (8)
4. Zaškrtnite políčko **Length** (9), tým určíte, že chcete vytvoriť BOX s Vami vopred definovanou dĺžkou
5. Do poľa 10 napíšte **1200** pre dĺžku 1200 mm
6. Zaškrtnite políčko **Height** (11)
7. Do poľa 12 napíšte **50** pre výšku 50 mm
8. Zaškrtnite políčko **Depth** (13)
9. Do poľa 14 napíšte **200** pre šírku 200 mm
10. Kliknite (**L**) v bode **0,0,0** a tým vytvoríte BOX (15)



## Šikmá plocha

### Vytvorenie telesa kocky:

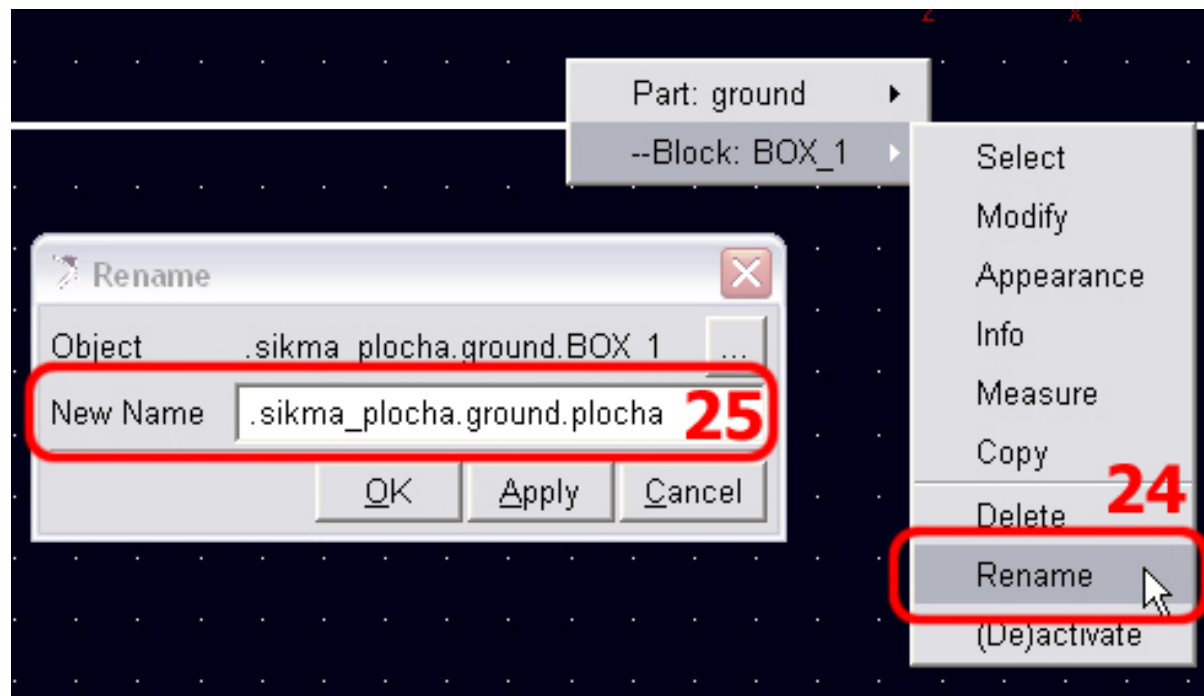
1. Kliknite **(R)** na ikonu skupiny pevných telies (6) a vyberte **(L)** príkaz na vytvorenie kocky (BOX) (7)
2. Vyberte **New Part** (16)
3. Zaškrtnite políčko **Length** (17), tým určíte, že chcete vytvoriť BOX s Vami vopred definovanou dĺžkou
  - Do poľa 18 napíšte **250**
5. Zaškrtnite políčko **Height** (19)
  - Do poľa 20 napíšte **100**
7. Zaškrtnite políčko **Depth** (21)
  - Do poľa 22 napíšte **200**
- Kliknite **(L)** v bode **650,50,0** a tým vytvoríte BOX (23)



# Šikmá plocha

## Premenovanie plochy:

1. Kliknite (R) na geometriu plochy a kliknite (L) na **--Block: BOX\_1 – Rename (24)**
2. Do poľa **New Name** napíšte meno v plnom tvare **.sikma\_plocha.ground.plocha (25)**
3. Potvrďte zmenu kliknutím (L) na **OK**

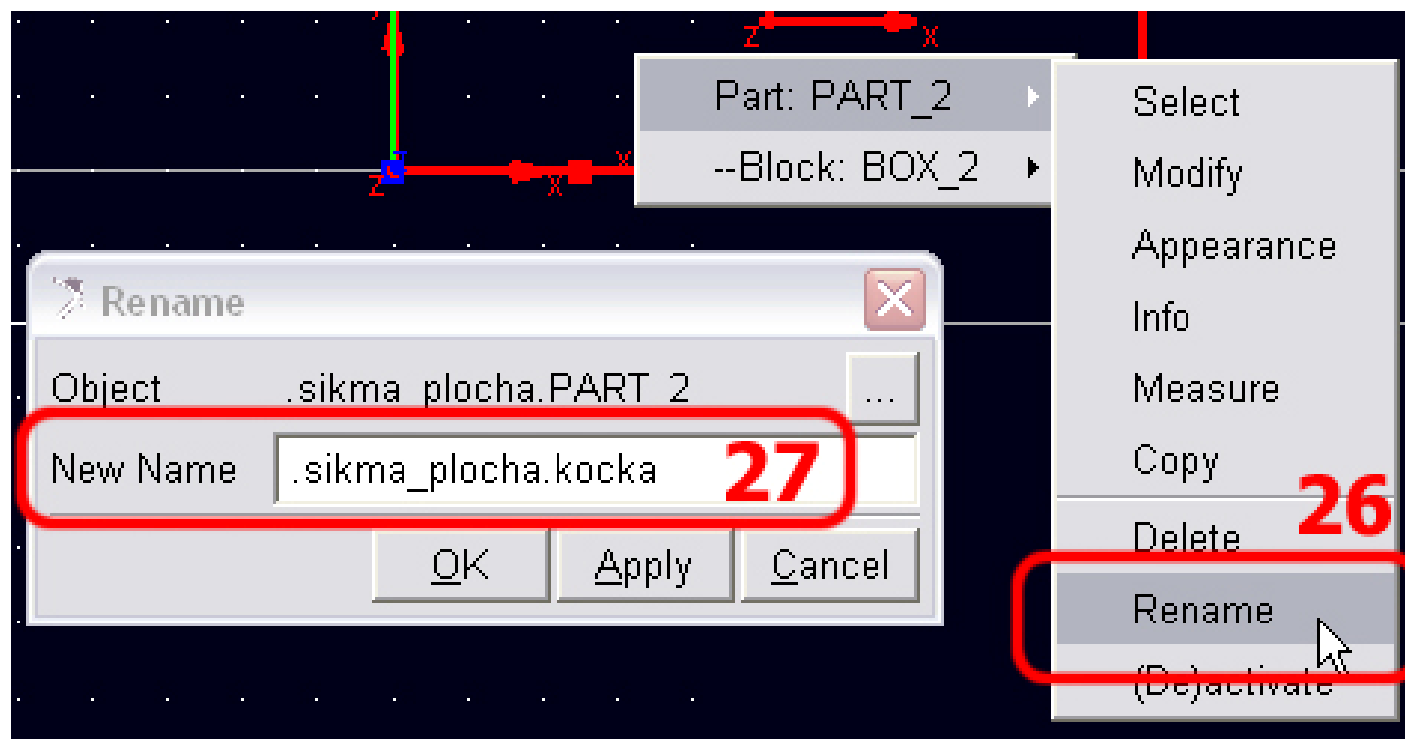




## Šikmá plocha

### Premenovanie kocky:

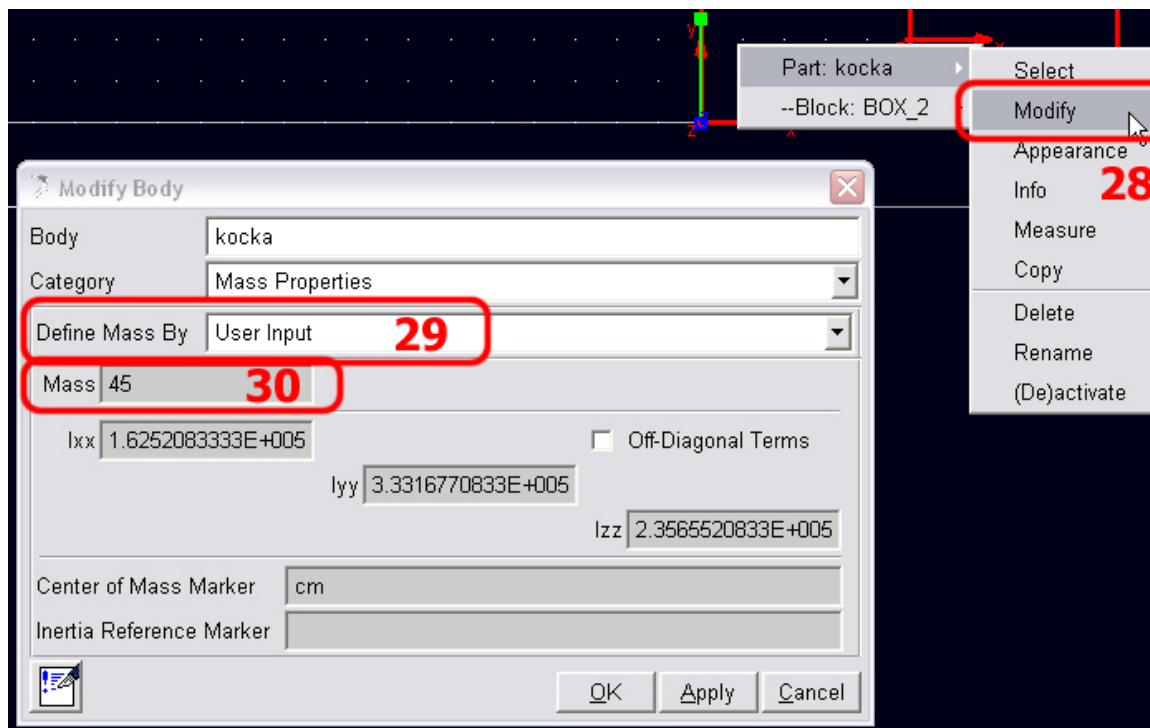
1. Kliknite (R) na geometriu kocky a kliknite (L) na **Part: PART\_2 – Rename** (26)
2. Do poľa **New Name** napíšte meno v plnom tvare **.sikma\_plocha.kocka** (27)
3. Potvrďte zmenu kliknutím (L) na **OK**



## Šikmá plocha

### Zmena hmotnosti kocky:

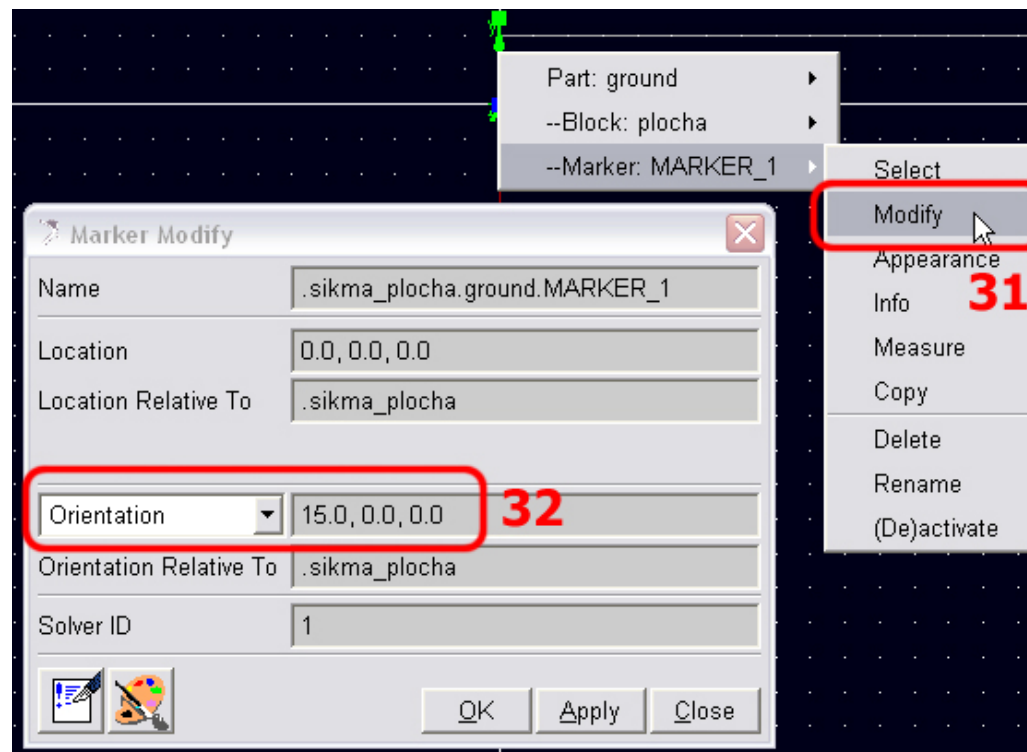
1. Kliknite **(R)** na geometriu kocky a kliknite **(L)** na **Part: kocka – Modify** (28)
2. Zmeňte položku **Define Mass by** na **User Input** (29)
3. V poli **Mass** (30) prepíšte hodnotu na **45**, tým zmeníte hmotnosť kyvadla na 45kg
4. Kliknite **(L)** na **OK**



## Šikmá plocha

### Otočenie plochy o 15°:

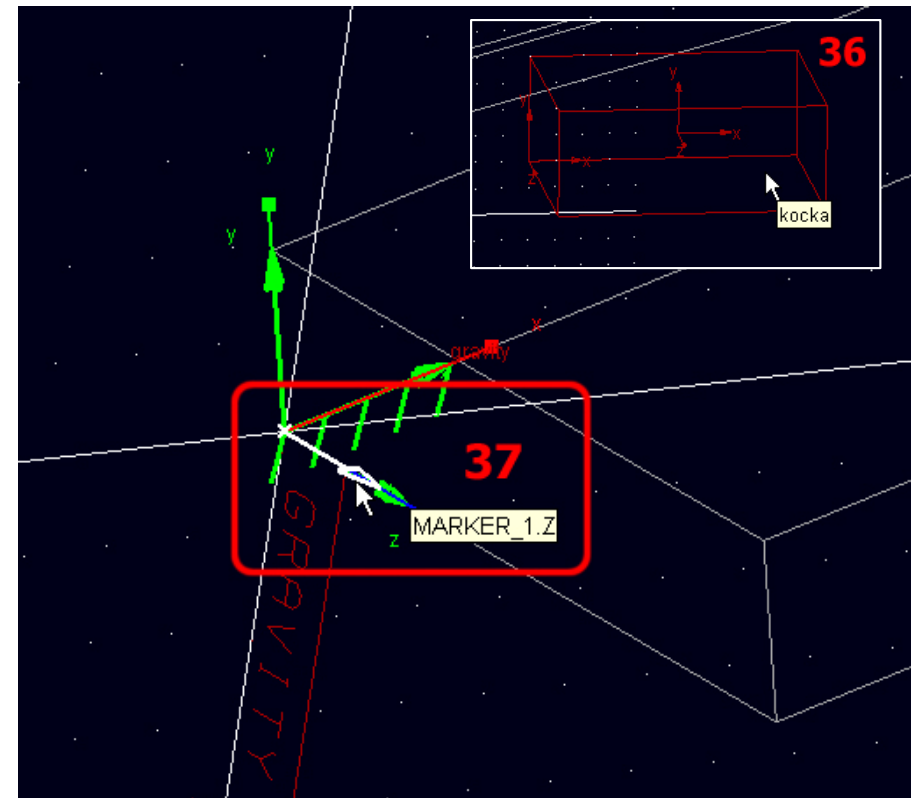
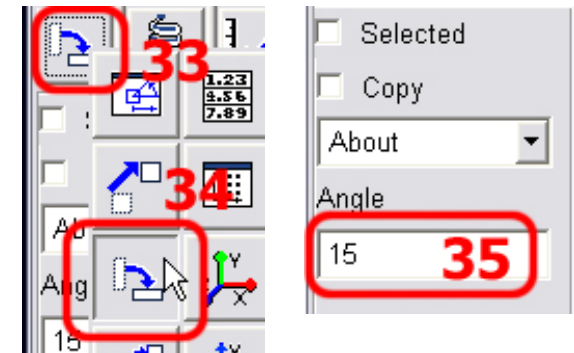
1. Kliknite **(R)** na ikonu markera a kliknite **(L)** na **Part: – Marker: MARKER\_1 – Modify (31)**
2. Zmeňte pole **Orientation** na **15,0,0** (32)
3. Zmenu potvrdíte kliknutím **(L)** na **OK**



## Šikmá plocha

### Otočenie kocky o 15°:

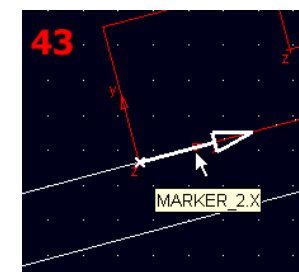
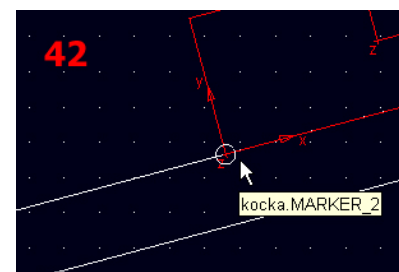
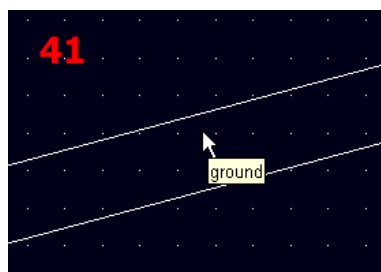
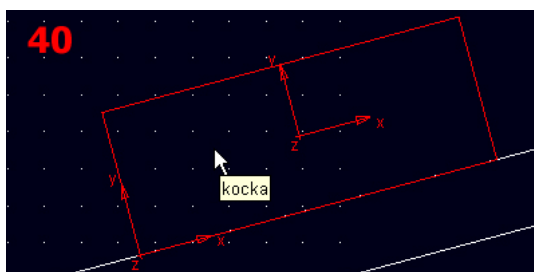
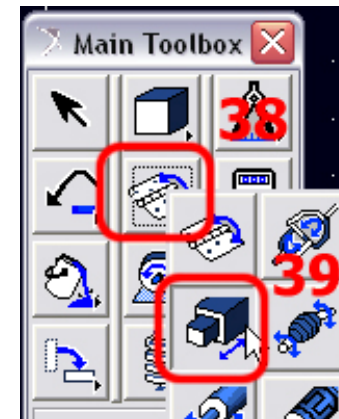
1. Kliknite (**R**) na skupinu ikon **Move** (33) a kliknite (**L**) na ikonu **Align & Rotate** (34)
2. Zmeňte pole **Angle** na **15** (35)
3. Kliknite (**L**) na kocku (36), tým určíte objekt, ktorý chcete otočiť
4. Otočte si model tak, aby ste mohli zvoliť os Z markera **MARKER\_1**
5. Stlačte **r** a potočte si teleso plochy tak, aby ste videli os z markera (37).
6. Kliknite (**L**) na os z, tým určíte okolo ktorej osi chcete kocku otočiť (37)
7. Stlačte **Shift + f** pre návrat do pohľadu **FRONT** (nárýs)



## Šikmá plocha

### Vytvorenie posuvného spojenia medzi kockou a plochou:

1. Kliknite (**R**) na ikonu skupiny väzieb (38) a vyberte (**L**) príkaz na vytvorenie posuvného spojenia (translational) (39)
2. Kliknite (**L**) na kocku (40), tým určíte prvé teleso v spojení
3. Kliknite (**L**) niekde na rám (41)
4. Kliknite (**L**) na marker **MARKER\_2** (42), tým určíte miesto spojenia
5. Myšou vyberte os x markera **MARKER\_2** (43), tým určíte smer vzájomného pohybu častí

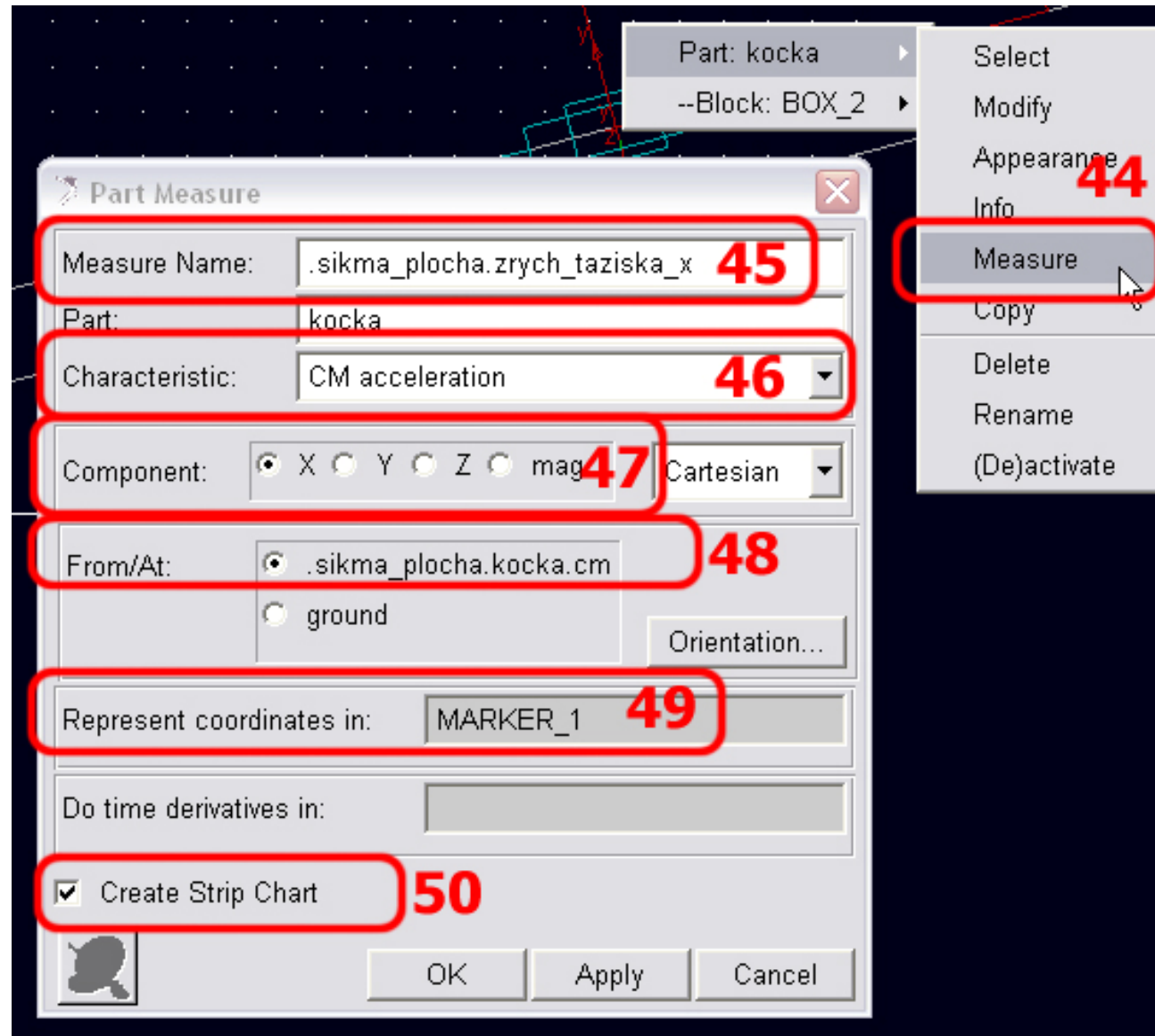


### Vytvorenie merača (MEASURE) zrýchlenia kocky:

1. Kliknite (**R**) na geometriu kocky, myšou prejdite a kliknite (**L**) na **Part: kocka – Measure (44)**
2. Do poľa **Measure Name** napíšte názov merača **.sikma\_plocha.zrych\_taziska\_x (45)**
3. Nastavte **Characteristics** na **CM acceleration (46)**
4. V poli **Component** zvolte **X (47)**, pretože chceme merať x-ovú zložku sily
5. V poli **From/At** vyberte **.sikma\_plocha.kocka.cm (48)**
6. V poli **Represent coordinates in:** kliknite (**R**) a pomocou **Pick** myšou vyberte **MARKER\_1**, ktorý je umiestnený v ľavom dolnom rohu šikmej plochy (49)
6. Zaškrtnite **Create Strip Chart (50)**, tým zvolíte možnosť vytvorenia grafu merača
7. Kliknite (**L**) na **OK**, tým vytvoríte nový merač  
Vytvorí sa graf merača zrýchlenia ťažiska

Obrázok k tejto časti je na nasledujúcej strane

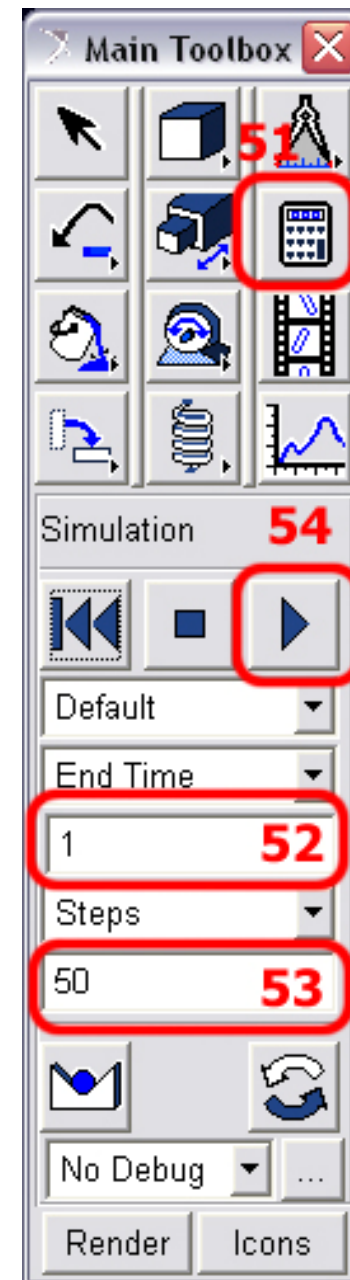
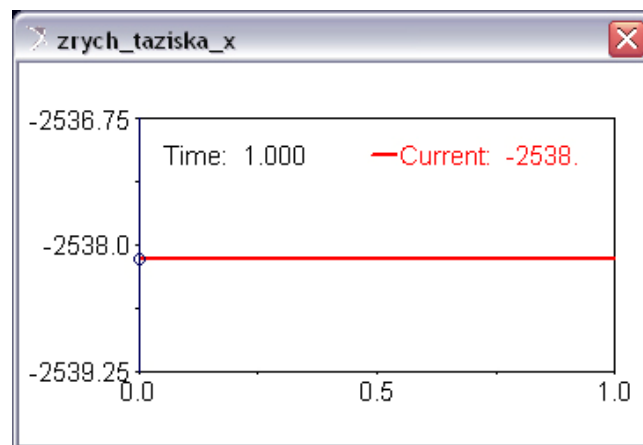
# Šikmá plocha



# Šikmá plocha

## Spustenie simulácie:

1. Kliknite (L) na ikonu **Interactive Simulation Controls** (51)
2. Nastavte čas simulácie **End Time** na **1** (52)
3. Nastavte počet krokov **Steps** na **50** (53)
4. Kliknutím (L) na ikonu (54) spustíte analýzu
5. V okne merača sa zobrazí konštantná hodnota zrýchlenia ťažiska. Túto hodnotu si poznamenajte pre použitie neskôr.

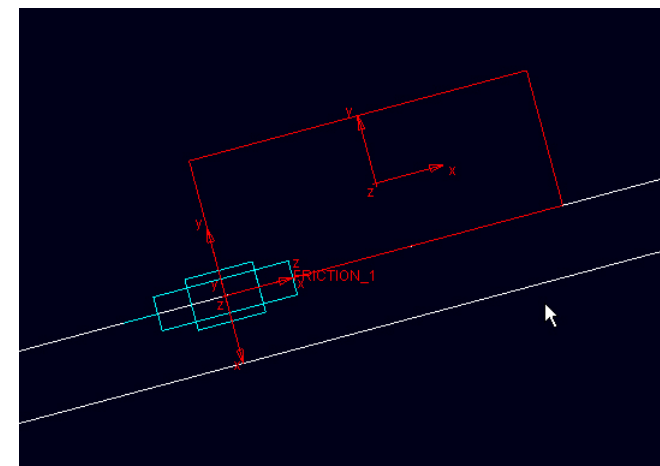




## Pridanie trenia do posuvného spojenia:

1. Kliknite (**R**) na geometriu posuvného spojenia a kliknite na **Joint: JOINT\_1 – Modify** (55)
2. V dialógovom paneli **Modify Joint** kliknite (**L**) na ikonu **Joint Friction** (56)
3. V dialógovom paneli **Create Friction ...** zmeňte položku **Mu static** na **0.3** (57)
4. Zmeňte položku **Mu dynamic** na **0.25** (58)
5. Zmeňte položku **Stiction Transition Velocity** na **2.54** (78)
6. Zmeňte položku **Max. Stiction Deformation** na **0.254** (79)
7. Odškrtnite položku **Bending Moment** (59)
8. Odškrtnite položku **Torisional Moment** (60)
9. Kliknite (**L**) na **OK**, tým potvrdíte pridanie trenia
10. Kliknite (**L**) na **OK**, tým potvrdíte zmenu posuvného spojenia

Obrázok k tejto časti je na nasledujúcej strane



# Šikmá plocha

The image displays the 'Modify Friction' dialog box on the left and the 'Modify Joint' dialog box on the right, overlaid on a 3D CAD model of a block on an inclined plane. A context menu is also visible over the model.

**Modify Friction ...**

- Friction Name: FRICTION\_1
- Adams Id: 1
- Comments: |
- Joint Name: JOINT\_1
- Translational
- Mu Static: 0.3 **57**
- Mu Dynamic: 0.25 **58**
- Reaction Arm: 1.0
- Initial Overlap: 0.0
- With Positive Joint Displacement
- Overlap Will: Remain Constant
- Stiction Transition Velocity: 2.54 **78**
- Max Stiction Deformation: 0.254 **79**
- Friction Force Preload: 0.0
- Effect: Stiction and Sliding
- Input Forces to Friction:
  - Preload
  - Reaction Force
  - Bending Moment **59**
  - Torsional Momer **60**
- Friction Inactive During:
  - Static Equilibrium

**Modify Joint**

- Name: JOINT\_1
- First Body: kocka
- Second Body: ground
- Type: Translational
- Force Display: None
- Buttons: Impose Motion(s)..., Initial Conditions...
- Buttons: **56** (Friction icon)

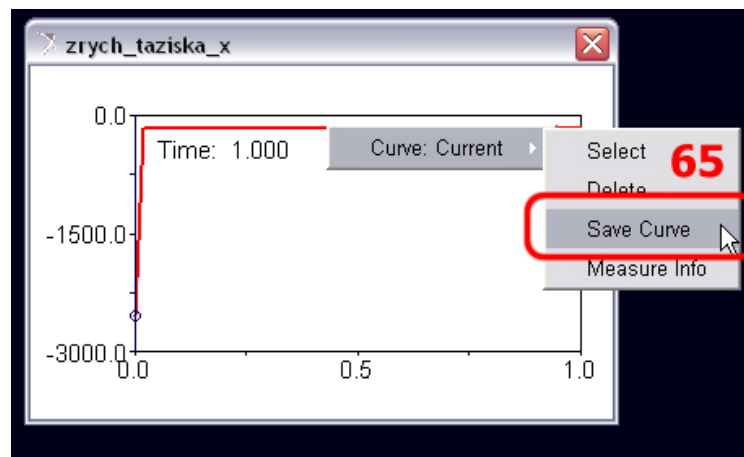
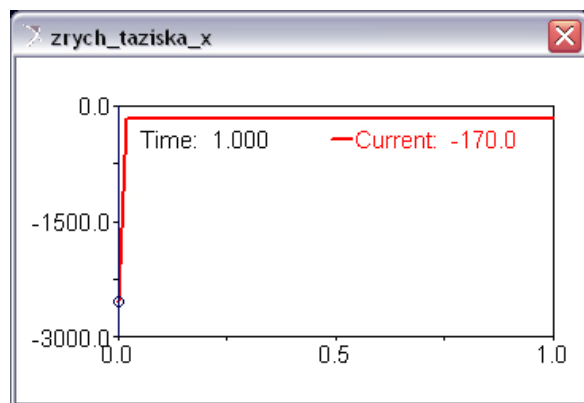
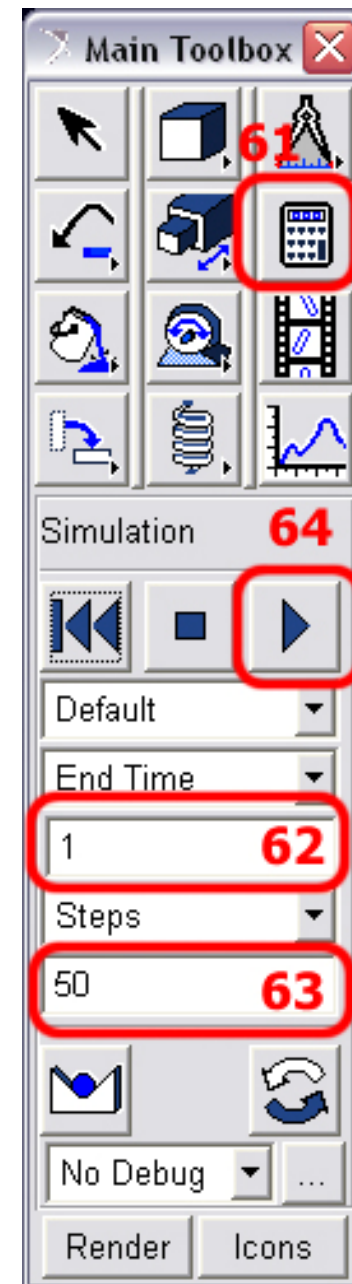
**Context Menu:**

- Part: ground
- Block: plocha
- Marker: MARKER\_4
- Part: kocka
- Block: BOX\_2
- Marker: MARKER\_2
- Marker: MARKER\_3
- Joint: JOINT\_1
- Select **55**
- Modify **55**
- Appearance
- Info
- Measure
- Copy
- Delete
- Rename
- (De)activate

# Šikmá plocha

## Spustenie simulácie:

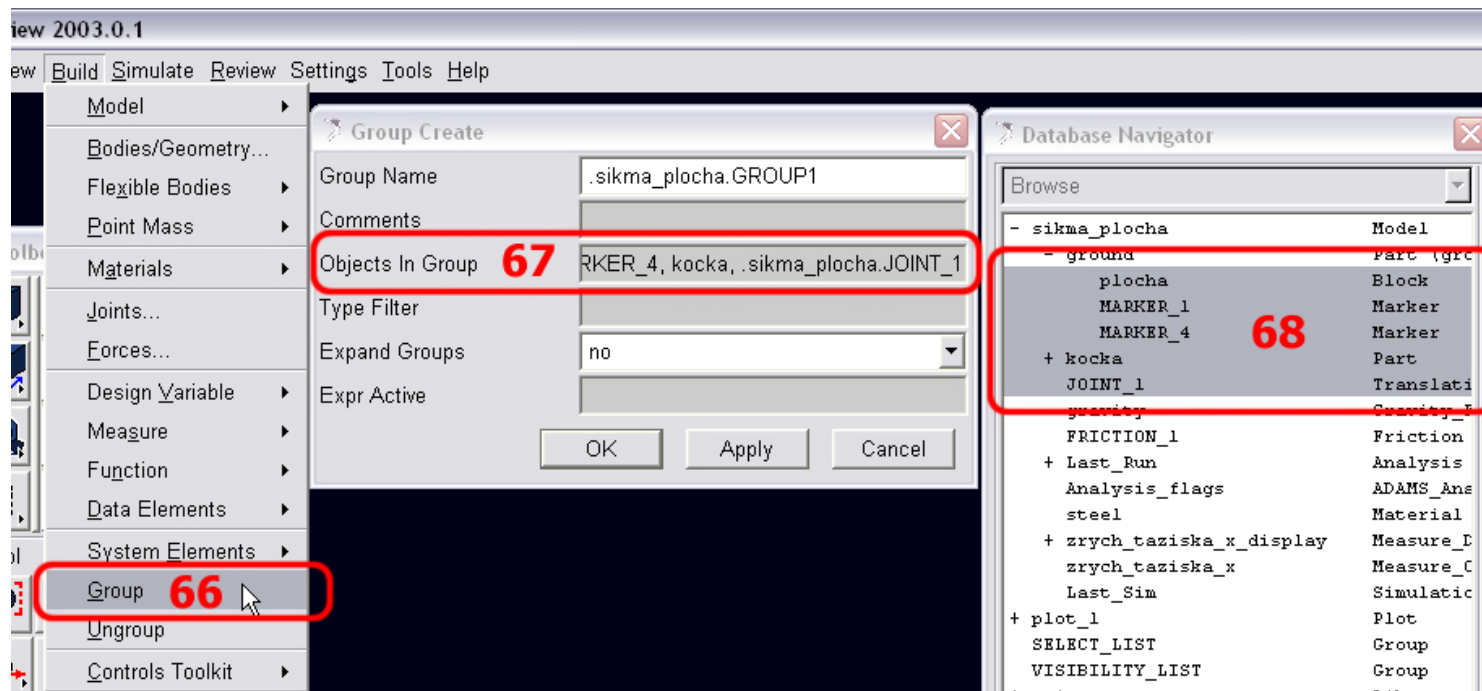
1. Kliknite (L) na ikonu **Interactive Simulation Controls** (61)
2. Nastavte čas simulácie **End Time** na **1** (62)
3. Nastavte počet krokov **Steps** na **50** (63)
4. Kliknutím (L) na ikonu (64) spustíte analýzu
5. Kliknite (R) na čiaru v okne merača a kliknite (L) na **Curve: Current – Save Curve** (65)



# Šikmá plocha

## Vytvorenie skupiny objektov:

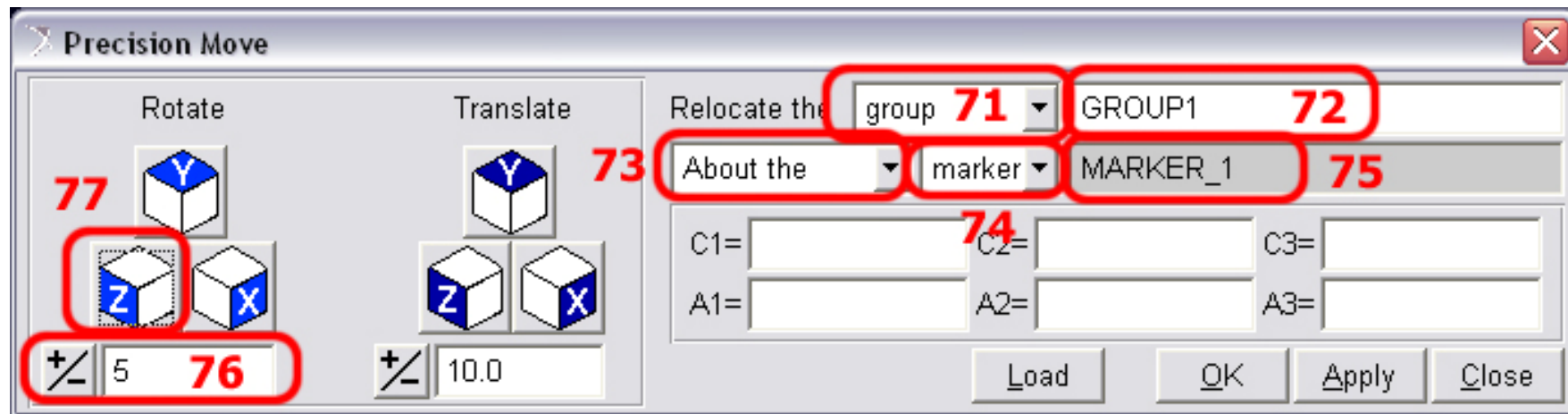
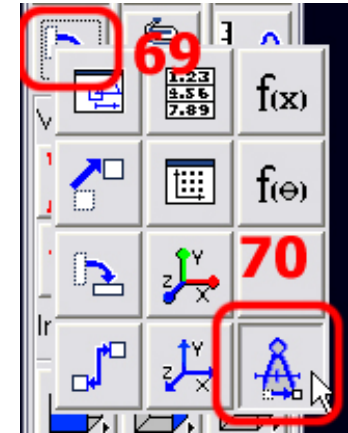
1. Kliknite (L) na **MB – Build - Group** (66)
2. V okne **Group Create** dvakrát kliknite (L) v riadku **Objects In Group** (67), otvorí sa Vám Databázový Navigátor
3. Držte stlačený kláves **Ctrl** a myšou označte položky tak ako je to ukázané v (68)
4. Kliknite (L) na **OK**, tým potvrdíte výber objektov
5. Kliknite (L) na **OK**, tým potvrdíte vytvorenie skupiny objektov



## Šikmá plocha

### Otočenie skupiny objektov:

1. Kliknite (**R**) na skupinu ikon **Move** (69) a kliknite (**L**) na ikonu **Precision Move** (70)
2. Pole **71** zmeňte na **group**, tým určíte aký typ objektu chcete pohybovať, pomocou (**R**) vyberte objekt **GROUP1** (72)
3. Vyberte **About the** (73), **marker** (74), pomocou (**R**) vyberte **MARKER\_1** (75) tým určíte, že chcete otáčať okolo osi vybraného markera
4. Zadajte uhol **5** (76), o ktorý sa má objekt otočiť'
5. Rotáciu vykonáte kliknutím (**L**) na ikonu 77



### Zistenie hraničného uhla sklonu:

1. Po otočení skupiny o  $5^\circ$  spustite simuláciu
2. Ak sa teleso zošmyklo po ploche znížte uhol sklonu plochy a znova spustite simuláciu
3. Metódou **Pokus & Omyl** zistite hraničný uhol kedy sa už kocka neposúva
4. Vždy pred otočením skupiny objektov vráťte model do počiatočného stavu kliknutím **(L)** na dvojité šípku doľava

# Šikmá plocha

**Overenie výsledkov zo simulácie pomocou výpočtu:**

Výsledok vypočítaný v analýze:

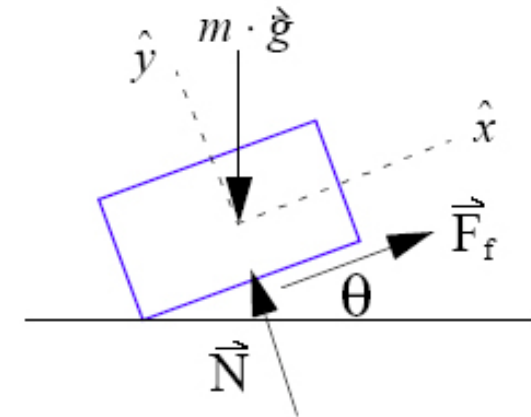
*zrýchlenie bez trenia:*

*hraničný uhol:*

Výpočet:

$$\Sigma F_x = ma_x : -mg \cdot \sin\theta = ma_x$$

$$a_x = -g \sin\theta$$



With friction:

$$\Sigma F_y = 0 : -mg \cdot \cos\theta + N = 0$$

$$N = mg \cdot \cos\theta$$

Maximum angle ( $\theta_{max}$ ) at which the crate will not slide:

$$\Sigma F_x = 0 : F_f - mg \cdot \sin\theta_{max} = 0$$

$$\mu_s \cdot N - mg \cdot \sin\theta_{max} = 0$$

$$\mu_s \cdot mg \cdot \cos\theta_{max} - mg \cdot \sin\theta_{max} = 0$$

$$\mu_s - \tan\theta_{max} = 0$$

$$\theta_{max} = \text{atan}(\mu_s) = \text{atan}(0.30) = 16.7^\circ$$