KUBATUROWE KONSTRUKCJE STALOWE KONSTRUKCJE METALOWE II

dr inż. Jarosław Gajewski

Katedra Konstrukcji Budowlanych Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Bydgoszcz, 2020 r.

ZAJĘCIA nr 3

Modelowanie hali

- 1. Podrys CAD
- 2. Import geometrii
- 3. Podpory, przekroje, zwolnienia
- 4. Obciążenia, kombinatoryka obciążeń
- 5. Wstępne wymiarowanie prętów

Przykład w programie Robot ma pomóc w ustaleniu wstępnych przekrojów elementów hali. Natomiast w projekcie trzeba wykazać obliczeniami analitycznymi (czyli bez użycia Robota), że przyjęte przekroje spełniają wymagania normowe – tak jak w przykładzie dra inż. R.Tewsa.

PODRYS CAD



W CAD rysuje się na płaszczyźnie XY-LUW (lokalny układ współrzędnych). Jeśli chcesz narysować coś w innej płaszczyźnie najpierw obróć LUW.

Jednostki w programie CAD mogą być inne niż jednostki domyślne w programie MES.

- 1. Początek lewego słupa zacznij rysować od współrzędnych 0,0,0.
- Kratownice rysuj odcinkami tzn. linia od węzła do węzła – będzie łatwiej odczytywać wyniki z programu MES. Wykorzystuj symetrię układu.
- 3. Słup można narysować w całości jedną linią - dodatkowe węzły wprowadzisz w programie MES.
- 4. Po narysowaniu podrysu możesz go obrócić do pionu (ZX-GUW, główny układ współrzędnych) za pomocą funkcji obrót 3D. W CAD wpisz z klawiatury "3drotate" (w polskiej wersji musisz dodać podkreślnik "_3drotate" lub wywołać polską nazwę funkcji). Podrys możesz również obrócić do żądanej pozycji później w programie MES.
- 5. Zapisz plik w formacie DWG lub DXF.

<u>R</u> -	Autodesk	Robot Structural A	Analysis Professional a	2018 - Projekt: Konstrul	kcja - Wyniki MES: brak		 Wpisz słowo 	kluczowe lub frazę	88 X X	र <u>्रि</u> Zarejestruj	się • 🕐 •	— d	s ×
PRO Plik Edycja Widok Geo	ometria Obciąże	enia Analiza	Rezultaty Wym	iarowanie Narzędz	ia Dodatki Okno F	omoc Społeczność	1						– 🗗 X
) 🔓 🌈 🤇	N 🔳 📑 🕯	🔍 🍭 🌱	🕺 🕸 🌽 🖭 🖻	Start	~						
	~ (*	§? 📮 📃	12		× b,≩ o,≧ 🔜	\sim							
Inspektor obiektów 🛛 🕅	-30 (-25	0 20.0	-15.0	-10.0 -5.0		50	10.0	15.0 · ·	20:0	25.0	30.0	^@
H 🌾 🛣 🔍 🔞		, 20,	20,0	10,0	10,0 0,0	, 0,0	0,0	10,0	10,0	20,0	20,0		0+
Obiekty Liczba obi	- , , ,							X A A				PRZOD.	
Obiekty modelu	12											, C	
Objekty pomocnicze													
				Wybierz projeł	kt:								T
	- 0. 1												s_ 🚮
	≓ F				ATTAC		NEW					č	
	- · ·	· ·	· · · ·				DENERGY	· ·	· · ·				- 🖕
						NAM .	\geq						- #1
	- 0.0			110		ARX INT	7					°,	- m
	- · ·		· ·	(F)		atta		· · ·					-
				-									<u> </u>
													_ ₽
Geometria / Grupy /		· · ·	· ·				7		· · ·			,	3- 🔳
Nazwa Wartość Jedn 🔨				010									- 4
						MAG							-
												· ·	- 1
	μ ⁻ μ [*]											, o	5 🖌
						77							1
		100 A		mm			H	· · ·	· · ·				
													<u>.</u>
	- -			E			<u> </u>					ç	5
								· · ·	· · · ·				-
	+	.											_
	- <u>0</u> , <u>1</u>	7										j	f
		1.00		1	· · · · ·			• • •	· · ·	• •	• • •	·	
×	2010		0 20.0	15.0			Lo Lo I	10.0	15.0.	20.0	25.0	30.0	
\/ ⊫ ₹ ₩		-29,' • • • •	123 <	-13,0	XZ Y = 0,00 m			14,0	10,0	20,0	20,0	> Styldok	× .
Widok													

Uruchom program Robot w trybie "Rama płaska". (tryb ten umożliwia automatyczną generację obciążeń klimatycznych).
 Plik -> Nowy projekt...



- 1. Plik -> otwórz projekt...
- 2. W oknie "otwieranie" zmień format pliku na DWG -> wskaż plik podrysu -> Otwórz

Parametry wczytywania pliku o formacie DXF/IGES						
 Rozbicie obiektów na elementy skończone: Pręty Zamiana obiektów liniowych (linie, polilinie, łuki) na pręty 						
Parametry dyskretyzacji łuków	Interpretacja grubości					
Kątowo: 36 Min 3	Uwzględnij 🗸 🗸					
 ○ Stała liczba ● Liczba podziałów na kąt pełny 						
🗹 Automatyczna normalizacja współrzędnych punktów						
Parametry generacji siatki na powierzchniach	brył OK					
Rzadka 5 Gęsta	4 węzły) \vee 🛛 🗛 Anuluj					
✓ Zablokuj automatyczną generację siatki Pomoc						

- 1. Okno "parametry wczytywania.." -> OK.
- W oknie "wstawianie konstrukcji..." ustaw wsp. Skali na 0,001 (robot domyślnie ma "m", podrys był rysowany w "mm") -> OK

Parametry wstawiani	a		
Węzeł odniesienia	1		
Punkt wstawienia	0.00; 0.00; 0.0		
Skalowanie i obroty			
Współczynnik skali	0,001		
Alfa	0		
Beta	0		
Gamma	0		
Dodaj jako obiekt	🔿 Tak 🖲 Nie		
			Następny
			Desmandet



Kliknij LPM (lewy przycisk myszy) w domek nad kostką (prawy górny róg modelu), aby na ekranie wyświetlił się podrys. Podrys leży w płaszczyźnie XY, lepiej ustawić go do pionu (pł. XZ), w tym celu skoryguj podrys w CAD lub użyj funkcji Robota.



Edycja -> edytuj -> obróć...
 Import geometrii zakończony.

USTAWIENIE NORM



- 1. Narzędzia -> Preferencje zadania...
- 2. W oknie "preferencje zadania" ustawić odpowiednie normy w polu "normy projektowe", "obciążenia", "materiały" (eurocode).

PODPORY



- Wstawienie podpór.
- 1. Geometria -> Podpory... -> w oknie dialogowym wybrać odpowiednią podporę i wskazać
- LPM na odpowiednie węzły



- Wstępny przekrój słupa hali (HEA 500)
- (1) Geometria -> Charakterystyki -> Przekroje. (2) W oknie "przekroje", w lewym górnym rogu wybrać "definicja nowego profilu". W oknie "nowy przekrój" ustawić (3) "Typ profilu: stalowy",
 (4) "Materiał: np. S235", (5) "Rodzina HEA", (6) HEA 500, (7) "Dodaj".

Wstępny przekrój pasa górnego i dolnego kratownicy (HEA 140)

(1) Geometria -> Charakterystyki -> Przekroje. (2) W oknie "przekroje", w lewym górnym rogu wybrać "definicja nowego profilu". W oknie "nowy przekrój" ustawić (3) "Typ profilu: stalowy",
(4) "Materiał: np. S235", (5) "Rodzina HEA", (6) HEA 140, (7) "Dodaj".

Wstępny przekrój prętów skratowania kratownicy (rura kwadratowa RK 80)

(1) Geometria -> Charakterystyki -> Przekroje. (2) W oknie "przekroje", w lewym górnym rogu wybrać "definicja nowego profilu". W oknie "nowy przekrój" ustawić (3) "Typ profilu: stalowy".
(4) "Materiał: np. S235". (5) "Rodzina RK". (6) RK 80x80x5. (7) "Dodaj".

Przypisanie przekrojów do prętów modelu - SŁUPY (opcja 1. – numery prętów).

(1) Kliknij LPM na ikonkę w dole ekranu aby wyświetlić numery prętów. (2) wybierz typ profilu: HEA 500. (3) Wpisz numery prętów. (4) LPM "zastosuj". (5) kliknij LPM na ikonkę w dole ekranu aby wyświetlić "szkice profilu".

Przypisanie przekrojów do prętów modelu – PASY (opcja 2. – zaznaczenie graficzne).

- (1) wybierz typ profilu: HEA 140. (2) kliknij LPM w polu "Linie/pręty". (3) zaznacz graficznie pręty stanowiące pas dolny. (4) LPM "zastosuj".
- Wykonaj tą samą procedurę dla pasa górnego.

Przypisanie przekrojów do prętów modelu – SKRATOWANIE (zaznaczenie graficzne).
(1) wybierz typ profilu: RK 80. (2) kliknij LPM w polu "Linie/pręty". (3) zaznacz graficznie pręty stanowiące skratowanie. (4) LPM "zastosuj".

- Sprawdź czy przekroje są dobrze zorientowane w przestrzeni.
- (1) kliknij LPM na ikonkę w dole ekranu aby wyświetlić "szkice profilu".
- (2) kliknij LPM w "domek". (3) przyjrzyj się orientacji prętów.
- Na rysunku orientacja dwuteowników jest nieprawidłowa.

Zmiana orientacji przekroju (obrót osi lokalnych) – SŁUPY, PAS GÓRNY i DOLNY
(1) Geometria -> Charakterystyki -> Kąt gamma... (2) W oknie "kąt gamma", ustaw kąt +90.
(3) kliknij LPM w pole "lista prętów". (4) wskaż graficznie pręt (lub wpisz numer pręta z klawiatury). (5) LPM zastosuj. Taką samą procedurę zastosuj dla pozostałych prętów.

Prawidłowa orientacja przekroju słupa oraz pasa górnego i dolnego.

ZWOLNIENIA

Przegubowe połączenia między skratowaniem a pasami (ZWOLNIENIA w Robocie).

- (1) Geometria -> Zwolnienia... (2) W oknie "zwolnienia" wybierz "przegub-przegub".
- (3) kliknij LPM w pole "aktualna selekcja". (4) wskaż graficznie pręty skratowania (lub wpisz numery prętów). (5) LPM zastosuj.

ZWOLNIENIA

Przegubowe połączenia między pasami a słupami (ZWOLNIENIA w Robocie).

Geometria -> Zwolnienia... (2) W oknie "zwolnienia" wybierz "przegub-utwierdzenie" (UWAGA: początek pręta "przegub", koniec pręta "utwierdzenie"). (3) kliknij LPM w pole "aktualna selekcja". (4) wskaż graficznie pręt (UWAGA: wskazać koniec pręta, który leży bliżej słupa). (5) LPM zastosuj.

ZWOLNIENIA

Upewnij się czy wszystkie zwolnienia są zdefiniowane.

(1) Kliknij prawy klawisz myszy (PKM) i wybierz z menu podręcznego "wyświetl". (2) w oknie "wyświetlanie atrybutów" rozwiń i zaznacz "zwolnienia symbole". (3) kliknij "zastosuj" – oceń wizualnie czy wszystkie zwolnienia są zdefiniowane (jeśli tak wyłącz wyświetlanie "zwolnień"). (4) LPM "OK".

OBCIĄŻENIA, KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ

OBCIĄŻENIA STAŁE:

- a) Ciężar własny ramy głównej (CW) automatycznie w programie
- b) Ciężar własny obudowy (CW obudowa):

- płyta warstwowa (ściana/dach) - na podstawie tabel producenta

- konstrukcja drugorzędna (płatwie/rygle) na podstawie tabel producenta
- stężenia (ściana/dach) przyjąć ok. 0,03 [kN/m2] (przeliczyć na siłę węzłową)
- ciężar instalacji podwieszonych do pasa dolnego z karty projektu

OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM:

- a) Śnieg równomierny (S,r) na podstawie normy
- b) Śnieg nierównomierny na lewej połaci (S,rl) na podstawie normy
- c) Śnieg nierównomierny na prawej połaci (S,rp) na podstawie normy
 OBCIĄŻENIE WIATREM:
- a) Ciśnienie wewnętrzne (parcie / ssanie) na podstawie normy
- b) Ciśnienie zewnętrzne (parcie/ssanie ; dach/ściany) na podstawie normy UWAGA:
- Obciążenia "CW", "CW obudowa", "Śnieg" działają pionowo w dół.
- Obciążenie "Wiatr" działa prostopadle do przegrody (ściana/dach).

OBCIĄŻENIA, KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ

Obciążenia w projekcie należy wyznaczyć analitycznie (normowo) tak jak w przykładzie dra inż. R. Tewsa.

Obciążenia klimatyczne można przyjąć automatycznie w programie Robot – oszczędzając w ten sposób trochę czasu na przepisywanie wartości z OBLICZEŃ do ROBOTA – pod warunkiem sprawdzenia wartości obciążeń wyznaczonych przez program Robot z tymi wyznaczonymi analitycznie (normowo).

W celu sprawdzenia poprawności obliczeń Robota, należy w projekcie przedstawić porównanie:

- wartości jednego (wybranego) przypadku obciążenia śniegiem Robota,
- wartości jednego (wybranego) przypadku obciążenia wiatrem Robota
 z wartościami wyznaczonymi analitycznie (normowo). Wystarczy zrzut ekranu z Robota
 prezentujący wartości obciążenia oraz wartości obliczone analitycznie.
- Następnie należy opisać i wyjaśnić ewentualne różnice.

DODATKOWE WĘZŁY

W słupie należy wprowadzić dodatkowe węzły (w miejscu łączenia rygli ściennych), aby obciążenia były prawidłowo przekazywane na główną ramę hali.

(1) Edycja -> Podział (2) w nowym oknie dialogowym "podział" ustawić opcje "w odległości". (3) ustawić odległość węzła zgodnie z rozstawem rygli (odległość odliczana od początku pręta). (4) wskazać pręt słupa. (5) Polecenie powtórzyć dla wszystkich węzłów na słupie (W25 = 0,9m, W26 = 0,9+2,1 = 3,0 itd.).

- Wprowadzić 2 grupy obciążeń stałych ("CW" oraz "CW obudowa")
- (1) Obciążenia -> Przypadki. (2) w oknie "przypadki obciążeń" ustawić "naturę" obciążenia. (3) Ustawić
- "podnaturę". (4) wpisać nazwę "CW" ("CW obudowa"). (5) LPM "dodaj".
- Grupa "CW obudowa" aktualnie będzie pusta, obciążenia zostaną wprowadzone gdy obudowa będzie znana. Obciążenia śniegiem i wiatrem zostaną wprowadzone automatycznie.

(1) Wyświetl numery węzłów. (2) Obciążenia -> Wiatr i śnieg -> Wiatr i śnieg 2D/3D.... (3) w oknie dialogowym "śnieg i wiatr" kliknij LPM na "Auto" (automatyczna obwiednia tzn. rama podświetli się na zielono.). (4) Jeśli cały obrys nie będzie na zielono wpisz ręcznie, po kolei numery węzłów tworzących zewnętrzny obrys ramy. (5) Wypełnij pola "głębokość" (czyli długość hali 8*b = u mnie 8*6m = 48m), "rozstaw" ram. (6) zaznacza "wyświetl notkę..." (może się przydać przy kontroli obliczeń robota). (7) kliknij LPM "Parametry" aby przejść do ustawień.

(1) W zakładce "Parametry ogólne" ustawić strefę wiatrową (adekwatnie do lokalizacji określonej w karcie projektu).
(2) Ustawić strefę śniegową. (3) ustawić "wysokość n.p.m." (<u>http://www.wysokosc.mapa.info.pl/</u>). (4) "wysokość konstrukcji" program wylicza automatycznie (można wpisać ręcznie np. chcąc uwzględnić poziom terenu byłoby 17,2 m. Różnica w stosunku do 17,7m niewielka więc pozostawiono wartość domyślną). (5) wybrać "dla wszystkich prętów obwiedni" (z uwagi na płatwie i rygle program ma przykładać obciażenia skupione).

(1) W zakładce "Wiatr" ustawić "globalny Cdir". (2) ustawić "używaj tylko Cpe10" (łatwiej będzie skontrolować wyniki). (3) Ustawić kategorię terenu (np. kategoria II).

(1) W zakładce "Śnieg" odznaczyć "wyjątkowe opady" (wybór możliwy z uwagi na brak attyk, wyższych budynków itp. gdzie mogłyby się zbierać zaspy śnieżne)

(1) W zakładce "Przepuszczalność" wybrać opcję "ręcznie" (dotyczy to parametrów ciśnienia wewnętrznego). (2) ustawić wartość współczynników wg zaleceń normy. (3) kliknąć LPM na "Generuj" (opcja "Generacja 3D" nas nie dotyczy, ponieważ służy do tworzenia przestrzennego modelu całej hali).

(1) W oknie "wybór ram konstrukcji" kliknąć LPM na jedną przed skrajną ramę (podświetli się na czerwono). (2) kliknąć LPM na "OK".

2.	Autodesk Robot	Structural Analysis Professional 2018 - Proj	ekt: 2020.03 - Wyniki MES: brak	 Wpisz słowo kluczowe lub frazę 	🕮 🖄 🏡 🗘 Zarejestruj się 🔹 🍞 🔹	– 0 ×
RO	1 ers\/G\Documents\Autodesk\Output\cyyp_res.rtf				×	- 🗗 🗸
7		2				
	Plik Edycja Widok Wstaw Format Narzędzia Okno	Pomoc				
1.					^	
spe						^
H		WG PN-EN 199	1-1-3/4:2005/2008			0 Ť
1						PRZÓD
bieł	WYMIARY BUDYNKU					
		C:\Users\JG\Documents\Autodesk\	Output\clm_load.rtf			- 0 × .
	Wysokość : 17,70	n Dlik Educia Widek Wetaw Forma	t Narradzia Okna Damas			
	Szerokosc : 30,00 Głabakość : 48,00	n Plik Edycja widok wstaw Porma				
	Strzałka dachu : 1.50 r		MARTOÉCI			^ _L
		1	WARTUSCI	OBCIĄZEN KLIMATTCZNTCH		
	Rozmiar segmentu obliczeniowego : 6,00 r	ar	wg PN-E	IN 1991-1-3/4:2005/2008		
	Wysokość na wiatr : 17,70	n				<u></u>
		OBCIĄŻENIE WIA IREM				
		Przypadok obciażoniowy : Wie	atri / Pinodo () Cine - Pama 2			
	Region : 1	T IZypadek obciązeniowy . Wie	at En pouc.(-) ope - Maina 2			****
	Vb,0 : 22,000	węzeł: 1 Fx: 2,20 kN	Beta: 0,0 Deg			1
	Qb,0 : 0,30 I	wezer: 25 Fx: 7,35 KN	Beta: 0,0 Deg			
	Zywotność konstrukcji : 50	wezeł: 27 Fx: 10.29 kN	Beta: 0.0 Deg			
	K: 0,200 Vb 0(p) · 22 000	wezeł: 28 Fx: 10,29 kN	Beta: 0,0 Deg			
100	Qb.0(p): 0.30	węzeł: 29 Fx: 11,76 kN	Beta : 0,0 Deg			
N	Cdir : 1,000	węzeł : 30 Fx : 10,29 kN	Beta: 0,0 Deg			9
	CsCd : 1,000	wezeł: 34 Fx: 6,61 kN	Beta: 0,0 Deg			
	Cseason: 1,000	wezet: 2 Fx: 3,00 KN	Beta: 0,0 Deg			
	Vb · 22.000	<i>Fx</i> : -9,61 kN	Beta : 84.3 Deg			
	Qb : 0.30 l	węzeł:9 Fx: -9,61 kN	Beta : 84,3 Deg			
		Fx : -4,50 kN	Beta : 84,3 Deg			-
	Kąt pomiędzy kierunkiem wiatru od lewej a kierunkiem pó	h węzeł:6 Fx: -2,26 kN	Beta: 84,3 Deg			1 2
	Typ podłoża II - Obs	z FX: -2,01 KN	Beta: 84,3 Deg			
	Kr: 0,190	Fx : -2.01 kN	Beta: 84.3 Deg			
La		węzeł:8 Fx: -2,01 kN	Beta: 84,3 Deg			
		Fx : -2,01 kN	Beta : 84,3 Deg			
		węzeł: 4 Fx: -2,01 kN	Beta: 84,3 Deg			
		FX: 2,37 KN	Beta: -84,3 Deg			
	7	Fx : 2,51 kN	Beta: -84.3 Deg			
		węzeł: 20 Fx: 2,07 kN	Beta : -84,3 Deg			
	x x	Fx : 2,06 kN	Beta : -84,3 Deg			
	v	węzeł: 15 Fx : 2,06 kN	Beta : -84,3 Deg			
		<i>Fx</i> : 2,06 kN	Beta : -84,3 Deq			¥
	1 🖀 📂 🕞 🖌 🔎	 				> 🏹 🗝 🦥 🔬
idok						
<u>t ⊻?</u>			Wyniki MES: brak	31 <u>H1</u> 42 RK 80x80x5	x=11,44; y=0,00; z=3,93 □ 3,0	0 [m] [kN] [Deg]

Pojawią się automatycznie wygenerowane notki dotyczące zebranych obciążeń od wiatru i śniegu. (1) zapisać je na dysku: Plik -> zapisz jako -> wskazać folder gdzie jest nasz model.

(1) Lista przypadków obciążeń.

(2) Przypadek "21: Wiatr Prz/tył podc. (-) rama 2" oznacza wiatr wiejący równolegle do kalenicy od czoła budynku. Z kolei przypadek "3: Wiatr L/P …" oznacza wiatr wiejący z lewej strony ku prawej, w kierunku prostopadłym do kalenicy

(1) Kliknij u dołu ekranu aby wyświetlić symbole i wartości obciążeń. (2) wybierz przypadek obciążenia. Porównując obciążenia klimatyczne wyznaczone z Robota oraz analitycznie (normowo) trzeba pamiętać, że w przypadku wiatru Robot automatycznie wylicza ciśnienie wypadkowe na przegrodzie. Oznacza to, że wartości sił skupionych prezentowane w Robocie uwzględniają zarówno wsp. ciśnienia zewnętrznego oraz wsp. ciśnienia wewnętrznego [ciśnienie wypadkowe wynosi $W = qp * (\pm Cpe \pm Cpi)$].

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ

R Kombinacie normowe przypadków 1 X	R Kombinacje normowe przypadków PN-FN 1990:2004 X	R Kombinacje normowe przypadków PN-EN 1990:2004	×
Kombinacje nominowe przypadków	6 Przypadki Kombinacje Grupy Relace Mnożnik dla śniegu ekstremalnego: Kombinacje obliczane według zaznaczonych wzorców : SGN SGN SGN SGU 4 SGU 5 SGU SPEC	Przypadki Kombinacje Grupy Relacje Natura: stałe Grupy: G1(i): 1 G2(i): 2	
OK Anuluj Pomoc Więcej >	Kompletne Uproszczone < Wstecz	Kompletne Uproszczone 10 < Wstecz	J

WARIANT 1 – gdy korzystamy z obciążeń automatycznych w Robocie.

(1) Zakładka Obciążenia -> Kombinacje automatyczne.... (2) w oknie "kombinacje normowe" wybierz "kombinacje automatyczne kompletne". (3) kliknij LPM na "Więcej". (4) odznacz "SPEC", "WYJ", "SGU". (5) zaznacz pierwszy "SGN" (wz. 6.10a z EC 1990), kolejny "SGN" (wz. 6.10b z EC 1990) oraz "SGU – charakterystyczna". (6) przejdź do zakładki "Relacje". (7) jeśli pole "Relacje:" (prawa strona) będzie puste wówczas trzeba (8) zaznaczyć przypadki w polu "Grupy:" i przenieść je z lewej strony do prawej klikając na symbol ">" pod numerem (9). (10) Generuj.

WARIANT 2 – gdy obciążenia klimatyczne wstawiamy ręcznie.

Wówczas trzeba powiązać pojedyncze przypadki w grupy korzystając z zakładki "Grupy" (11). Po stworzeniu grup, powtarzamy kroki (8)÷(10). Przy tworzeniu grup korzysta się z operatorów logicznych: i, lub, albo (12). Przykładowo, mając 2 przypadki A oraz B, operatory tworzą następujące kombinacje:

A i B = AB (przypadki działają razem)

A lub B = A, B, AB (przypadki mogą działać razem oraz osobno) A albo B = A, B (przypadki działają tylko osobno (wykluczają się)).

Kombinacje n	ormowe pr	w PN-EN 1990:2004	X
Przypadki Komb	inacje Grupy Relac	cje	
	Natura: wiatr	~	
Przypad	lki grupy: 🚺 🌲	Utwórz grupę z przypadków:	
Operator	3: Wiatr L/P podc 🔺		
Oi	4: Wiatr L/P podc 5: Wiatr L/P podc	> <	
) lub	5: Wiatr L/P podc 7: Wiatr L/P nadc	>> <<	
albo	8: Wiatr L/P nadc 9: Wiatr L/P nadc		
12	10: Wiatr L/P nac ♥		
✓ Komplet	ne	Uproszczone	
< Wstecz	Notka	Pomoc Generu	ıj

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ – wariant 1.

(1) Aby wygenerować kombinacje kliknij w ikonkę "kalkulatora" tzn. "rozpoczęcie obliczeń". Program przeprowadzi analizę i wygeneruje kombinacje SGN, SGU (2).

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ – wariant 2.

Kombinatoryka przypadków obciążeń z przykładu dr Tewsa.

Grupa 1 – obc. stałe

Grupa 2a – śnieg równomierny

Grupa 2b – śnieg nierównomierny lewa połać

Grupa 2c – śnieg nierównomierny prawa połać

Grupa 3a – wiatr prostopadły do kalenicy (ssanie (-) na połaci naw. i ssanie (-) na połaci zaw.)

Grupa 3b – wiatr prostopadły do kalenicy (parcie (+) na połaci naw. i ssanie (-) na połaci zaw.)

Grupa 3c – wiatr prostopadły do kalenicy (ssanie (-) na połaci naw. i parcie = 0 (+) na połaci zaw.)

Grupa 3d – wiatr prostopadły do kalenicy (parcie (+) na połaci naw. i parcie = 0 (+) na połaci zaw.)

Grupa 3e – wiatr równoległy do kalenicy od przodu budynku (ssanie (-) na połaci lewej i ssanie (-) na połaci prawej)

Grupa 3f – wiatr równoległy do kalenicy od tyłu budynku (ssanie (-) na połaci lewej i ssanie (-) na połaci prawej)

Grupa 3g – wiatr ciśnienie wewnętrzne Cpi = 0,2

Grupa 3h – wiatr ciśnienie wewnętrzne Cpi = -0,3

Rezu	ltaty	Wymia	rowanie	Nar	zędzia	Dodat	tki	Okno
)			Q	🕀 🗅	Y 🛯 🗋	& 🕸	l 🌽	
<u>L</u>	9 : Gr 3	e Wr_przo	d_L-P-			~ 🛓	≟ <	2
41	2 : Gr 2 3 : Gr 2 4 : Gr 2 5 : Gr 3 6 : Gr 3 6 : Gr 3 7 : Gr 3 8 : Gr 3 9 : Gr 3 10 : Gr 3 11 : Gr 3 12 : Gr 3 Przypad	obc stale a SN_r b SN_nr_l c SN_nr_l a Wpr_L-F b Wpr_L+ c Wpr_L-F d Wpr_L+ e Wr_przo 3f Wr_tyl_ 3g Wwew 3h Wwew ki proste	P- P- P+ d_L-P- L-P- _+0,2 0,3					11

R Kombin	acje normow	ve przyp	adków PN	-EN 1990:2004		×			
Przypadki	Kombinacje	Grupy	Relacje						
Mn	Mnożnik dla śniegu ekstremalnego:								
Kombinacj	je obliczane w	edług za:	znaczonych	n wzorców :					
SGN	ا ب ا	SGN	ST	R		^			
🔳 SGL	יי יי	SGN	chi	R arakterystyczna (CH	R)				
wy.	י 	SGU	qu	esta (FRE) asi-stała (QPR)					
	с «	VIJ	vvy	Jątkowa	3				
	ampletes								
∑ Ki	Kompletne Uproszczone								
< Wstecz	No	tka		Pomoc	Ger	neruj			

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ – wariant 2.

R Kombinacje normowe przypadków PN-EN 1990:2004	R Kombinacje normowe przypadków PN-EN 1990:2004	R Kombinacje normowe przypadków PN-EN 1990:2004
Przypadki Kombinacje Grupy Relacje	Przypadki Kombinacje Grupy Relacje	Przypadki Kombinacje Grupy Relacje
Natura:	Natura: wiatr V	Natura: wiatr V
Przypadki grupy: 1 eksploatacyjne wiat z grupę z przypadków:	Przypadki grupy: 1 + Utwórz grupę z przypadków:	Przypadki grupy: 1 📩 Utwórz grupę z przypadków:
Operator 2: Gr 2a SN_f temperatura i 3: Gr 2b SN_f wyjątkowe 4: Gr 2c SN_n sejsmiczne lub Ibb	Operator 5: Gr 3a Wp 2 i 6: Gr 3b Wp 2 7: Gr 3c Wp 2 9: Gr 3d Wpr_1+P+ > 9: Gr 3d Wpr_1+Q+ >> 10: Gr 3f Wr tvl L+ 11: Gr 3g Wwew_+C 12: Gr 3h Wwew_0,	Operator 11: Gr 3g Wwew_+C 0 i 12: Gr 3h Wwew0, 0 lub Image: Second Sec
✓ Kompletne Uproszczone	✓ Kompletne Uproszczone	Kompletne Uproszczone
< Wstecz Notka Pomoc Generuj	< Wstecz Notka Pomoc Generuj	< Wstecz Notka Pomoc Generuj
Kombinacje normowe przypadków PN-EN 1990:2004	Kombinacje normowe przypadków PN-EN 1990:2004 F Przypadki Kombinacje Grupy Relacje	R Kombinacje normowe przypadków PN-EN 1990:2004
Natura: wiatr	Natura: wiatr V	Natura: wiatr 7
Przypadki grupy:	Przypadki grupy: 2 - Utwórz grupę z przypadków:	Grupy: Relacje: Usuń
Operator 11: Gr 3g Wwew_+C i 12: Gr 3h WwewO, b >> i >>	Operator 5: Gr 3a Wpr_L-P- 6: Gr 3b Wpr_L+P- 7: Gr 3c Wpr_L+P+ 8: Gr 3d Wpr_L+P+ 9: Iub 9: Gr 3d Wpr_L+P+ 9: Gr 3d Wpr_L+P+ 10: Gr 3f Wr_tyl_L-P	W ((abo): 11, 12 W2(abo): 5, 6, 7 8 3 4 5 10 4 5 5 10 4 5 5 5 10 5 5 5 5 5 5 10 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
✓ Kompletne Uproszczone	✓ Kompletne Uproszczone	✓ Kompletne Dproszczone 11
< Wstecz Notka Pomoc Generuj	< Wstecz Notka Pomoc Generuj	< Wstecz Notka Pomoc Generuj

(A) Przejdź do zakładki "Grupy". (1) Rozwiń menu "Natura" i wybierz pozycje "wiatr". (B) (2) W oknie po lewej, (gdzie zestawione są przypadki wiatru) zaznacz przytrzymując LPM wszystkie przypadki wiatru zewnętrznego.
(3) Zaznaczone przypadki przenieś z lewej strony do prawej klikając na symbol ">". (4) Kliknij LPM w pole "utwórz grupę z przypadków". (D) (E) Zostały utworzone dwie grupy wiatru (Wiatr zewnętrzny oraz Wiatr wewnętrzny). **Relacje wewnątrz grup** określa się polem operator (5) i (6). (F) **Relacje między grupami** określa się w zakładce "Relacje". (7) Rozwiń menu "Natura" i wybierz pozycje "wiatr". (8) Zaznacz oba przypadki w polu "Grupy". (9) Ustaw operator "i". (10) Przenieś grupy z lewej strony do prawej klikając symbol ">". (11) "Generuj" kombinacje.

KOMBINATORYKA OBCIĄŻEŃ – wariant 2.

(1) Aby wygenerować kombinacje kliknij w ikonkę "kalkulatora" tzn. "rozpoczęcie obliczeń". Program przeprowadzi analizę i wygeneruje kombinacje SGN, SGU (2).

WSTĘPNE WYMIAROWANIE PRĘTÓW

Komputerowe wspomaganie projektowania niesie w sobie sporo zalet (szybkość obliczeń, optymalizacja konstrukcji), ale także i wad (łatwość popełniania błędów, które w skrajnym przypadku mogą skutkować katastrofą budowlaną).

Do sukcesu potrzebne są dwa czynniki:

- a) znajomość programu (trzeba wiedzieć gdzie kliknąć),
- b) znajomość sztuki budowlanej i procedur normowych (trzeba wiedzieć jak przełożyć rzeczywiste rozwiązanie konstrukcyjne na jego model teoretyczny).
- Ucząc się programu komputerowego warto korzystać:
- a) Domyślna "Pomoc" programu (F1),
- b) Youtube, Przeglądarka internetowa, Fora internetowe (im bardziej popularny program tym więcej materiałów można znaleźć w sieci),
- c) Podręczniki (w przypadku programu Robot można polecić książkę Pazdanowski Michał: Program Robot w przykładach. Wydawnictwo Pol. Krakowskiej 2011, 2016)

NORMOWY TYP PRĘTA

Program MES bazuje na elementach skończonych (np. elementach prętowych). Norma odnosi się do prętów jako elementów konstrukcyjnych. A więc pręt w rozumieniu MES może oznaczać coś innego niż pręt w rozumieniu normy, dlatego trzeba stworzyć "normowy typ pręta", który przypiszemy elementom modelu. Dzięki czemu program automatycznie prześledzi wymagania normowe dla wybranych prętów modelu i zaproponuje odpowiedni przekrój, czyli przeprowadzi wymiarowanie konstrukcji.

(1) Wymiarowanie -> opcje wymiarowania... -> Parametry normowe...

(2) W nowym oknie "Typ pręta" kliknąć 2 x LPM w pozycje "Słup"

Domyślnie występują 3 nazwy: pręt, słup, belka.

Słup to element, w którym dominuje ściskanie – użytkownik może zdefiniować parametry wyboczeniowe. Belka to element, w którym dominuje zginanie – użytkownik może zdefiniować parametry zwichrzenia. Użytkownik może również tworzyć własne typy prętów i tak będzie w naszym wypadku.

NORMOWY TYP PRĘTA – wyboczenie pasa górnego

(1) W polu "typ pręta" wpisz nazwę określającą dł. wyboczeniowe pręta. (ja wpisałem "Pas górny Lcr,z=Lcr,y=3,01m). (2) kliknij LPM "Zapisz" (w oknie "typ pręta" pojawi się nowa pozycja).

(3) Istotne są długości wyboczeniowe, ale na razie nie wchodzimy w szczegóły. Zakładam, że przy wyboczeniu w płaszczyźnie kratownicy (wzgl. lokalnej osi Y = Lcr,y) pas górny jest usztywniony prętami skratowania. Natomiast przy wyboczeniu z płaszczyzny układu (wzgl. lokalnej osi Z = Lcr,z) pas górny będzie usztywniony płatwiami.

NORMOWY TYP PRĘTA – wyboczenie pasa górnego

Ponieważ pas górny tworzą elementy skończone (el. prętowe) między węzłami modelu dlatego w polu (3) pozostawiłem wartość 1,00. Inaczej będzie w przypadku pasa dolnego (patrz następny slajd).

NORMOWY TYP PRĘTA – wyboczenie pasa dolnego

(1) W polu "typ pręta" zmieniam nazwę "Pas dolny Lcr,z = 15m Lcr,y = 3,0 m". (2a) LPM "Zapisz". (2b) W oknie "typ pręta" pojawi się nowa pozycja. Określam długości wyboczeniowe pasa dolnego przy wyboczeniu wzgl. osi Y oraz osi Z. (3) Przy wyboczeniu w płaszczyźnie kratownicy (wzgl. lokalnej osi Y) pas górny jest usztywniony prętami skratowania. (4) Przy wyboczeniu z płaszczyzny układu (wzgl. lokalnej osi Z) pas górny będzie usztywniony stężeniami (rozstaw tych stężeń określa projektant). Wstępnie przyjąłem 15m (tężnik w linii kalenicy). (5) Zapisz.

NORMOWY TYP PRĘTA – wyboczenie pasa dolnego

Tężnik w osi kalenicy może być niewystarczający tzn. może się okazać w toku wymiarowania, że profil pasa dolnego będzie nieekonomiczny (przy stężeniach 15m). Dlatego tworzę jeszcze drugi wariant rozstawu stężeń przy wyboczeniu z płaszczyzny układu (tzn. wzgl. lokalnej osi Z). Tworzę dwie nowe długości wyboczeniowe (dwa nowe typy pręta). Fragment pasa dolnego o długości wyboczeniowej 9m (pola skrajne) oraz fragment pasa dolnego o długości wyboczeniowej 9m (pola skrajne) oraz fragment pasa dolnego o długości wyboczeniowej 9m (pola skrajne) oraz fragment pasa dolnego o

NORMOWY TYP PRĘTA – wyboczenie skratowania

W przypadku skratowania chcąc uwzględnić wytyczne normowe w zakresie długości wyboczeniowych można przyjąć współczynnik długości wyboczeniowej o wartości 0,9. (1) W polu "typ pręta" wpisuję nazwę " Skratowanie Lcr=0,9*Lo". (2) Współczynnik długości wyboczeniowej o wartości 0,9 wpisuję w odpowiednie pole. (3) Zastosuj.

NORMOWY TYP PRĘTA – wyboczenie i zwichrzenie słupa

	🗲 Definicja pręta - parametry - PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:	2014 × .]. [💋 Definicja pręta - parametry - PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2014	×
× 2	Typ pręta: Slup_dol Lcrz=7,2m Lcry	Zapisz		Typ pręta: Slup_gora Lcrz=9m Lcry: Zapis	sz
23 22	Wyboczenie względem osi y Długość pręta ly: Wyboczenie względem osi z Długość pręta lz: Image: Strategy of the strat	Zamknij	23 22	Wyboczenie względem osi y Wyboczenie względem osi z Zamka Długość pręta ly: Długość pręta lz: Oługość pręta lz: Image: Strategy of the strategy o	nij
0. 4 ³⁰	Wsp. długości wyboczeniowej Wsp. długości wyboczeniowej z: 1,00 1 przesuwna 1,00 Krzywa auto ∨ wyboczeniowa z auto ∨		34 00 ³⁰	Wsp. długości wyboczeniowej Wsp. długości wyboczeniowej z: 1,00 1 przesuwna 1,00 krzywa auto ∨ wyboczeniowa y auto ∨	
29	Wyboczenie giętno-skrętne 1 Parametry zwichrzeniowe 2 Zwichrzenie Współczynnik dł.zwichrzeniowej Poziom obciążenia: 4	Więcej	29	✓ Wyboczenie giętno-skrętne 1 Parametry zwichrzeniowe 2 ✓ Zwichrzenie Współczynnik dł.zwichrzeniowej Poziom obciążenia: I górna półka dolna półka	j
	Lcr = lo Lcr = lo Moment krytyczny: Użytkownika Mcr = 1,00 kN*m Krzywa zwichrzenia: auto ∨ 		14.70	Lcr = lo Lcr = lo Moment krytyczny: O Użytkownika Moment krytyczny: Użytkownika <	
02 3 ₂₆	○ Metoda ogólna [6.3.2.2] Lambda LT,0 = 0.4 ∨ ● Metoda szczegółowa [6.3.2.3] Beta = 0.75 ∨ □ Metoda uproszczona dla belek z usztywnieniami bocznymi [6.3.2.4] kfl = 1.1 ∨		07 07 27 07 26	○ Metoda ogólna [6.3.2.2] Lambda LT,0 = 0.4 ~ ● Metoda szczegółowa [6.3.2.3] Beta = 0.75 ~ □ Metoda uproszczona dla belek z usztywnieniami bocznymi [6.3.2.4] kfl = 1.1 ~	
25	Dodatkowe zestawy parametrów pręta Ugięcia i przemieszczenia graniczne: Przekroje złożone: Złożone Przekroje cienkościenne:	Notka	Z 25	Dodatkowe zestawy parametrów pręta Ugięcia i przemieszczenia graniczne: Przekroje złożone: Złożone Notk Przekroje cienkościenne:	a
	Parametry analizy ogniowej: Ogień	Pomoc		Parametry analizy ogniowej: Ogień Pomo	oc

(1) (2) Słup ma przekrój dwuteowy (otwarty), ponadto występuje w nim istotne zginanie oraz ściskanie, dlatego należy zaznaczyć "wyboczenie giętno-skrętne" oraz "zwichrzenie". W przykładzie dr Tewsa pojawia się stężenie przeciwskrętne słupa, które powoduje, że wymiarowanie słupa jest prowadzone oddzielnie dla dolnego odcinka słupa (3) oraz górnego odcinka słupa (4). Wyboczenie słupa w płaszczyźnie układu Lcr,y wynosi w przykładzie dr Tewsa Lcr,y = ky*Lsł = 1,2*14,7=17,64m (5). Wyboczenie słupa z płaszczyzny układu Lcr,z dla części dolnej wynosi Lcr,z,gora=9,0m

NORMOWY TYP PRĘTA – wyboczenie i zwichrzenie słupa

(🌠 Definicja pręta - parametry - PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A1:2	014 × .				ቻ Definicja pręta - parametry - PN-EN 1993-1:2006/NA:2010/A	A1:2014 ×
× 2	Typ pręta: Slup_dol Lcrz=7,2m Lcry	Zapisz			2	Typ pręta: Slup_gora Lcrz=9m Lcry:	Zapisz
(c)	Wyboczenie względem osi y Wyboczenie względem osi z Długość preta ly: Długość preta lz:	Zamknij			c.	Wyboczenie względem osi z Długość pręta ly: Długość pręta lz:	Zamknij
23 22	Image: second	-			<mark>23</mark> 22	realna mnożnik 17,64 Grealna mnożnik 9,00	5
34	Wsp. długości wyboczeniowej Wsp. długości wyboczeniowej z:				34	Wsp. długości wyboczeniowej Wsp. długości wyboczeniowej z:	
	1,00 1,00 1,0 1,00 1,0 przesuwna przesuwna					1,00 1,00 1,0 1,00 1,0 przesuwna przesuwna	
00.6	Krzywa wyboczeniowa y auto v krzywa wyboczeniowa z auto v			9.00	.30	Krzywa wyboczeniowa y auto v Krzywa wyboczeniowa z auto v	
	Wyboczenie giętno-skrętne 1					☑ Wyboczenie giętno-skrętne 1	
29	Parametry zwichrzeniowe 2 Współczynnik dł.zwichrzeniowei	Więcej			29	Parametry zwichrzeniowe Zwichrzenie Współczynnik dł.zwichrzeniowej	Więcej
	Poziom obciążenia: I górna półka dolna półka					Poziom obciążenia: E górna półka dolna półka	
28 14.70	Lcr = lo Lcr = lo Moment krytyczny: O Użytkownika Mcr = 1,00 kN*m		14.70		28	Lcr = lo Lcr = lo Moment krytyczny: O Użytkownika Mcr = 1,00 kN*m	
-	Krzywa zwichrzenia: auto v				-	Krzywa zwichrzenia: auto v	
21	○ Metoda ogólna [6.3.2.2] Lambda LT,0 = 0.4 ∨				27	○ Metoda ogólna [6.3.2.2] Lambda LT,0 = 0.4 ∨	
	Metoda szczegółowa [6.3.2.3] Beta = 0.75 ∨					€ Metoda szczegółowa [6.3.2.3] Beta = 0.75 ∨	
27. 26	Metoda uproszczona dla belek z usztywnieniami bocznymi [6.3.2,4] kfl =			7.20	26	Metoda uproszczona dla belek z usztywnieniami bocznymi [6.3.2.4] kfl =	
	Dodatkowe zestawy parametrów pręta					Dodatkowe zestawy parametrów pręta	1
	Ugięcia i przemieszczenia graniczne: Użytkowanie	Notka				✓ Ugięcia i przemieszczenia graniczne: Użytkowanie	Notka
25	Przekroje złożone: Złożone	HOULD			25	Przekroje złożone: Złożone Złożone	1000
			Ζ.		1		
×	Circumete y analizy ognowej. Ogien	Pomoc		x		Ogien	Pomoc

Należy mieć świadomość, że dotychczasowe ustawienia długości wyboczeniowych przyjmują w programie komputerowym charakter długości teoretycznych (są słuszne w ramach przyjętych założeń).

Wartości teoretyczne mogą odbiegać od rzeczywistości jeśli nie uda się przyjętych założeń zrealizować w rzeczywistej konstrukcji. Inaczej mówiąc teoretyczne długości wyboczeniowe/zwichrzeniowe będą prawidłowe jeśli założenia przyjęte w analizach uda się zrealizować (odwzorować) w rzeczywistej konstrukcji.

"papier przyjmie wszystko, niestety rzeczywistość nie jest już tak łaskawa"

NORMOWY TYP PRĘTA – przypisanie do prętów modelu

W celu zwymiarowania słupa podzielono go na elementy obliczeniowe (słup część dolna, słup część górna).

(1) LPM+ctrl (na klawiaturze) zaznaczyć słup lewy i prawy (podświetlą się na niebiesko). (2) wywołać okno "Podział": Edycja -> Podział... (3). W oknie "Podział" wybrać: (4) płaszczyzną, (5) rzędna Z = 7,20 (miejsce stężenia = dzieli słup na część górną i dolną), (6) płaszczyzna "Z", (7) odznaczyć "generuj węzły bez dzielenia pretów". (8) Wykonaj.

NORMOWY TYP PRĘTA – przypisanie do prętów modelu

Normowy typ pręta o nazwie "Słup_dół Lcrz=7,2m Lcry=17,64m" przypisuję do prętów numer 42 i 44. (1) W oknie "Typ pręta", w polu "Linie/pręty" wpisuję z klawiatury "42" (spacja) "44". (2) Wybieram zdefiniowany wcześniej normowy typ pręta. (3) LPM "Zastosuj".

Tak samo postępuję dla górnej części słupa. (1) wpisuję nr "43" (spacja) "45". (2) Wybieram "Słup_góra…". (3) Zastosuj.

NORMOWY TYP PRĘTA – przypisanie do prętów modelu

Normowy typ pręta o nazwie "Pas górny Lcrz_Lcry_3,01m" przypisuję do prętów modelu stanowiących pas górny. (1) W oknie "Typ pręta", klikam LPM w pole "Linie/pręty". (2) Graficznie zaznaczam pręty stanowiące pas górny. (3) Wybieram zdefiniowany wcześniej normowy typ pręta. (4) LPM "Zastosuj". Tak samo postępuję w odniesieniu do prętów skratowania (Skratowanie Lcr=0,9Lo) oraz prętów stanowiących pas dolny (Pas dolny Lcrz=15m...).

NORMOWE SPRAWDZENIE PRĘTÓW

Program Robot umożliwia sprawdzenie wymagań normowych dla prętów w dwóch kontekstach:

- a) WERFYIKACJA sprawdzenie czy profile aktualnie przypisane do prętów modelu spełniają wymagania normowe (program weryfikuje "Twoje" profile),
- b) WYMIAROWANIE program przeszuka bazy profili (bazy, które zdefiniuje użytkownik) i sam zaproponuje kilka optymalnych przekrojów z danej bazy (przeprowadzi wymiarowanie konstrukcji).
- W celu łatwiejszego zaprojektowania konstrukcji, która składa się z wielu elementów można utworzyć grupy prętów. W dalszej części pracy utworzono 5 grup prętów:
- a) Pas górny zawiera pręty modelu stanowiące pas górny kratownicy,
- b) Pas dolny, c) Skratowanie, d) Słup dół, e) Słup góra.

Wymiarowanie Narzędzia Dodatki Okno Pomoc	互 Definicje - PN-EN 1993-1:2006/NA: — 🛛 🛛 🛛	🜌 Obliczenia - PN-EN 1993-1:2006/N — 🛛 🛛 🛛
Wymiarowanie prętów stalowych Opcje wymiarowania prętów stalowych Wymiarowanie połączeń stalowych Wymiarowanie prętów drewnianych	Pręty Grupy Numer: 1 Dane podstawowe	Opcje weryfikacyjne 32do41 Lista Weryfikacja prętów: 1 Lista Weryfikacja grup: 1 Lista Wymiarowanie grup: 1 Lista
Opcje wymiarowania prętów <u>d</u> rewnianych	Lista prętów: 32do41 Przekroje	Optymalizacja Opcje
Zbrojenie wymagane belek/słupów żelbetowych Zbrojenie wymagane belek/słupów - opcje Zbrojenie wymagane płyt/ścian żelbetowych	Nazwa: Pas gorny Przekroje par. Materiał: S 235 W S 235 W (EN 10025-5) V	Stany graniczne ✓ SGN: 1do26 Lista SGU: 1do25 29 Lista
Zbrojenie rzeczywiste <u>e</u> lementów żelbetowych	OK <u>U</u> sun <u>Z</u> apisz Pomoc	Archiwum obliczeń

OK

Konfiguracja

Obliczenia

Pomoc

GRUPY PRĘTÓW

(1) Wymiarowanie -> Wymiarowanie prętów stalowych (Program przerzuci nas do nowego okna).

W celu normowego sprawdzenia prętów w programie Robot warto utworzyć "grupy prętów". (2) W oknie "Definicje…" przejść do zakładki "Grupy" i kliknąć LPM "Nowy". (3) w polu "Nazwa" wpisać nazwę grupy np. "Pas górny" (4) kliknąć w pole "Lista prętów" (5) zaznaczyć graficznie pręty pasa górnego (lub wpisać ręcznie numery prętów). (6) ustawić odpowiedni materiał. (7) LPM "Zapisz"

BAZA PROFILI DO WYMIAROWANIA

Definicje - PN-EN 1993-1:2006/NA: —													
Pręty Grupy													
N <u>u</u> mer: Dane podstawowe	1 ~	Nowy											
Lista prętów:	32do41	Przekroje 1											
Na <u>z</u> wa:	Pas gorny	Przekroje par.											
M <u>a</u> teriał:	S 235 W S 235 W (EN 10025-5) V												
ОК	<u>J</u> suń <u>Z</u> apisz	5 Pomoc											

Jeśli planuje się skorzystać z opcji "WYMIAROWANIE" to należy wskazać "bazę profili".

(1) W oknie "Definicje" kliknąć LPM na "Przekroje". (2) W oknie "Selekcja przekrojów" kliknąć w nazwę "Polska 2007" (podświetli się na niebiesko). (3) W polu "Rodziny profili" przewinąć listę i zaznaczyć "HEA" oraz "HEB" (z tych dwóch rodzin program będzie automatycznie dobierał optymalny przekrój dla pasa górnego). (4) LPM na "OK".
(5) LPM na "Zapisz".

BAZA PROFILI DO WYMIAROWANIA

Utworzyć kolejne grupy prętów (od 1 do 5). W zależności od narzuconego na karcie projektu kształtu pasa górnego wskazać odpowiednie "bazy profili" dla "wymiarowania" poszczególnych grup prętów. Grupa:

- a) Słupy dół, Słup góra baza HEA, HEB, HEM,
- b) Skratowanie baza RK (rura kwadratowa) lub RO (rura okrągła),
- c) Pas górny baza HEA, HEB lub RK lub RO
- d) Pas dolny baza HEA, HEB lub RK lub RO

WERYFIKACJI GRUP PRĘTÓW

(1) W oknie "Obliczenia", w polu "Weryfikacja grup": wpisać numery grup. [(2) lub kliknąć LPM na przycisk "Lista" i w nowym oknie "Selekcja grup" wybrać wszystkie grupy]. (3) W polu SGN: wpisać numer kombinacji SGN. [lub kliknąć LPM na przycisk "Lista", i w nowym oknie przejść do zakładki "Kombin.", wybrać "SGN"]. (4) kliknąć LPM na "Obliczenia". (5) Wynik obliczeń wyświetli się w postaci tabeli. (6) Szczegółowe opcje obliczeń można ustawić klikając LPM na "Konfiguracja" (ustawić tam można np. punkty obliczeniowe)

WERYFIKACJI GRUP PRĘTÓW

2-	Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018 - Projekt: 2020.03 - Wyniki MES: aktualne														▶ Wpisz słowo	kluczowe lub frazę	#A ≥ ☆ £	Zarejestruj	się 🔹 🖓 *	-	٥	×					
PRO	Plik E	dycja	Wide	ok (Geome	tria	Obciąże	enia /	Analiza	Rezu	iltaty	Wymiarc	wanie	Narzędzia	Do	odatki Ok	no Pomoc	Społe	czność								
- 1		N	<u>a</u> 1	0	X	% 4						ાચ	🔍 Y	× 📈	V		K Wymiarowa	anie stali/	′aluminium ∨								
<u> </u>			<u> </u>	<u> </u>			~ (% ? 🕻		1 : C	w				~ \	4											
R Wide	ok - Przyp	adki: 1	(CW)																			🗾 Definicje -	PN-EN 1993	-1:2006/NA:	_	×	I
			_															_			^	Pręty Grup	У				I
		1	PN-EN	1993-	1:2006/	NA:201	0/A1:20	14 - Wen	yfikacja <u>o</u>	grup pre	ętów (S	GN) 1do5				_		×			00760	Numer:	5		 ─ <u>N</u>owy 		60
		R	ezultaty	Komur	nikaty										_	🗲 WYNIKI	- norma - PN-El	N 1993-	1:2006/NA:2010/A1:2	2014			_				
		2	Grupa	șt I: 1 Pa	Is gorn	Profil y		Materiał	Lay	y	Laz	Wytęż.	Przypa	dek		<u>t</u> z			runa: 4 Słun dół			2 (1		ОК	Przekroje		
			38		ok Hi	EA 140		S 235 W	52	2.64	85.66	0.69	26 SGN	/667/			-i Auto	PI	ret: 44			Profil poprawny			Przekroje par		
		2: -	Grupa 22	: Z Pa	IS COIN	y EA 140		S 235 W	52	2.38	85.23	0.56	26 SGN	/375/		HEA 500	~	- PI	unkt / Wspołrzędna: rzypadek obciążenia:	1 / x = 0.00 L 26 SGN /382/	= 0.00 m 1*1.15 + 2*1.15 + 1	14*1.50			10025-5)		Ħ
		34 🗆	Grupa	:3 Sk	ratow	anie K onvon		6 225 W		00	00.00	0.05	26 S.C.N.	15 4 9 /										Zmiana	Pomo	c	P
		1	Grupa	:4 Sł	up dół	N OUXOU	×3	3 233 W	30	5.00	30.00	0.85	20 301	/340/		Wyniki upro	wyniki	i szczegó	ółowe						- #		
	L	<u> </u>	44 Grupa	: 5 Sł	ID GOD	EA 500		S 235 W	84	4.17	99.49	0.52	26 SGN	/382/		N,Ed =	44.32 kN	M	y,Ed = -448.41 kN*m	Năm					C 🔨		7
			45		ok Hi	EA 500		S 235 W	84	1.17 1	124.36	0.44	26 SGN	/343/		Nb,Rd	= 2605.06 kN	M	y,c,Rd = 927.98 kN*m	1		Vz,Ed = 91.25 kN		Silv	1 🗗 💹		<u>A</u>
	4	L													_			M	N,y,Rd = 927.98 kN*n b,Rd = 882.78 kN*m	n		Vz,c,Rd = 1020.02	kN	Szczegółowa			-
		29														7147617						KLASA PRZEKROJU	= 1				
																	zenie z = 0.00)	Mcr = 2832.66 k	dN*m	Krzywa,LT - b	XLT = 0.93		_			
																	Lcr,low=	⊧7.20 m	Lam_LT = 0.57		fi,LT = 0.65	XLT,mod = (0.95	Notes of the	3 👯		
		20												-	_	WYBOC	ZENIE y Ly = 17.64 m		Lam_y = 0.90	WYBOCZ	2ENIE z Lz = 7.20 m	Lam_z = 1.	06	Notka oblicz.			
															2	1.0	Lcr,y = 17.64	1 m	Xy = 0.74	1.0	Lcr,z = 7.20 m	Xz = 0.56		Parametry	-	×	
		21												L			Lany - 04.17	, 	kyy - 0.91		Laiii2 - 55.45	K2y = 1.00		Pomoc			
																KONTRO	DLA PRZEKROJU –	1.00 (4	5 2 5 (1))							ista	
	2	26														Vz,Ed/V	z,c,Rd = 0.09 < 1	1.00 (6.	.2.6.(1))							ista	
	4															KONTRO	DLA STATECZNOŚ	CI PRĘT	A Lamz = 99,49	< Lam.max = 2	10.00 STABILNY				2		
																N,Ed/(X	z*N,Rk/gM1) + kz	zy*My,Ec	d,max/(XLT*My,Rk/gM	1) = 0.52 < 1.00	0 (6.3.3.(4))						
7	z	26																								ista	
1		4																				Archiwum oblic	zeń				
																				Przypadki:	1 (CW)	Zapisuj wyni	ki obliczeń	Archiwun	n wyników		
nn.	19		- 0.	<u>. 123</u>	<				3D	Z =	• 0,00 m	- Podstawa				▲ ▼				>	Widok 🗸	ОК	Konfigura	obliczer	nia Pomo	c	
/idok						_	_			_												9					
<u>t v?</u> 88	×														۲	Wyniki MES:	aktualne		31 <u>A4</u>	1 300	0x300 heb	↓± x=22,50;	y=0,00; z=14	1,70 🗖 C),00 [r	n] [kN] [[)eg]

(1) Aby podejrzeć wyniki obliczeń kliknij LPM w dany profil. (2) W nowym oknie można skontrolować parametry, które program uwzględnił w obliczeniach np. czy długości wyboczeniowe zostały prawidłowo zdefiniowane.
 (3) Szczegółową notatkę obliczeń można obejrzeć klikając w przycisk "Notka oblicz.".

WERYFIKACJI GRUP PRĘTÓW

W notatce przydatne mogą być: (1a, 1b) numer kombinacji i siły wewnętrzne, które decydują o SGN. (2) Kontrola czy granica plastyczności jest prawidłowa. (3) Kontrola długości wyboczeniowych. (4) Wynik obliczeń normowych. (5) Notkę można zapisać na dysku: Plik -> Zapisz jako.

W analizowanym przypadku, najbardziej niekorzystny warunek dotyczy interakcji zginania ze ściskaniem. Profil jest wytężony na 52% w ramach SGN.

SPRAWDZENIE kryterium SGU dla słupa

(1) Ustawić przypadek "SGU Ponderacje". (2) Wybrać "Rezultaty -> Wykresy dla prętów. (3) W oknie "Wykresy" przejść do zakładki "Deformacje" i zaznaczyć "Deformacje" oraz "Normalizuj".

Przemieszczenie dopuszczalne słupa to H/150 = 14,6/150 = 0,097 m = 9,7 cm.

(4) Przemieszczenie poziome słupa dla "SGU Ponderacje" wynosi 4,9 cm.

Procentowo wytężenie słupa w ramach SGU = 4,9/9,7 = 51 %.

WYMIAROWANIE GRUP PRĘTÓW

Czy można "odchudzić" profile?

W ramach SGN można wykorzystać automatyczne wymiarowanie w Robocie.

Zaleca się aby wytężenie profili w ramach SGU/SGN mieściło się w granicach 60 ÷ 90 %.

Wyniki "wymiarowania" Robota można potraktować jako podpowiedź, a nie wymóg zmiany profili.

(1a, 1b) Zaznaczam graficznie (lub wpisuje ręcznie) cześć słupa, która mnie interesuje. (2) Dla wyselekcjonowanych prętów przechodzę do znalezienie ekstremalnych sił wewnętrznych: Rezultaty -> Siły.

(1) W nowym oknie przechodzę do zakładki "Obwiednia". (2) W polu selekcji prętów wpisuje numery prętów.
(3) W tabeli można odczytać ekstremalne siły wewnętrzne (UWAGA: dodatnia wartość siły normalnej "Fx" oznacza ściskanie, wartość ujemna oznacza rozciąganie). (4) W tabeli można odczytać numer kombinacji SGN, która generuje dany zestaw sił wewnętrznych.

Przykładowo ekstremalny moment My = -449,46 kNm występuje w kombinacji SGN/512.

(1) Zaznaczam graficznie pręt, który mnie interesuje. (2) Włączam okno analizy szczegółowej: Rezultaty -> Analiza szczegółowa... (3) W oknie "Analiza szczegółowa" przechodzę do zakładki "Punkty podziału". (4) Zaznaczam "otwórz nowe okno". (5) LPM na "Zastosuj". Program przenosi się do nowego okna.

(1) Ustawiam kombinacje SGN. (2) Klikam na ikonę "wybór składowej". (3) W oknie "Składowe przy…".
(4) wpisuję odczytany wcześniej numer kombinacji SGN:512. (5) W oknie "Analiza szczegółowa", w zakładce "NTM" aktywuję siłę wewnętrzną, która mnie interesuje "My". (6) klikam LPM w pole gdzie jest podana rzędna. (7)

w konsekwencji można kursorem myszy wskazać miejsce na pręcie, w którym chce się odczytać siłę wewnętrzną.