

xella



Ytong Panel SWE · Ytong Panel

**Wielkowymiarowe systemy  
do szybkiej budowy**

**YTONG**

Copyright © by Xella Polska sp. z o.o.  
Warszawa 2023

Znaki Ytong, Silka i Multipor są zarejestrowanymi znakami towarowymi.  
Prawa ochronne na te znaki przysługują Xella Polska sp. z o.o. z siedzibą w Warszawie.

Żadna część tej pracy nie może być powielana i rozpowszechniana bez pisemnej zgody wydawcy.

# Spis treści

<b>1.</b>	<b>Wprowadzenie .....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Systemy Ytong Panel SWE i Ytong Panel .....</b>	<b>7</b>
2.1	Proces produkcji .....	8
2.2	Zastosowanie .....	9
2.3	Zalety technologii .....	10
2.4	Asortyment .....	12
2.5	Elementy uzupełniające system.....	13
2.5.1	Elementy podokienne.....	13
2.5.2	Nadproża w systemie Ytong Panel SWE .....	13
2.5.3	Nadproża w ściankach działowych z elementów Ytong Panel .....	14
2.6	Zaprawy.....	14
2.7	Narzędzia i akcesoria dla systemów Ytong Panel SWE i Ytong Panel.....	14
2.7.1	Akcesoria Ytong Panel SWE.....	14
2.7.2	Akcesoria i narzędzia Ytong Panel.....	14
<b>3.</b>	<b>Zasady projektowania .....</b>	<b>17</b>
3.1	Projektowanie w systemie Ytong Panel SWE .....	18
3.2	Projektowanie w systemie Ytong Panel .....	20
3.3	Detale połączeń.....	21
3.3.1	Oparcie elementów Ytong Panel na stropie.....	21
3.3.2	Połączenie elementów Ytong Panel ze stropem .....	21
3.3.3	Połączenie elementów Ytong Panel ze ścianą nośną.....	21
3.3.4	Przerwy dylatacyjne Ytong Panel.....	22
3.4	Przykłady obliczeniowe.....	23
3.4.1	Ściana zewnętrzna grubości 24 cm .....	23
3.4.2	Ściana zewnętrzna grubości 36,5 cm .....	27
<b>4.</b>	<b>Wykonawstwo .....</b>	<b>31</b>
4.1	Wytyczne wykonawcze Ytong Panel SWE.....	32
4.2	Wytyczne wykonawcze Ytong Panel .....	33
<b>5.</b>	<b>BIM.....</b>	<b>35</b>
<b>6.</b>	<b>Obiekty referencyjne .....</b>	<b>41</b>



# **1. Wprowadzenie**



Systemy wielkowymiarowych elementów ściennych Ytong Panel SWE i Ytong Panel umożliwiają szybkie i efektywne wznoszenie przegród ściennych dzięki połączeniu zalet prefabrykacji z doskonałymi właściwościami betonu komórkowego, takimi jak: wysoka izolacyjność termiczna, odporność ogniowa oraz najwyższa dokładność wymiarowa. Systemowe elementy ścienne Ytong Panel SWE i Ytong Panel są odpowiedzią na zapotrzebowanie współczesnego rynku, na którym często brakuje wykwalifikowanych pracowników budowlanych. Dzięki mechanizacji prac nie tylko zostaje ograniczona liczba wykonawców, ale i znacząco skraca się czas realizacji, przy uzyskaniu najwyższej jakości przegród.

Ytong Panel SWE i Ytong Panel są zbrojonymi panelami z autoklawizowanego betonu komórkowego. Posiadają one zbrojenie niekonstrukcyjne w postaci prętów wykonanych ze stali o granicy plastyczności 500 MPa. Zapewnia ono odpowiednią wytrzymałość elementowi w trakcie jego transportu i montażu. Ilość i rodzaj zbrojenia w danym panelu zależą od jego gabarytów oraz przeznaczenia. W zależności od projektowanej klasy ekspozycji, elementy Ytong Panel SWE oraz Ytong Panel mogą mieć zbrojenie zabezpieczone farbą antykorozyjną.

Elementy Ytong Panel SWE produkowane są w gęstościach 300 i 500 kg/m<sup>3</sup> i charakteryzują się wytrzymałością na ściskanie odpowiednio 2,2 i 4 MPa. W przypadku elementów Ytong Panel parametry te mają następujące wartości: gęstość 650 kg/m<sup>3</sup> i wytrzymałość na ściskanie 5 MPa.

Elementy Ytong Panel SWE i Ytong Panel projektuje się na podstawie normy PN-EN 12602 „Prefabrykowane elementy zbrojone z autoklawizowanego betonu komórkowego”. Norma PN-EN 12602 jako norma zharmonizowana stanowi podstawę dopuszczenia produktów do obrotu. Elementy Ytong Panel wraz z akcesoriami do montażu są również objęte Europejską Oceną Techniczną ETA-03/0007 opisującą system wykonywania nienośnych ścian działowych.



**2.**

**Systemy**

**Ytong Panel SWE**

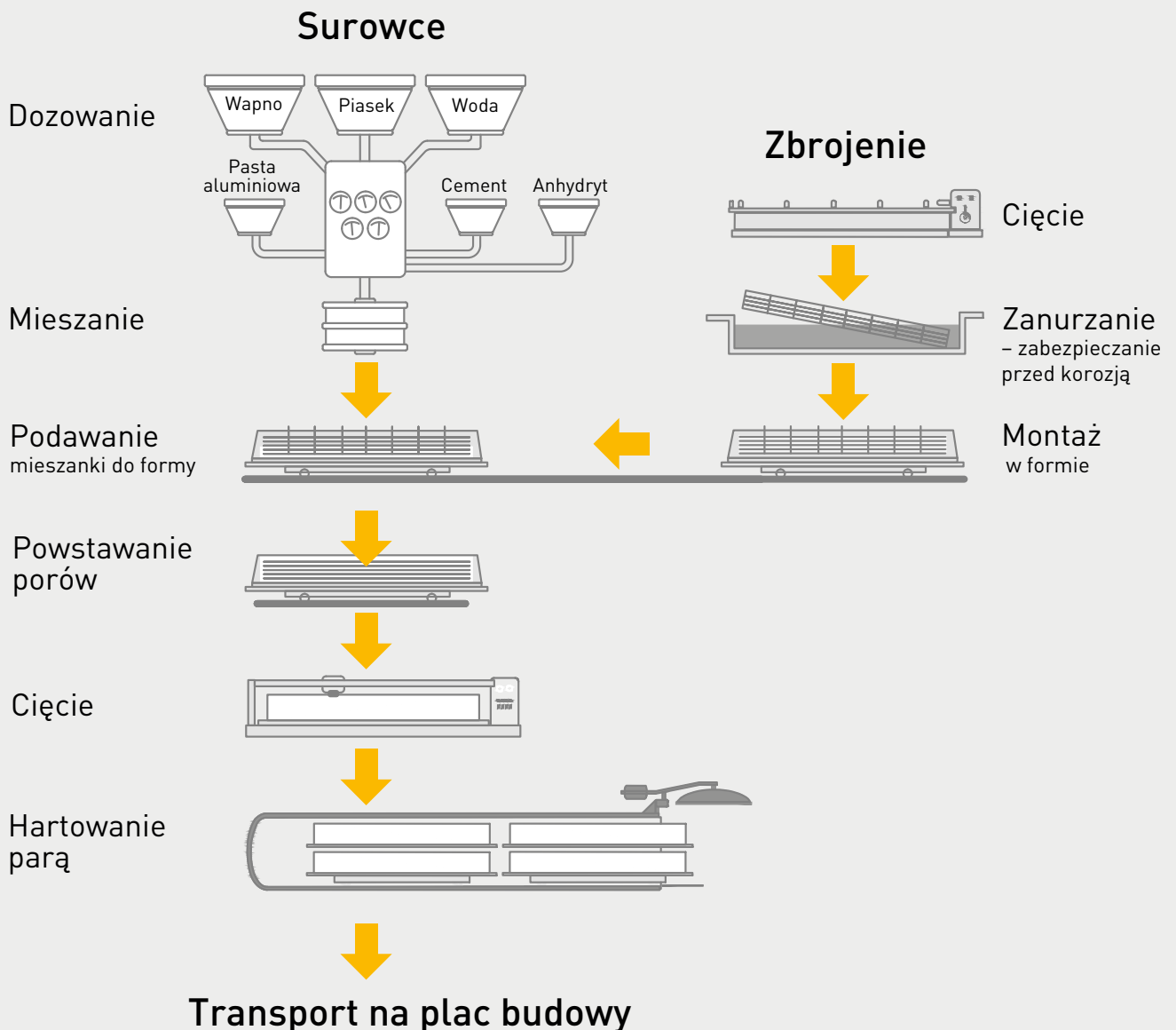
**i Ytong Panel**

## 2.1 Proces produkcji

Elementy Ytong Panel SWE i Ytong Panel wytwarzane są z naturalnych surowców: wody, piasku kwarcowego, cementu, wapna, anhydrytu i środka porotwórczego w postaci pasty aluminiowej. Skład taki zapewnia znikomą promieniotwórczość naturalną. Bardzo dokładny dobór surowców i starannie dopracowany proces technologiczny ze sterowanym komputerowo systemem dozowania pozwalają na produkcję jednorodnego materiału, który charakteryzuje się niską gęstością, wysoką izolacyjnością termiczną i który jest całkowicie niepalny. Wszystkie elementy zbrojone Ytong poddawane są wnikliwym badaniom, a cały proces produkcji jest starannie nadzorowany w ramach stałej kontroli jakości.

Zbrojenie elementów Ytong Panel SWE w postaci prętów stalowych oraz ucho montażowe pokrywa się farbą antykorozyjną, a następnie umieszcza w formie.

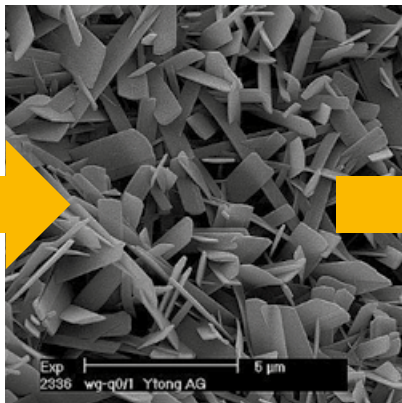
Składniki po dokładnym wymieszaniu podaje się do form, w których znajduje się już zbrojenie. Dzięki dodatkowi niewielkiej ilości pasty aluminiowej, działającej jak środek spulchniający, w masie betonu komórkowego powstają setki tysięcy pęcherzyków powietrza, którym zawdzięcza on swoje unikatowe właściwości. Stwardniała mieszanka po uzyskaniu wstępnej wytrzymałości jest cięta z wysoką dokładnością za pomocą naprężonych strun stalowych.



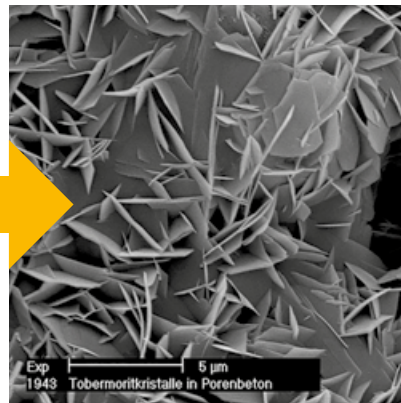




Piasek doskonałej jakości



Hydratacja krzemianu wapnia



Wysoce wykrytalizowana struktura nadająca wytrzymałość i izolacyjność termiczną

Pocięte elementy są następnie poddawane procesowi autoklawizacji, tj. hartowaniu wysokim ciśnieniem w atmosferze nasyconej pary wodnej. Następuje wówczas hydratacja krzemianu wapnia, w wyniku czego powstaje krystaliczna mikrostruktura tobermorytu. To ona zapewnia elementom Ytong wysoką wytrzymałość, pomimo ich niedużej gęstości.

Ostatnim etapem produkcji jest umieszczenie gotowych paneli na paletach oraz ich zabezpieczenie folią. Każda paleta zostaje oznaczona etykietą umożliwiającą identyfikację.

Tak przygotowany produkt zostaje odstawiony na plac magazynowy lub przetransportowany bezpośrednio na plac budowy.

## 2.2 Zastosowanie

**Elementy Ytong Panel SWE przeznaczone są głównie do wznoszenia ścian nośnych w obiektach takich jak:**

- budynki jednorodzinne wolnostojące oraz w zabudowie szeregowej,
- placówki użyteczności publicznej,
- budynki handlowo-usługowe,
- budynki biurowe i administracyjne,
- budynki gospodarcze,
- już istniejące budynki wymagające rozbudowy i przebudowy.

**Elementy Ytong Panel możemy z kolei zastosować m.in. jako:**

- ściany działowe,
- obudowy szachtów instalacyjnych,
- lekkie przegrody wypełniające w konstrukcji szkieletowej.

**Norma PN-EN 12602 przewiduje podział elementów zbrojonych z betonu komórkowego w zależności od ich przeznaczenia**

elementy konstrukcyjne	W1	ściana nośna z konstrukcyjnym zbrojeniem (pionowa)
	W2	ściana nośna z konstrukcyjnym zbrojeniem (pozioma)
	W3	ściana nośna bez konstrukcyjnego zbrojenia (pionowa)
	W4	ściana nośna bez konstrukcyjnego zbrojenia (pozioma)
	W5	ściana oporowa (pionowa)
	W6	ściana oporowa (pozioma)
	RF-1	element dachowy
	RF-2	element stropowy
	BL	belka
	PL	pionowa nośna część ściany między lub obok otworów (filarek)
elementy niekonstrukcyjne	W7	ściana nienośna (pionowa)
	W8	ściana nienośna (pozioma)
	CN	element ostonowy
	BN	przepust skrzynkowy
	SB	element bariery dźwiękowej

Elementy Ytong Panel SWE możemy zakwalifikować jako konstrukcyjne do kategorii W3, W4, a elementy Ytong Panel jako niekonstrukcyjne do kategorii W7, W8, SB.

## 2.3 Zalety technologii

Innowacyjne systemy Ytong Panel SWE i Ytong Panel to szybsza realizacja, sprawdzona jakość i jednocześnie wysoka trwałość rozwiązań. Dzięki produkcji elementów o określonych, modułowych wymiarach czas budowy jest znacznie krótszy niż w przypadku użycia standardowych bloczków, zarówno w odniesieniu do ścian zewnętrznych, jak i wewnętrznych. Jednocześnie budowa ścian w systemie Ytong Panel SWE to gwarancja najwyższej izolacyjności cieplnej, odporności ogniowej, doskonałej nośności oraz izolacyjności akustycznej.

### Zalety wykonawcze systemów Ytong Panel i Ytong Panel SWE:

- nie ma potrzeby przycinania elementów na budowie,
- panele są produkowane na pełną wysokość pomieszczenia – wystarczy je podnieść i ustawić w odpowiednim miejscu,
- do montażu nie są potrzebne dodatkowe rusztowania,
- dokładne plany montażowe z numerami poszczególnych elementów ułatwiają budowę i ograniczają błędy wykonawcze oraz straty przy docinaniu paneli,
- gładka powierzchnia elementów tworzy jednolite podłoże do tynkowania,
- najwyższa efektywność prac budowlanych dzięki mechanizacji.

### Dlaczego warto budować w systemie Ytong Panel SWE?

- **Szybsza budowa**  
Ekspresowy czas budowy konstrukcji budynku – kondygnacja typowego domu powstaje w jeden dzień!
- **Mniejsza liczba pracowników**  
Większa wydajność prac przy mniejszej liczbie pracowników. Dwuosobowa ekipa z operatorem dźwigu zastępuje trzyosobowy zespół murarski.
- **Wytrzymała ściana**  
Masywna i wytrzymała konstrukcja ścian umożliwia mocowanie do nich

nawet ciężkich przedmiotów czy okładzin fasady. Dzięki właściwościom betonu komórkowego możliwe jest łatwe i szybkie wykonywanie bruzdowania czy wycinanie otworów.

- **Lepsza logistyka budowy**  
System zapewnia ogromną wydajność prac. Dzięki dokładnie zaplanowanej logistyce i systemowi prefabrykacji zmniejsza się ryzyko opóźnień na budowie. Projekt konstrukcji i plany montażowe przygotowuje dział projektowy BIM firmy Xella Polska.
- **Tańsze wykończenie**  
Wysoka dokładność wymiarowa ścian dzięki maksymalnej prefabrykacji elementów. Gładką powierzchnię łatwiej i taniej wykończyć.
- **Materiał niepalny**  
Klasa reakcji na ogień A1. Wysoka odporność ogniowa EI 360, REI 240.
- **Ograniczenie odpadów, oszczędność materiału**  
Elementy są projektowane i produkowane pod konkretną inwestycję, co oznacza brak konieczności przycinania, mniejsze zużycie sprzętu i znaczące ograniczenie odpadów budowlanych.
- **Uniwersalność**  
System idealny do szybkiej i sprawniej budowy domów jednorodzinnych, szeregowych i bliźniaków, a także innych obiektów, takich jak przedszkola, budynki komercyjne, pawilony itp.

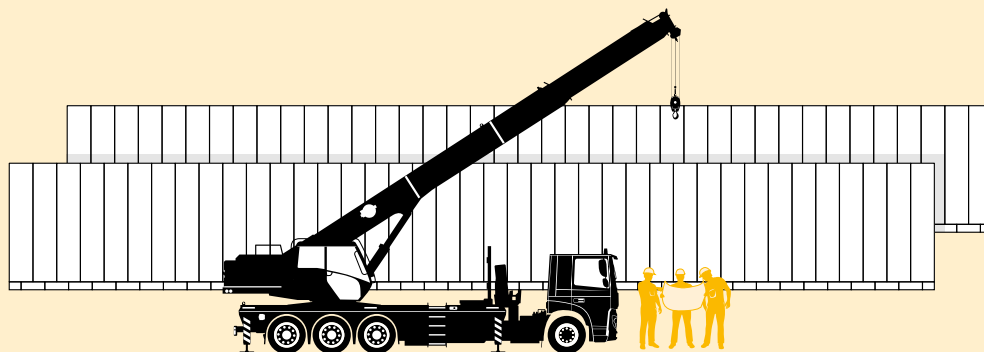
### Dlaczego warto budować w systemie Ytong Panel?

- **Mniejsza liczba pracowników**  
Zamiast dwójki murarskiej może pracować jeden monter.
- **Spore oszczędności**  
Obniżenie kosztów statych związanych z prowadzeniem budowy.
- **Większa powierzchnia użytkowa**  
Dzięki mniejszej grubości ściany i cienkowiarskowemu wykończeniu zaoszczędza się cenną powierzchnię.
- **Tańsze wykończenie**  
Gładką powierzchnię ścian z paneli można wykończyć cienkowiarskową powłoką lub płytkami czy tapetą naklejanymi bezpośrednio na przegrodę.
- **Ogromna efektywność prac**  
W trakcie jednego dnia roboczego pracownik może samodzielnie wykonać nawet 40 m<sup>2</sup> ścian!

## Ytong Panel SWE pozwala wznosić ściany nawet 4 razy szybciej niż w tradycyjnych technologiach drobnowymiarowych!

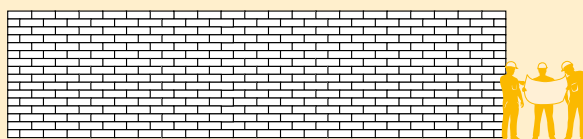
### Ytong Panel SWE

Jedna brygada monterska  
(2 monterów + operator  
HDS-u) w jeden dzień  
może postawić  
aż **150 m<sup>2</sup> ścian**



### Drobnowymiarowy Ytong

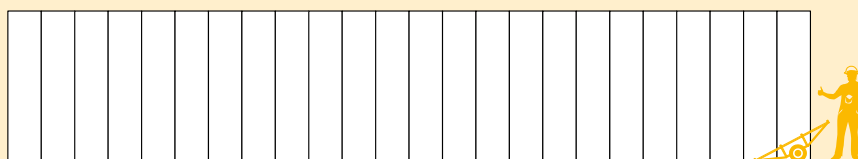
Jedna ekipa murarska  
(3 osoby) w jeden dzień  
może wymurować  
**40 m<sup>2</sup> muru**



## Ytong Panel skraca czas budowy ścian działowych o nawet 75%!

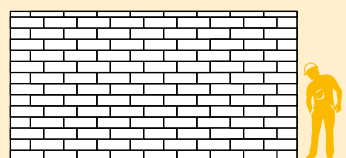
### Ytong Panel

W ciągu jednego dnia  
roboczego pracownik może  
wykonać nawet **40 m<sup>2</sup> ścian**



### Błoczki z betonu komórkowego o grub. 11,5 cm

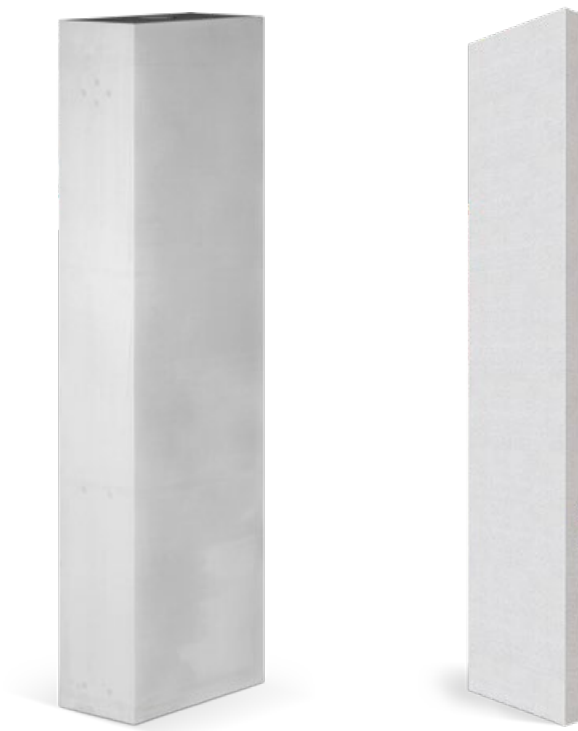
W ciągu jednego dnia roboczego murarz  
może wykonać **13,3 m<sup>2</sup> muru**



## 2.4 Asortyment

Dzięki szerokiemu asortymentowi elementów Ytong Panel SWE i Ytong Panel możliwe jest ich zastosowanie nie tylko przy opracowywaniu nowych inwestycji, ale i przy adaptacji gotowych projektów dostępnych na rynku.

System Ytong to zestaw elementów z betonu komórkowego umożliwiający wykonanie kompletnego budynku w stanie surowym, bez konieczności stosowania innych materiałów budowlanych i rozwiązywania problemów ze skomplikowanymi stykami technologicznymi pomiędzy nimi. Wielkowymiarowe panele ścienne Ytong Panel SWE mogą zostać uzupełnione pozostałymi elementami systemu, w skład którego wchodzi: płyty stropowe i dachowe, gotowe nadproża, kształtki U do wykonywania elementów żelbetowych oraz zaprawy.



Ytong Panel SWE i Ytong Panel

Prefabrykowane elementy Ytong Panel SWE do wznoszenia ścian konstrukcyjnych są dostępne w wymiarach:

Warianty produktu	Ytong Panel SWE Ultra+ P2,2/300	Ytong Panel SWE P4/500	
	36,5 cm	20 cm	24 cm
Szerokość [mm]	365	200	240
Długość [mm]	299; 374; 449; 599		
Wysokość [mm]	1800; 2000; 2200; 2400; 2600; 2800; 3000		

Elementy Ytong Panel oraz Ytong Panel SWE produkowane są z najwyższą dokładnością wymiarową – klasa tolerancji T3 wg normy PN-EN 12602.

Klasa tolerancji T3 wg PN-EN 12602	
Grubość [mm]	± 3,0
Szerokość [mm]	± 1,0
Wysokość [mm]	± 1,5
Płaskość [mm]	≤ 1,0
Równoległość [mm]	≤ 1,0

Prefabrykowane elementy Ytong Panel do wznoszenia ścian działowych są dostępne w wymiarach:

Warianty produktu	Ytong Panel G5/650	
	7,5 cm	10 cm
Szerokość [mm]	75	100
Długość [mm]	599	
Wysokość [mm]	2470; 2600–3000	

1) Wysokość elementów w zakresie 2600–3000 mm jest stopniowana co 20 mm

## 2.5 Elementy uzupełniające system

### 2.5.1 Elementy podokienne

Przestrzenie pod oknami należy wypełniać elementami o tej samej gęstości co wznoszona ściana. Do wypełnień można wykorzystać wielkowymiarowe bloki Ytong SWE EZ lub tradycyjne elementy drobnowymiarowe.



### 2.5.2 Nadproża w systemie Ytong Panel SWE

Otwory okienne i drzwiowe przekrywane są belkami nadprożowymi. W ścianach wznoszonych z elementów Ytong Panel SWE można zastosować kilka typów nadproży.

#### Nadproża Ytong YN



Mogą mieć szerokość 200, 240, 300 lub 365 mm przy wysokości 249 mm. Umożliwiają przekrycie otworów do 175 cm szerokości. Minimalna długość oparcia nadproża na murze wynosi:

- min. 200 mm – dla nadproży o długości  $\leq 1,50$  m,

- min. 250 mm – dla nadproży o długości  $> 1,50$  m.

#### Nadproża zespolone Ytong YF



Mogą mieć szerokość 115 lub 175 mm przy wysokości 124 mm. W zależności od grubości ściany ustawia się jeden, dwa lub trzy prefabrykaty obok siebie. Pełną nośność nadproże uzyskuje dopiero po przemurowaniu warstwą bloczków z wypełnionymi spoinami pionowymi. Nadproża YF umożliwiają przekrycie otworów do 250 cm szerokości. Długość oparcia nadproży na murze wynosi:

- min. 150 mm – dla nadproży o długości 1,25 m,
- min. 200 mm – dla nadproży o długości 1,50 m,
- min. 250 mm – dla nadproży o długości  $\geq 2,0$  m.

Nadproża zespolone przekrywające otwory o szerokości większej niż 1,10 m w trakcie budowy wymagają podparcia w środku ich rozpiętości.

#### Nadproża betonowane na miejscu w budowaniu w kształtkach Ytong U



Nadproża żelbetowe w deskowaniu traconym z kształtek Ytong U wykonuje się przy większych szerokościach przekrywanych otworów, tzn. powyżej 2,5 m. Długość oparcia belek nadprożowych na ścianach z bloczków Ytong nie może być mniejsza niż 200 mm.

W przypadku otworów o znacznych wymiarach lub kiedy istnieje konieczność obciążenia nadproża siłą skupioną zaleca się zastosowanie projektowanego nadproża żelbetowego.

### 2.5.3 Nadproża w ściankach działowych z elementów Ytong Panel

Nadproża tego typu wykonuje się przy użyciu dociętego panelu. Można go osadzić, opierając na sąsiadujących podciętych panelach. Szerokość podcięcia powinna wynosić ok. 15 cm. Alternatywnym sposobem wykonania nadproża jest zamocowanie dociętego panelu przy użyciu kątowników stalowych. Wykonane w ten sposób nadproża mogą przekrywać otwór o szerokości do 125 cm. Gdy wysokość nad otworem przekracza szerokość panelu (60 cm), można umocować dwa docięte panele, oba umocowane za pomocą kątowników stalowych. Pomiędzy nadprożem i panelem należy przewidzieć z jednej strony szczelinę dylatacyjną (ok. 10 mm) wypełnioną pianką montażową. Połączenie należy wzmocnić siatką zbrojącą.

## 2.6 Zaprawy

Przy murowaniu warstwy startowej pod elementy Ytong Panel SWE oraz jako wypełnienie dolnej szczeliny przy montażu elementów Ytong Panel należy zastosować zwykłą zaprawę cementową.



Do wykonania spoin wspornych (poziomych) oraz czołowych (pionowych) stosuje się specjalnie opracowaną cienkowarstwową zaprawę Ytong FIX P.

## 2.7 Narzędzia i akcesoria dla systemów Ytong Panel SWE i Ytong Panel

### Kielnie Ytong

Umożliwiają dokładne rozprowadzenie zaprawy do cienkich spoin. Szerokość kielni dostosowana jest do szerokości elementu. [1]

### Młotek gumowy

Umożliwia korygowanie ustawienia elementów i nie uszkadza ich powierzchni. [2]

### 2.7.1 Akcesoria Ytong Panel SWE

#### Spinki stalowe

Spinki stalowe (blacha falista 60 x 40 mm) wbija się od góry na łączeniu elementów Ytong Panel SWE, co zapobiega przemieszczaniu się paneli do czasu związania zaprawy. [3]

### 2.7.2 Akcesoria i narzędzia Ytong Panel

#### Wózek transportowo-montażowy

Wózek do transportu i podnoszenia pojedynczych elementów Ytong Panel. Może służyć jako blat roboczy do ich cięcia. [4]

#### Podnośnik ręczny

Dźwignia służąca do unoszenia i dosuwania elementów Ytong Panel. [5]

#### Bloki gumowe

Stosowane są w celu zachowania przerwy dylatacyjnej od stropu do górnej krawędzi elementu Ytong Panel. Wymiary bloku to 60 x 40 x 15 mm. [6]

#### Kliny drewniane

Stosowane są pod elementem Ytong Panel jako stabilizator podczas montażu. Zapewniają uzyskanie szczeliny między krawędzią panelu a podłożem. [7]

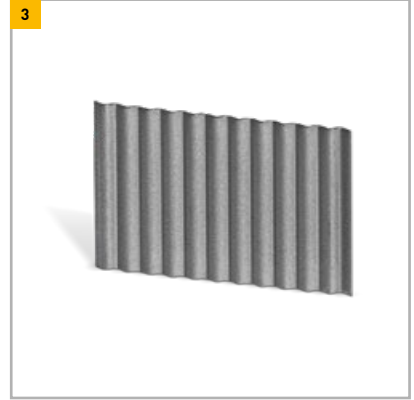
#### Kotwa sprężysta

Kotwy sprężyste służą do mocowania elementów Ytong Panel bezpośrednio do stropu, dzięki czemu panele są stabilne zaraz po zamontowaniu. Kotwy wykonane są ze stali ocynkowanej. [8]

#### Kątowniki stalowe

Mają wymiar 60 x 60 mm i stosowane są do osadzania paneli nadprożowych Ytong Panel. Kątowniki wykonane są ze stali ocynkowanej. [9]







# **3. Zasady projektowania**



### 3.1 Projektowanie w systemie Ytong Panel SWE

Dzięki standaryzacji wymiarów elementów Ytong Panel SWE przy zachowaniu odpowiedniego modułu projektowego możliwe jest efektywne wykorzystanie paneli pozwalające na optymalizację czasu budowy oraz minimalizację powstałych odpadów. Zwykle z elementów Ytong Panel SWE można wykonać 2–3 pełne kondygnacje. Ich liczba oraz grubość ścian zależą głównie od obciążeń występujących w budynku oraz jego geometrii.

Ściany z paneli Ytong Panel SWE wymagają zaprojektowania wieńca obwodowego lub stropu masywnego (np. strop żelbetowy czy strop z płyt stropowych Ytong).

Panele ściennie Ytong Panel SWE jako prefabrykowane elementy zbrojone z betonu komórkowego wymiarowane są zgodnie z normą PN-EN 12602. Obliczenia powinny być przeprowadzone zgodnie z Załącznikiem A wspomnianej normy.

Ścianę stanowi układ niezależnych od siebie smukłych filarów. Zakłada się więc, że panel jest oparty tylko na dolnej i górnej krawędzi. Schematem statycznym jest pręt obustronnie zamocowany o określonej długości wyboceń (metoda oparta na wzorze Eulera). Więcej informacji na temat obliczeń statycznych znajduje się w przykładzie obliczeniowym.

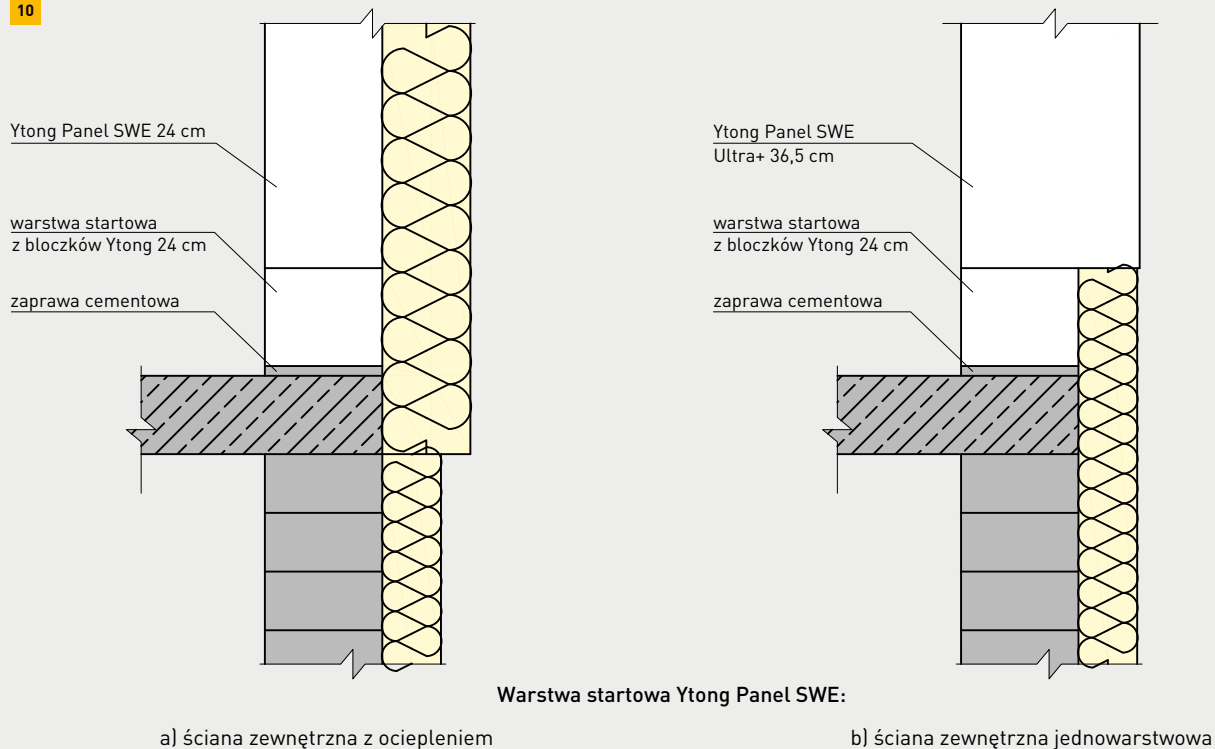
Elementy Ytong Panel SWE mocuje się na warstwie startowej wykonanej ze standardowych bloczków Ytong. Spoiny pionowe między panelami oraz spoinę poziomą wykonuje się przy użyciu systemowej zaprawy Ytong FIX P. Elementy Ytong Panel SWE montuje się przy pomocy dźwigu, co znacząco przyspiesza proces wznoszenia ścian. W przypadku mniejszych projektów montaż można zaplanować również bezpośrednio z samochodu ciężarowego. W takim przypadku należy zadbać o zapewnienie możliwości dojazdu i o to, by samochód był wyposażony w HDS.

**[10]**

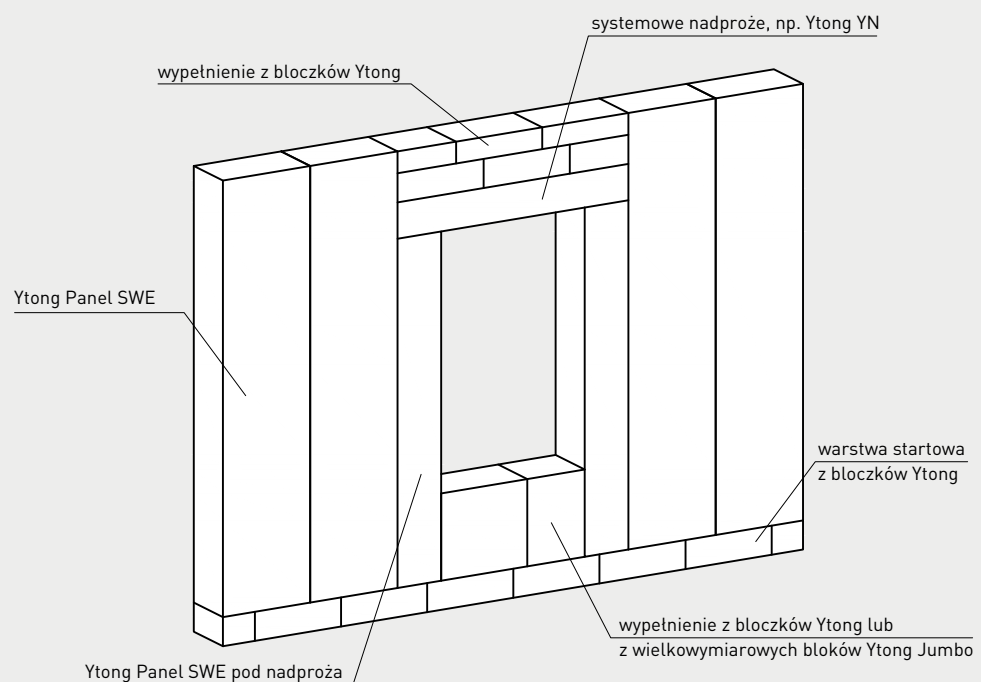
Panele ściennie Ytong Panel SWE w połączeniu z elementami uzupełniającymi systemu Ytong pozwalają na maksymalne przyspieszenie prac – jest to możliwe dzięki idealnemu dopasowaniu poszczególnych komponentów i ograniczeniu konieczności wykonywania prac „mokrych” na budowie.

[11]

10



11





Parametry techniczne Ytong Panel SWE			
Warianty produktu	Ytong Panel SWE Ultra+ P2,2/300	Ytong Panel SWE P4/500	
	36,5 cm	20 cm	24 cm
<b>Właściwości mechaniczne</b>			
Klasa gęstości [kg/m <sup>3</sup> ]	300	500	
Wytrzymałość na ściskanie $f_B$ [N/mm <sup>2</sup> ]	2,2	4	
<b>Właściwości ciepłno-wilgotnościowe</b>			
Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda_{10, dry}$ [W/(mK)]	0,072	0,12	
Współczynnik przenikania ciepła U [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,20	0,58	0,49
Ciepło właściwe c [J/(kgK)]	1000		
Współczynnik oporu dyfuzyjnego $\mu$	5/10		
<b>Izolacyjność akustyczna [dB]<sup>1)</sup></b>			
$R_w$ (wskaźnik ogólny)	48	45	47
$R_{A1}$ (do oceny ścian wewnętrznych)	45	43	45
$R_{A2}$ (do oceny ścian zewnętrznych)	42	39	42
<b>Odporność ogniowa</b>			
Reakcja na ogień	A1		
Odporność ogniowa (ściany nienośne)	EI 360		
Odporność ogniowa (ściany nośne)	REI 240		

1) Izolacyjność akustyczna oszacowana na podstawie parametrów dla przegród z elementów drobnowymiarowych

### 3.2 Projektowanie w systemie Ytong Panel

Elementy Ytong Panel przeznaczone są głównie do wykonywania ścian działowych, które choć nie pełnią funkcji nośnej w budynku, muszą spełniać pewne warunki wynikające m.in. z poddawania ich różnego rodzaju obciążeniom (np. montaż szafek kuchennych czy półek), a także związane z bezpieczeństwem pożarowym czy ochroną przed hałasem. Warunki te ściśle wiążą się z kategorią użytkowania powierzchni budynku, funkcją pomieszczenia, a więc i lokalizacją konkretnej ściany działowej w obiekcie.

W przypadku ścian z elementów Ytong Panel decydującymi kryteriami zwykle są izolacyjność akustyczna oraz klasyfikacja ogniowa.

Parametry techniczne Ytong Panel		
Warianty produktu	Ytong Panel G5/650	
	7,5 cm	10 cm
<b>Właściwości mechaniczne</b>		
Klasa gęstości [kg/m <sup>3</sup> ]	650	
Wytrzymałość na ściskanie $f_B$ [N/mm <sup>2</sup> ]	5	
<b>Izolacyjność akustyczna [dB]<sup>1)</sup></b>		
$R_w$ (wskaźnik ogólny)	38	41
$R_{A1}$ (do oceny ścian wewnętrznych)	37	41
$R_{A2}$ (do oceny ścian zewnętrznych)	35	39
<b>Odporność ogniowa<sup>2)</sup></b>		
Reakcja na ogień	A1	
Odporność ogniowa (szczeliny dylatacyjne wypełnione ogniotrwałą pianką PUR)	EI 60	EI 120
Odporność ogniowa (szczeliny dylatacyjne wypełnione wełną mineralną)	EI 120	EI 120

1) Wartości dotyczą ścian dwukrotnie szpachlowanych z obu stron

2) Wartości dotyczą ścian nieotynkowanych



### 3.3 Detale połączeń

#### 3.3.1 Oparcie elementów Ytong Panel na stropie

Ściany działowe z elementów Ytong Panel zwykle opiera się bezpośrednio na stropie (ew. na podkładzie z gumokorka). Panele podnosi się na odpowiednią wysokość i mocuje od dołu przy pomocy drewnianego klina. Kliny można ustawiać zarówno pod krawędzią boczną, jak i czołową panelu. Wyjątek stanowi pierwszy panel, który mocuje się od dołu jedynie za pomocą klinów pod boczną krawędzią. Szczelinę wypełnia się zaprawą cementową. [12]

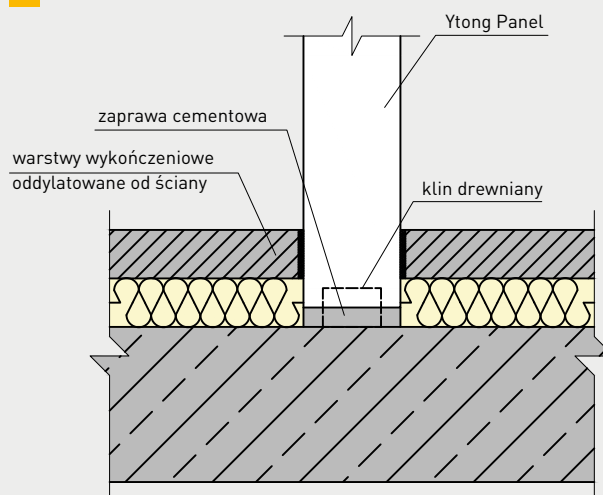
#### 3.3.2 Połączenie elementów Ytong Panel ze stropem

Ściany działowe wykonywane są z zachowaniem dylatacji od dolnej powierzchni stropu. Zwykle szczelina ma 1,5–2 cm, szerokość zależy od różnicy ugięć sąsiednich stropów. Do paneli przybija się po dwa gumowe bloki odpowiadające za zapewnienie odpowiedniej dylatacji, którą później wypełnia się pianką montażową (PUR) lub wełną mineralną (w zależności od wymagań odporności ogniowej). Dodatkowo skrajne panele oraz co drugi panel mocuje się do stropu przy użyciu kotwy sprężystej. [13]

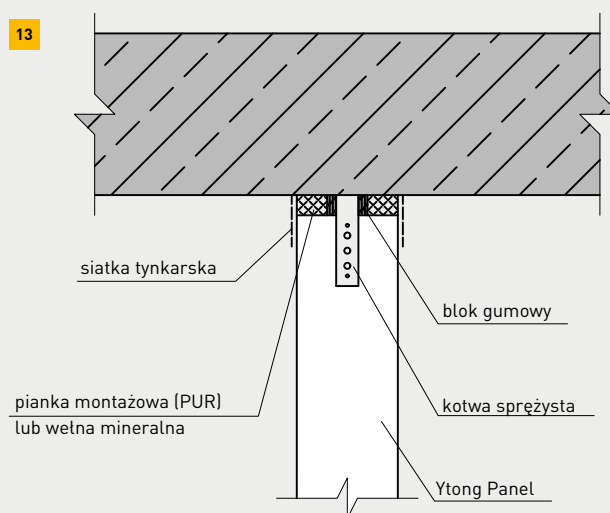
#### 3.3.3 Połączenie elementów Ytong Panel ze ścianą nośną

Pomiędzy konstrukcją nośną a elementami Ytong Panel należy wykonać szczelinę dylatacyjną szerokości ok. 10–15 mm, którą później wypełnienia się pianką montażową (PUR) lub wełną mineralną (w zależności od wymagań odporności ogniowej). Podobnie jak w przypadku połączenia ze stropem w celu zachowania odpowiedniej szerokości dylatacji stosuje się bloki gumowe. [14]

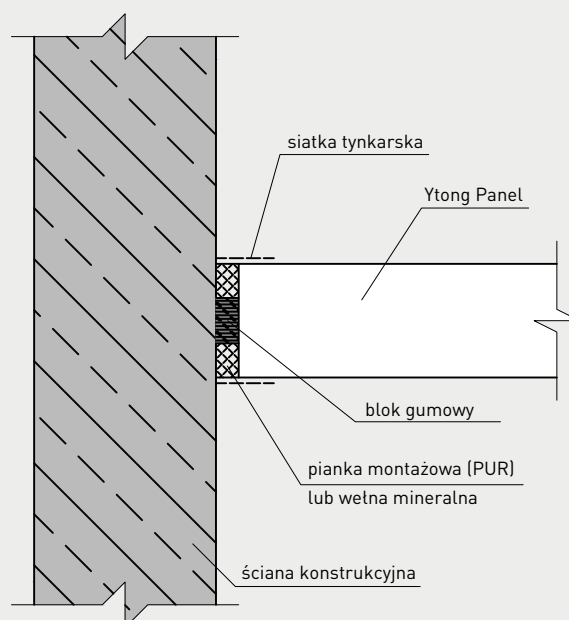
12



13



14



### 3.3.4 Przerwy dylatacyjne Ytong Panel

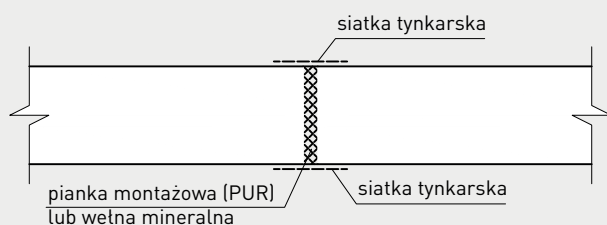
W przypadku ciągłych ścian, w celu uniknięcia spękań skurczowych, należy wykonać dylatacje pionowe w odległości odpowiadającej około dwóm wysokościami elementów, ale nie rzadziej niż co 5 m. Przerwy dylatacyjne powinny mieć ok. 10–15 mm i zostać wypełnione pianką montażową (PUR) lub wełną mineralną (w zależności od wymagań odporności ogniowej). Dodatkowo powierzchnię połączenia należy wzmocnić siatką tynkarską.

[15]

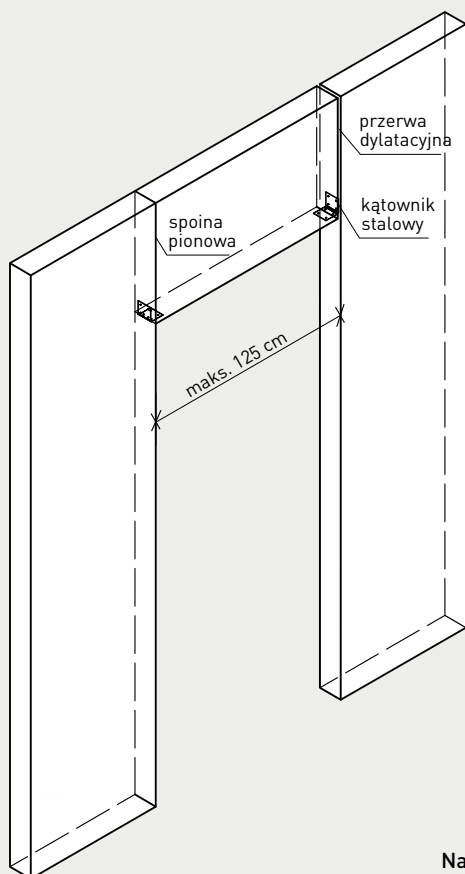
### Przerwy dylatacyjne w nadprożach Ytong Panel

Nadproża w ścianach z elementów Ytong Panel wykonuje się przy użyciu dociętego panelu. Można go osadzić, opierając na sąsiadujących podciętych panelach. Szerokość podcicia powinna wynosić min. 15 cm. Alternatywnym sposobem na wykonanie nadproża jest zamocowanie dociętego panelu przy użyciu kątowników stalowych. Wykonane w ten sposób nadproża mogą przekrywać otwór o szerokości do 125 cm. Pomiedzy nadprożem i panelem należy przewidzieć z jednej strony szczelinę dylatacyjną (ok. 10 mm) wypełnioną pianką montażową (PUR) lub wełną mineralną (w zależności od wymagań odporności ogniowej). Połączenie należy wzmocnić siatką zbrojącą. [16]

15

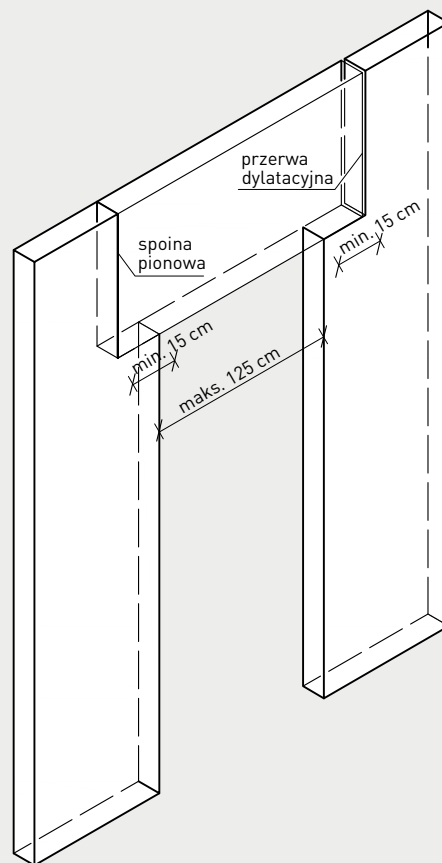


16



Nadproża Ytong Panel:

a) wykonane z użyciem kątowników stalowych



b) wykonane na podciętych panelach

### 3.4 Przykłady obliczeniowe

W poniższych przykładach pominięto sporządzanie zestawień obciążeń. Przykładowe zestawienia obciążeń można znaleźć w zeszycie technicznym „Projektowanie architektoniczne i konstrukcyjne budynków w systemie Ytong”. Zestawienie obciążeń powinno być zgodne z normami PN-EN 1990-1-1, PN-EN 1991-1-1, PN-EN 1991-1-3 oraz PN-EN 1991-1-4.

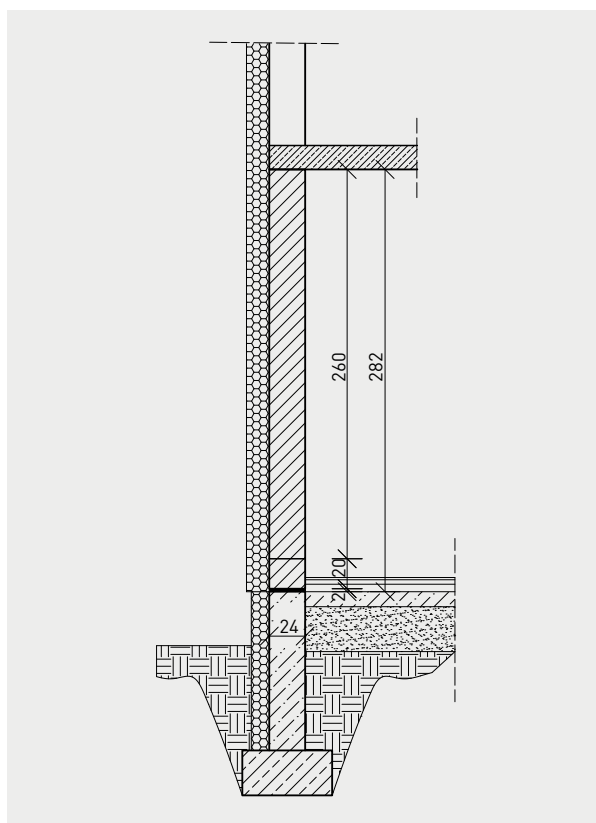
Podczas projektowania płyt zbrojonych należy stosować poniższe założenia:

- przekrój płaski pozostaje płaskim;
- wytrzymałość na rozciąganie (łącznie z wytrzymałością na zginanie) jest pomijana;
- dla przekrojów poddanych ścisłaniu podłużnemu bez zginania odkształcenie ogranicza się do wartości  $|-0,002|$ ;
- dla przekrojów niecałkowicie ścisłanych odkształcenie w strefie ścisłanej ogranicza się do wartości  $|-0,003|$ ; w pośrednich sytuacjach odkształcenie w strefie ścisłanej ogranicza się do wartości  $|-0,002|$  w odległości  $1/3$  wysokości przekroju od bardziej ścisłanej krawędzi przekroju;
- dla kruchego zniszczenia przy zginaniu bez osiowego ścisłania odkształcenie stali powinno być większe niż  $0,001$ ;
- przy obliczaniu nośności na ścisłanie nie uwzględnia się wpływu zbrojenia podłużnego znajdującego się w strefie ścisłanej, chyba że pręty te są dostatecznie połączone ze zbrojeniem głównym w strefie rozciąganej, np. strzemiona;
- w analizie przekroju poddanego zginaniu, łącznie z niewielką podłużną siłą ścisłającą, można pominąć wpływ obliczeniowej siły podłużnej, jeśli odpowiadające naprężenie wynikające z obciążenia tą siłą nie przekracza  $0,08f_{ck}$ .

#### 3.4.1 Ściana zewnętrzna grubości 24 cm

Dane geometryczne:

- grubość ściany 24,0 cm
- szerokość prefabrykatu SWE 60 cm
- szerokość pasma, z którego zbierane są obciążenia 1,80 m
- wysokość kondygnacji w świetle 2,82 m
- wytrzymałość na ścisłanie 4 MPa
- klasa gęstości 500 kg/m<sup>3</sup>



Obciążenia:

- charakterystyczne obciążenie wiatrem 1,00 kN/m<sup>2</sup>
- zestawienie obciążeń pionowych (wartości charakterystyczne)

	Stałe	Zmienne
Obciążenie z wyższych kondygnacji	11,86 kN/mb	2,40 kN/mb (obc. śniegiem)
Obciążenie ze stropu powyżej	8,60 kN/mb	6,75 kN/mb (obc. użytkowe)
Ciężar własny ściany	$0,24 \cdot 6 = 1,44$ kN/m <sup>2</sup>	

Uwaga! Wartości obciążeń pionowych należy sprowadzić do zastępczego obciążenia działającego na wyznaczonym mimośrodku. Obciążenia z wyższych kondygnacji należy przy tym potraktować jako osiowe. Obciążenie ze stropu Ytong powyżej rozpatrywanej ściany jest obciążeniem przekazującym się na ścianę w odległości  $1/3$  szerokość oparcia od krawędzi wewnętrznej ściany. W tym przypadku należy przyjąć działanie siły na mimośrodku:  $240/2 - 1/3 \cdot 120 = 80$  mm.

Poniżej wskazano przypadki obciążeń (wraz z wartościami) na płytę prefabrykatu o szerokości 60 cm.

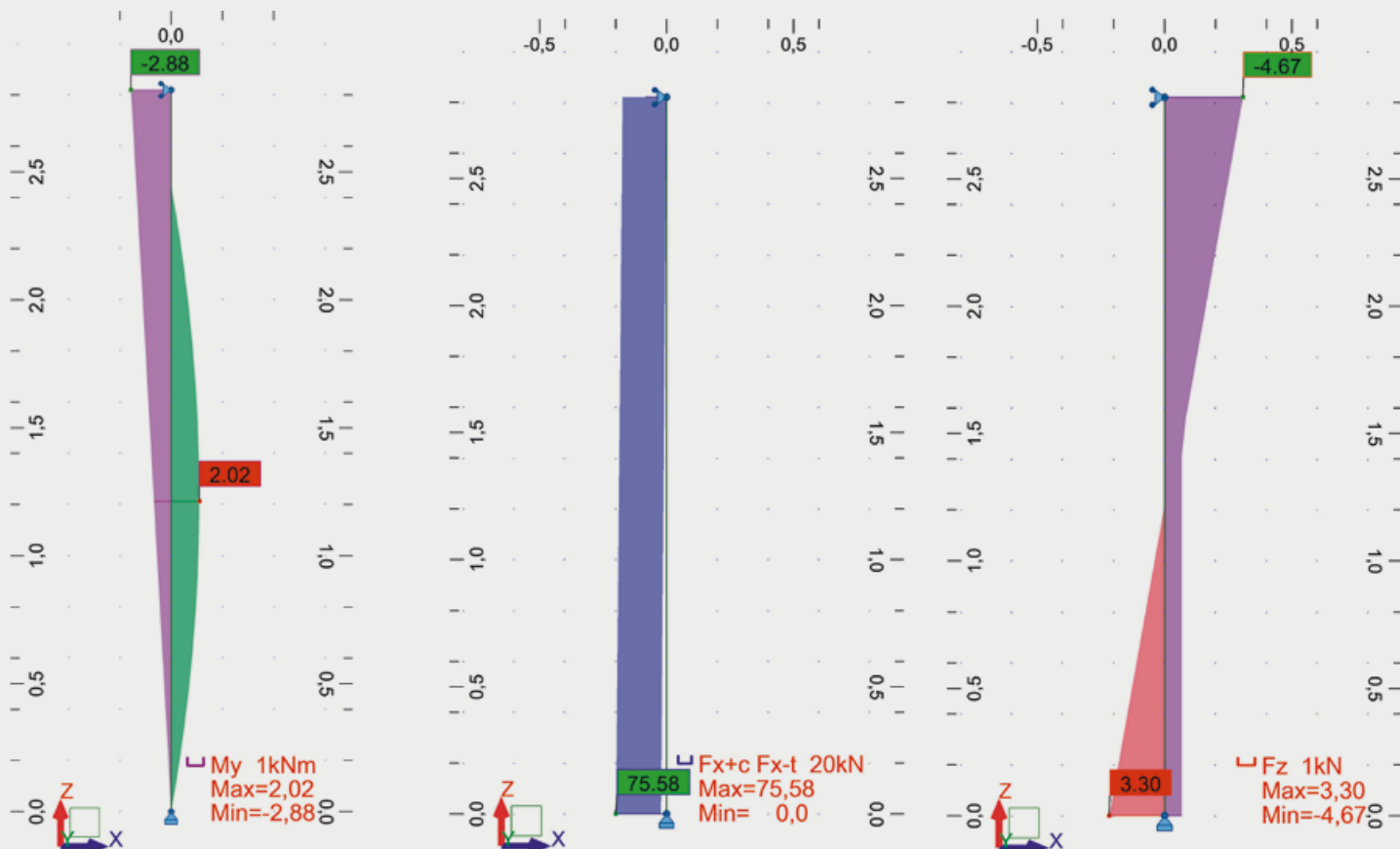
1. Ciężar własny:  
 $1,44 \cdot 1,8 = 2,59 \text{ kN/m}$
2. Obciążenie stałe ze ścian wyższych kondygnacji:  
 $11,86 \cdot 1,8 = 21,35 \text{ kN}$
3. Obciążenie stałe ze stropu powyżej:  
 $8,60 \cdot 1,8 = 15,48 \text{ kN}$ , mimośród  $e = 80 \text{ mm}$
4. Obciążenie śniegiem z wyższej kondygnacji:  
 $2,4 \cdot 1,8 = 4,32 \text{ kN}$
5. Obciążenie eksploatacyjne ze stropu powyżej:  
 $6,75 \cdot 1,8 = 12,15 \text{ kN}$ , mimośród  $e = 80 \text{ mm}$
6. Obciążenie wiatrem:  
 $1,0 \cdot 1,8 = 1,80 \text{ kN/m}$

W kolejnym kroku dla wskazanych oddziaływań należy przeprowadzić ich kombinatorykę w celu wyznaczenia obwiedni obliczeniowych sił wewnętrznych. Na rysunku

poniżej zaprezentowano obwiednie obliczeniowe momentów zginających, sił poprzecznych oraz sił podłużnych.

Należy zidentyfikować najbardziej niekorzystne układy obciążeń dla podanych przypadków.

- a) Największa wartość  $N_d$  i odpowiadająca najmniejsza wartość  $M_{1d}$   
Dla przekroju przy podstawie ściany:  
 $N_d = 75,58 \text{ kN}$        $M_{1d} = 0,00 \text{ kNm}$
- b) Największa wartość  $N_d$  i odpowiadająca największa wartość  $M_{1d}$   
Dla przekroju ściany pod stropem:  
 $N_d = 65,73 \text{ kN}$        $M_{1d} = 2,69 \text{ kNm}$
- c) Największa wartość  $M_{1d}$  i odpowiadająca najmniejsza wartość  $N_d$   
Dla przekroju ściany pod stropem:  
 $M_{1d} = 2,68 \text{ kNm}$        $N_d = 60,58 \text{ kN}$
- d) Największa wartość  $M_{1d}$  i odpowiadająca największa wartość  $N_d$   
Dla przekroju ściany pod stropem:  
 $M_{1d} = 2,88 \text{ kNm}$        $N_d = 63,82 \text{ kN}$



## Sprawdzenie SGN – postanowienia ogólne

Smukłość elementów nie powinna przekraczać wartości  $\lambda = \frac{l_0}{i_c} \leq 120$ ,

gdzie:

$l_0$  – efektywna długość elementu,  $l_0 = 2820$  mm;

$i_c$  – promień bezwładności, gdzie  $h$  jest całkowitą wysokością przekroju poprzecznego,

$i_c = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 240 = 69,36$  mm;

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{2820}{69,36} = 40,66 \quad (\text{wzór A.13 – PN-EN 12602})$$

## Metoda oparta na wzorze Eulera

Ad a)  $N_d = 75,58$  kN       $M_{1d} = 0,00$  kNm

$e_0 = 0$  mm – mimośród siły podłużnej u góry elementu został wcześniej uwzględniony do wyznaczenia obwiedni sił wewnętrznych

$$e_a = \sqrt{l_0/40} = \sqrt{2820/40} = 8,4 \text{ mm}$$

$$e_m = \frac{M_{1d}}{N_d} = \frac{0}{75,58} = 0 \text{ mm}$$

$$e_t = e_0 + e_a + e_m = 0 + 8,4 + 0 = 8,4 \text{ mm}$$

$$A_c = b_w \cdot (h_t - 2e_t) = 600 \cdot (240 - 2 \cdot 8,4) \cdot 10^{-6} = 0,1339 \text{ m}^2$$

$$i_c = \sqrt{(h_t - 2 \cdot e_t)^2/12} = \sqrt{(240 - 2 \cdot 8,4)^2/12} \cdot 10^{-3} = 0,0644 \text{ m}$$

$$k_s = \frac{1}{1 + \left(\frac{f_{ck}}{E_{cm} \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{l_0}{i_c}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{4,0}{1625 \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{2,82}{0,0644}\right)^2} = 0,6767$$

$$N_{Rd} = k_s \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot A_c = 0,6767 \cdot 0,85 \cdot \frac{4,0}{1,73} \cdot 0,1339 = 178,12 \text{ kN}$$

Wyężenie przekroju dla powyższego układu obciążeń:  $\frac{N_d}{N_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{75,58}{178,12} \cdot 100\% = 42,43\%$

Ad b)  $N_d = 65,73$  kN       $M_{1d} = 2,69$  kNm

$e_0 = 0$  mm – mimośród siły podłużnej u góry elementu został wcześniej uwzględniony do wyznaczenia obwiedni sił wewnętrznych

$$e_a = \sqrt{l_0/40} = \sqrt{2820/40} = 8,4 \text{ mm}$$

$$e_m = \frac{M_{1d}}{N_d} = \frac{2,69}{65,73} = 40,9 \text{ mm}$$

$$e_t = e_0 + e_a + e_m = 0 + 8,4 + 40,9 = 49,3 \text{ mm}$$

$$A_c = b_w \cdot (h_t - 2e_t) = 600 \cdot (240 - 2 \cdot 49,3) \cdot 10^{-6} = 0,0848 \text{ m}^2$$

$$i_c = \sqrt{(h_t - 2 \cdot e_t)^2/12} = \sqrt{(240 - 2 \cdot 49,3)^2/12} \cdot 10^{-3} = 0,0408 \text{ m}$$

$$k_s = \frac{1}{1 + \left(\frac{f_{ck}}{E_{cm} \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{l_0}{i_c}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{4,0}{1625 \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{2,82}{0,0408}\right)^2} = 0,4564$$

$$N_{Rd} = k_s \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot A_c = 0,4564 \cdot 0,85 \cdot \frac{4,0}{1,73} \cdot 0,0848 = 76,07 \text{ kN}$$

$$\text{Wyżęzenie przekroju dla powyższego układu obciążeń: } \frac{N_d}{N_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{65,73}{76,07} \cdot 100\% = 86,40\%$$

Ad d)  $N_d = 63,82 \text{ kN}$        $M_{1d} = 2,88 \text{ kNm}$

$e_0 = 0 \text{ mm}$  – mimośródo siły podłużnej u góry elementu został wcześniej uwzględniony do wyznaczenia obwiedni sił wewnętrznych

$$e_a = \sqrt{l_0/40} = \sqrt{2820/40} = 8,4 \text{ mm}$$

$$e_m = \frac{M_{1d}}{N_d} = \frac{2,88}{63,82} = 45,1 \text{ mm}$$

$$e_t = e_0 + e_a + e_m = 0 + 8,4 + 45,1 = 53,5 \text{ mm}$$

$$A_c = b_w \cdot (h_t - 2e_t) = 600 \cdot (240 - 2 \cdot 53,5) \cdot 10^{-6} = 0,0798 \text{ m}^2$$

$$i_c = \sqrt{(h_t - 2 \cdot e_t)^2 / 12} = \sqrt{(240 - 2 \cdot 53,5)^2 / 12} \cdot 10^{-3} = 0,0384 \text{ m}$$

$$k_s = \frac{1}{1 + \left(\frac{f_{ck}}{E_{cm} \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{l_0}{i_c}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{4,0}{1625 \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{2,82}{0,0384}\right)^2} = 0,4262$$

$$N_{Rd} = k_s \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot A_c = 0,4262 \cdot 0,85 \cdot \frac{4,0}{1,73} \cdot 0,0798 = 66,81 \text{ kN}$$

$$\text{Wyżęzenie przekroju dla powyższego układu obciążeń: } \frac{N_d}{N_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{63,82}{66,81} \cdot 100\% = 95,52\%$$

### Sprawdzenie wytrzymałości na ścinanie

$$V_{Ed} = 4,67 \text{ kN}$$

$$\tau_{Rd} = 0,063 \cdot \frac{f_{ck}^{0,5}}{\gamma_c} = 0,063 \cdot \frac{4,0^{0,5}}{1,73} = 0,0728$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,005 \quad \rho_l = \frac{98}{600 \cdot 150} = 0,0011$$

$$V_{Rd1.1} = \tau_{Rd} \cdot (1 - 0,83 \cdot d) \cdot (1 + 240 \cdot \rho_l) \cdot b \cdot d =$$

$$= 0,0728 \cdot (1 - 0,83 \cdot 150) \cdot (1 + 240 \cdot 0,0011) \cdot 600 \cdot 150 = 7,24 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1.2} = 0,5 \cdot \frac{f_{ctk;0,05}}{\gamma_c} \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot \frac{0,4}{1,73} \cdot 600 \cdot 150 = 10,40 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = \max \left\{ \begin{array}{l} V_{Rd1.1} \\ V_{Rd1.2} \end{array} \right. \quad V_{Rd1} = 10,40 \text{ kN}$$

$$\text{Wykorzystanie przekroju: } \frac{V_{Ed}}{V_{Rd1}} \cdot 100\% = \frac{4,67}{10,40} \cdot 100\% = 44,88\%$$

Sprawdzenie nośności ze względu na zakotwienie zbrojenia podłużnego można pominąć.

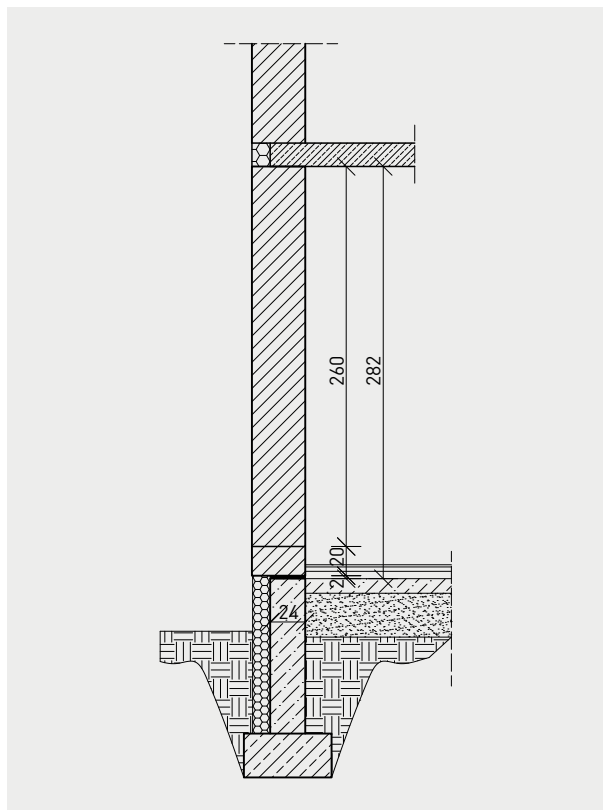
Maksymalne wyżęzenie przekroju: 95,52%.



### 3.4.2 Ściana zewnętrzna grubości 36,5 cm

Dane geometryczne:

- grubość ściany 36,5 cm
- szerokość prefabrykatu SWE 60 cm
- szerokość pasma, z którego zbierane są obciążenia 1,80 m
- wysokość kondygnacji w świetle 2,82 m
- wytrzymałość na ściskanie 2,2 MPa
- klasa gęstości 300 kg/m<sup>3</sup>



Obciążenia:

- charakterystyczne obciążenie wiatrem 1,00 kN/m<sup>2</sup>
- zestawienie obciążeń pionowych (wartości charakterystyczne)

	Stałe	Zmienne
Obciążenie z wyższych kondygnacji	11,86 kN/mb	2,40 kN/mb (obc. śniegiem)
Obciążenie ze stropu powyżej	8,60 kN/mb	6,75 kN/mb (obc. użytkowe)
Ciężar własny ściany	$0,365 \cdot 3 = 1,10$ kN/m <sup>2</sup>	

Uwaga! Wartości obciążeń pionowych należy sprowadzić do zastępczego obciążenia działającego na wyznaczonym mimośrodku. Obciążenia z wyższych kondygnacji należy przy tym potraktować jako osiowe. Obciążenie ze stropu Ytong powyżej rozpatrywanej ściany jest obciążeniem przekazującym się na ścianę w odległości  $1/3 \cdot$  szerokość oparcia od krawędzi wewnętrznej ściany. W tym przypadku należy przyjąć działanie siły na mimośrodku:  $240/2 - 1/3 \cdot 120 = 80$  mm.

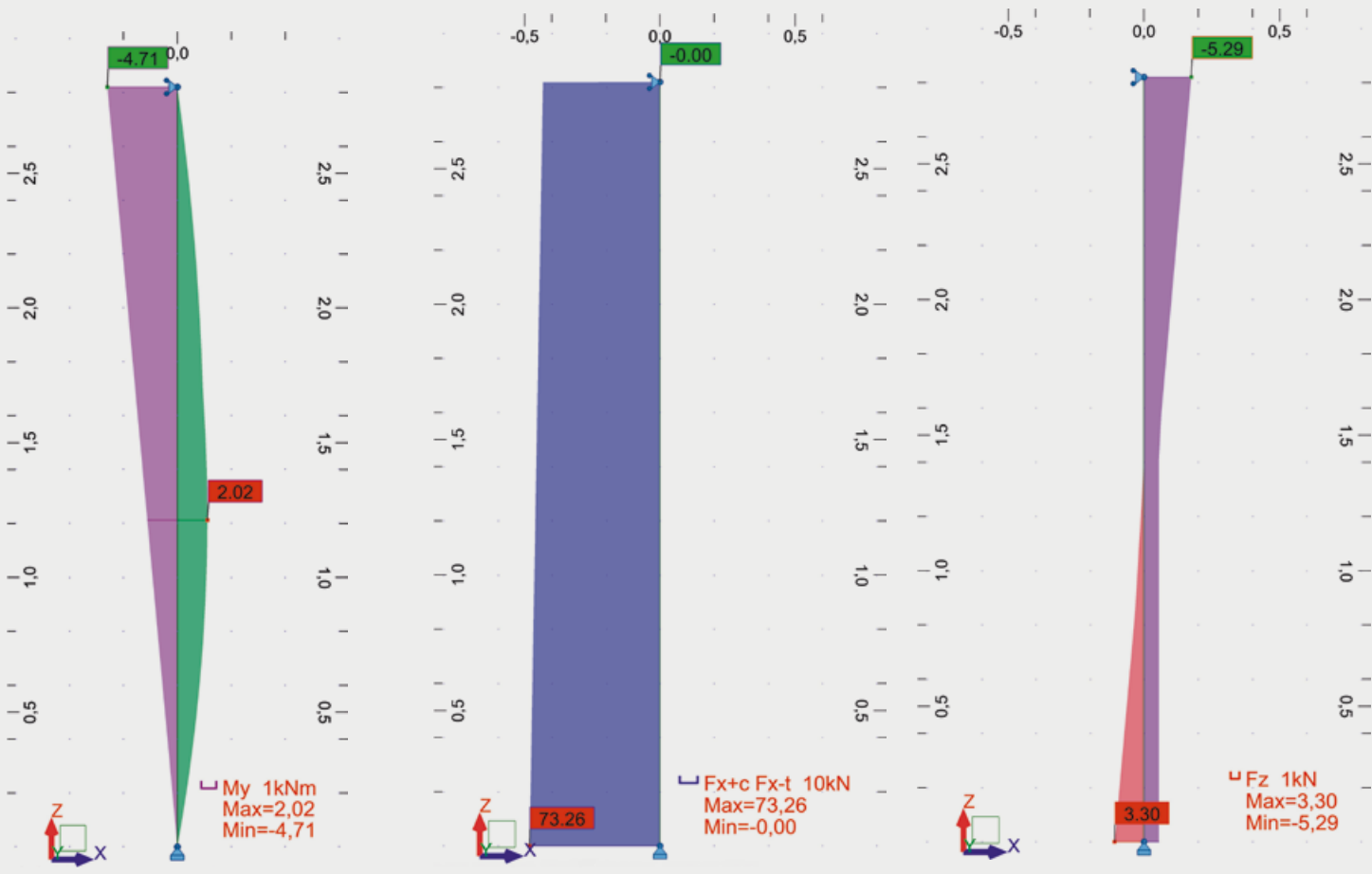
Poniżej wskazano przypadki obciążeń (wraz z wartościami) na płytę prefabrykatu o szerokości 60 cm.

1. Ciężar własny:  
 $1,10 \cdot 1,8 = 1,98$  kN/m
2. Obciążenie stałe ze ścian wyższych kondygnacji:  
 $11,86 \cdot 1,8 = 21,35$  kN, mimośród  $e = 63$  mm
3. Obciążenie stałe ze stropu powyżej:  
 $8,60 \cdot 1,8 = 15,48$  kN, mimośród  $e = 80$  mm
4. Obciążenie śniegiem z wyższej kondygnacji:  
 $2,4 \cdot 1,8 = 4,32$  kN, mimośród  $e = 63$  mm
5. Obciążenie eksploatacyjne ze stropu powyżej:  
 $6,75 \cdot 1,8 = 12,15$  kN, mimośród  $e = 80$  mm
6. Obciążenie wiatrem:  
 $1,0 \cdot 1,8 = 1,80$  kN/m

W kolejnym kroku dla wskazanych oddziaływań należy przeprowadzić ich kombinatorykę w celu wyznaczenia obwiedni obliczeniowych sił wewnętrznych. Na rysunku na następnej stronie zaprezentowano obwiednie obliczeniowe momentów zginających, sił poprzecznych oraz sił podłużnych.

Należy zidentyfikować najbardziej niekorzystne układy obciążeń dla podanych przypadków.

- a) Największa wartość  $N_d$  i odpowiadająca najmniejsza wartość  $M_{1d}$   
Dla przekroju przy podstawie ściany:  
 $N_d = 73,26$  kN       $M_{1d} = 0,00$  kNm
- b) Największa wartość  $N_d$  i odpowiadająca największa wartość  $M_{1d}$   
Dla przekroju ściany pod stropem:  
 $N_d = 65,72$  kN       $M_{1d} = 4,71$  kNm
- c) Największa wartość  $M_{1d}$  i odpowiadająca najmniejsza wartość  $N_d$   
Dla przekroju ściany pod stropem:  
 $M_{1d} = 4,71$  kNm       $N_d = 65,72$  kN
- d) Największa wartość  $M_{1d}$  i odpowiadająca największa wartość  $N_d$   
Dla przekroju ściany pod stropem:  
 $M_{1d} = 4,71$  kNm       $N_d = 65,72$  kN



## Sprawdzenie SGN – postanowienia ogólne

Smukłość elementów nie powinna przekraczać wartości  $\lambda = \frac{l_0}{i_c} \leq 120$ ,

gdzie:

$l_0$  – efektywna długość elementu,  $l_0 = 2820$  mm;

$i_c$  – promień bezwładności, gdzie  $h$  jest całkowitą wysokością przekroju poprzecznego,

$i_c = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 365 = 105,49$  mm;

$$\lambda = \frac{l_0}{i_c} = \frac{2820}{105,49} = 26,73 \quad (\text{wzór A.13 – PN-EN 12602})$$

## Metoda oparta na wzorze Eulera

Ad a)  $N_d = 73,26$  kN       $M_{1d} = 0,00$  kNm

$e_0 = 0$  mm – mimośród siły podłużnej u góry elementu został wcześniej uwzględniony do wyznaczenia obwiedni sił wewnętrznych

$$e_a = \sqrt{l_0/40} = \sqrt{2820/40} = 8,4 \text{ mm}$$

$$e_m = \frac{M_{1d}}{N_d} = \frac{0}{73,26} = 0 \text{ mm}$$

$$e_t = e_0 + e_a + e_m = 0 + 8,4 + 0 = 8,4 \text{ mm}$$

$$A_c = b_w \cdot (h_t - 2e_t) = 600 \cdot (365 - 2 \cdot 8,4) \cdot 10^{-6} = 0,2089 \text{ m}^2$$

$$i_c = \sqrt{(h_t - 2 \cdot e_t)^2 / 12} = \sqrt{(365 - 2 \cdot 8,4)^2 / 12} \cdot 10^{-3} = 0,1005 \text{ m}$$

$$k_s = \frac{1}{1 + \left(\frac{f_{ck}}{E_{cm} \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{l_0}{i_c}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2,2}{750 \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{2,82}{0,1005}\right)^2} = 0,8104$$

$$N_{Rd} = k_s \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot A_c = 0,8104 \cdot 0,85 \cdot \frac{2,2}{1,73} \cdot 0,2089 = 183,02 \text{ kN}$$

Wyżęcenie przekroju dla powyższego układu obciążeń:  $\frac{N_d}{N_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{73,26}{183,02} \cdot 100\% = 40,03\%$

Ad b)  $N_d = 65,72$  kN       $M_{1d} = 4,71$  kNm

$e_0 = 0$  mm – mimośród siły podłużnej u góry elementu został wcześniej uwzględniony do wyznaczenia obwiedni sił wewnętrznych

$$e_a = \sqrt{l_0/40} = \sqrt{2820/40} = 8,4 \text{ mm}$$

$$e_m = \frac{M_{1d}}{N_d} = \frac{4,71}{65,72} = 71,7 \text{ mm}$$

$$e_t = e_0 + e_a + e_m = 0 + 8,4 + 71,7 = 80,1 \text{ mm}$$

$$A_c = b_w \cdot (h_t - 2e_t) = 600 \cdot (365 - 2 \cdot 80,1) \cdot 10^{-6} = 0,1229 \text{ m}^2$$

$$i_c = \sqrt{(h_t - 2 \cdot e_t)^2 / 12} = \sqrt{(365 - 2 \cdot 80,1)^2 / 12} \cdot 10^{-3} = 0,0591 \text{ m}$$

$$k_s = \frac{1}{1 + \left(\frac{f_{ck}}{E_{cm}\pi^2}\right) \cdot \left(\frac{l_0}{i_c}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2,2}{750 \cdot \pi^2}\right) \cdot \left(\frac{2,82}{0,0591}\right)^2} = 0,5967$$

$$N_{Rd} = k_s \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot A_c = 0,5967 \cdot 0,85 \cdot \frac{2,2}{1,73} \cdot 0,1229 = 79,29 \text{ kN}$$

Wyżęzenie przekroju dla powyższego układu obciążeń:  $\frac{N_d}{N_{Rd}} \cdot 100\% = \frac{65,72}{79,29} \cdot 100\% = 82,88\%$

### Sprawdzenie wytrzymałości na ścinanie

$$V_{Ed} = 5,29 \text{ kN}$$

$$\tau_{Rd} = 0,063 \cdot \frac{f_{ck}^{0,5}}{\gamma_c} = 0,063 \cdot \frac{2,2^{0,5}}{1,73} = 0,0540$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w d} \leq 0,005 \quad \rho_l = \frac{98}{600 \cdot 242} = 0,0007$$

$$V_{Rd1.1} = \tau_{Rd} \cdot (1 - 0,83d) \cdot (1 + 240 \cdot \rho_l) \cdot b \cdot d =$$

$$= 0,0540 \cdot (1 - 0,83 \cdot 242) \cdot (1 + 240 \cdot 0,0007) \cdot 600 \cdot 242 = 7,28 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1.2} = 0,5 \cdot \frac{f_{ctk;0,05}}{\gamma_c} \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot \frac{0,22}{1,73} \cdot 600 \cdot 242 = 9,23 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} = \max \begin{cases} V_{Rd1.1} \\ V_{Rd1.2} \end{cases} \quad V_{Rd1} = 9,23 \text{ kN}$$

Wykorzystanie przekroju:  $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd1}} \cdot 100\% = \frac{5,29}{9,23} \cdot 100\% = 57,30\%$

Sprawdzenie nośności ze względu na zakotwienie zbrojenia podłużnego można pominąć.

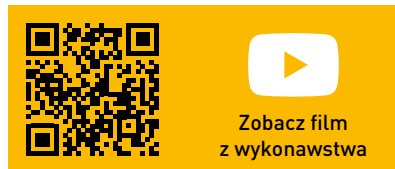
Maksymalne wyżęzenie przekroju: 82,88%.

**4.**

# **Wykonawstwo**

## 4.1 Wytyczne wykonawcze Ytong Panel SWE

### Montaż ściany nośnej



1  
Przed przystąpieniem do montażu paneli trzeba wymurować na zaprawie cementowej wyrównawczą warstwę startową z drobnowymiarowych bloczków Ytong. Następnie należy nanieść numery paneli SWE zgodnie z planem montażowym.



2  
Powierzchnię bloczków warstwy startowej należy wyrównać i oczyścić z pyłu. Montaż paneli zaczynamy od narożnika budynku położonego najdalej od dźwigu. Ściany z paneli łączy się na zaprawę Ytong FIX P, którą należy nakładać równomiernie na całej powierzchni styku za pomocą systemowej kielni.



3  
Pierwszy element należy ustawić w pionie i wypoziomować, a następnie zabezpieczyć go podpora (stemplem).



4  
Przed montażem kolejnych paneli SWE należy nałożyć zaprawę na dłuższą krawędź montowanego elementu. Zaprawę nakłada się jeszcze przed podniesieniem panelu, gdy znajduje się on w pozycji leżącej.



5  
Drugi element należy zamontować na prostopadłej krawędzi z nałożoną wcześniej zaprawą tak, aby stworzyć narożnik budynku.



6  
Ustawione panele ścienne należy potączyć przy pomocy dwóch spinek stalowych.



7  
Analogicznie wykonuje się montaż kolejnych paneli SWE.



8  
Do co czwartego panelu SWE należy przymocować podporę (stempel), która powinna być zamocowana także do stropu/posadzki poniżej poziomu paneli. Panele muszą być podparte do momentu ułożenia stropu.



9  
Należy zwrócić szczególną uwagę na rozmieszczenie elementów uzupełniających zgodnie z dostarczonym planem montażowym.

### UWAGI WYKONAWCZE

Do składowania materiału należy zaplanować stabilne miejsce, możliwie najbliżej placu budowy, aby zminimalizować konieczność dodatkowego transportu elementów.



## 4.2 Wytyczne wykonawcze Ytong Panel

### Montaż ściany działowej



Zobacz film  
z wykonawstwa



1  
Specjalny wózek służy do transportu pojedynczych paneli, ich podnoszenia do pozycji pionowej, a także jako blat roboczy do obróbki.



2  
W zależności od potrzeb elementy Ytong Panel można poddać łatwej obróbce przy pomocy ręcznej pilarki.



3  
W celu zachowania przerwy dylatacyjnej od stropu do górnej krawędzi panelu mocuje się dwa gumowe bloki.



4  
Pionową krawędź ustawionego już panelu pokrywa się systemową zaprawą Ytong FIX P.



5  
Kolejne panele ustawia się do pozycji pionowej, dostawiając do krawędzi wcześniej zamontowanego elementu.



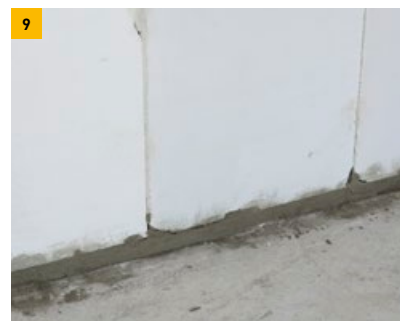
6  
Pod panel podkłada się kliny drewniane, które tworzą dystans od podłoża.



7  
Co drugi panel mocuje się do konstrukcji stropowej za pomocą kotwy sprężystej. Tak ustawiony element powinien wykazywać się stabilnością od razu po zamontowaniu.



8  
Po ustawieniu wszystkich paneli szczeliny dylatacyjne (pionowe i poziome) wypełnia się pianką poliuretanową.



9  
Szczelinę przy dolnej krawędzi wypełnia się zwykłą zaprawą. Po zaszpachlowaniu połączeń gładka powierzchnia ścianki jest gotowa do cienkowarstwowego wykończenia.

### UWAGI WYKONAWCZE

Palety z panelami ściennymi zaleca się rozmieścić na kolejnej kondygnacji przed wykonaniem stropu.



# 5. BIM



**blue.sprint**  
Xella digital planning



**Xella jako lider na rynku budowlanym zapewnia swoim klientom obok wysokiej jakości wyrobów także najwyższej jakości usługi. Oprócz doradztwa oferujemy m.in. wykonanie studium wykonalności oraz usługi cyfrowe bazujące na technologii BIM i szeroką paletę szkoleń dotyczących systemowych elementów ściennych.**

Xella Polska, jako jeden z pierwszych i nielicznych producentów materiałów budowlanych w Polsce, wprowadziła do swojej oferty kompletne cyfrowe rozwiązania z zakresu digitalizacji pod nazwą blue.sprint.

Pod nazwą blue.sprint – Xella digital planning kryją się rozwiązania, które ułatwiają życie wszystkim uczestnikom procesu projektowego, z którymi Xella współpracuje w trakcie projektowania oraz budowy obiektów.

Celem jest również wprowadzenie do całej branży budowlanej rozwiązań cyfrowych, których głównym punktem jest współpraca oparta na modelu BIM.

BIM, czyli Building Information Modeling, standard w wielu już krajach na świecie, coraz bardziej zaznacza swoje miejsce w procesie projektowym w Polsce. Kluczowa litera ze skrótu BIM to I, czyli informacja, która nie zostaje utracona w całym cyklu życia budynku, ale jest magazynowana i rozbudowywana przez wszystkich uczestników danego projektu. Można by to przyrównać do gromadzenia bazy danych o budynku, a powstający w tym czasie model 3D postuży jedynie jako wirtualna reprezentacja obiektu. Hasło przewodnie takiego podejścia to: „budować wirtualnie, aby budować realnie”.

Metodyka BIM zmienia proces projektowania i budowy w znacznie większym stopniu niż przejście z projektowania odręcznego, praktykowanego przez kilka tysięcy lat, na projektowanie wspomaganie komputerowo (CAD). Pod względem innowacyjności branża budowlana jako całość przez ostatnie dziesięciolecie znajdowała się w ogonie wszystkich branż gospodarki.

Idea BIM stara się zmienić taki stan rzeczy w sposób kompleksowy. Nie chodzi jedynie o proste przejście z projektowania 2D na 3D, lecz o całościowe podejście do cyklu życia budynku, od wstępnych analiz i projektu, przez budowę, użytkowanie, aż po rozbiórkę lub renowację i ponowne wykorzystanie.

## **„Ściana jako usługa 3D”**

**Cała Grupa Xella mocno akcentuje swoją cyfrową obecność, wykorzystując technologie BIM i będąc więcej niż tylko producentem poprzez oferowanie usług projektowych w połączeniu z doświadczeniem i wsparciem technicznym. Hasło przewodnie towarzyszące wprowadzeniu rozwiązań blue.sprint to: „Wall as a 3D-service” („Ściana jako usługa 3D”).**

Typowym problemem, z którym styka się duża część producentów, jest późne dołączenie do zamierzenia inwestycyjnego, co skutkuje brakiem efektywnego planowania produkcji. Dlatego tak ważne jest, aby producent uczestniczył w projekcie od samego początku oraz brał udział w procesie decyzyjnym. Dzięki temu może uzyskać bezcenne informacje, które pozwolą mu zaplanować produkcję i logistykę w optymalny sposób. Dodatkowo Xella Polska i inni producenci korzystający z informacji zawartych w modelu BIM będą mogli już od wczesnych etapów projektowania przekazywać rzetelne i przydatne wskazówki na temat swoich materiałów budowlanych, które znają przecież najlepiej.



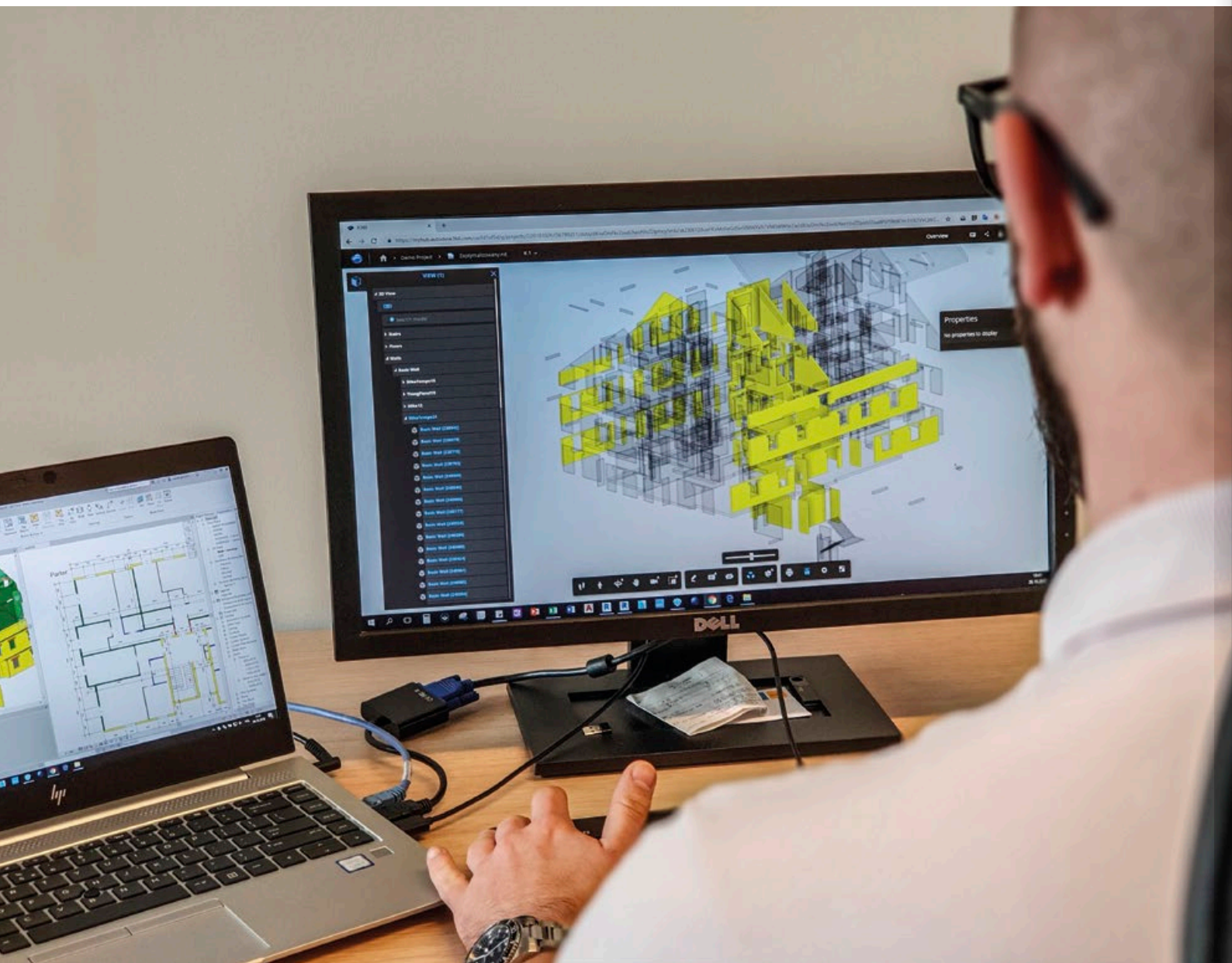
**Korzyści z wykorzystania technologii BIM czerpią wszystkie zainteresowane strony.**

**Do najważniejszych należy zaliczyć:**

- wspomaganie współpracy pomiędzy inwestorem, wykonawcą i projektantami,
- optymalizacja budynku od wczesnych etapów powstawania,
- możliwość obserwacji postępu prac projektowych i przystępny sposób nadzorowania procesu projektowego,
- możliwość szybkiego opracowania symulacji różnych wersji projektu w celu wybrania najbliższego oczekiwaniom,
- wgląd w wirtualny obraz inwestycji,
- automatyczne wykrywanie niezgodności w czasie projektowania,
- unikanie problemów na etapie realizacji – mniejsze ryzyko wystąpienia dodatkowych, nieprzewidzianych wcześniej kosztów.

**W ramach blue.sprint Xella Polska wspiera swoich partnerów biznesowych na różnych etapach powstawania budynku w zakresie:**

- optymalizacji lub budowy modelu 3D dla ścian,
- dopasowania ścian i otworów do standardowych rozmiarów,
- elementacji na modelu 3D,
- wykrywania kolizji ścian z innymi elementami,
- tworzenia listy materiałów na podstawie modelu,
- wykazywania oszczędności uzyskanych z powyższych czynności,
- tworzenia harmonogramów dostaw oraz planowania budowy,
- kosztorysowania na modelu 3D,
- rozwiązań statycznych.





Jednak zgodnie z założeniami hasła „Ściana jako usługa 3D” odnosić się ma nie tylko do modelu wirtualnego i etapu projektowania. To także oferta realizacji zaplanowanego przedsięwzięcia we wcześniej określonym zakresie.

Już dziś Xella Polska prezentuje ofertę planowania i montażu ścian działowych z paneli ściennych Ytong Panel. Zawarte są w niej wszystkie czynniki usprawniające proces wznoszenia budynku: współpraca w zakresie projektowania, koordynacja dostaw, montaż oraz zastosowanie technologii przyspieszającej zakończenie prac. Kompletnie rozwiązanie realizowane przez jeden podmiot w ramach jednej usługi.



## Proces optymalizacji modelu w Xelli



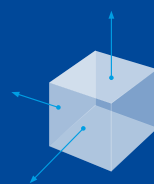
### OTRZYMANIE

Otrzymanie modelu 3D Revit/ArchiCAD lub w formacie IFC



### SPRAWDZENIE

Model check przez dział techniczny BIM Xella



### OPTYMALIZACJA

Optymalizacja modelu ścian przez dział techniczny BIM Xella



### PRZEKAZANIE

Komunikowanie optymalizacji i przekazanie uwag

Cały proces można przeprowadzić w ciągu 2 tygodni\*

\* w zależności od skali projektu



**6.**

**Obiekty**

**referencyjne**

## Tartów

dom jednorodzinny



Zobacz film  
z budowy



## Rudziniec

dom jednorodzinny

113 m<sup>2</sup> ścian parteru powstało w ciągu

8 godzin, czyli podczas jednego dnia  
roboczego



Zobacz film  
z budowy





## Głogów

domy w zabudowie szeregowej

170 m<sup>2</sup> ścian wzniesiono

w zaledwie 10 godzin!



Zobacz film  
z budowy



## Bytom

przedszkole



Zobacz film  
z budowy



**Xella Polska sp. z o.o.**

☎ 801 122 227

🌐 [www.xella.pl](http://www.xella.pl)

**xella**