

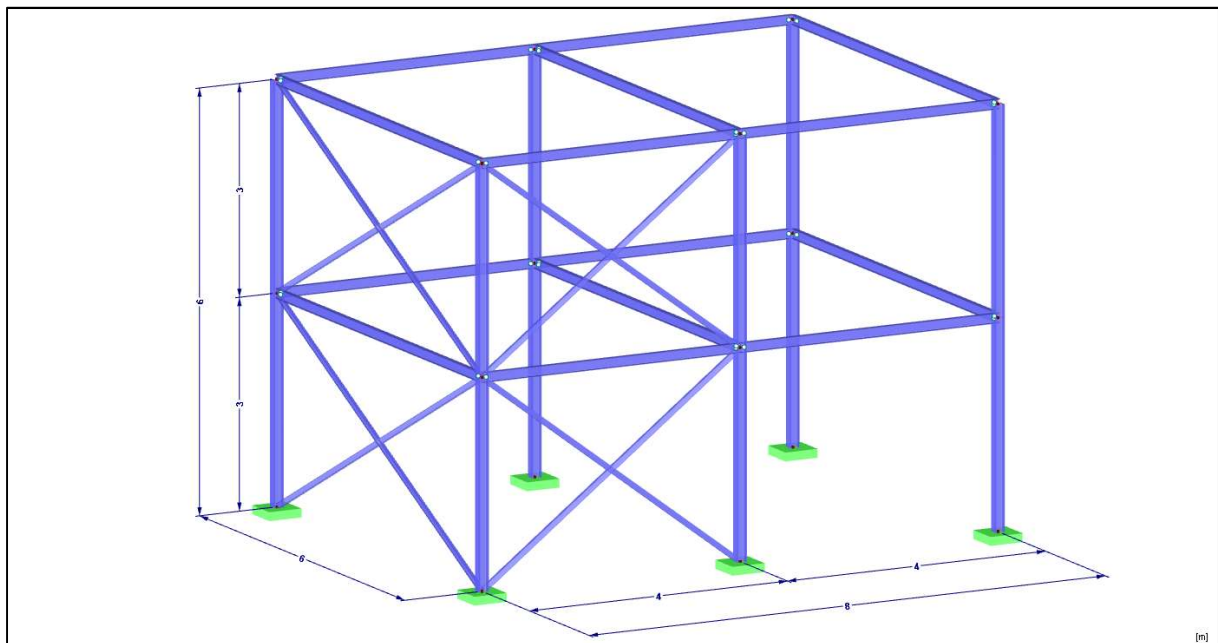
KNOOPVERHINDERINGEN TOEPASSEN IN RFEM

Nu volgt een beschrijving hoe u een knoopverhindering in RFEM 5.11 kunt gebruiken.

De knoopverhindering heeft de functie van een stevig membraan, zodat alle punten van het oppervlak stijf meebewegen. Deze tool kan worden gebruikt voor het modelleren van grond, platen of constructies, schuif in muuranalyse of balkanalyse, om een grote stijfheid in de vlakken toe te kennen. Vooral voor grote modellen zorgt de knoopverhindering voor een hoge snelheidsberekening, dankzij de vermindering van het aantal vergelijkingen dat moet worden opgelost.

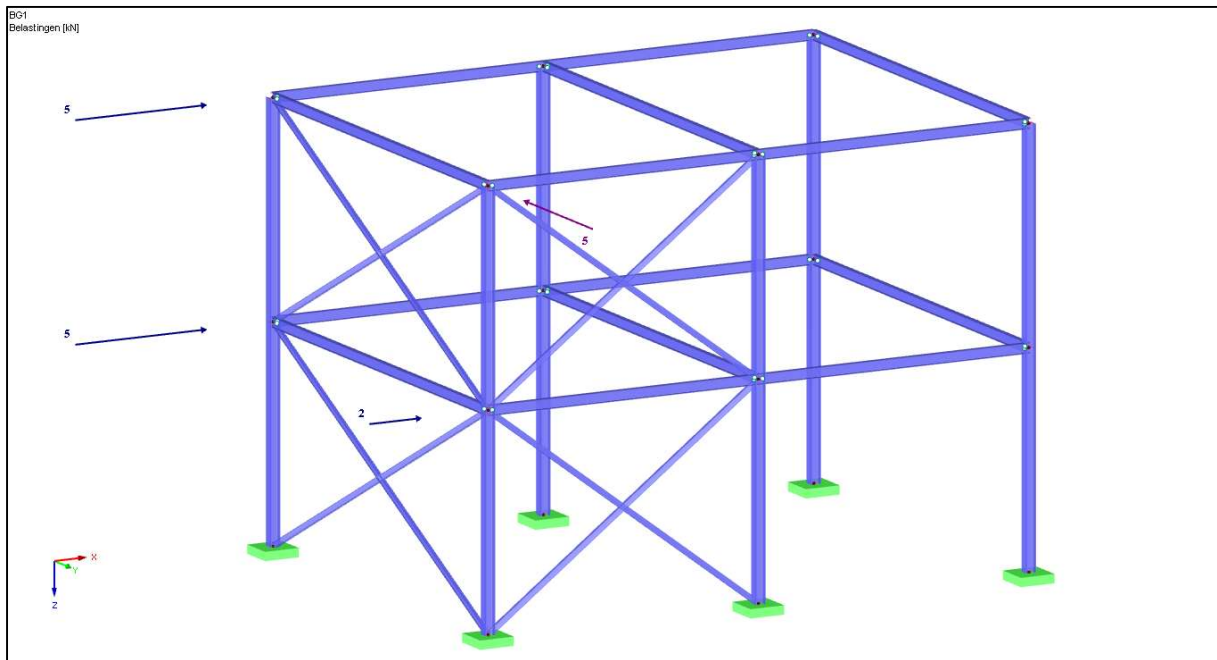
Als voorbeeld beschouwen we een eenvoudige staalconstructie die wordt getoond in afbeelding 1. Het frame bestaat uit de volgende doorsneden:

- Kolommen: HEB 140.
- Liggers: IPE 140.
- Windverbanden: IPE 80.



Afbeelding 1: beschouwd model.

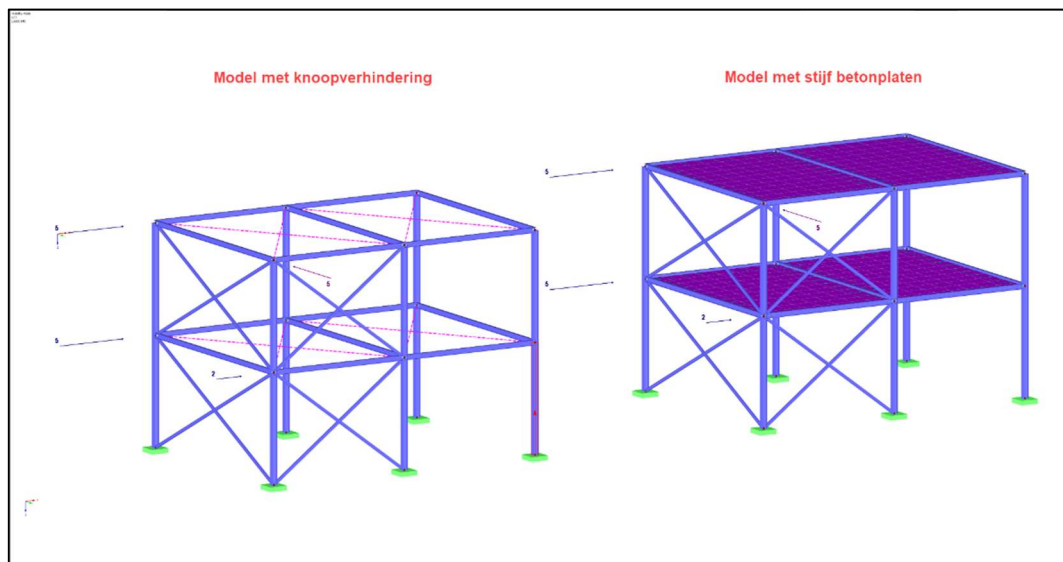
Het frame wordt onderworpen aan een reeks horizontale belastingen in X- en Y-richting, zoals getoond in afbeelding 2.



Afbeelding 2: Toegepaste belasting.

Om het nut van deze tool te tonen, zullen we een vergelijking maken tussen de resultaten die zijn verkregen voor:

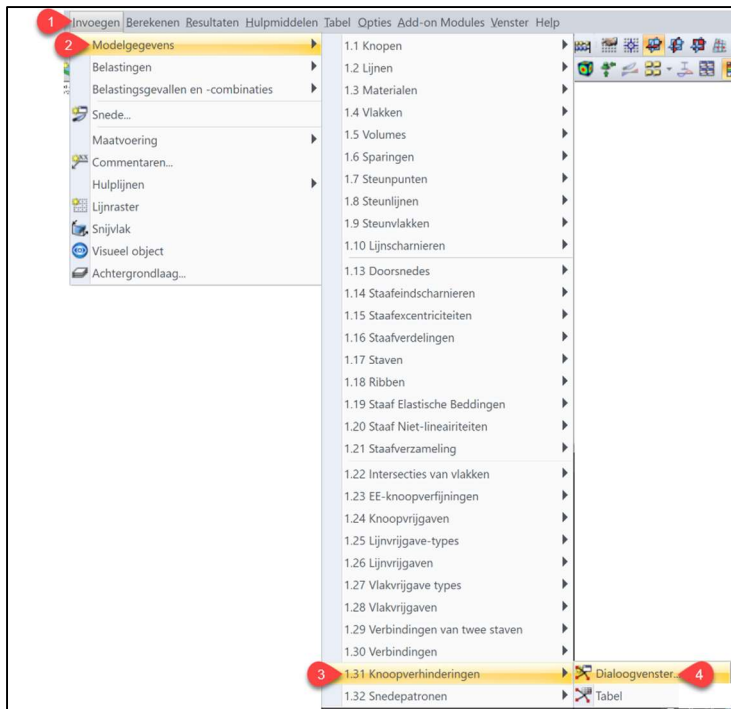
1. Het frame met vier horizontale knoopverhinderingen om een in-vlak stijfheid toe te kennen in overeenstemming met de vloeren (linker frame in afbeelding 3).
2. Het frame met vier horizontale stijve platen in overeenstemming met de vloeren (laatste frame rechts in afbeelding 3).



Afbeelding 3: Geanalyseerde frames.

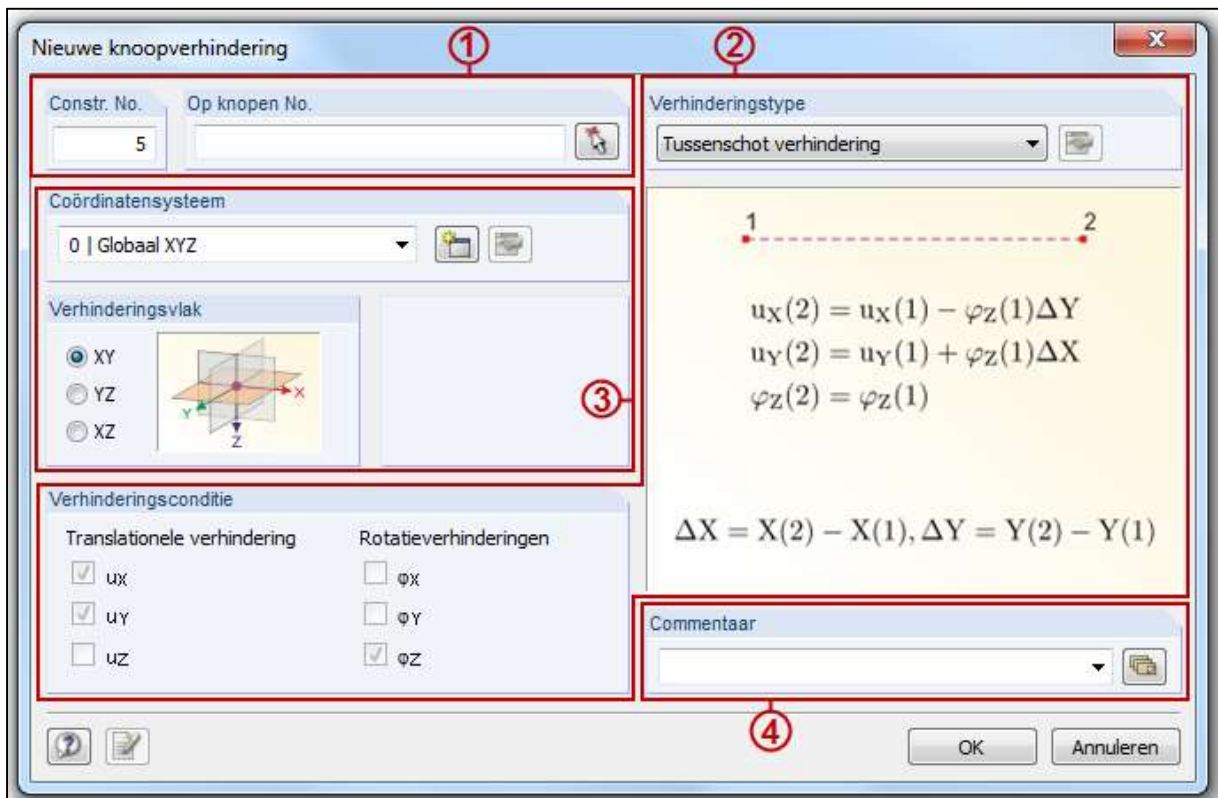
KNOOPVERHINDERING TOEVOEGEN.

Om een knoopverhindering in te voegen, selecteer u INVOEGEN
>MODELGEGEVENS>KNOOPVERHINDERINGEN>DIALOOGVENSTER
Zie afbeelding 4



Afbeelding 4: Dialoogvenster -knoopverhindering invoegen.

Het dialoogvenster bestaat uit vier delen:



Afbeelding 5: Dialoogvenster secties.

Deel 1.

Het nummer van de knoopverhinderings is links weergegeven. Dit nummer wordt automatisch gemaakt door RFEM telkens als er een nieuwe knoopverhinderings wordt gecreëerd.

Aan de rechterkant van deel 1 is er een invoerveld voor het selecteren van de knooppunten die in de knoopverhinderings moeten worden opgenomen. Dit is mogelijk door de nummers van de knooppunten direct te typen of door op de knop te drukken om ze grafisch te selecteren.

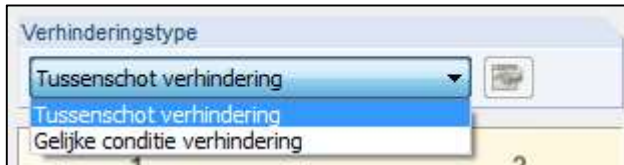


The image shows a software interface with two input fields. The first field is labeled 'Constr. No.' and contains the number '5'. The second field is labeled 'Op knopen No.' and is empty. To the right of the second field is a small icon of a mouse cursor pointing at a node.

Afbeelding 6: Invoerveld -.

Deel 2.

In dit deel kunt u het verhinderingsstype selecteren door middel van het keuzelijst bovenaan.



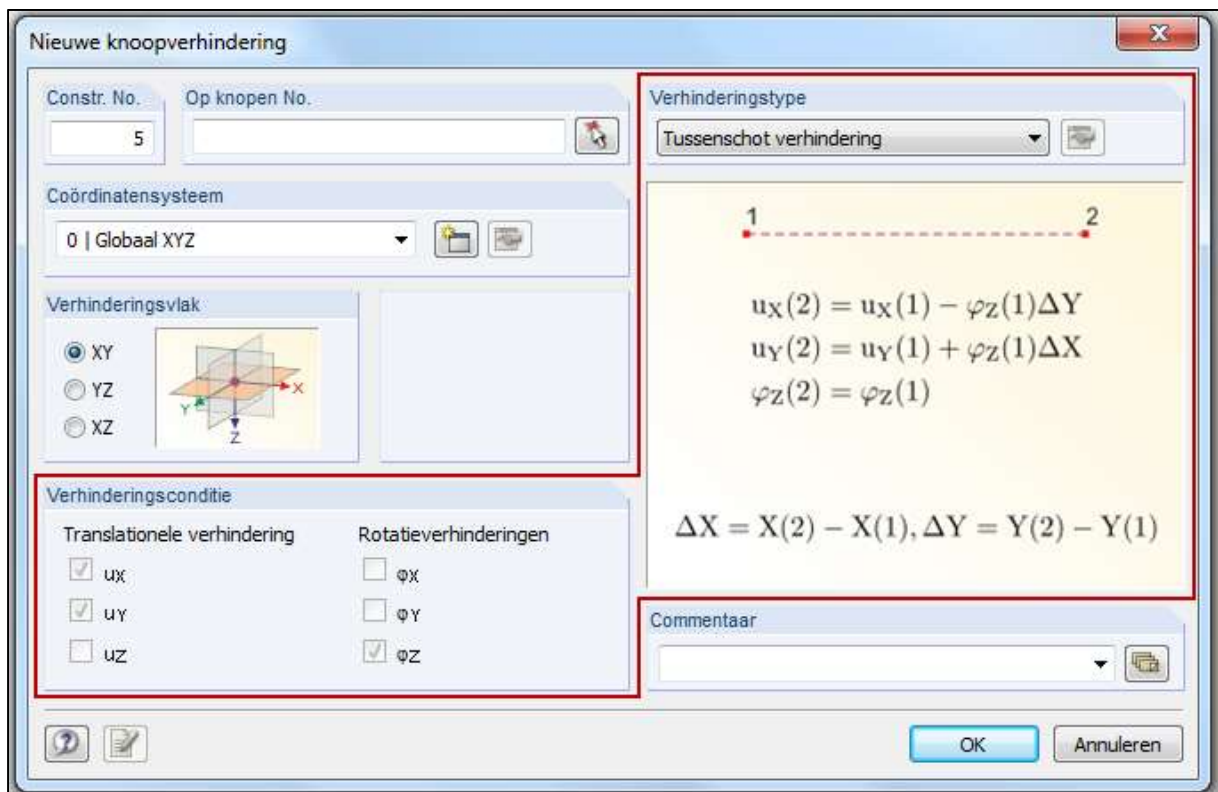
The image shows a dropdown menu titled 'Verhinderingsstype'. The menu is open, showing three options: 'Tussenschot verhinderings', 'Tussenschot verhinderings', and 'Gelijke conditie verhinderings'. The first option is selected and highlighted in blue.

Afbeelding 7:keuzelijst voor het selecteren van het verhinderingsstype.

Er zijn twee verhinderingsstypen:

- Tussenschot verhinderings.

De compatibiliteitsvergelijkingen worden hieronder weergegeven onder het gele vak :



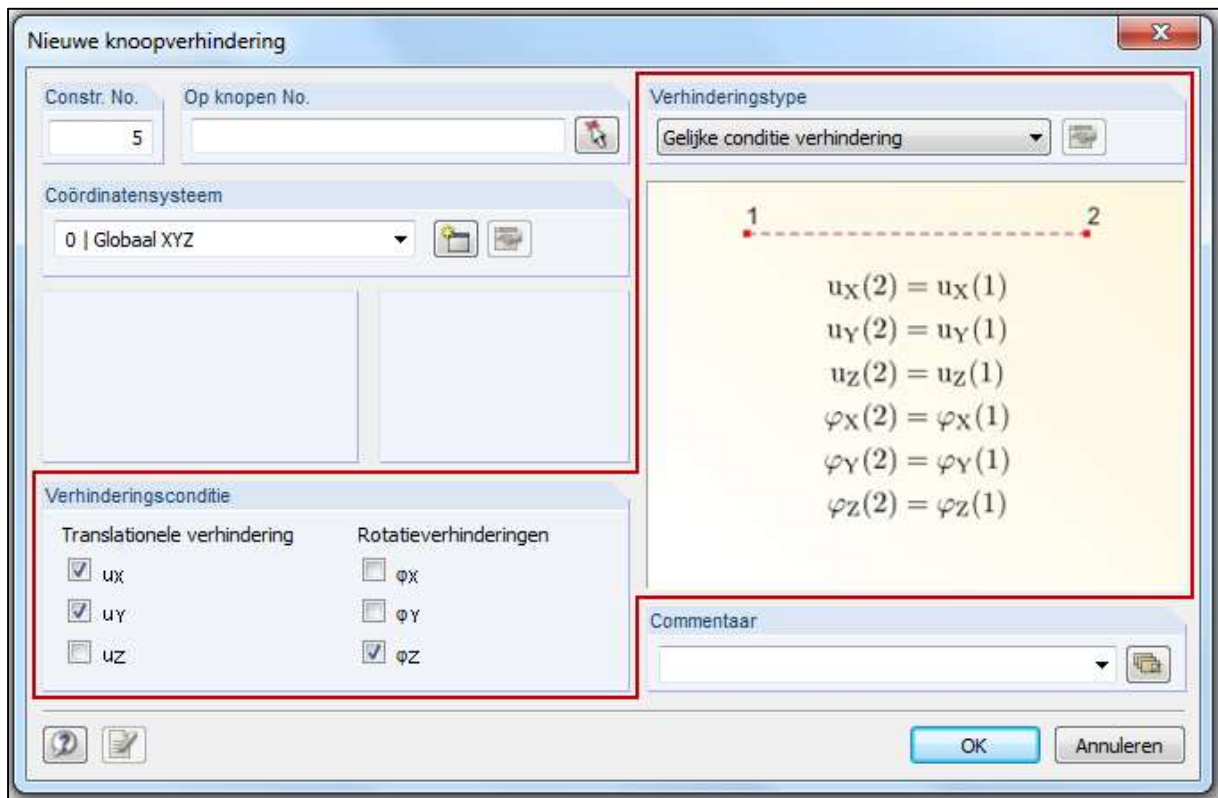
The image shows a dialog box titled 'Nieuwe knoopverhinderings'. It contains several sections: 'Constr. No.' (5), 'Op knopen No.' (empty), 'Coördinatensysteem' (0 | Globaal XYZ), 'Verhinderingsvlak' (XY selected), 'Verhinderingsconditie' (Translationele verhinderings: uX, uY, uZ; Rotatieverhinderings: φX, φY, φZ), 'Verhinderingsstype' (Tussenschot verhinderings), and 'Commentaar'. The 'Verhinderingsconditie' section is highlighted with a red box. The 'Verhinderingsstype' section shows a diagram of two nodes (1 and 2) connected by a dashed line, with the following equations: $u_X(2) = u_X(1) - \varphi_Z(1)\Delta Y$, $u_Y(2) = u_Y(1) + \varphi_Z(1)\Delta X$, $\varphi_Z(2) = \varphi_Z(1)$, and $\Delta X = X(2) - X(1), \Delta Y = Y(2) - Y(1)$. The 'Commentaar' section is empty.

Afbeelding 8: Tussenschot verhinderings.

Onderaan links staan de verhinderingscondities. In het geval van Tussenschot verhinderings zijn de voorwaarden niet te wijzigen.

- Gelijke Conditie verhinderings.

De compatibiliteitsvergelijkingen worden hieronder weergegeven onder het lijstvak:



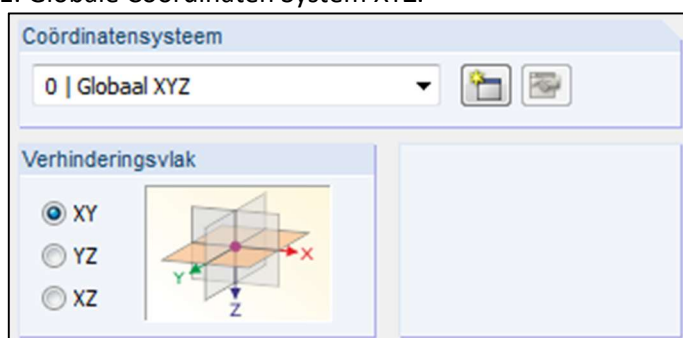
Afbeelding 9: Gelijke Conditie verhinderings.

In dit geval is het mogelijk om de verhinderingsvoorwaarden handmatig te selecteren door de vinkjes aan te vinken.

Deel 3.

In deel 3 kan men het coördinatensysteem kiezen. Er zijn twee opties:

1. Globale Coördinaten System XYZ.

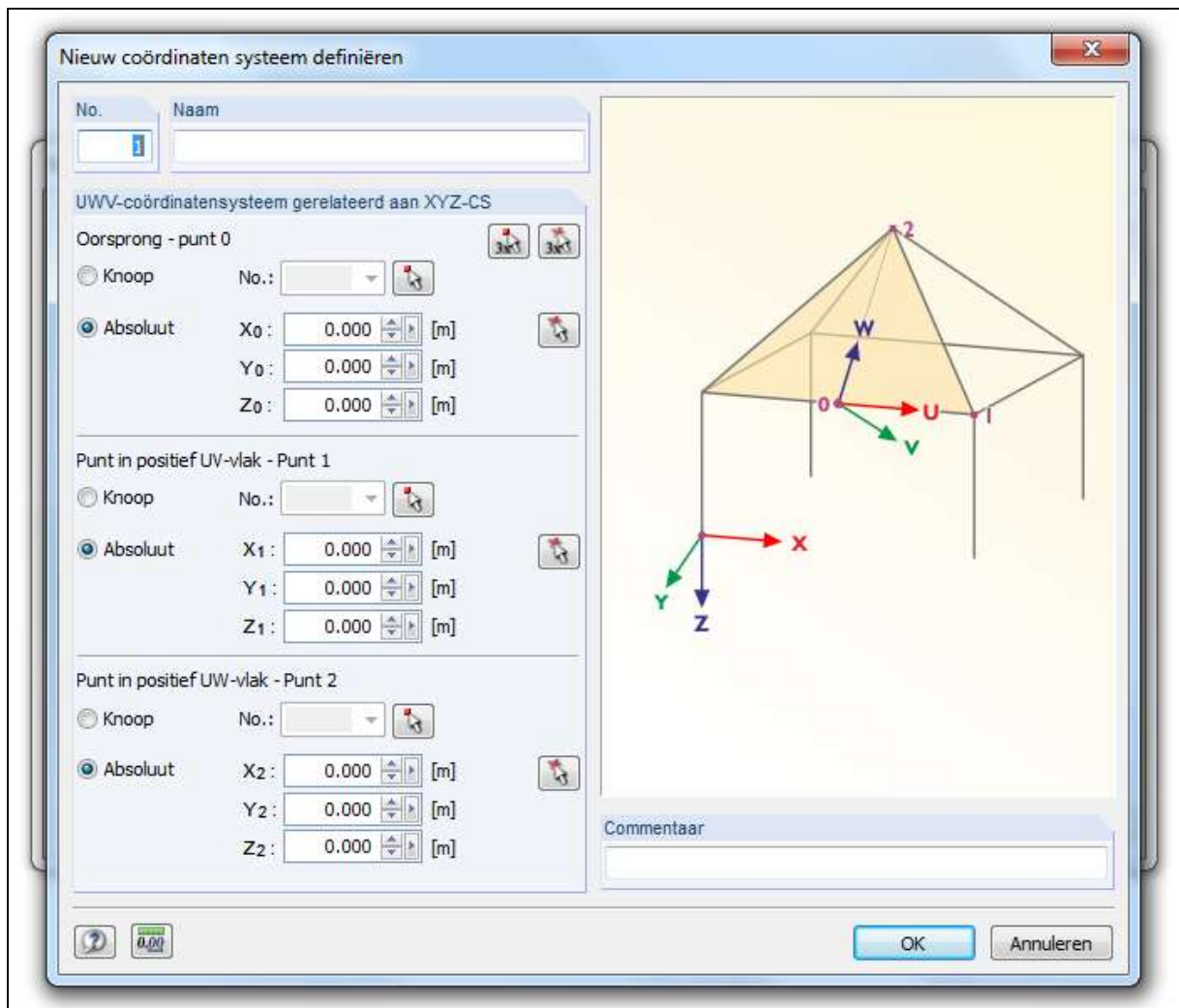


Afbeelding 10: Globale Coördinaten System.

Door het globale coördinatensysteem te kiezen, kunt u een van de drie coördinaatvlakken selecteren (XY, YZ, XZ).

2. Gebruiker gedefinieerd coördinatensysteem.

Door op de knop  te klikken definieert u een nieuw coördinatensysteem.



Afbeelding 11: Nieuw gebruiker gedefinieerd coördinatensysteem.

Het nummer van het nieuwe coördinatensysteem wordt linksboven in het dialoogvenster weergegeven. Dit nummer wordt automatisch gemaakt door RFEM telkens als men een coördinatensysteem aanmaakt.

Om een nieuw coördinatensysteem te creëren is een naam vereist.

Men moet de oorsprong van de assen O selecteren, één punt op de positieve U-as en uiteindelijk een punt op het positieve vlak UW.

Door op OK te klikken, maakt RFEM het nieuwe coördinatensysteem aan.

Deel 4.

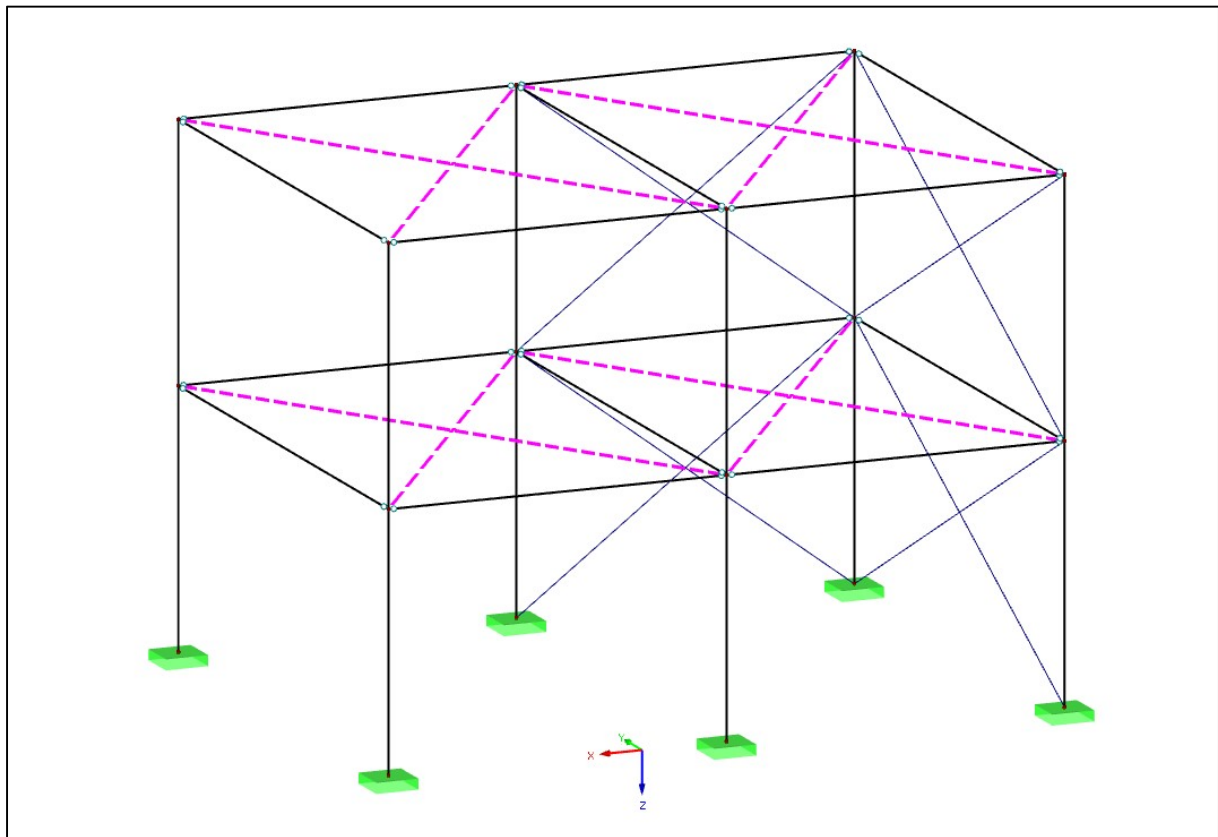
Met dit invoerveld kunt u wat commentaar over de verandering schrijven.



Afbeelding 12: Commentaar verandering

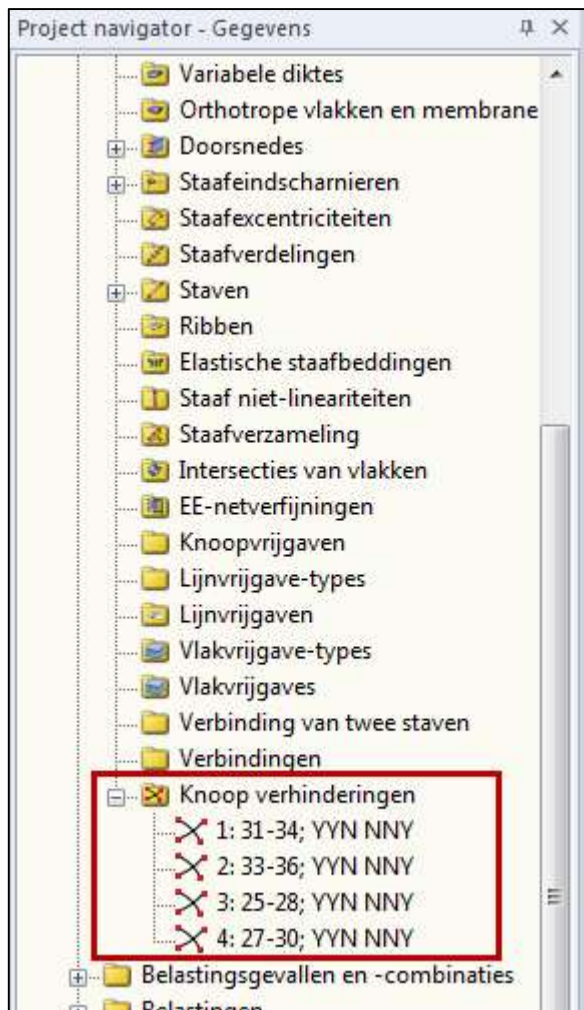
Zodra alle instellingen zijn gedaan, klikt u op OK, de knoopverhindering wordt gegenereerd.

Grafisch wordt de knoopverhindering weergegeven door een streeplijn die alle punten verbindt met een fictieve knoop welke het middelpunt van de massa is.



Afbeelding 13: Grafisch weergave knoopverhinderingen.

Op elk moment kan men de gedefinieerde knoopverhindering in de Project Navigator> gegevens controleren:



Afbeelding 14: Project Navigator> gegevens - knoop verhinderingen

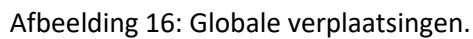
En in de tabellen - Tabel 1 Modelgegevens – 1.3.1 Knoop verhinderingen die u aan de onderzijde van het scherm kunt vinden.

1.3.1 Knoop verhinderingen												
Constr. No.	Knoop verandering Type	Op knopen No.	Coördinaat Systeem	Verandering Vlak	Translatie veranderingen			Rotatie veranderingen			Commentaar	
					ux	uy	uz	qx	qy	qz		
1	Tussenschot verandering	31-34	0 Global XYZ	XY	☒	☒	☐	☐	☐	☒		
2	Tussenschot verandering	33-36	0 Global XYZ	XY	☒	☒	☐	☐	☐	☒		
3	Tussenschot verandering	25-28	0 Global XYZ	XY	☒	☒	☐	☐	☐	☒		
4	Tussenschot verandering	27-30	0 Global XYZ	XY	☒	☒	☐	☐	☐	☒		
5												

Afbeelding 15: Tabellen – Knoop verhinderingen

In de tabellen worden alle instellingen voor elk type knoopverhinderings weergegeven. In dit voorbeeld zijn vier tussenschot veranderingen gecreëerd.

Als we de berekening uitvoeren, krijgen we deze globale verplaatsingen voor de twee frames:



Knoop	A	B	C	D	E	F
No.	M	Houtlagen [mm]	Uz	ex	Rotten [%]	q2
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	10,9	10,9	-0,2	0,0	-0,1	4,1
8	0,3	0,1	-0,2	0,0	-0,1	-0,1
9	10,9	10,9	0,9	0,0	4,0	0,1
10	6,9	0,1	6,9	0,0	4,0	0,0
11	17,8	10,9	14,1	0,0	8,1	-0,1
12	14,1	0,1	14,1	0,0	8,1	-0,1
13	32,4	32,4	-0,4	0,0	0,1	-0,7
14	0,5	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0
15	38,6	32,4	21,9	0,0	0,0	-7,7
16	21,9	0,2	21,9	0,0	0,0	0,0
17	50,4	32,4	42,5	0,0	10,1	-7,7
18	42,5	0,2	42,5	0,0	10,1	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	16,7	16,7	-0,1	0,0	-0,1	0,4
26	0,1	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,0
27	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,4
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	16,6	16,6	0,0	0,0	0,0	0,4
30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	49,8	49,8	-0,3	0,0	-0,1	-11,8
32	0,3	0,1	-0,3	0,0	0,0	0,0
33	49,8	49,8	0,2	0,0	0,0	-11,8
34	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0
35	49,7	49,7	0,0	0,0	0,0	-11,8
36	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
41	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
42	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
43	10,9	10,9	-0,2	0,0	-0,1	-0,2
44	0,2	0,1	-0,2	0,0	-0,1	0,0
45	10,9	10,9	7,0	0,0	4,0	-0,2
46	7,0	0,1	7,0	0,0	4,0	0,0
47	17,9	10,9	14,2	0,0	8,1	-0,2
48	14,2	0,1	14,2	0,0	8,1	0,0
49	32,5	32,5	-0,4	0,0	0,0	-7,7
50	0,4	0,2	0,4	0,0	-0,1	0,0
51	30,7	32,5	21,1	0,0	5,1	-7,7

Resultaten: Samenlijst | Knoep: Reedschichten | Knoep: Verwijningen | Staven: Lokale verwijningen | Staven: Globale verwijningen | Staven: Snedrechten | Staven: Rielen | Staven: Volgdrachten | Staafschachtel | Doorsnede: Snedrechten | Uitsaken: Lokale verwijningen | Surfaces: Shapen | Uitsaken: Globale verwijningen | Uitsaken: Bass reedschichten

Afbeelding 17: Tabel – knoop vervormingen

Op de volgende twee pagina's wordt de vergelijking tussen de verplaatsingen en rotaties verkregen voor het model met knoopverhindering en het model met stijve platen getoond.

KNOOP VERPLAATSINGEN

U - Global Displacements [mm]				
Knoopverhindering		Stijve platen		Δ [mm]
Node	u	Node	u	
No.		No.		
19	0.0	37	0.0	0
20	0.0	38	0.0	0
21	0.0	39	0.0	0
22	0.0	40	0.0	0
23	0.0	41	0.0	0
24	0.0	42	0.0	0
25	10.9	43	10.9	0
26	0.3	44	0.2	0.1
27	12.9	45	13.0	0.1
28	7.0	46	7.0	0
29	17.9	47	17.9	0
30	14.1	48	14.2	0.1
31	32.5	49	32.5	0
32	0.5	50	0.4	0.1
33	38.7	51	38.8	0.1
34	21.1	52	21.2	0.1
35	53.6	53	53.7	0.1
36	42.6	54	42.8	0.2
		Δ _{max} [mm]		0.2

U _x - Displacements [mm]				
Knoopverhindering		Stijve platen		Δ [mm]
Node	u _x	Node	u _x	
No.		No.		
19	0.0	37	0.0	0
20	0.0	38	0.0	0
21	0.0	39	0.0	0
22	0.0	40	0.0	0
23	0.0	41	0.0	0
24	0.0	42	0.0	0
25	10.9	43	10.9	0
26	0.1	44	0.1	0
27	10.9	45	10.9	0
28	0.1	46	0.1	0
29	10.9	47	10.9	0
30	0.1	48	0.1	0
31	32.5	49	32.5	0
32	0.2	50	0.2	0
33	32.5	51	32.5	0
34	0.2	52	0.2	0
35	32.5	53	32.5	0
36	0.2	54	0.2	0
		Δ _{max} [mm]		0

U _y - Displacements [mm]				
Knoopverhindering		Stijve platen		Δ [mm]
Node	u _y	Node	u _y	
No.		No.		
19	0.0	37	0.0	0
20	0.0	38	0.0	0
21	0.0	39	0.0	0
22	0.0	40	0.0	0
23	0.0	41	0.0	0
24	0.0	42	0.0	0
25	-0.2	43	-0.2	0
26	-0.2	44	-0.2	0
27	7.0	45	7.0	0
28	7.0	46	7.0	0
29	14.1	47	14.2	0.1
30	14.1	48	14.2	0.1
31	-0.4	49	-0.4	0
32	-0.4	50	-0.4	0
33	21.1	51	21.2	0.1
34	21.1	52	21.2	0.1
35	42.6	53	42.8	0.2
36	42.6	54	42.8	0.2
		Δ _{max} [mm]		0.2

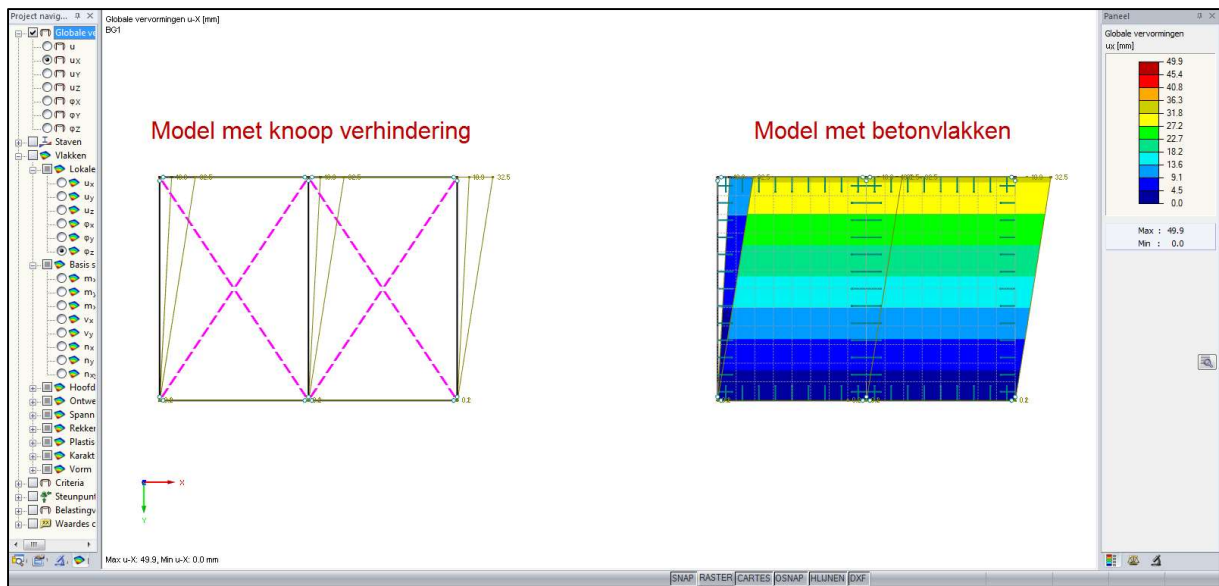
KNOOP ROTATIES

Rotations about x axis [mrad]				
Knoopverhinderling		Stijve platen		Δ [mm]
Node	ϕ _x	Node	ϕ _x	
No.		No.		
19	0.0	37	0.0	0
20	0.0	38	0.0	0
21	0.0	39	0.0	0
22	0.0	40	0.0	0
23	0.0	41	0.0	0
24	0.0	42	0.0	0
25	-0.1	43	-0.1	0
26	-0.1	44	-0.1	0
27	4.0	45	4.0	0
28	4.0	46	4.0	0
29	8.1	47	8.1	0
30	8.1	48	8.1	0
31	-0.1	49	0.0	0.1
32	-0.1	50	0.0	0.1
33	5.1	51	5.1	0
34	5.1	52	5.1	0
35	10.2	53	10.2	0
36	10.2	54	10.2	0
		Δ _{max} [mrad]		0.1

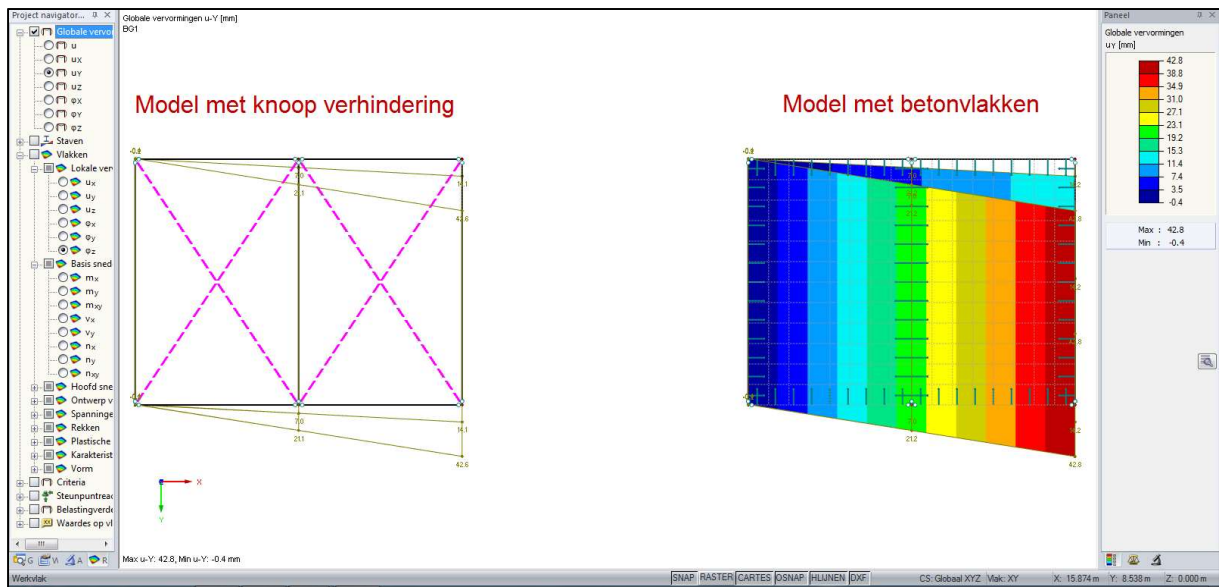
Rotations about y axis [mrad]				
Knoopverhinderling		Stijve platen		Δ [mm]
Node	φ _y	Node	φ _y	
No.		No.		
19	0.0	37	0.0	0
20	0.0	38	0.0	0
21	0.0	39	0.0	0
22	0.0	40	0.0	0
23	0.0	41	0.0	0
24	0.0	42	0.0	0
25	-6.2	43	-6.2	0
26	-0.1	44	0.0	0.1
27	-6.2	45	-6.2	0
28	-0.1	46	0.0	0.1
29	-6.2	47	-6.2	0
30	-0.1	48	0.0	0.1
31	-7.7	49	-7.7	0
32	0.0	50	0.0	0
33	-7.7	51	-7.7	0
34	0.0	52	0.0	0
35	-7.7	53	-7.7	0
36	0.0	54	0.0	0
		Δ _{max} [mm]		0.1

Rotations about z axis [mrad]				
Knoopverhinderling		Stijve platen		Δ [mm]
Node	φz	Node	φz	
No.		No.		
19	0.0	37	0.0	0
20	0.0	38	0.0	0
21	0.0	39	0.0	0
22	0.0	40	0.0	0
23	0.0	41	0.0	0
24	0.0	42	0.0	0
25	1.8	43	0.0	1.8
26	1.8	44	0.0	1.8
27	1.8	45	0.0	1.8
28	1.8	46	0.0	1.8
29	1.8	47	0.0	1.8
30	1.8	48	0.0	1.8
31	5.4	49	0.0	5.4
32	5.4	50	0.0	5.4
33	5.4	51	0.0	5.4
34	5.4	52	0.0	5.4
35	5.4	53	0.0	5.4
36	5.4	54	0.0	5.4
		Δ _{max} [mm]		5.4

Afbeelding 18: knopen- Globale vervorming.

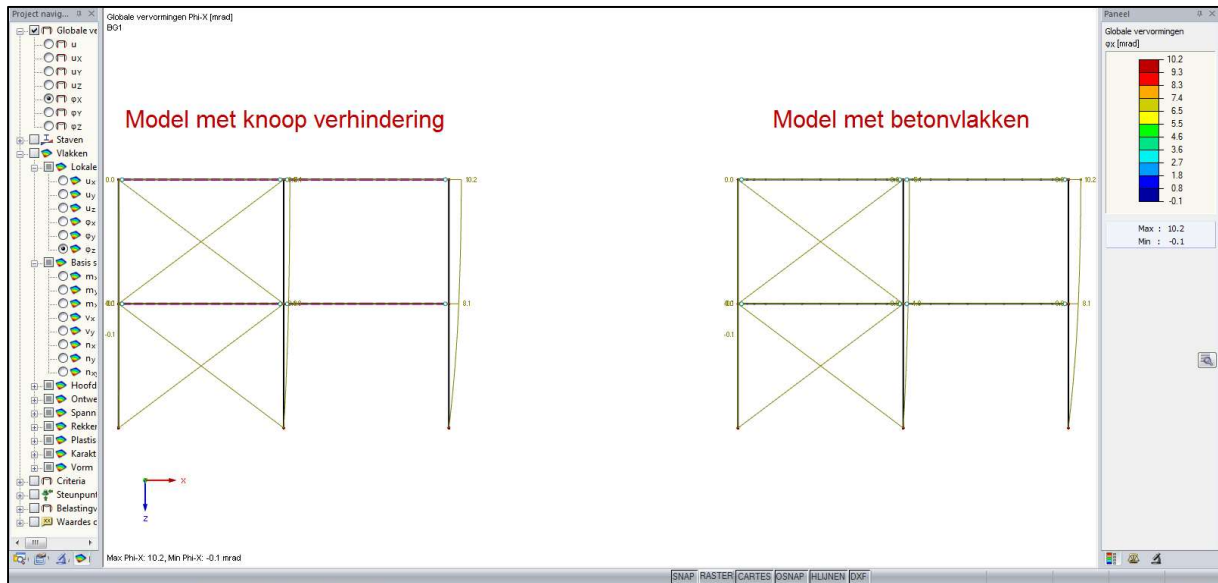


Afbeelding 19: Knopen - Ux vervorming.

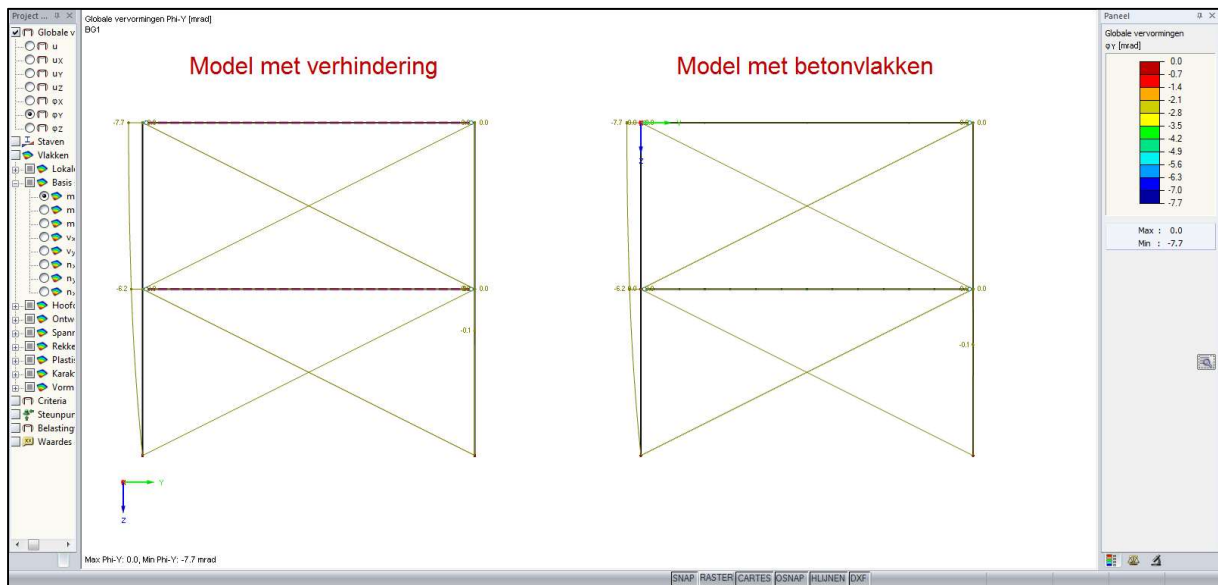


Afbeelding 20: Knopen - uy vervorming.

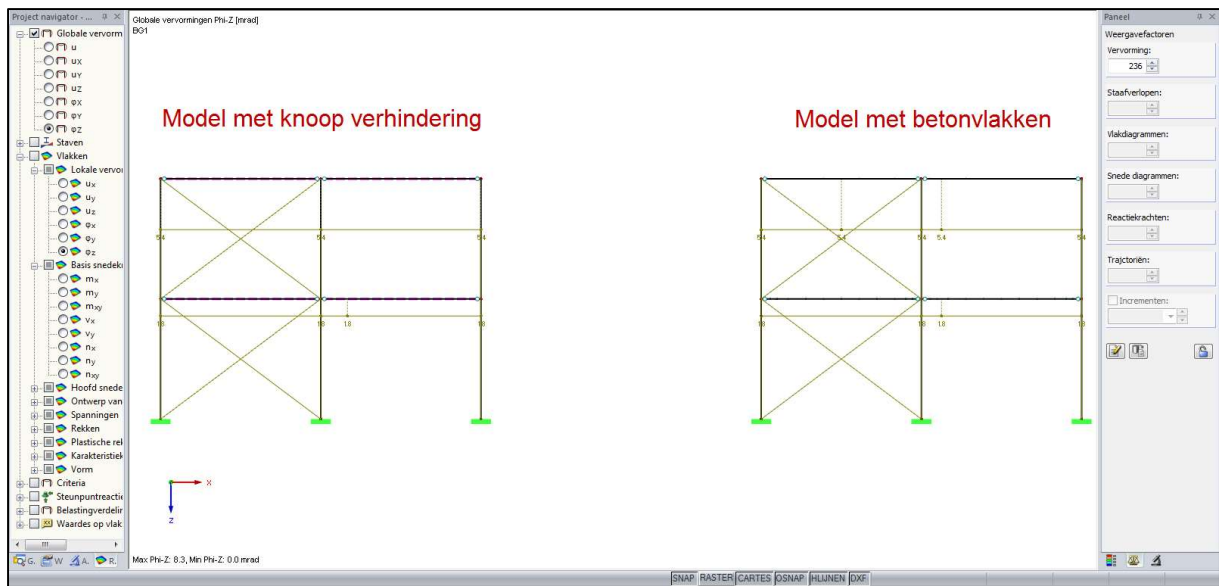
Rotaties.



Afbeelding 21: Knopen – Phi X rotatie.



Afbeelding 22: Knopen – Phi Y rotatie.



Afbeelding 23: knopen – Phi Z rotatie