



ROZBUDOWA ZABYTKOWEGO BUDYNKU SZPITALA O NOWĄ KUBATURĘ  
Z APTEKĄ SZPITALNĄ I ODDZIAŁEM INTENSYWNEJ OPIEKI MEDYCZNEJ NA 8 STANOWISK  
SZPITALA MIEJSKIEGO W CHORZOWIE

**GORGON**  
BIURO ARCHITEKTONICZNE

40-044 Katowice, ul. Szeligiewicza 26  
tel. 32 2517101 / fax. 32 2513392  
archgorgon@archgorgon.pl  
www.archgorgon.pl





ROZBUDOWA ZABYTKOWEGO BUDYNKU SZPITALA O NOWĄ KUBATURĘ  
Z APTEKĄ SZPITALNĄ I ODDZIAŁEM INTENSYWNEJ OPIEKI MEDYCZNEJ NA 8 STANOWISK  
SZPITALA MIEJSKIEGO W CHORZOWIE

**GORGON**  
BIURO ARCHITEKTONICZNE

40-044 Katowice, ul. Szeligiewicza 26  
tel. 32 2517101 / fax. 32 2513392  
archgorgon@archgorgon.pl  
www.archgorgon.pl





ROZBUDOWA ZABYTKOWEGO BUDYNKU SZPITALA O NOWĄ KUBATURĘ  
Z APTEKĄ SZPITALNĄ I ODDZIAŁEM INTENSYWNEJ OPIEKI MEDYCZNEJ NA 8 STANOWISK  
SZPITALA MIEJSKIEGO W CHORZOWIE

**GORGON**  
BIURO ARCHITEKTONICZNE  
40-044 Katowice, ul. Szaligiewicza 26  
tel. 32 2517101 / fax. 32 2513392  
archgorgon@archgorgon.pl  
www.archgorgon.pl



# PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJI

rozbudowy Pawilonu nr 1 o nową kubaturę wraz z modernizacją wschodniego skrzydła na potrzeby apteki, oddziału AilT, pracowni EKG, UKG i wysiłkowej oraz wejścia głównego do budynku szpitala na terenie ZSM w Chorzowie, przy ul. Strzelców Bytomskich 11.

## KATEGORIA XI

Działka nr 3974/164

Jedn. ewidencyjna 246301\_1, M. Chorzów, obręb: 0004

### Lokalizacja:

Zespół Szpitali Miejskich w Chorzowie,  
przy ul. Strzelców Bytomskich 11

### Inwestor:

SP ZOZ Zespół Szpitali Miejskich w Chorzowie  
41 - 500 Chorzów, ul. Strzelców Bytomskich 11

### Jednostka projektowa:

**GORGON**  
BIURO ARCHITEKTONICZNE

40-044 Katowice, ul. Szeligiewicza 26  
tel. 32 2517101 / fax. 32 2513392  
archgorgon@archgorgon.pl  
www.archgorgon.pl

### Projektant:

mgr inż. Andrzej Szydłowski  
upr. nr 23/84

*mgr inż. Andrzej Szydłowski*  
projektowanie konstrukcji budowlanych  
upr. nr 23/84 K-ce

### Sprawdzający:

mgr inż. Hanna Lipska  
upr. nr 387/89

*hanna lipska*  
mgr inż. HANNA LIPSKA  
Projektowanie Konstrukcji  
Budowlanych  
upr. bud. projekt. 387/89 - K-ce

Katowice, styczeń 2017.



## SPIS ZAWARTOŚCI

### KONSTRUKCJA

I	Strona tytułowa	
II	Spis zawartości	
III	Załączniki	
IV	Opis techniczny	
V	Obliczenia	
VI	Rysunki	
	K-01	Rzut fundamentów
	K-02	Strop nad przyziemiem
	K-03	Strop nad parterem
	K-04	Strop nad wentylatornią
	K-05	Przekroje



## OŚWIADCZENIE

Oświadczamy że;

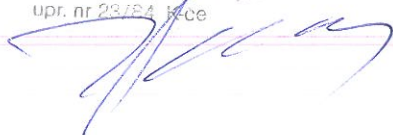
**PROJEKT BUDOWLANY  
ROZBUDOWY PAWILONU NR 1 WRAZ Z MODERNIZACJĄ WSCHODNIEGO SKRZYDŁA  
W CHORZOWIE PRZY UL. STRZELCÓW BYTOMSKICH 11 DZ. NR 3974/164**

w zakresie konstrukcji został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami, wytycznymi Inwestora, zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny pod względem celu, któremu ma służyć.

PROJEKTANT :

**mgr inż. Andrzej Szydłowski**  
**upr. proj. nr 23/84 (SLK/BO/0977/02)**

*mgr inż. Andrzej Szydłowski*  
*projektowanie konstrukcji budowlanych*  
*upr. nr 23/84 - K-ce*



SPRAWDZAJĄCY :

**mgr inż. Hanna Lipska**  
**upr. proj. nr 387/89 (SLK/BO/7503/02)**

*Hanna Lipska*

**mgr inż. HANNA LIPSKA**  
**Projektowanie Konstrukcji**  
**Budowlanych**  
**upr. bud. projekt. 387/89 - K-ce**



Katowice dnia 20 stycznia 1984 r.

Województwo Śląskie  
Urząd Wojewódzki  
ul. Jagiellońska 25  
40-032 KATOWICE

-1-

Nr ewid. 23/84

## STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO DO PEŁNIENIA SAMODZIELNYCH FUNKCJI TECHNICZNYCH W BUDOWNICTWIE

Na podstawie § 5 ust. 1, § 6 ust. 1 i 3, § 7 i § 13 ust. 1 pkt. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się, że:

Obywatel ANDRZEJ MAREK SZYDŁOWSKI

magister inżynier budownictwa

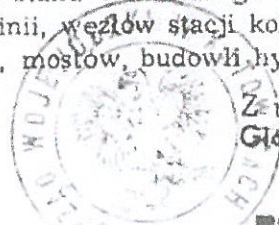
urodzony dnia 14 października 1954 r. w Katowicach

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji projektanta oraz kierownika budowy i robót w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

Obywatel ANDRZEJ MAREK SZYDŁOWSKI jest upoważniony do:

- 1) sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji wodnych,
- 2) sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych:
  - a) budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
  - b) budowli nie będących budynkami,
- 3) kierowania, nadzorowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie wszelkich budynków oraz innych budowli, z wyjątkiem linii, węzłów stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodnomelioracyjnych.

2A 2600 NOŚC  
2 OPRACOWANIE  
[Podpis]

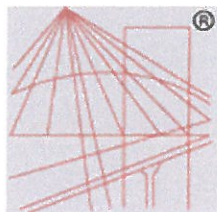


Z up. Wojewody  
Główny Architekt Województwa

mgr inż. arch. Józef Jurek

4K





P O L S K A  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-PJA-JE7-KFS \*

Pan Andrzej Szydłowski o numerze ewidencyjnym SLK/BO/0977/02  
adres zamieszkania ul. Zajaczka 11, 43-309 Bielsko-Biała  
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-11-23 roku przez:

Franciszek Buszka, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

ZA ZGODNOŚĆ  
Z ORYGINAŁEM

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.



Katowice dnia 11 września 1989 r.

Nr ewid. 387/89

STWIERDZENIE PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO  
DO PEŁNIENIA SAMODZIELNYCH FUNKCJI TECHNICZNYCH W BUDOWNICTWIE

Na podstawie § 5 ust. 1, § 6 ust. 1 i 3, § 7 i § 13 ust. 1 pkt. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz. U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się, że:

Obywatel /ka/ HANNA LIPSKA

magister inżynier budownictwa

urodzony dnia 25 września 1953 r. w Bytomiu

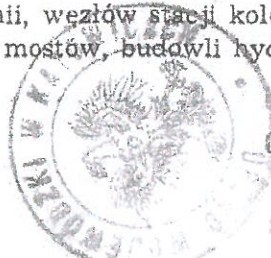
posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji projektanta oraz kierownika budowy i robót w specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

Obywatel /ka/ HANNA LIPSKA

jest upoważniony do:

- 1) sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii, węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji wodnych,
- 2) sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych:
  - a) budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektów typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów zagospodarowania działki związanych z realizacją tych budynków,
  - b) budowli nie będących budynkami,
- 3) kierowania, nadzorowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego w zakresie wszelkich budynków oraz innych budowli, z wyjątkiem linii, węzłów stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i wodnomelioracyjnych.

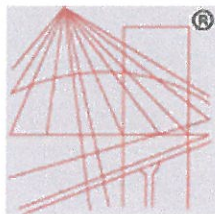
ZA WŁAŚCIWOŚĆ  
Z ORYGINAŁEM



DYREKTOR WYDZIAŁU  
GŁÓWNY ARCHITECT WOJEWÓDZKI

mgr inż. arch. Andrzej Urban





P O L S K A  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

SLK-2WG-BXU-Y4D \*

Pani Hanna Lipska o numerze ewidencyjnym SLK/BO/7503/02  
adres zamieszkania ul. Sikorskiego 26/20, 40-282 Katowice  
jest członkiem Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2017-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2016-12-14 roku przez:

Franciszek Buszka, Przewodniczący Rady Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

ZA ZGODNOŚCIĄ  
Z ORYGINAŁEM

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.





Katowice, 16.12.2016r.

## WYŻSZY URZĄD GÓRNICZY

Samodzielny Wydział-  
Archiwum Dokumentacji  
Mierniczo – Geologicznej  
ul. Poniałowskiego 31  
40-055 Katowice

AD.5123.901.2016

L.dz. 44827 /12/2016/JK

**GORGON Biuro Architektoniczne**  
**ul. Kopernika 7/6**  
**40-064 Katowice**

Na podstawie art. 8 i 9 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 3 października 2008r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (tekst jednolity: Dz. U. z 2016r. poz. 353 z późn. zm.) oraz art. 166 ust. 1 pkt 3 ustawy z dnia 9 czerwca 2011r. Prawo Geologiczne i Górnicze (tekst jednolity: Dz. U. z 2016r. poz. 1131 z późn. zm.), po rozpoznaniu wniosku z dnia 07.12.2016r., przesyłamy:

### INFORMACJE

#### *o warunkach geologiczno-górniczych na terenie pogórnym*

**Dla terenu:** objętego wnioskiem,

**Położonego:** w Chorzowie, rejon ul. Strzelców Bytomskich 11

**Zlokalizowanego na podstawie dostarczonych dokumentów kartograficznych:** w skali 1:500

#### **I. INFORMACJE OGÓLNE (dot. byłych obszarów górniczych)**

- 1. Nazwa byłego obszaru górniczego:** „Chorzów II”, „Chorzów III”
- 2. Nazwa byłego terenu górniczego:** brak
- 3. Nazwa przedsiębiorcy górniczego, zakładu górniczego:** KWK „Barbara-Chorzów”
- 4. Rodzaj eksploatowanej kopaliny:** węgiel kamienny
- 5. Data zakończenia eksploatacji:** 31.10.1993r.

#### **II. DANE GEOLOGICZNE**

- 1. Złoże i nadkład w granicach byłych obszarów górniczych:**  
złoże pokładowe udokumentowane do głębokości 1000 m, pokłady węgla kamiennego zalegające pod nadkładem czwartorzędowym i triasowym eksploatowane pokłady: 405, 410, 412, 412/1, 414, 414/1, 414/2, 416, 418, 419, 501, 504, 506, 507, 510, 615, 620,
- 2. Stratygrafia i litologia górotworu do głębokości około 100 m od powierzchni ze szczególnym uwzględnieniem nadkładu:**  
do głębokości ~10 do 25 m nadkład - piaski, gliny, ility,  
poniżej warstwy karbońskie – piaskowce i łupki ilaste z pokładami węgla
- 3. Tektonika, ewentualne wychodnie uskoków w stropie karbonu lub na powierzchni:**  
rozciągłość warstw górotworu NW-SE, upad na SW, w stropie karbonu wychodnia uskoku o zrzucie h ~5 m (patrz mapa stropu karbonu)
- 4. Złoża innych kopalin:** brak danych



### III. DANE GÓRNICZE

1. **Zakłady górnicze, w tym sąsiednie, których działalność mogła mieć wpływ na teren objęty wnioskiem:** KWK „Barbara-Chorzów”
2. **Deformacje nieciągłe związane z działalnością górniczą:** według posiadanej dokumentacji we wnioskowanym terenie nie występowały deformacje nieciągłe
3. **Dokonana płytka eksploatacja:** nie prowadzono płytkiej eksploatacji
4. **Lokalizacja wyrobisk mających połączenie z powierzchnią:** według posiadanej dokumentacji nie występują wyrobiska mające połączenie z powierzchnią
5. **Przebieg dokonanej eksploatacji górniczej:**

pokład	odległość ekspl. od obiektu [m]	parametry eksploatacji			
		lata	głębokość [m]	grubość [m]	system
615	0	1959-61	160	1,2-1,3	z podsadzką suchą
620	0 w części N	1964	210	1,1	z podsadzką suchą

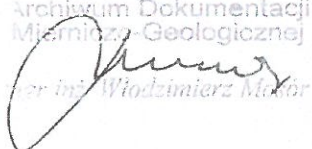
### IV. Inne uwagi:

Niniejsza informacja o środowisku nie stanowi uzgodnienia decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu w rozumieniu art. 60 ust. 1 ustawy z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2003r. nr 80 poz. 717 z późn. zm.).

Opłatę za udostępnienie niniejszej informacji w wysokości 38,92 zł (słownie: trzydzieści osiem i 92/100 zł) w tym 19,62 zł opłaty pocztowej, naliczono na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 listopada 2010r. w sprawie opłat za udostępnienie informacji o środowisku (Dz. U. Nr 215 z 2010r., poz. 1415).

#### Załączniki:

- mapa powierzchni w skali 1:5000
- mapa stropu karbonu w skali 1:5000
- mapa pokładu 615 w skali 1:5000

NACZELNIK  
Archiwum Dokumentacji  
Miejscowo-Geologicznej  
  
mgr inż. Włodzimierz Mętor

# OPIS TECHNICZNY

## 1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest Projekt Budowlany konstrukcji rozbudowy pawilonu nr 1 Zespołu Szpitali Miejskich w Chorzowie przy ulicy Strzelców Bytomskich 11.

## 2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie Biura Architektonicznego GORGON Katowice ul. Szeligiewicza 26,
- projekt budowlany architektury, ustalenia branżowe,
- dokumentacja geotechniczna wyk. w lutym 2004 przez PGG „Geoprojekt Śląsk” sp. z o.o.,
- pismo WUG z dnia 16.12.2016 w sprawie warunków geologiczno – górniczych,
- normy.

## 3. WARUNKI GRUNTOWO - WODNE

Poziom posadowienia budynku  $-4,90 = 282,64$  m npm.

Z opinii geotechnicznej wynika, że w miejscu lokalizacji projektowanej inwestycji występują do poziomu 0,5 m nasypy niekontrolowane (warstwa I), następnie gliny piaszczyste twardoplastyczne (warstwa II i III) o średniej miąższości 2,5 m oraz poniżej wietrzliny piaskowca i łupka piaszczystego (warstwa IV).

Praktycznie w poziomie posadowienia występuje jednorodna warstwa IV (wietrzlina piaskowców i mułowców warstw siódłowych) o następujących parametrach:  $I_L = 0,06$ ,  $\phi = 21,5^\circ$ ,  $c_u = 37$  kPa.

Nie stwierdzono występowania ciągłego poziomu wód gruntowych.

Warunki górnicze

Zgodnie z pismem WUG z dnia 16.12.2016, w przedmiotowym terenie nie jest prowadzona eksploatacja górnicza (zakończona 31.10.1993). Z uwagi na dawną eksploatację górniczą (pokład 615 i 620) oraz brak jej wpływów na istniejące budynki, teren można przyjąć jako „uspokojony”.

Kategoria geotechniczna

Obiekt zalicza się do drugiej kategorii geotechnicznej w prostych warunkach gruntowych.

## 4. OPIS OGÓLNY

Zakresem niniejszego opracowania objęto:

- 1/ dobudowę segmentów,
- 2/ prace związane z modernizacją części istniejącej pawilonu nr 1, połączonej funkcjonalnie z dobudowanymi segmentami.

Konstrukcję dobudowanych segmentów zaprojektowano jako żelbetową szkieletową oraz mieszaną. Podparcie dla stropów stanowią ściany żelbetowe, belki żelbetowe oparte na słupach oraz lokalnie ściany z elementów ceramicznych. Obciążenia przeniesiono na grunt poprzez płytę fundamentową. Stropy żelbetowe monolityczne płytowe oparte na belkach i ścianach. Z uwagi na zróżnicowanie



poziomów posadowienia starej i nowej części istnieje konieczność obniżenia poziomu fundamentów istniejącego pawilonu przez wykonanie podbitki betonowej .

W części istniejącej przewidziano wykonanie nadproży stalowych w miejscu projektowanych otworów ściennych.

## 5. OPIS SZCZEGÓŁOWY

### FUNDAMENTY

Fundament stanowi płyta żelbetowa grubości 40 cm. Pod płytą wykonać podsypkę piaskową różnicując jej grubość w zależności od warunków gruntowych ( od 20 cm do 40 cm ) tzn. zwiększając jej miąższość w rejonie , gdzie występują wietrzliny skalne . Na warstwie piasku ułożyć minimum 10 cm chudego betonu oraz 2 warstwy papy . W przypadku nie ukończenia prac przed okresem zimowym należy zabezpieczyć fundamenty przed przemarzaniem .

Beton C25/30 wodoszczelny W8 , stal AIIIIN / AI.

### ŚCIANY NOŚNE

Ściany zaprojektowano jako żelbetowe monolityczne o grubości 20 cm.

Beton C25/30 , stal AIIIIN / AI.

### SŁUPY

Słupy żelbetowe jedno, dwu lub trzykondygnacyjne. Wymiary słupów 30 x 30 cm lub okrągłe d=45 cm.

Beton C25/30 , stal AIIIIN / AI.

### BELKI ŻELBETOWE

Belki żelbetowe przyjęto głównie o wymiarach 30 x 35 cm nad przyziemiem i wentylatornią oraz 30 x 45 cm nad parterem, zmonolityzowane ze stropami. Belki łącznie ze słupami tworzą układy ramowe.

Beton C25/30 , stal AIIIIN / AI.

### STROPY

Płyty żelbetowe monolityczne krzyżowo zbrojone o następujących grubościach :

- na poz. -0,10                    - 20 cm,
- na poz. +4,15 / +4,95 - 20 cm /25 cm,
- na poz. +7,80                    - 20 cm.

Beton C25/30 , stal AIIIIN / AI.

### CZĘŚĆ ISTNIEJĄCA

Dotychczasowa funkcja pomieszczeń nie uległa zmianie .

W ramach prac modernizacyjnych należy wykonać:

- 1/ wzmocnienie nadproży w projektowanych otworach przez wkucie obustronne belek stalowych zachowując zasady sztuki budowlanej ,
- 2/ wykonanie podbitki istniejących fundamentów, przez podkopywanie odcinkami ściany budynku i wykonywanie ławy betonowej ( przestrzeń ok. 20 cm uzupełniać betonem przez ubijanie poziome ).

## 6. ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE I PRZCIWPOŻAROWE

Przyjęte klasy ekspozycji :

- fundamenty XC4,
- pozostałe elementy XC1 .

Z uwagi na ochronę elementów żelbetowych przyjęto otulenie zbrojenia :

- 1/ płyty stropowe 35 mm ,
- 2/ belki żelbetowe 40 mm ,
- 3/ słupy 45 mm ,
- 4/ ściany 30 mm,
- 5/ elementy przy kontakcie z gruntem ( fundamenty ) 50 mm.

## 7. UWAGI DLA WYKONAWCY

Wszystkie prace wykonać zgodnie z Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlanych. Należy zwrócić uwagę, aby nie dopuścić do gromadzenia się wody w wykopie fundamentowym (możliwość uplastycznienia gruntu). Prace ziemne z strefie bezpośredniego sąsiedztwa z istniejącymi fundamentami należy prowadzić ze szczególną uwagą.

W wypadku ewentualnych wątpliwości, niejasności lub innych okoliczności zaistniałych w trakcie realizacji budowy należy porozumieć się z autorem projektu.

Opracował:

mgr inż. Andrzej Szydłowski

  
mgr inż. Andrzej Szydłowski  
projektowanie i nadzór nad budowlami  
upr. nr 23/84 K-ce



**ZESPÓŁ SZPITALI MIEJSKICH W CHORZOWIE**

**PROJEKT BUDOWLANY**

**KONSTRUKCJA**

**OBLICZENIA  
STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE**

**DATA**

**PROJEKTANT**

**SPRAWDZAJĄCY**

styczeń 2017r.

mgr inż. Andrzej Szydłowski  
upr. bud. nr 23/84

mgr inż. Hanna Lipska  
upr. bud. nr 387/89

mgr inż. Andrzej Szydłowski  
projektowanie konstrukcji budowlanych  
upr. nr 23/84 K-ce

*hanna lipska*

**mgr inż. HANNA LIPSKA**  
Projektowanie Konstrukcji  
Budowlanych  
upr. bud. projekt. 387/89 - K-ce

## ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

<b>STROPODACH NA POZ. +7,80</b>				
OBCIĄŻENIE STAŁE powierzchniowe				
Folia EPDM lub papa		0,1		
Styropian twardy - min. 20cm	śr. 30 cm      0,3 x 1,2	0,36		
Paroizolacja		0,01		
Tynk cem-wap 1,5 cm	0,015 x 19,00	0,29		
<b>RAZEM OBC. STAŁE</b>		<b>0,76</b>	1,35	1,03
Masa stropu żelbetowego (ujęta w programie obliczeniowym)	20 cm – 0,20 x 25,00	5,0	1,35	6,75
OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE		<b>0,40</b>	1,50	0,60
ŚNIEG	0,9 x 0,8	<b>0,72</b>	1,50	1,08
OBCIĄŻENIE STAŁE liniowe (oś 3 , 8)      [kN/m]				
Obudowa – elewacja	+5.90:+8.25    0,50 x 2,35	<b>1,18</b>	1,35	1,59

<b>STROPODACH NA POZ. +4,15/+4,95</b>				
OBCIĄŻENIE STAŁE powierzchniowe				
Folia EPDM lub papa		0,1		
Wylewka betonowa 6 cm	0,06 x 25	1,5		
Styropian twardy – min. 20 cm	śr. 30 cm      0,3 x 1,2	0,36		
Paroizolacja		0,01		
Sufit podwieszony i instalacje		0,5		
Tynk cem-wap 1,5 cm	0,015 x 19,00	0,29		
<b>RAZEM OBC. STAŁE</b>		<b>2,76</b>	1,35	3,73
Masa stropu żelbetowego (ujęta w programie obliczeniowym)	20 cm – 0,20 x 25,00 25 cm – 0,25 x 25,00	5,0 6,25	1,35 1,35	6,75 8,44
OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE		<b>0,4</b>	1,50	0,6
ŚNIEG – zaspy	0,9 x 4,0	<b>3,6</b>	1,5	5,4
OBCIĄŻENIE STAŁE liniowe - attyka      [kN/m]				
Płytki klinkierowe 1,2 cm	0,85 x 0,012 x 25	0,26		
Ściana Porotherm 20 cm	0,85 x 12,00 x 0,20	2,04		
Styropian twardy 2 x 15 cm	0,85 x 0,3 x 1,2	0,31		
Folia EPDM lub papa		0,1		
<b>RAZEM</b>		<b>2,71</b>	1,35	3,66
Obc. Stałe liniowe - świetlik		<b>3,56</b>	1,35	4,81



<b>STROP NA POZ. +4,15</b>				
OBCIĄŻENIE STAŁE powierzchniowe				
Posadzka przemysłowa 1 cm	0,01 x 25	0,25		
Wylewka betonowa 5 cm	0,05 x 25,00	1,25		
Styropian twardy – 4 cm	0,04 x 1,2	0,05		
Sufit podwieszony i instalacje		0,5		
RAZEM OBC. STAŁE		<b>2,05</b>	1,35	2,77
Masa stropu żelbetowego (ujęta w programie obliczeniowym)	20 cm – 0,20 x 25,00	5,0	1,35	6,75
OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE				
Urządzenia wentylacyjne		<b>4,00</b>	1,50	6,00
OBCIĄŻENIE STAŁE liniowe (linia skrajna stropu) [kN/m]				
Obudowa - elewacja	+1.90:+5.90 0,50 x 4,0	2		2,7
Ścianka podparapetowa	1,25 (0,12 x 18,00 + 0,02 x 19,00) =	3,18		4,29
RAZEM		<b>5,18</b>	1,35	6,99
OBCIĄŻENIE STAŁE liniowe (oś 3 , 8) [kN/m]				
Obudowa - elewacja	0,50 x 4,0	2		2,7
Ścianka	3,45 ( 0,12 x 18,00 + 0,02 x 19,00 ) =	8,76		11,83
RAZEM		<b>10,76</b>	1,35	14,53
OBCIĄŻENIE STAŁE liniowe (oś C) [kN/m]				
Ściana Porotherm 20 cm	3,5 x 12,00 x 0,20	8,4		
Styropian twardy 15 cm	3,5 x 0,15 x 1,2	0,63		
Tynk obustronny	3,5 x 0,03 x 19,00	2		
RAZEM		<b>11,03</b>	1,35	14,89

<b>STROP NA POZ. – 0,10</b>				
<b>OBCIĄŻENIE STAŁE</b>				
Płytki granitowe 4 cm	0,04 x 25,00	1,00		
Wylewka betonowa 5,5 cm	0,055 x 25,00	1,38		
Styropian twardy 4 cm	0,04 x 1,2	0,05		
Sufit podwieszony i instalacje		0,5		
<b>RAZEM OBC. STAŁE</b>		<b>2,93</b>	<b>1,35</b>	<b>3,96</b>
Masa stropu żelbetowego (ujęta w programie obliczeniowym)	20 cm – 0,20 x 25,00	5,00	1,35	6,75
<b>OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE</b>				
Szpital – kategoria C3		3,5		
Ścianki działowe		1,20		
<b>RAZEM OBC. UŻYTKOWE</b>		<b>4,70</b>	<b>1,50</b>	<b>7,05</b>
<b>OBCIĄŻENIE STAŁE liniowe (linia skrajna wspornikowa stropu) [kN/m]</b>				
Obudowa - elewacja	-0.60:+1.90 0,50 x 2,50	1,25		
Ścianka podparapetowa	1,1 x (0,12x18 + 0,02x19)	2,79		
<b>RAZEM</b>		<b>4,04</b>	<b>1,35</b>	<b>5,45</b>
<b>OBCIĄŻENIE STAŁE liniowe (otwór na strop szlany) [kN/m]</b>				
Strop szklany	2,6 x 1,3	3,38	1,35	4,56
<b>OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE liniowe (otwór na strop szlany) [kN/m]</b>				
Szpital – kategoria C3	3,5 x 1,3	4,55	1,5	6,83

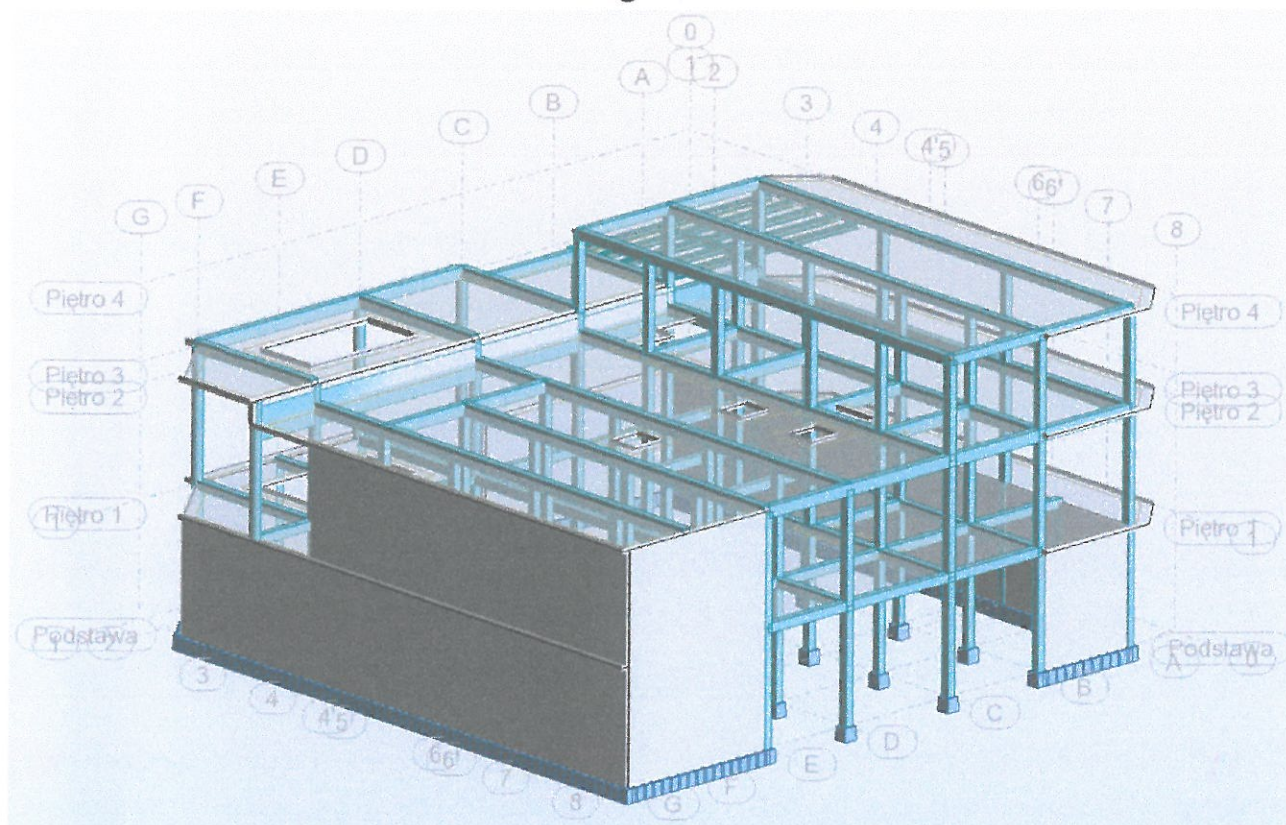
<b>PŁYTA FUNDAMENTOWA POZ. –4,50</b>				
<b>OBCIĄŻENIE STAŁE</b>				
Wylewka przemysłowa 1 cm	0,01 x 25,00	0,25		
Wylewka betonowa 5 cm	0,05 x 25,00	1,25		
Styropian twardy 10 cm	0,1 x 1,2	0,12		
Chudy beton 15 cm	0,15 x 25	3,75		
Zasyпка piaskowa 45 cm	0,45 x 17	7,65		
<b>RAZEM OBC. STAŁE</b>		<b>13,02</b>	<b>1,35</b>	<b>17,58</b>
Płyta żelbetowa (ujęta w programie obliczeniowym)	40 cm – 0,40 x 25,00	10	1,35	13,5
<b>OBCIĄŻENIE UŻYTKOWE</b>				
Szpital – kategoria C3		3,5		
Ścianki działowe		1,20		
<b>RAZEM OBC. UŻYTKOWE</b>		<b>4,70</b>	<b>1,50</b>	<b>7,05</b>



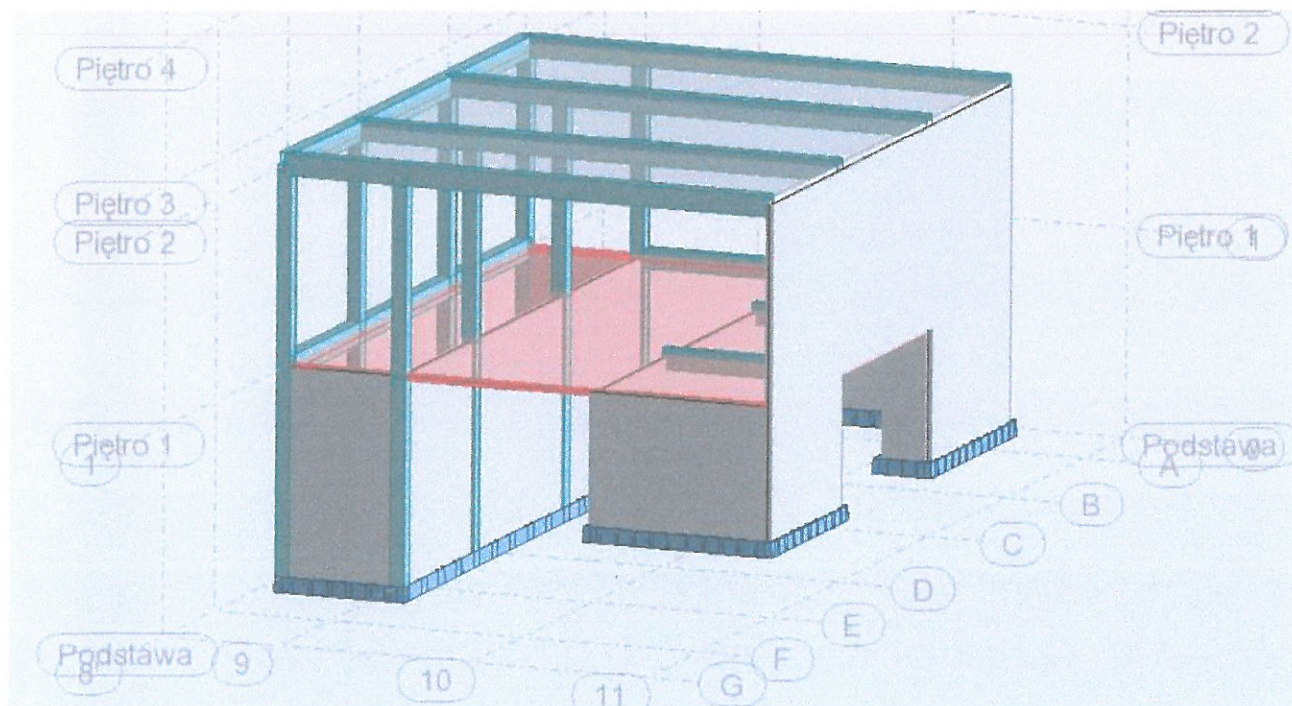
ZADASZENIE NAD WEJŚCIEM GŁÓWNYM				
OBCIĄŻENIE STAŁE powierzchniowe				
Folia EPDM lub papa		0,1		
Styropian twardy w spadku	0,2 x 1,2	0,24		
Paroizolacja		0,01		
2 x Płyta OSB 2,5 cm	0,05 x 7	0,35		
Tynk min. na siatce	0,01 x 19,00	0,19		
RAZEM OBC. STAŁE		0,89	1,35	1,2
ŚNIEG				
Obciążenie równomierne		0,72	1,5	1,08
Zaspy	0,9 x 4,0	3,6	1,5	5,4

## WIDOK MODELU KONSTRUKCJI W PROGRAMIE OBLICZENIOWYM

Segment 1

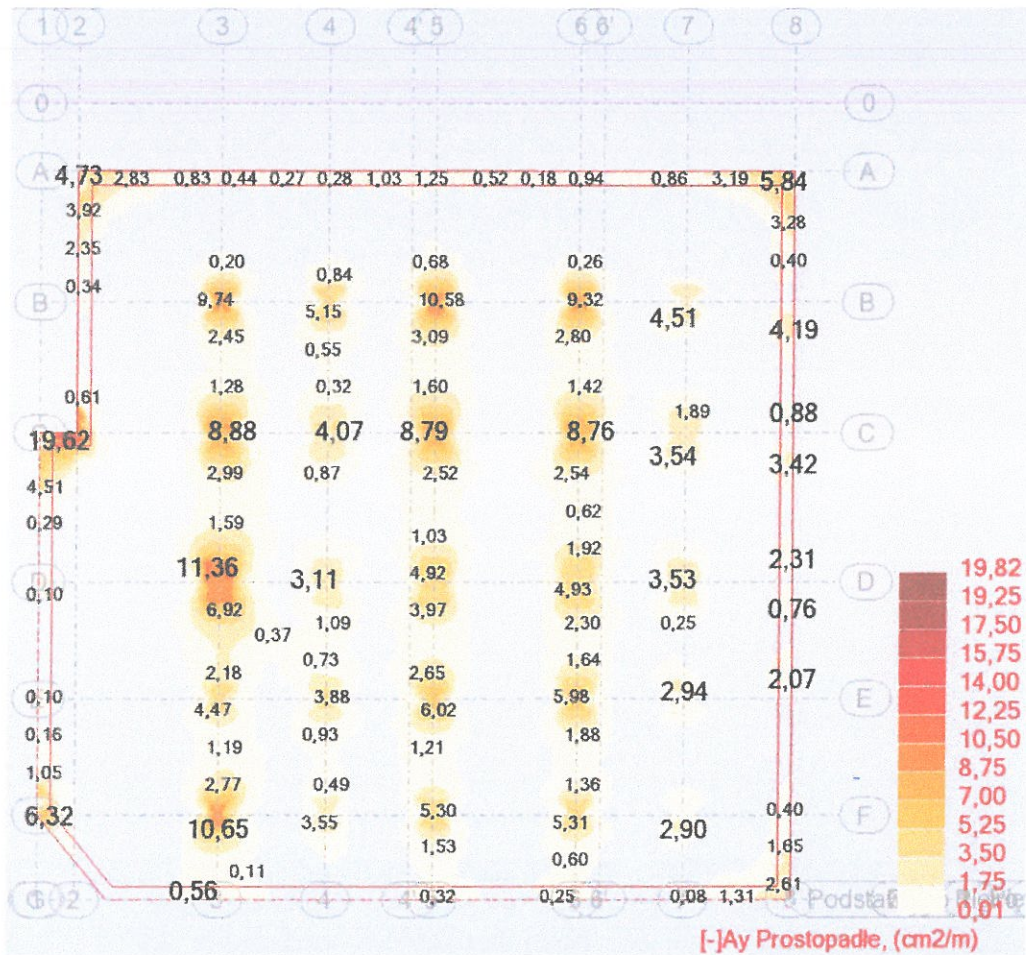
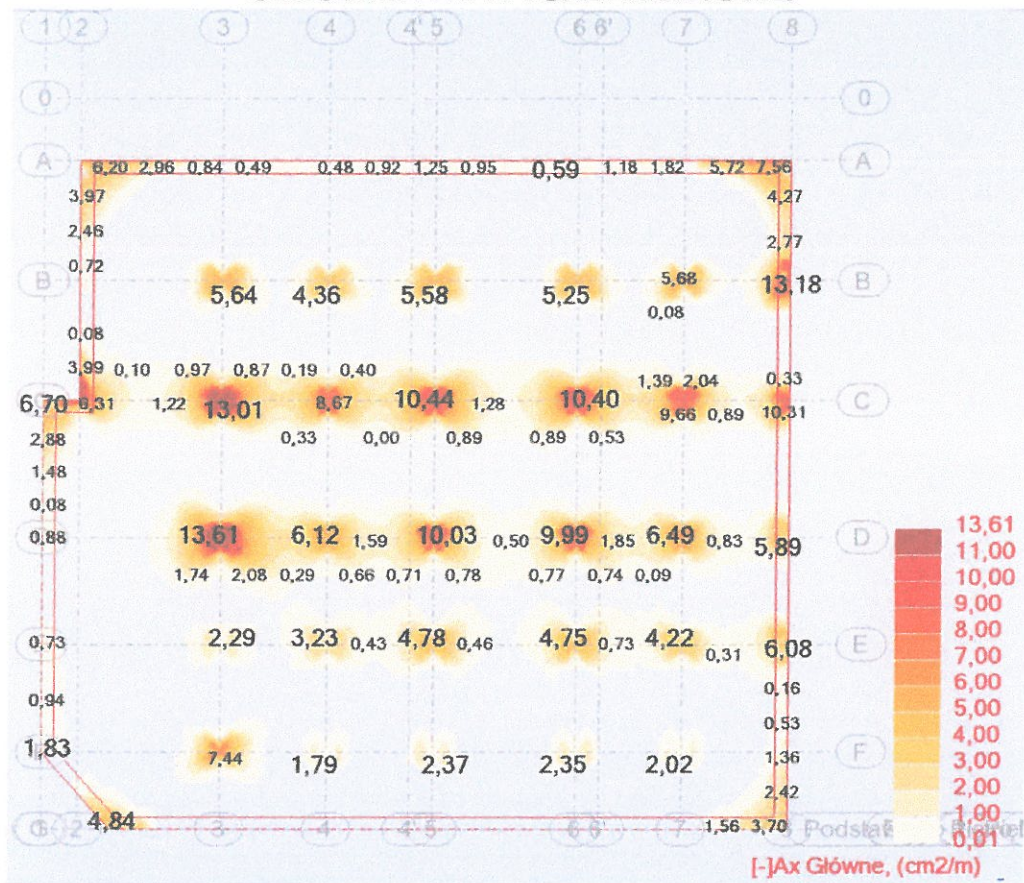


Segment 2

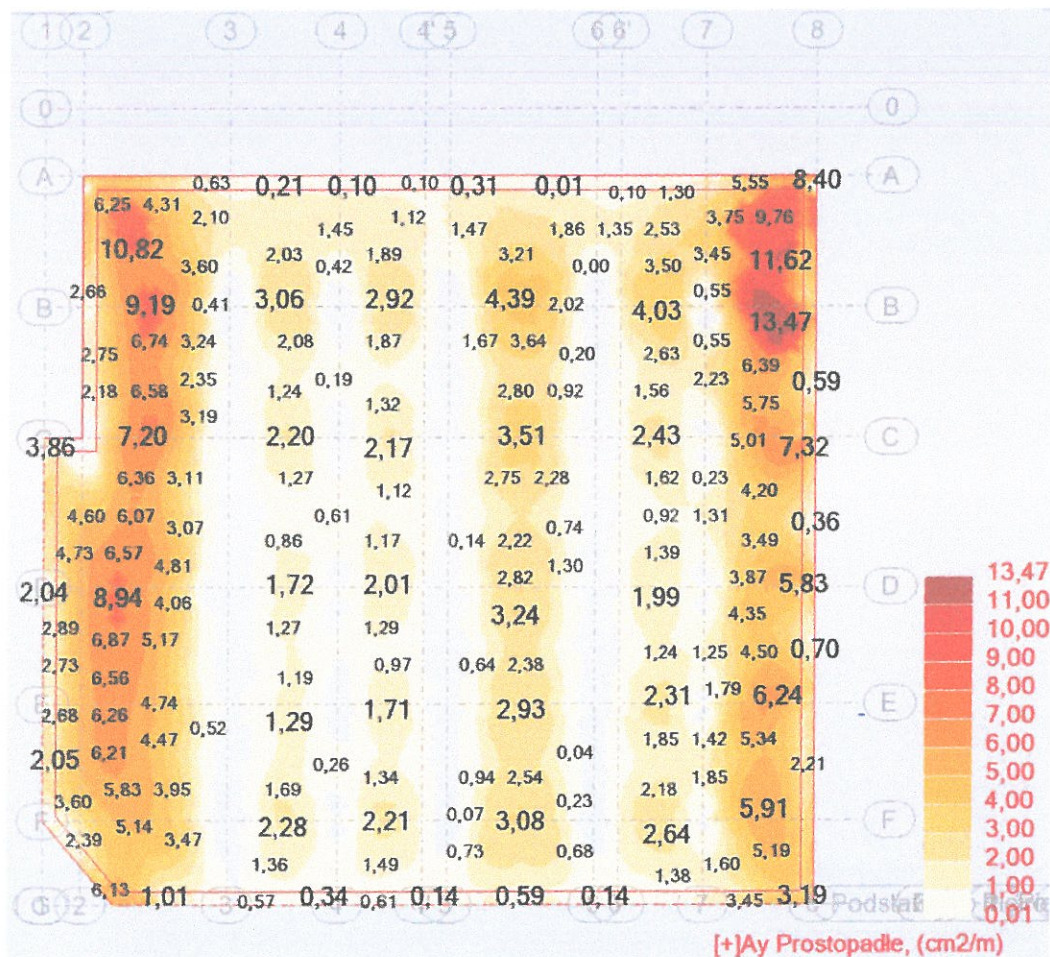
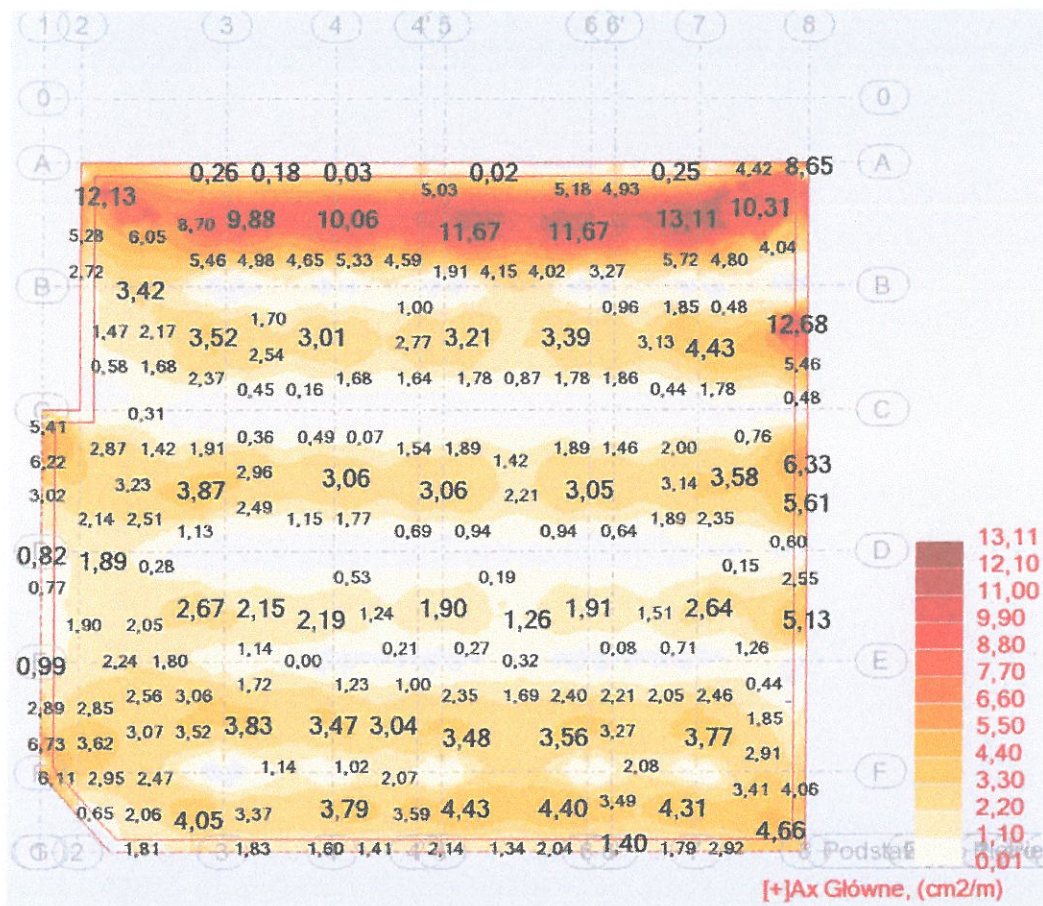




# OBLICZENIA PŁYTY FUNDAMENTOWEJ

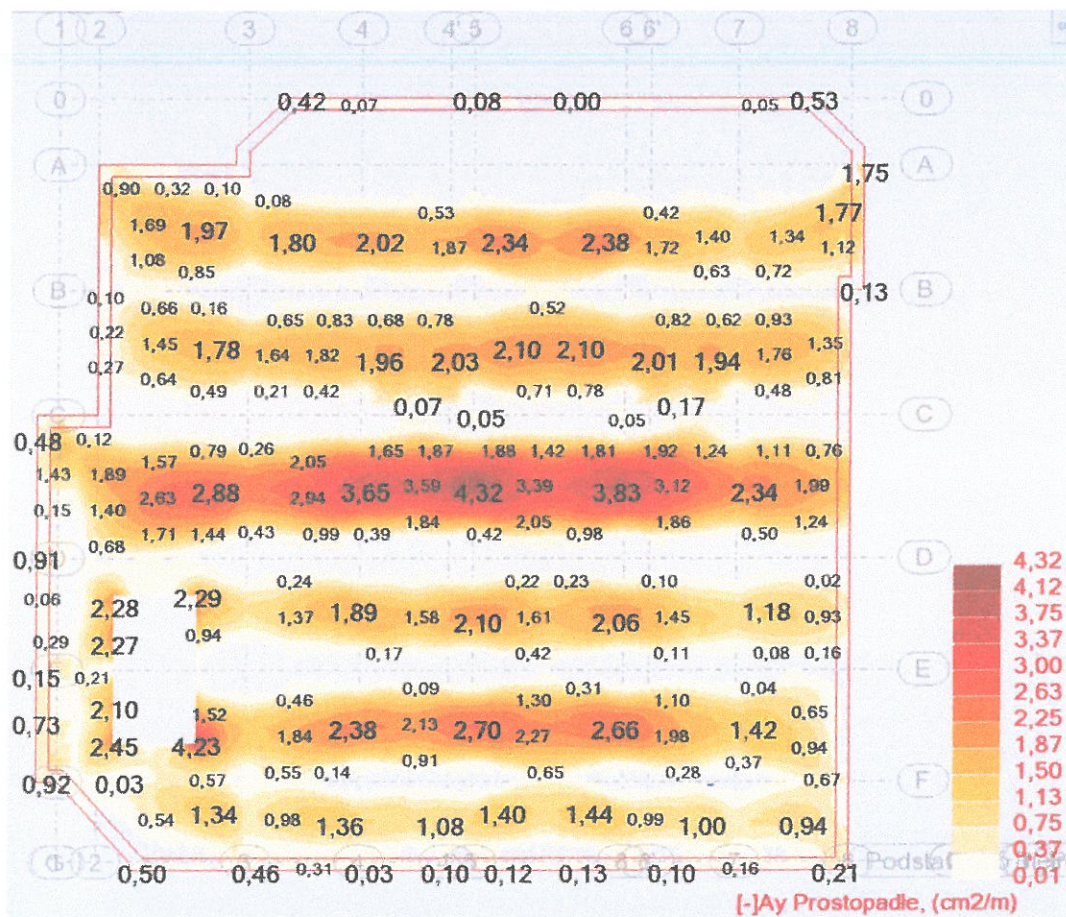
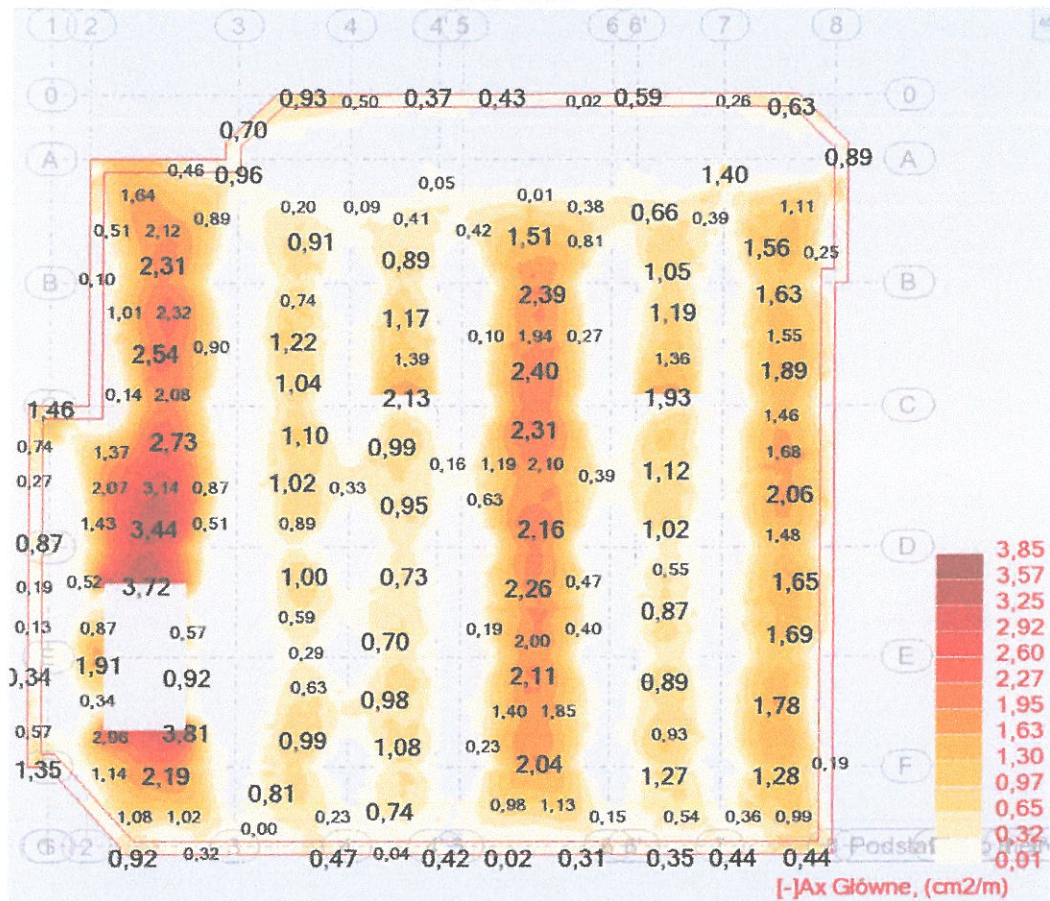




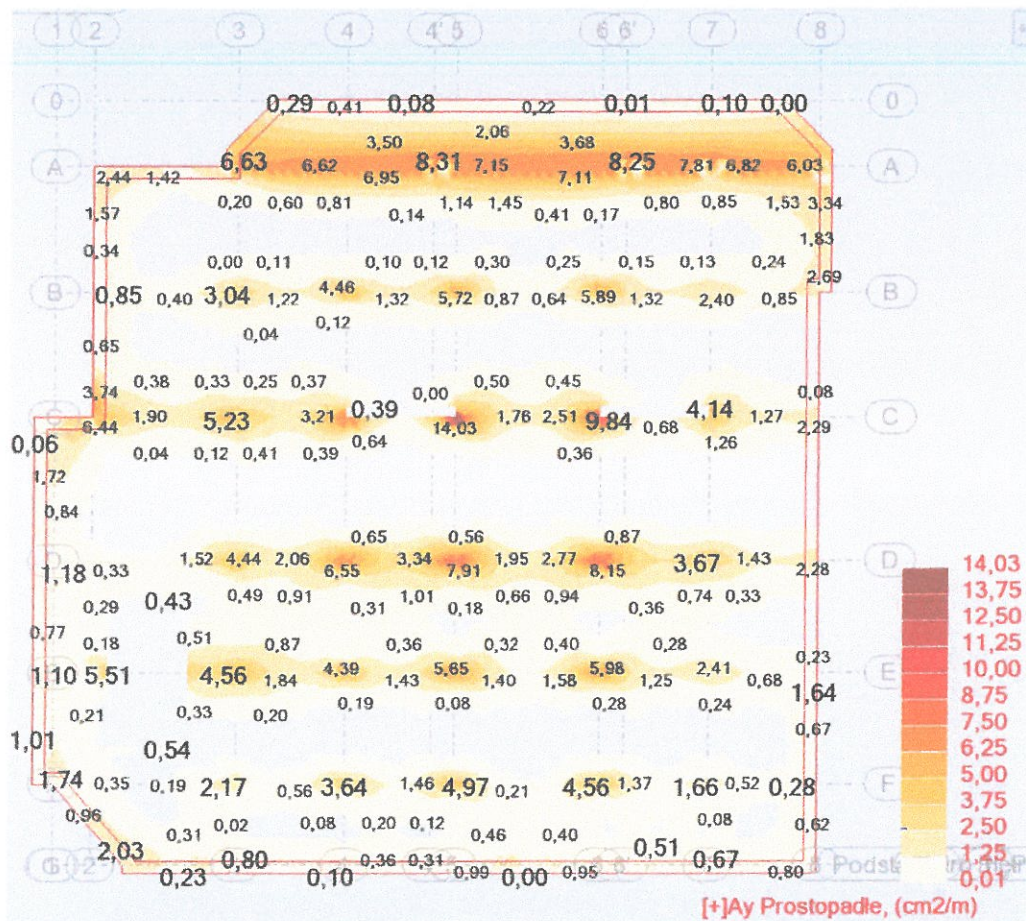
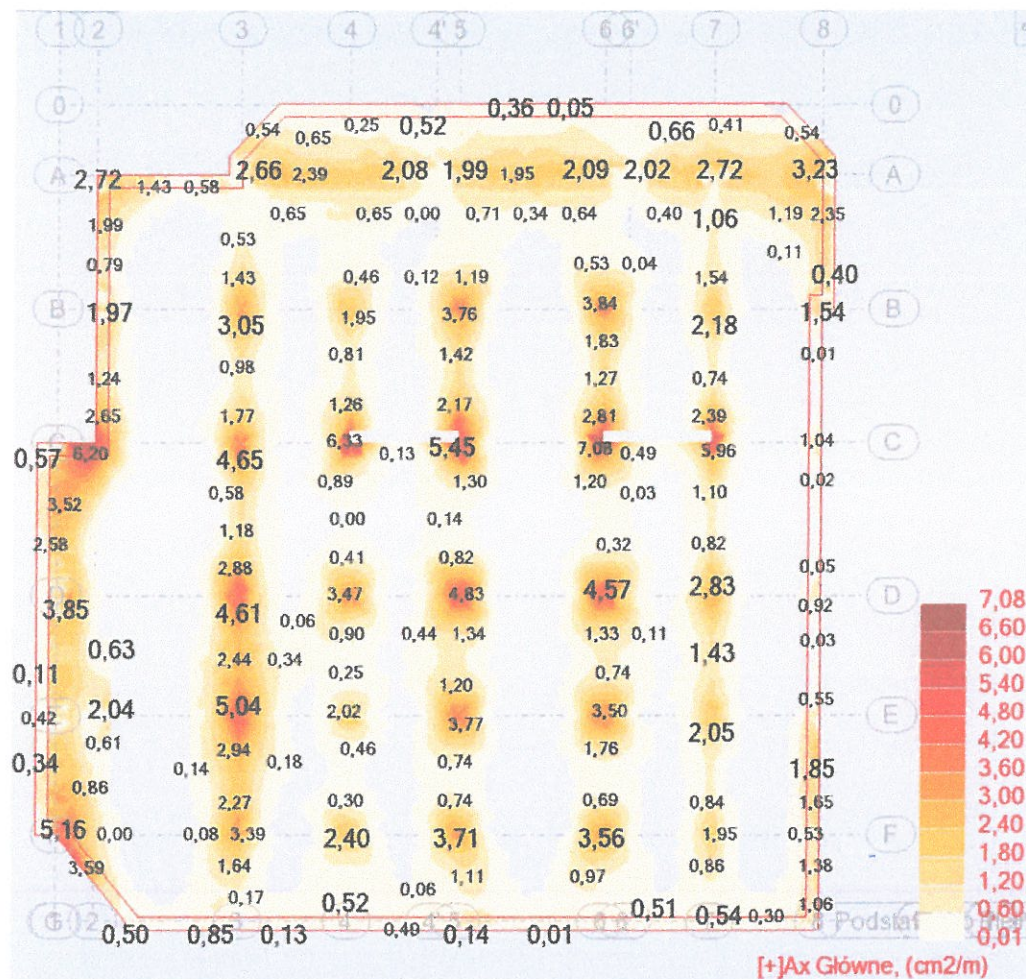




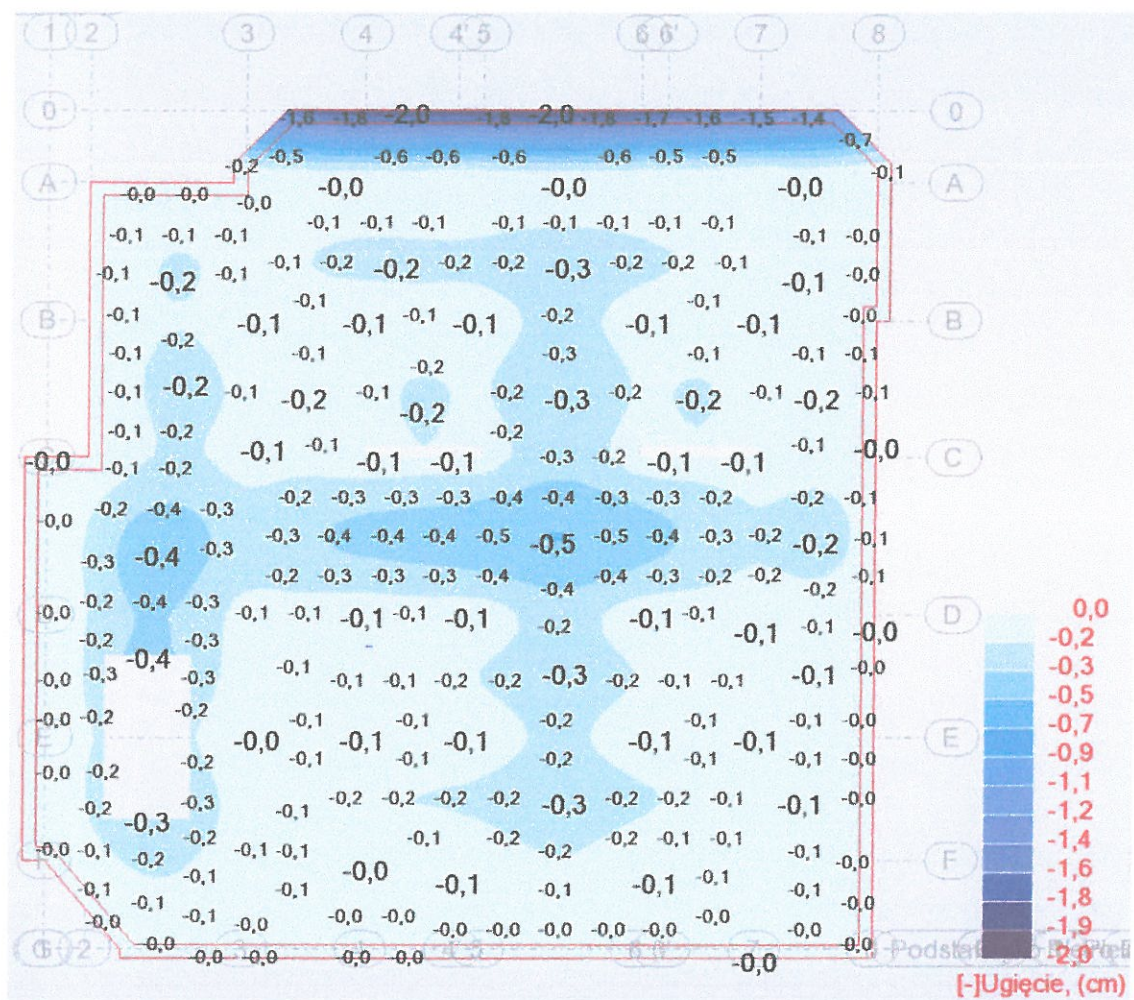
# OBLICZENIA STROPU NAD PRZYZIEMIEM SEGMENT 1



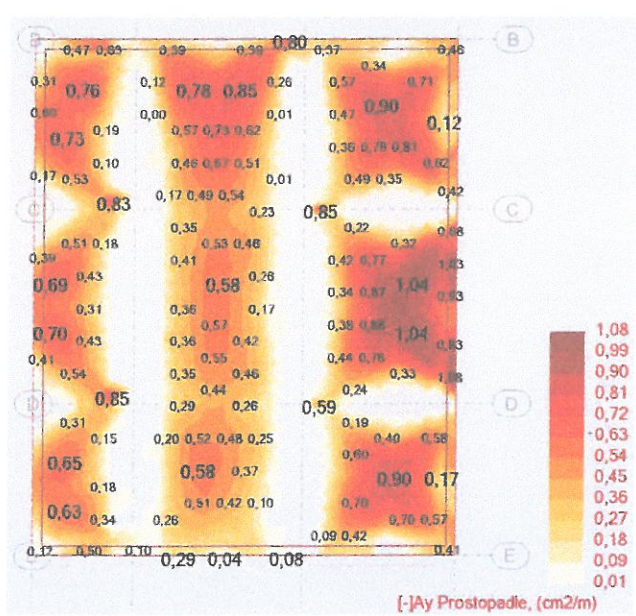
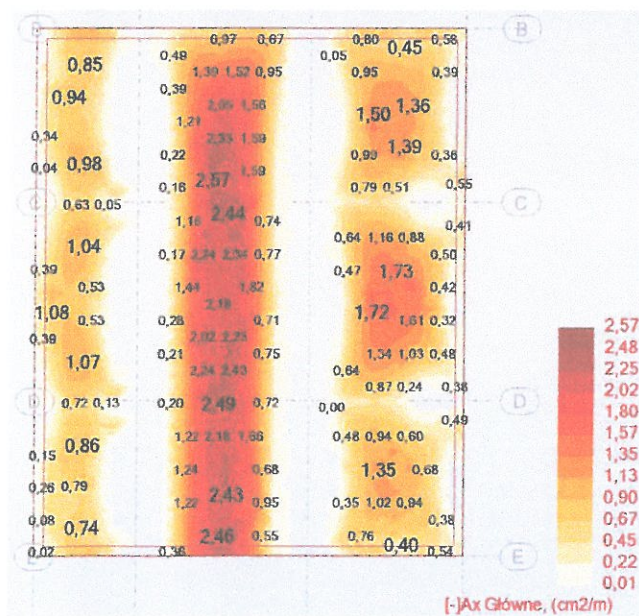








## SEGMENT 2

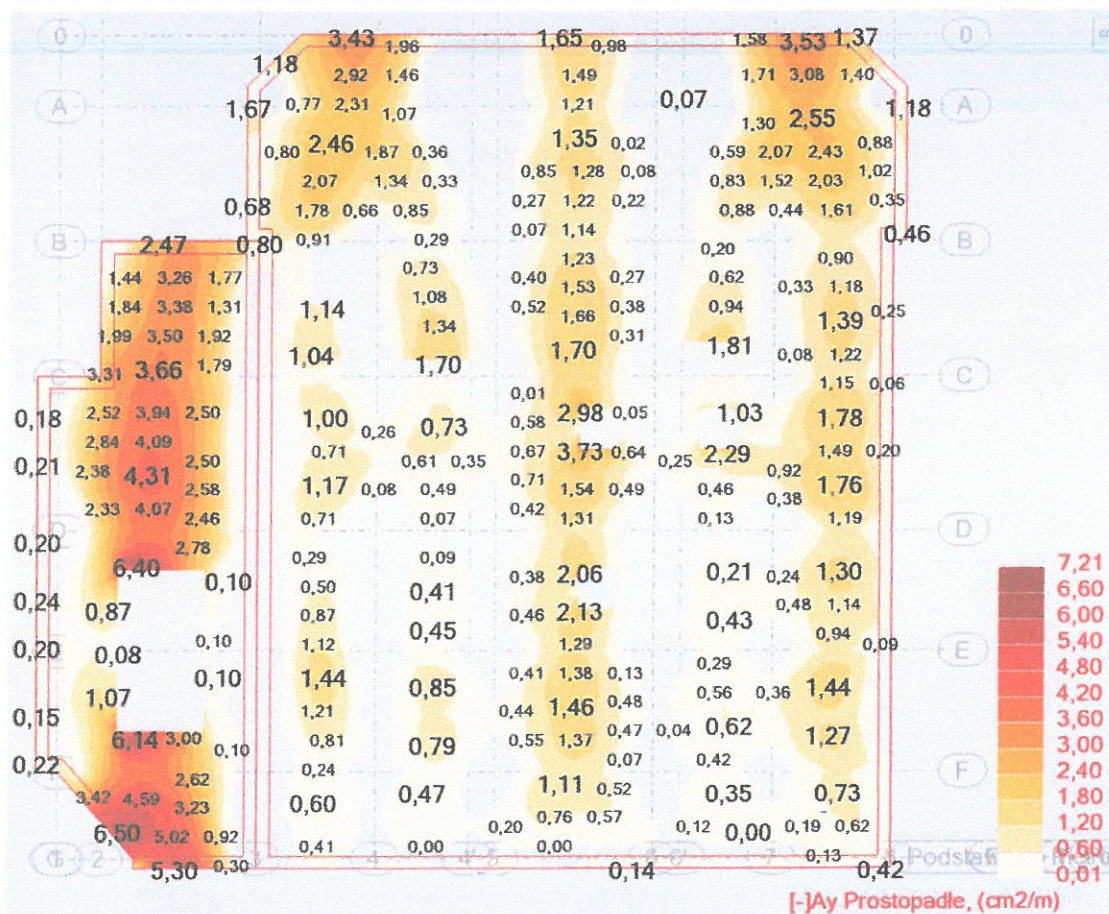
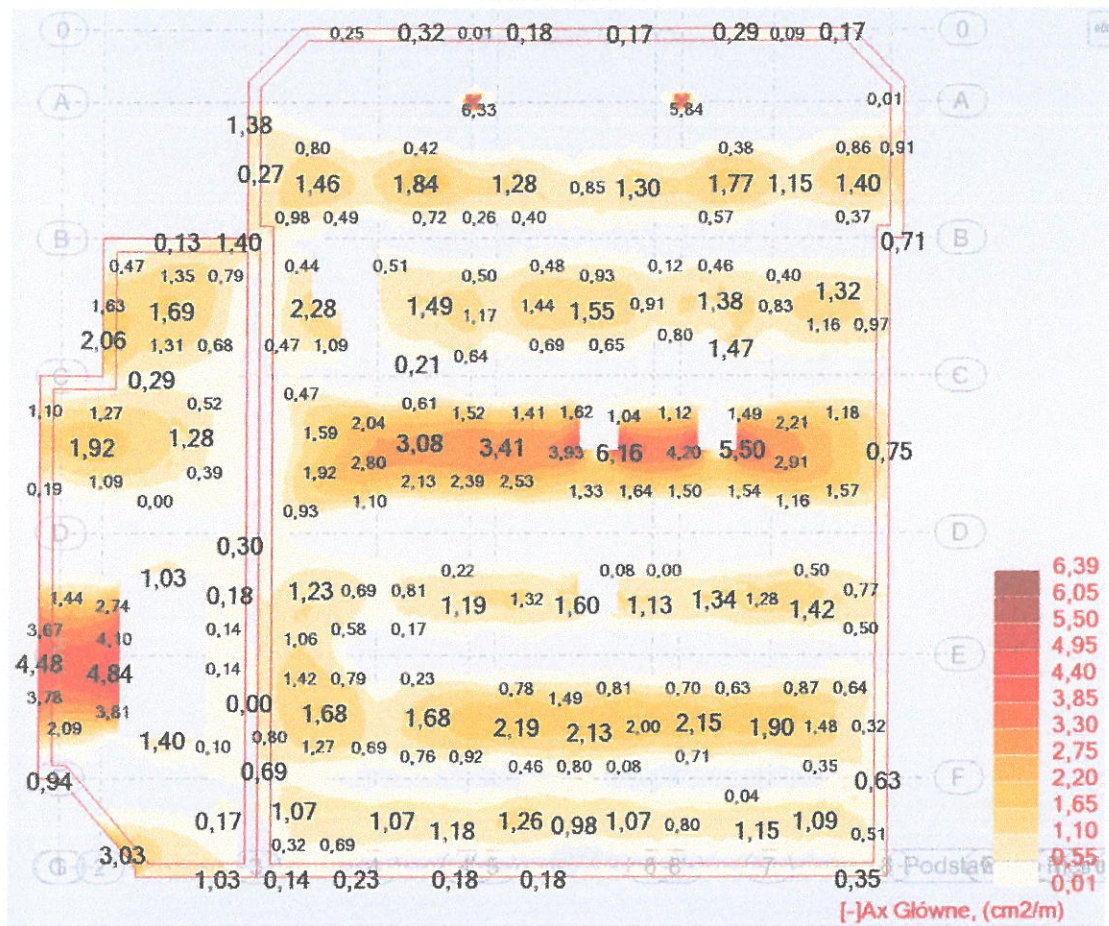




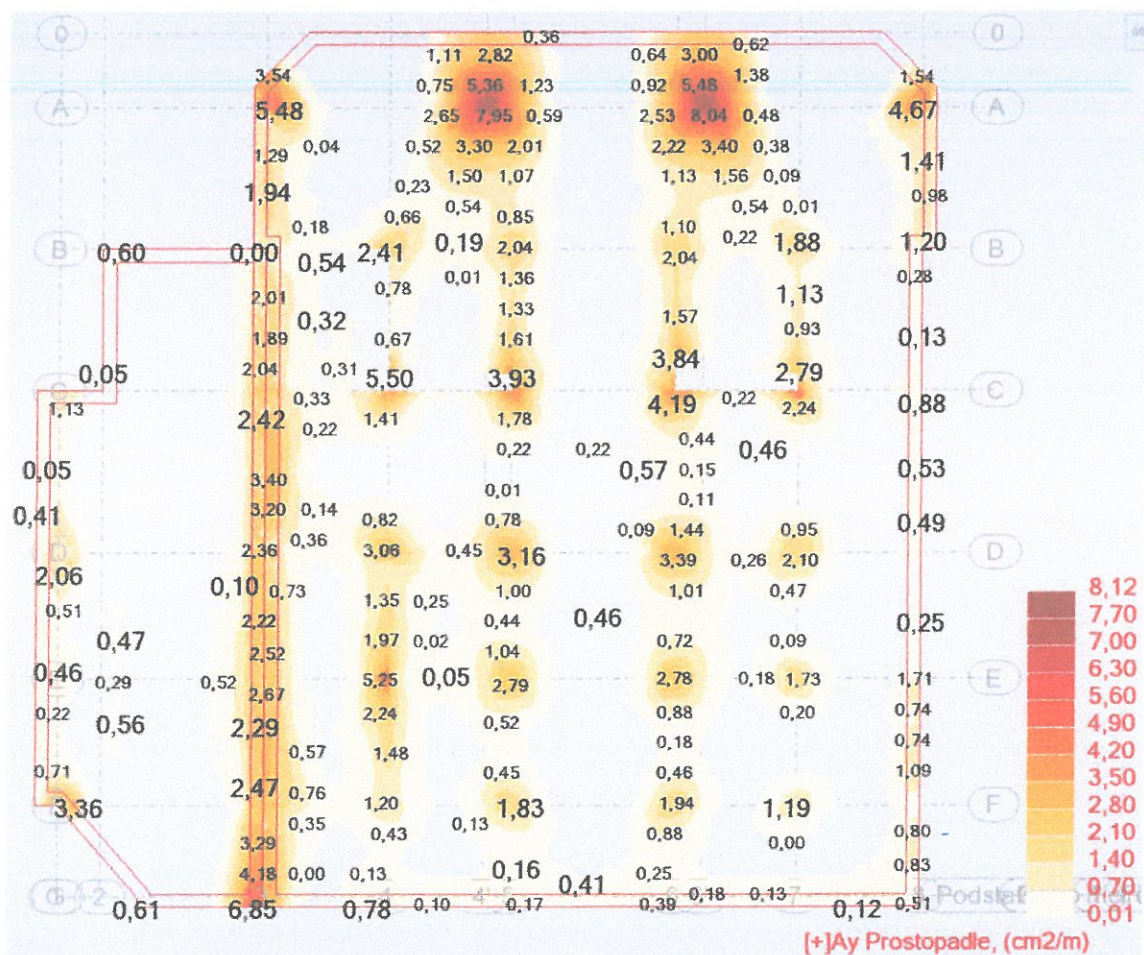
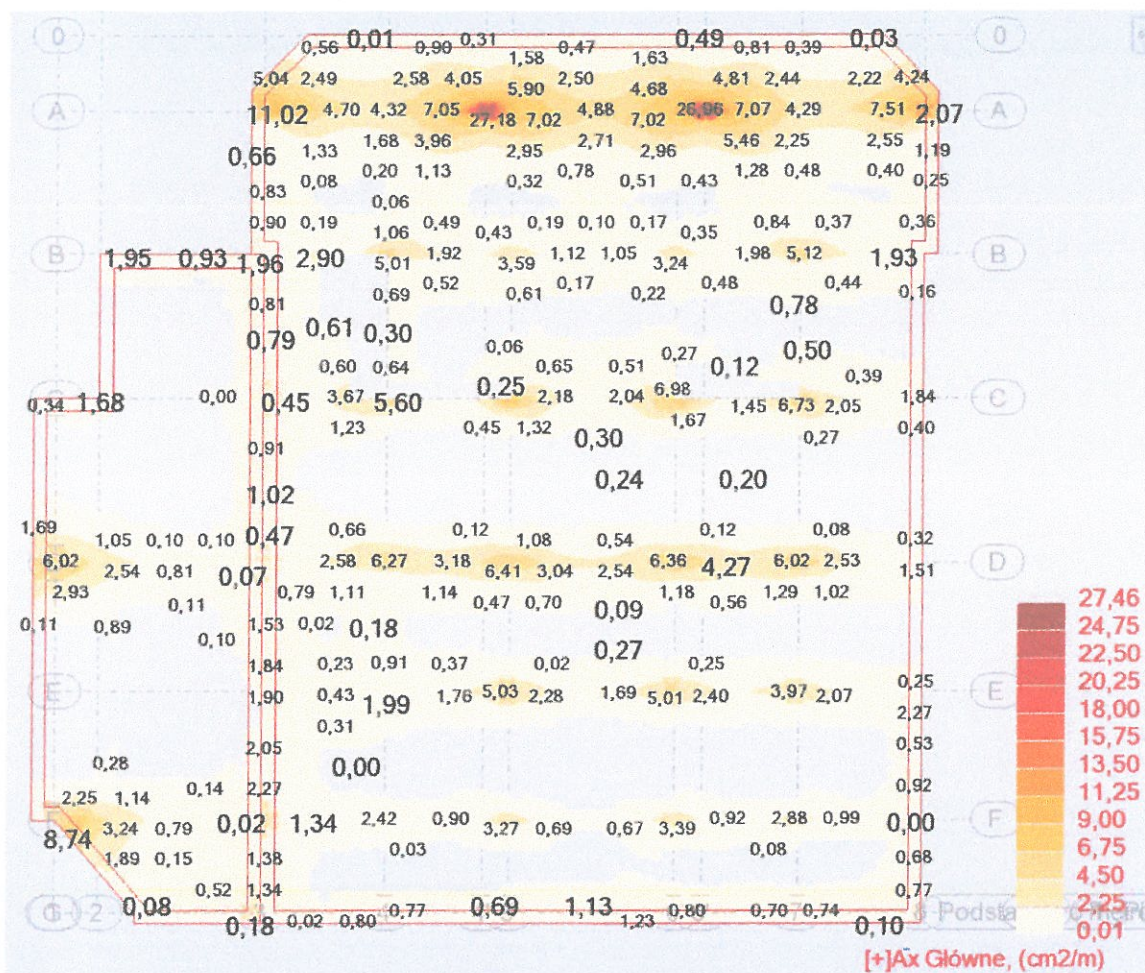




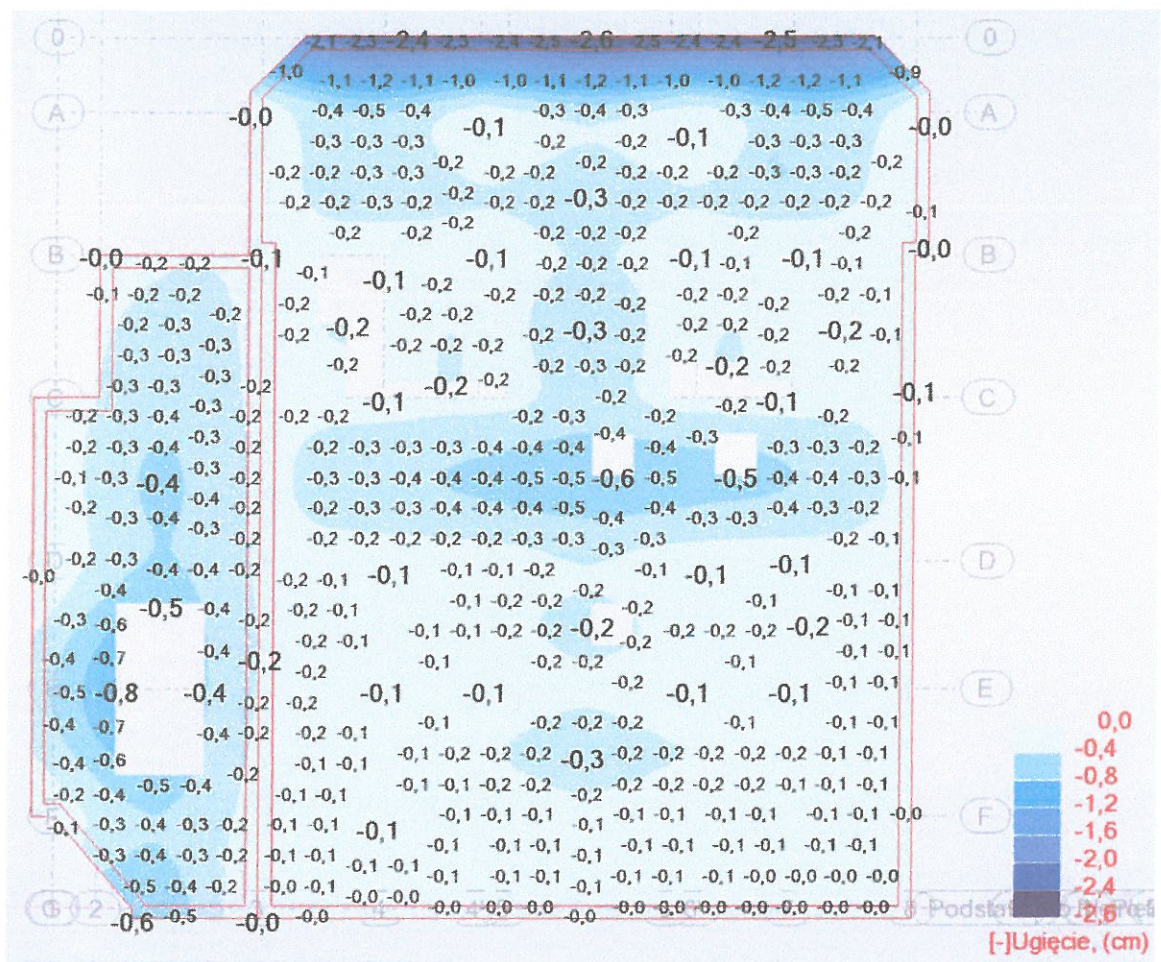
# OBLICZENIA STROPU NAD PARTEREM SEGMENT 1



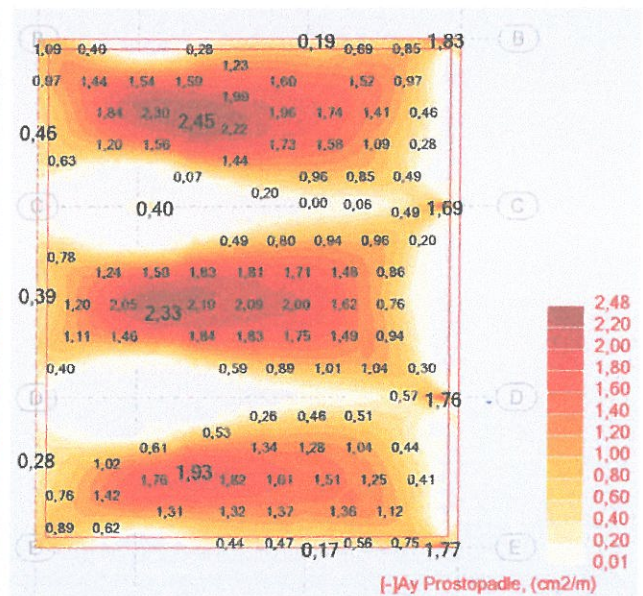
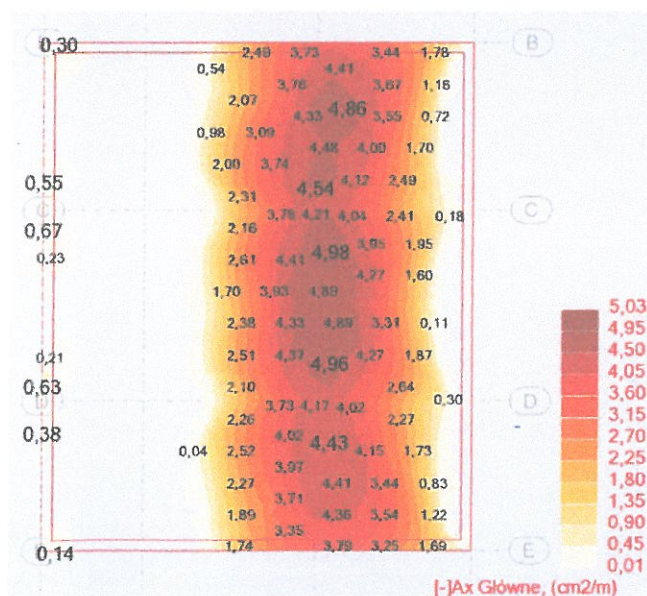




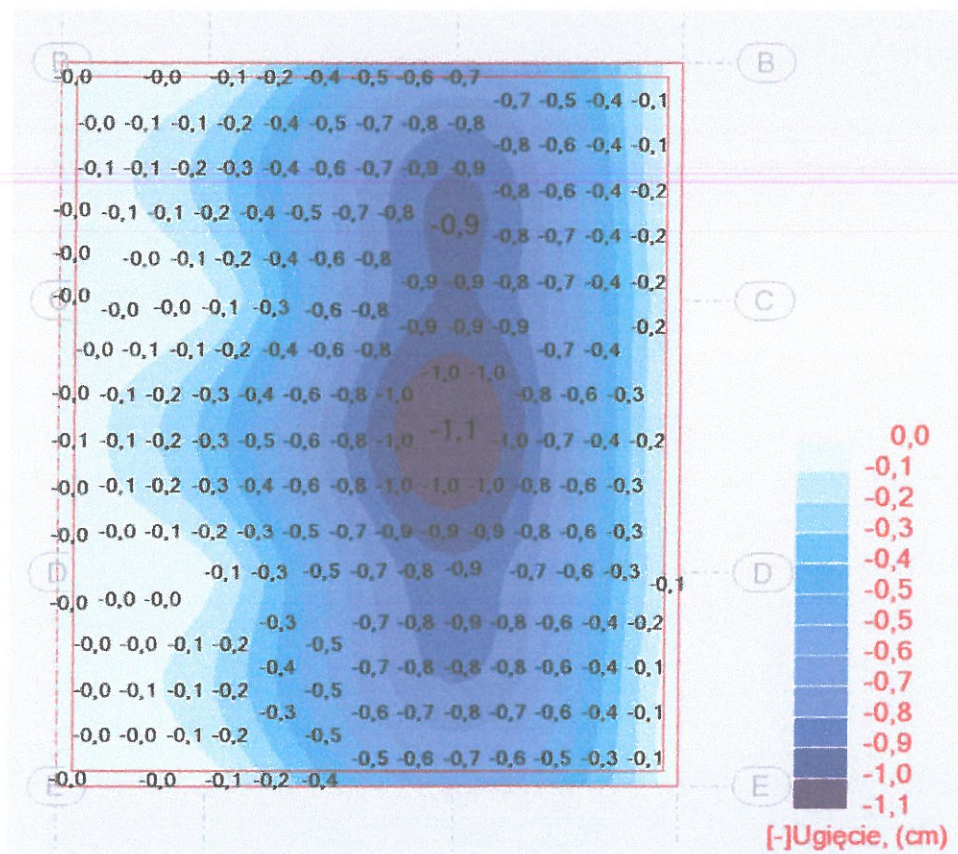
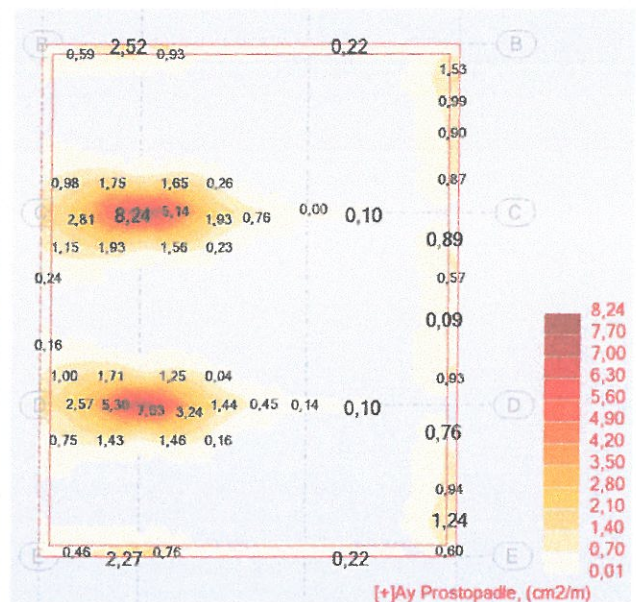
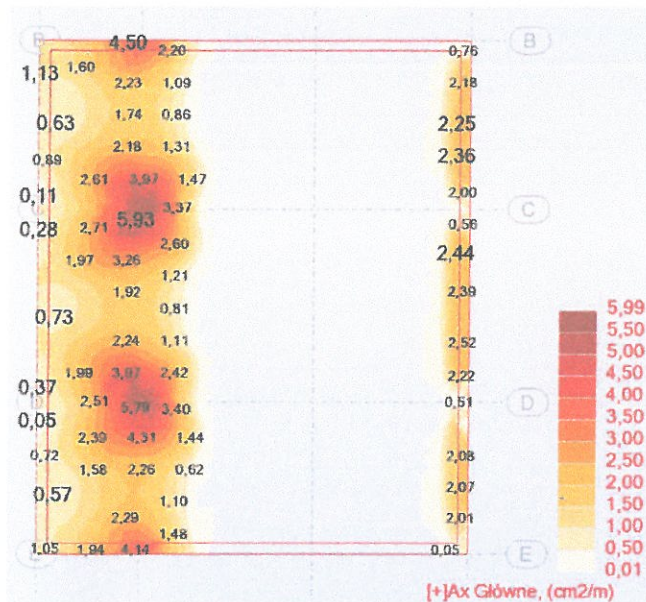




## SEGMENT 2

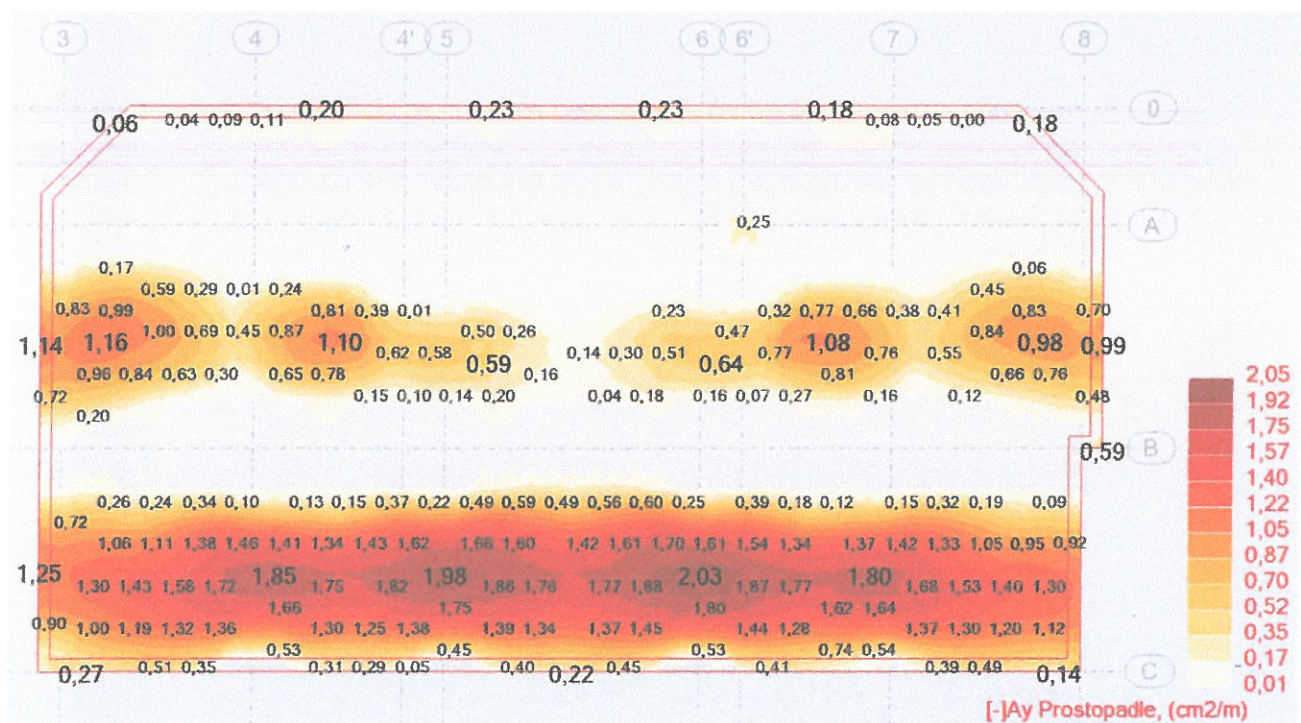
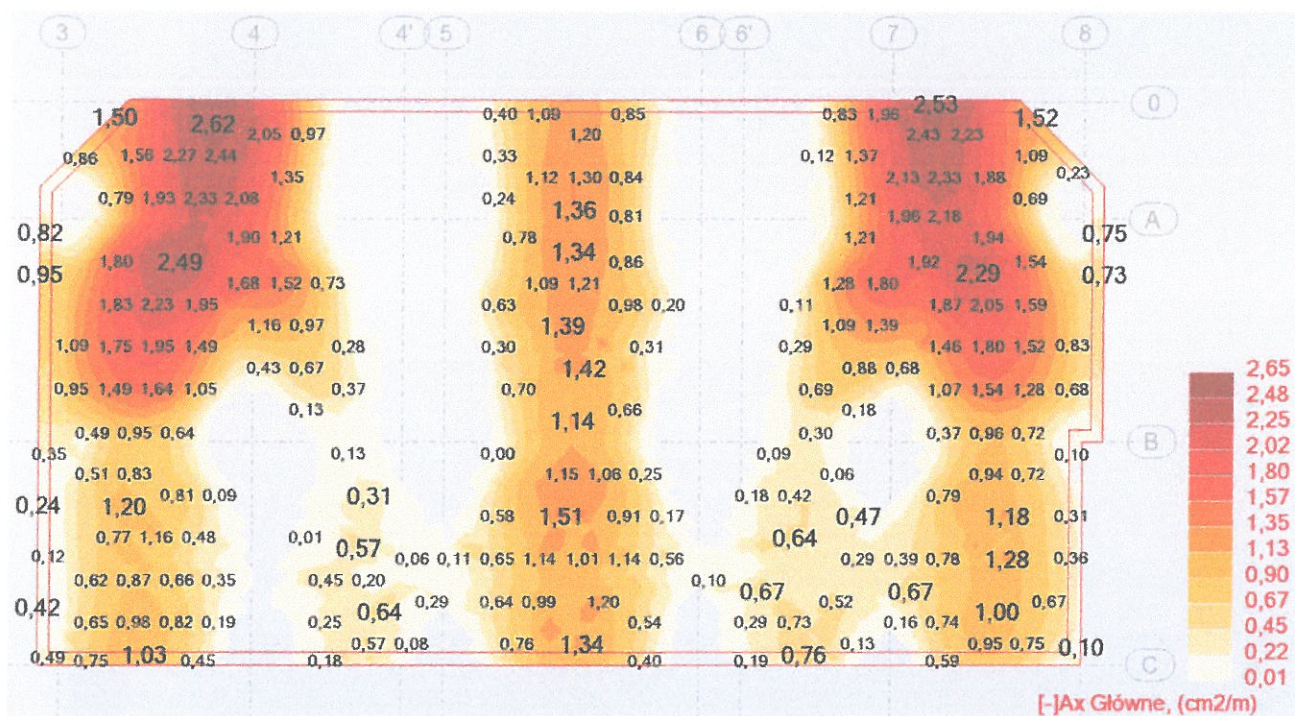




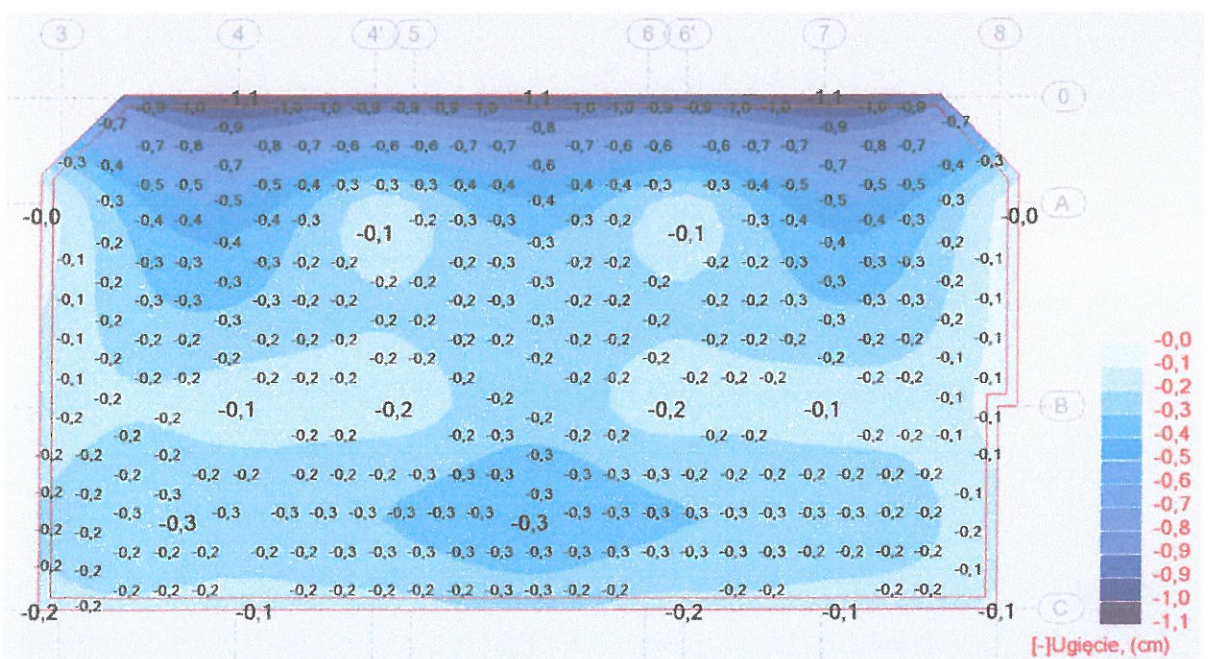
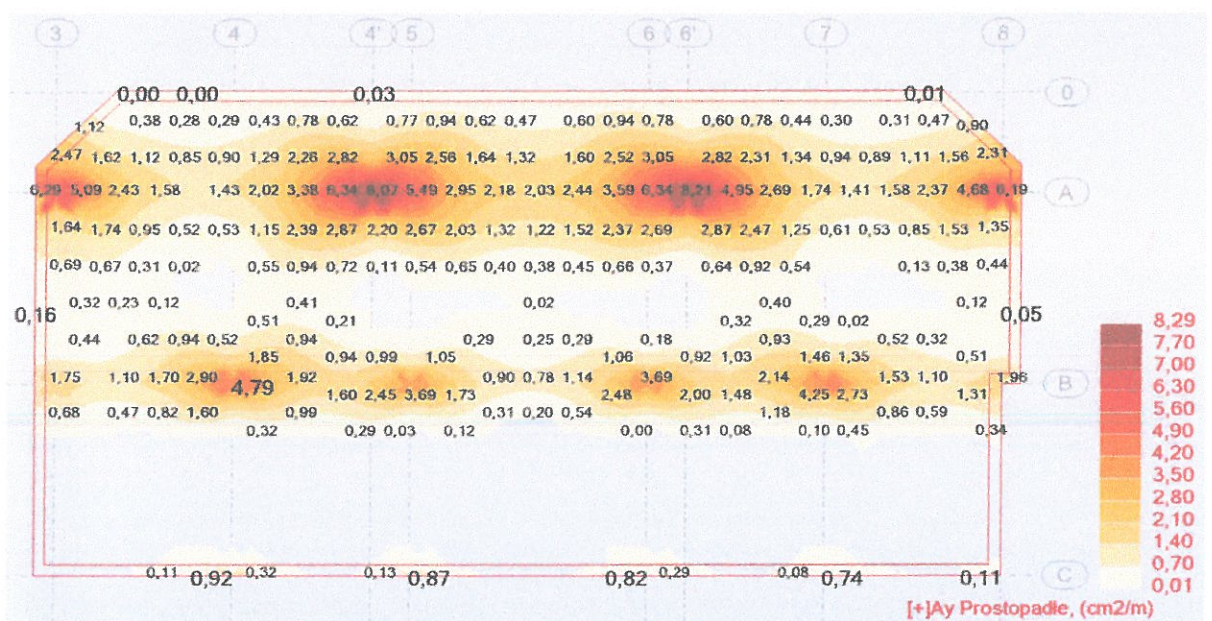
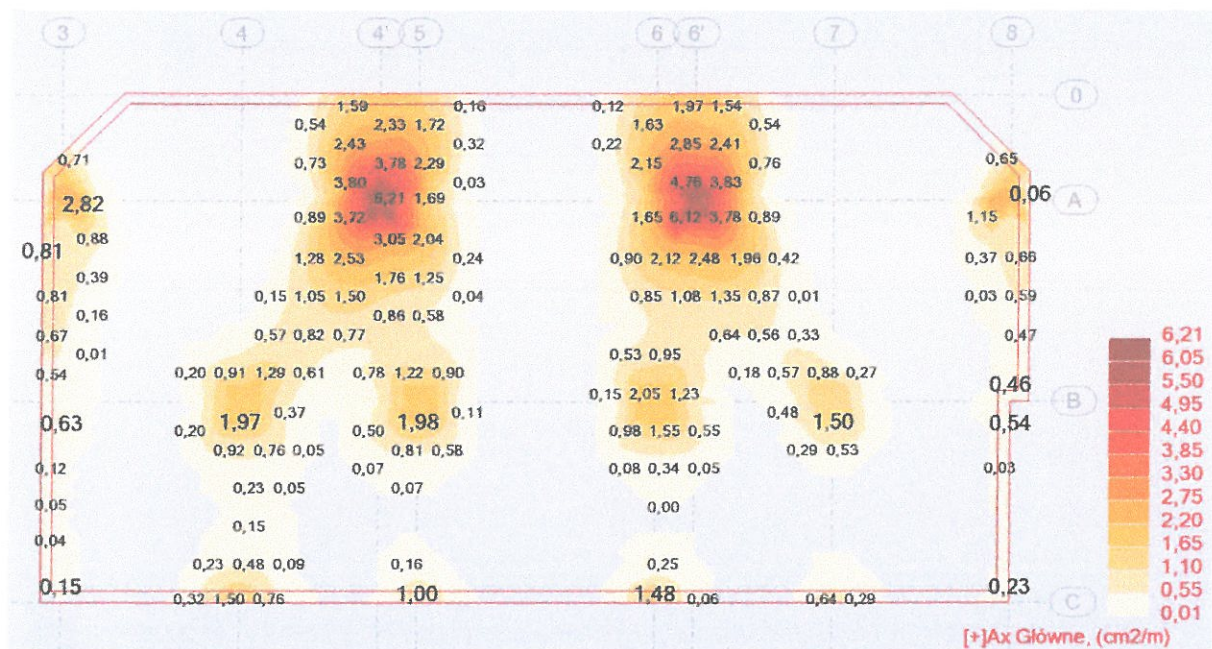




## OBLICZENIA STROPU NAD WENTYLATORNIĄ









# OBLICZENIA BELEK ŻELBETOWYCH

## BELKA 30 x 35 cm

### Charakterystyki materiałów:

- Beton : B30  $f_{cd} = 16,67$  (MPa)
- Zbrojenie podłużne: A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne: A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)

### Geometria:

Przekrój: 30,0 x 35,0 (cm)

### Opcje obliczeniowe:

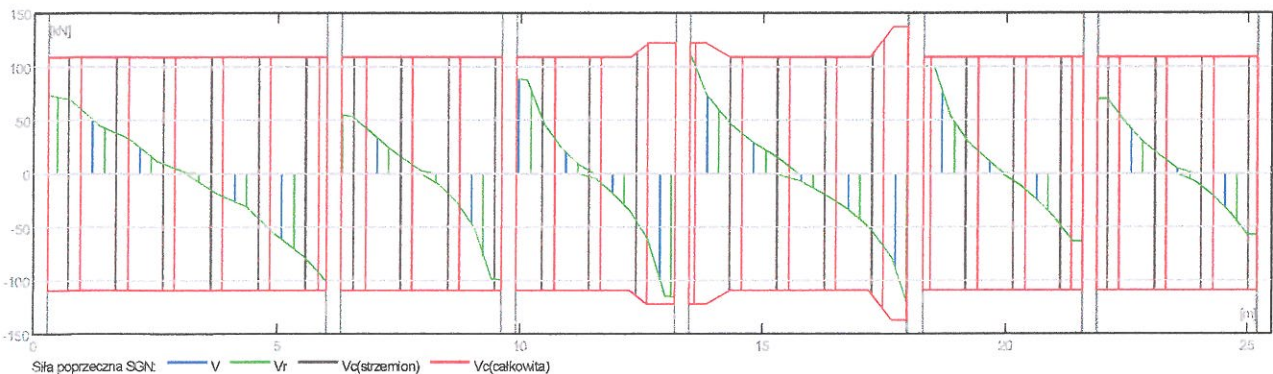
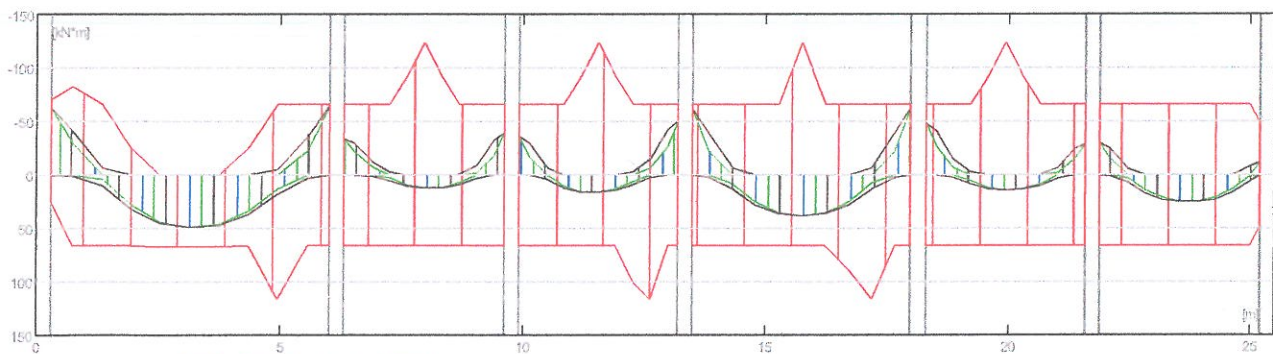
- Regulamin kombinacji : PN-EN 1990:2004
- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : dolna  $c = 4,5$  (cm)  
: boczna  $c1 = 4,5$  (cm)  
: górna  $c2 = 4,5$  (cm)

### Wyniki obliczeniowe:

Zwiększono ilość zbrojenia podłużnego z uwagi na rysy prostopadłe.

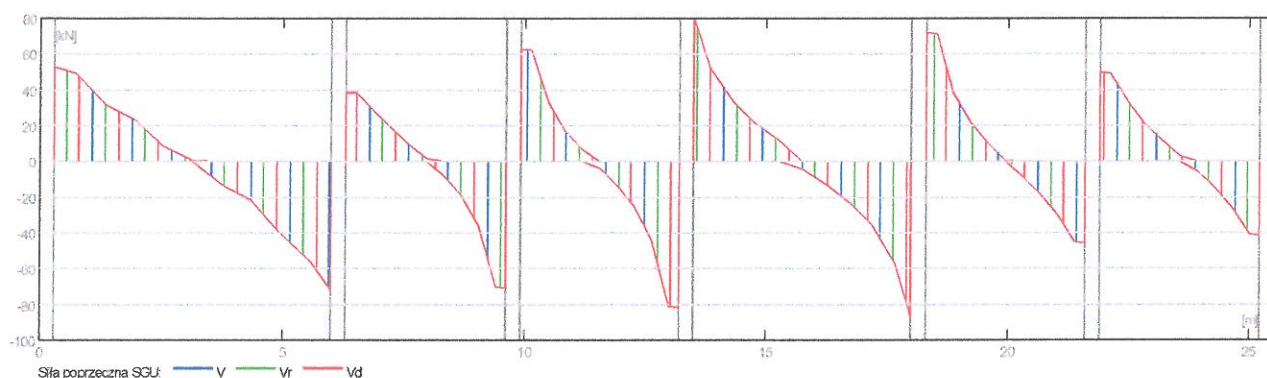
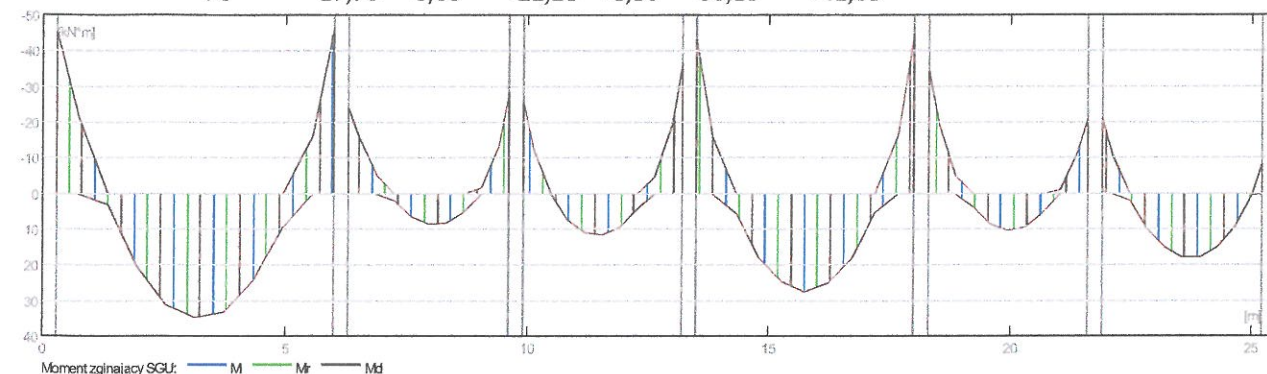
#### Oddziaływania w SGN

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	48,79	-0,00	-63,16	-65,19	74,24	-101,26
P2	12,08	-3,02	-33,85	-39,57	54,71	-98,61
P3	16,36	-2,64	-35,86	-51,08	88,69	-114,61
P4	38,27	-0,00	-60,60	-62,62	111,95	-121,54
P5	14,30	-2,78	-48,38	-29,44	100,95	-63,41
P6	24,88	-0,00	-29,82	-11,71	70,24	-57,50



### Oddziaływania w SGU

Przęśł	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	34,70	0,00	-45,08	-46,30	52,91	-72,06
P2	8,65	0,00	-23,93	-28,32	38,88	-70,45
P3	11,63	0,00	-25,62	-36,37	63,24	-81,61
P4	27,27	0,00	-43,17	-44,62	79,77	-86,61
P5	10,19	0,00	-34,47	-21,00	71,93	-45,25
P6	17,73	0,00	-21,28	-8,36	50,13	-41,03



### Teoretyczna powierzchnia zbrojenia

#### Przęśło

	Przęśtowe (cm <sup>2</sup> )		Podpora lewa (cm <sup>2</sup> )		Podpora prawa (cm <sup>2</sup> )	
	dolne	górne	dolne	górne	dolne	górne
P1	4,34	0,00	0,00	5,74	0,00	5,95
P2	1,02	0,00	0,00	2,95	0,00	3,47
P3	1,39	0,00	0,00	3,13	0,00	4,56
P4	3,35	0,00	0,00	5,49	0,00	5,69
P5	1,21	0,00	0,00	4,30	0,00	2,55
P6	2,14	0,00	0,00	2,58	0,11	0,97

### Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu = 2,68 (m<sup>3</sup>)
- Powierzchnia deskowania = 25,08 (m<sup>2</sup>)
- Stal A-IIIN (RB500W), typ A-IIIN (RB500W)
  - Ciężar całkowity = 368,31 (kG)
  - Gęstość = 137,56 (kG/m<sup>3</sup>)



## BELKA 30 x 45 cm

### Charakterystyki materiałów:

- Beton : B30  $f_{cd} = 16,67$  (MPa)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)

### Geometria:

Przekrój: 30,0 x 45,0 (cm)

### Opcje obliczeniowe:

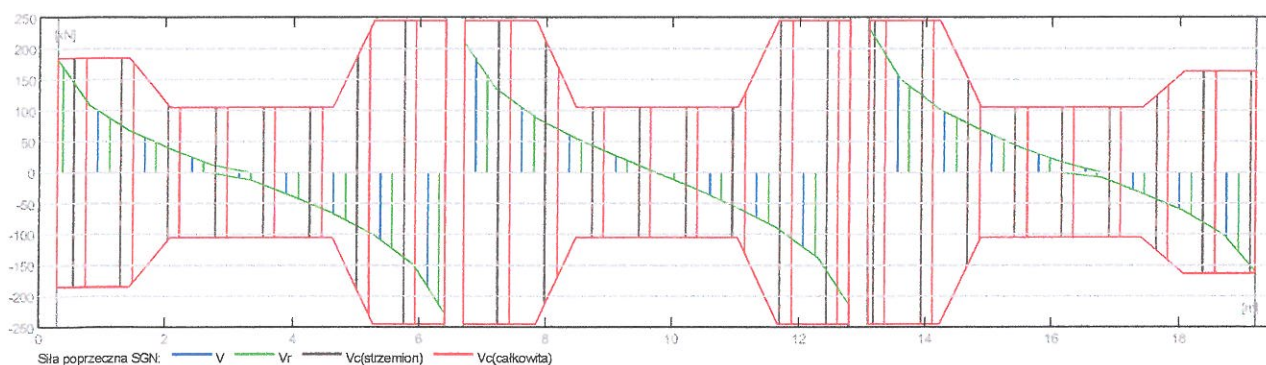
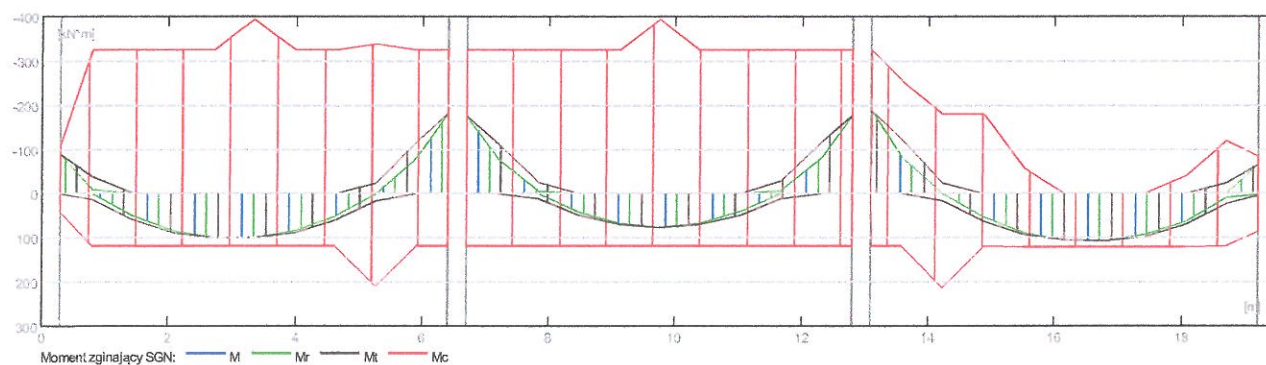
- Regulamin kombinacji : PN-EN 1990:2004
- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Belka prefabrykowana : nie
- Otulina zbrojenia : dolna  $c = 4,5$  (cm)  
: boczna  $c1 = 4,5$  (cm)  
: górna  $c2 = 4,5$  (cm)

### Wyniki obliczeniowe:

Zwiększono ilość zbrojenia podłużnego z uwagi na rysy prostopadłe.

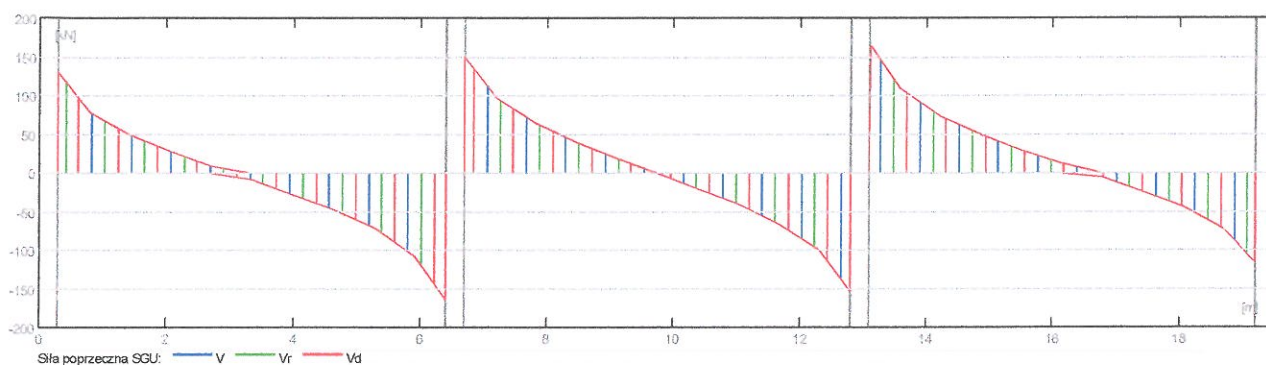
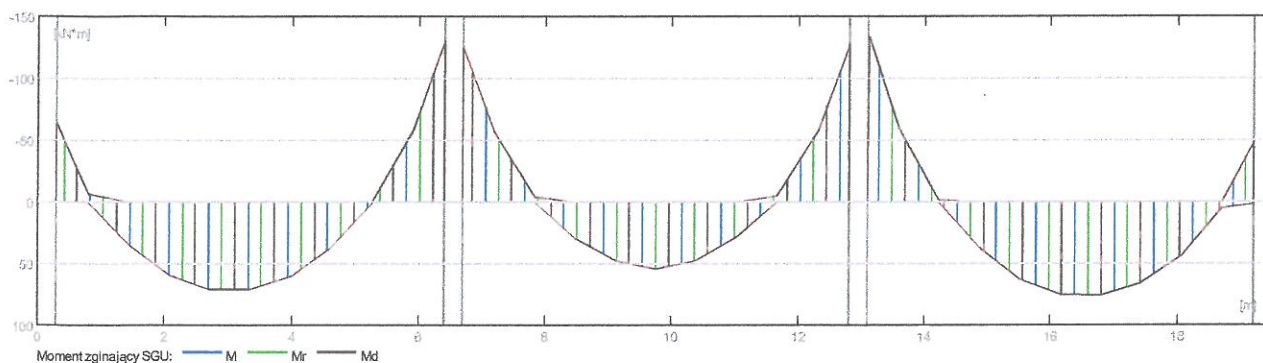
### Oddziaływania w SGN

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	99,32	-0,30	-89,06	-182,03	182,13	-227,94
P2	75,32	-2,09	-176,15	-177,82	210,44	-213,65
P3	106,41	-0,53	-187,71	-66,90	231,13	-160,67



### Oddziaływania w SGU

Przęsło	Mtmaks (kN*m)	Mtmin (kN*m)	MI (kN*m)	Mp (kN*m)	QI (kN)	Qp (kN)
P1	71,17	0,00	-64,09	-130,46	130,98	-163,39
P2	54,00	0,00	-126,23	-127,43	150,85	-153,15
P3	76,22	0,00	-134,51	-48,18	165,65	-115,47



### Teoretyczna powierzchnia zbrojenia

#### Przęsło

	Przęsłowe (cm <sup>2</sup> )		Podpora lewa (cm <sup>2</sup> )		Podpora prawa (cm <sup>2</sup> )	
	dolne	górne	dolne	górne	dolne	górne
P1	6,60	0,00	0,00	5,87	0,00	13,09
P2	4,91	0,00	0,00	12,59	0,00	12,73
P3	7,11	0,00	0,00	13,59	0,25	4,33

### Ilościowe zestawienie materiałów:

- Objętość betonu = 2,63 (m<sup>3</sup>)
- Powierzchnia deskowania = 23,31 (m<sup>2</sup>)
- Stal A-IIIN (RB500W), typ A-IIIN (RB500W)
  - Ciężar całkowity = 606,38 (kg)
  - Gęstość = 230,34 (kg/m<sup>3</sup>)



## OBLICZENIA SŁUPÓW ŻELBETOWYCH

### SŁUP 30 x 30 cm

#### Charakterystyki materiałów:

- Beton : B30 fcd = 16,67 (MPa)
- Zbrojenie podłużne : A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)
- Zbrojenie poprzeczne : A-IIIN (RB500W) typ A-IIIN (RB500W)  $f_{yk} = 500,00$  (MPa)

#### Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt 30,0 x 30,0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: = 4,58 (m)
- 2.2.3 Grubość płyty = 0,20 (m)
- 2.2.4 Wysokość belki = 0,35 (m)
- 2.2.5 Otulina zbrojenia = 5,0 (cm)
- 2.2.6 Ac = 900,00 (cm<sup>2</sup>)
- 2.2.7 Icy = 67500,0 (cm<sup>4</sup>)
- 2.2.8 Icz = 67500,0 (cm<sup>4</sup>)
- 2.2.9 dy = 24,0 (cm)
- 2.2.10 dz = 24,0 (cm)

#### Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-B-03264 (2002)
- Słup prefabrykowany : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Metoda obliczeń : uproszczona
- Konstrukcja o węzłach nieprzesuwnych

#### Wyniki obliczeniowe:

##### Analiza SGN

Kombinacja wymiarująca: SGN/29=1\*1.35 + 2\*1.35 + 4\*1.50 + 5\*1.50 + 3\*1.50 (C)

Siły przekrojowe:

$$NSd = 1106,28 \text{ (kN)} \quad MSdy = -3,49 \text{ (kN*m)} \quad MSdz = 3,17 \text{ (kN*m)}$$

Siły wymiarujące: przekrój środkowy słupa

$$NSd = 1106,28 \text{ (kN)} \quad NSd^*etotz = -37,86 \text{ (kN*m)} \quad NSd^*etoty = 37,03 \text{ (kN*m)}$$

##### Mimośród:

Mimośród:	ez (My/N)	ey (Mz/N)
statyczny	ee:	-0,3 (cm) 0,3 (cm)
niezamierzony	ea:	-1,0 (cm) 1,0 (cm)
początkowy	e0:	-1,3 (cm) 1,3 (cm)
całkowity	etot:	-3,4 (cm) 3,3 (cm)

#### Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

##### Siła krytyczna

$$N_{crit} = (9 / l_0^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_0 / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 1797,26 \text{ (kN)}$$

$$l_0 = 4,40 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 31401,24 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 651,4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$f = 2,00$$

$$N_d / N = 1,00$$

$$e_0 / h = \max(e_0 / h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_0 / h - 0.01 * f_{cd}) = 0,19$$

$$e_0 = -1,3 \text{ (cm)}$$

$$h = 30,0 \text{ (cm)}$$

### Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col}$ (m)	$l_o$ (m)	$l$	$l_{lim}$	$l_{crit}$	Słup smukły
4,40	4,40	50,81	25,00	104,00	

### Analiza wyboczenia

$$M1 = 4,43 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -8,73 \text{ (kN*m)} \quad M3 = -3,49 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, uwzględnienie wpływu smukłości

$$ee = (0,6M1sd + 0,4M2sd) / Nsd = -0,3 \text{ (cm)} \quad (32)$$

$$ee_{min} = 0,4M1sd / Nsd \quad (33)$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_y/30, 1.0\text{cm}) = -1,0 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 4,40 \text{ (m)}$$

$$h_y = 30,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = -1,3 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = h * eo = -3,4 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$h = 1/(1-Nsd/Ncrit) = 2,60 \quad (37)$$

$$Ncrit = 1797,26 \text{ (kN)} \quad (38)$$

### Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

#### Siła krytyczna

$$Ncrit = (9 / l_o^2) * [(E_{cm} * I_c) / (2 * klt) * (0.11 / (0.1 + e_o / h) + 0.1) + E_s * I_s] = 1797,26 \text{ (kN)}$$

$$l_o = 4,40 \text{ (m)}$$

$$E_{cm} = 31401,24 \text{ (MPa)}$$

$$I_c = 67500,0 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$I_s = 651,4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$klt = 2,00$$

$$f = 2,00$$

$$N_d / N = 1,00$$

$$eo/h = \max(eo/h, 0.05, 0.5 - 0.01 * l_o / h - 0.01 * f_{cd}) = 0,19$$

$$eo = -1,3 \text{ (cm)}$$

$$h = 30,0 \text{ (cm)}$$

### Analiza smukłości

Konstrukcja nieprzesuwana

$l_{col}$ (m)	$l_o$ (m)	$l$	$l_{lim}$	$l_{crit}$	Słup smukły
4,40	4,40	50,81	25,00	104,00	

### Analiza wyboczenia

$$M1 = 7,88 \text{ (kN*m)} \quad M2 = -3,90 \text{ (kN*m)} \quad M3 = 3,17 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój środkowy słupa, uwzględnienie wpływu smukłości

$$ee = (0,6M1sd + 0,4M2sd) / Nsd = 0,3 \text{ (cm)} \quad (32)$$

$$ee_{min} = 0,4M1sd / Nsd \quad (33)$$

$$ea = \max(l_{col}/600, h_z/30, 1.0\text{cm}) = 1,0 \text{ (cm)}$$

$$l_{col} = 4,40 \text{ (m)}$$

$$h_z = 30,0 \text{ (cm)}$$

$$eo = ee + ea = 1,3 \text{ (cm)} \quad (31)$$

$$etot = h * eo = 3,3 \text{ (cm)} \quad (36)$$

$$h = 1/(1-Nsd/Ncrit) = 2,60 \quad (37)$$

$$Ncrit = 1797,26 \text{ (kN)} \quad (38)$$

### Nośność

$$(e_z * b) / (e_y * h) = 0,98$$

$$m_n = 1,00$$

$$NR_{dz} = 1412,85 \text{ (kN)}$$

$$NR_{dy} = 1404,09 \text{ (kN)}$$

$$NR_{do} = 1824,38 \text{ (kN)}$$



$$m n \cdot N_{Sd} = 1106,28 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} = 1 / ((1 / N_{Rdz}) + (1 / N_{Rdy}) - (1 / N_{Rdo})) = 1146,97 \text{ (kN)}$$

$$N_{Rd} / N_{Sd} = 1,02$$

#### Zbrojenie:

Przekrój zbrojony prętami f16,0 (mm)  
 Całkowita liczba prętów w przekroju = 4  
 Liczba prętów na boku b = 2  
 Liczba prętów na boku h = 2  
 rzeczywista powierzchnia  $A_{sr} = 8,04 \text{ (cm}^2\text{)}$   
 Stopień zbrojenia:  $m = A_{sr} / A_c = 0,89 \%$

#### Zbrojenie:

##### Pręty główne (A-IIIN (RB500W)):

• 4 f16 l = 4,53 (m)

##### Zbrojenie poprzeczne (A-IIIN (RB500W)):

• strzemiona: 21 f8 l = 0,96 (m)

• szpilki 21 f8 l = 0,96 (m)

#### Ilościowe zestawienie materiałów:

• Objętość betonu = 0,38 (m<sup>3</sup>)  
 • Powierzchnia deskowania = 5,07 (m<sup>2</sup>)

##### • Stal A-IIIN (RB500W), typ A-IIIN (RB500W)

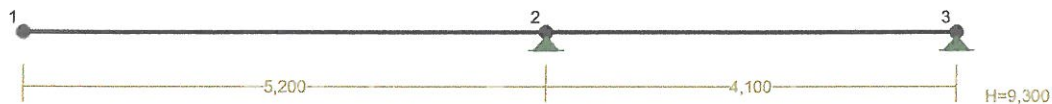
• Ciężar całkowity = 36,54 (kG)  
 • Gęstość = 96,09 (kG/m<sup>3</sup>)  
 • Średnia średnica = 11,8 (mm)  
 • Zestawienie zbrojenia:

Średnica (mm)	Długość (m)	Ciężar (kG)	Ilość (szt.)	Ciężar łączny (kG)
8	0,96	0,38	21	7,96
16	4,53	7,14	4	28,58

# OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWEJ – ZADASZENIE NAD WEJŚCIEM GŁÓWNYM

## BELKA 1

WĘZŁY:

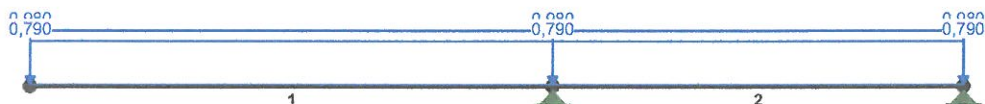


### STAŁE MATERIAŁOWE:

Materiał: Moduł E: Napręż.gr.: AlfaT:  
[N/mm<sup>2</sup>] [N/mm<sup>2</sup>] [1/K]

2 St3S (X,Y,V, 205 205,000 1,20E-05

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA: [kN/m]

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A ""

Stałe gf= 1,35

1 Liniowe 0,0 0,980 0,980 0,00 5,20

2 Liniowe 0,0 0,980 0,980 0,00 4,10

Grupa: C ""

Zmienne gf= 1,50

1 Liniowe 0,0 0,790 0,790 0,00 5,20

2 Liniowe 0,0 0,790 0,790 0,00 4,10

## W Y N I K I

Teoria I-go rzędu

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa: Znaczenie: yd: gf:

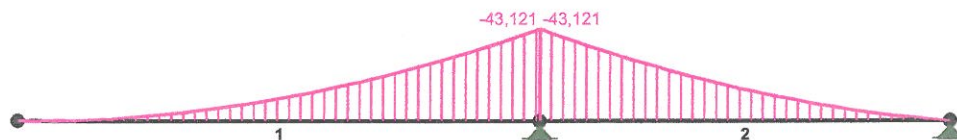
Ciężar wł. 1,35

A -"" Stałe 1,35

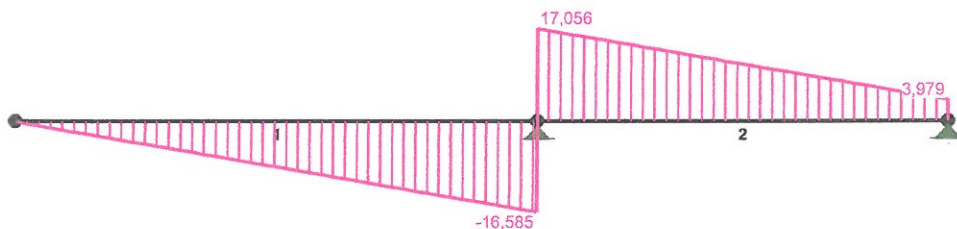
C -"" Zmienne 1 1,00 1,50



MOMENTY:



TNĄCE:



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+AC

Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	-0,000	0,000	0,000
	1,00	5,200	-43,121	-16,585	0,000
2	0,00	0,000	-43,121	17,056	0,000
	1,00	4,100	0,000	3,979	0,000

\* = Wartości ekstremalne

**Pręt nr 1**

Zadanie: Belka 1

Przekrój: I 220 HEA

Wymiary przekroju:

I 220 HEA  $h=210,0$   $g=7,0$   $s=220,0$   $t=11,0$   $r=18,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=5410,0$   $J_{yg}=1955,0$   $A=64,30$   $i_x=9,2$   $i_y=5,5$   $J_w=193266,1$   $J_t=26,2$   $i_s=10,7$ .

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość  **$f_d=215$  MPa** dla  **$g=11,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

**Siły przekrojowe:**

$x_a = 5,200$ ;  $x_b = 0,000$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AC**

**$M_x = 43,121$  kNm,**  **$V_y = -16,585$  kN,**  **$N = 0,000$  kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $s_t = 83,7$  MPa  $s_c = -83,7$  MPa.

**Naprężenia:**  $x_a = 5,200$ ;  $x_b = 0,000$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $s_t = 83,7$  MPa  $s_c = -83,7$  MPa.

Napężenia:

- normalne:  $s = 0,0$   $Ds = 83,7$  MPa  $\gamma_{0c} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $Av = 14,70$  cm<sup>2</sup>  $t = 11,3$  MPa  $\gamma_{0v} = 1,000$

Warunki nośności:

$$s_{ec} = s / \gamma_{0c} + Ds = 0,0 / 1,000 + 83,7 = 83,7 < 215 \text{ MPa}$$

$$t_{ey} = t / \gamma_{0v} = 11,3 / 1,000 = 11,3 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{83,7^2 + 3 \times 0,0^2} = 83,7 < 215 \text{ MPa}$$

**Długości wyboczeniowe pręta:**

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$k_a = 1,000$   $k_b = 0,612$  węzły przesuwne p  $m = 2,741$  dla  $l_0 = 5,200$

$$l_w = 2,741 \times 5,200 = 14,253 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$k_a = 1,000$   $k_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne p  $m = 1,000$  dla  $l_0 = 5,200$

$$l_w = 1,000 \times 5,200 = 5,200 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $m_w = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{ow} = 5,200$  m. Długość wyboczeniowa  $l_w = 5,200$  m.

**Siły krytyczne:**

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 5410,0}{14,253^2} 10^{-2} = 538,798 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1955,0}{5,200^2} 10^{-2} = 1462,829 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_w}{l_w^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{10,7^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 193266,1}{5,200^2} 10^{-2} + 80 \times 26,2 \times 10^2 \right) = 3089,355 \text{ kN}$$

**Zwicherungie:**

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{ow} = 5200$  mm:

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_{cl}} = \frac{35 \times 55}{0,550} \times \sqrt{215 / 215} = 3506 < 5200 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwicherungiem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_0 = 0,00$  cm. Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = -0,00$  cm. Przyjęto następujące wartości parametrów zwicherungia:  $A_1 = 0,000$ ,  $A_2 = 3,400$ ,  $B = 4,100$ .

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 a_s = 0,000 \times 0,00 + 3,400 \times -0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_0 N_y + \sqrt{(A_0 N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 1462,829 + \sqrt{(0,000 \times 1462,829)^2 + 4,100^2 \times 0,107^2 \times 1462,829 \times 3089,355} = 932,815$$

Smukłość względna dla zwicherungia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{110,776 / 932,815} = 0,396$$



**Nośność przekroju na zginanie:**

$x_a = 5,200$ ;  $x_b = 0,000$ .

- względem osi X

$$M_R = a_p W f_d = 1,000 \cdot 515,2 \cdot 215 \cdot 10^{-3} = 110,776 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $l_L = 0,396$  wynosi  $j_L = 0,996$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} = \frac{43,121}{0,996 \times 110,776} = 0,391 < 1$$

**Nośność przekroju na ścinanie:**

$x_a = 5,200$ ;  $x_b = 0,000$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 14,7 \times 215 \times 10^{-1} = 183,309 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 109,985 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 16,585 < 183,309 = V_R$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$x_a = 5,200$ ;  $x_b = 0,000$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 16,585 < 109,985 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 110,776 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{Rx,V}} = \frac{43,121}{110,776} = 0,389 < 1$$

**Nośność środka pod obciążeniem skupionym:**

$x_a = 5,200$ ;  $x_b = 0,000$ .

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 100,0 \text{ mm}$ .

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $s_c = 60,6 \text{ MPa}$ . Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$h_c = 1,25 - 0,5 s_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 60,6 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w h_c f_d = 245,0 \times 7,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 368,725 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 33,641 < 368,725 = P_{R,W}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

$$a_{\max} = 35,4 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 150 = 5200 / 150 = 34,7 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 35,4 > 34,7 = a_{gr}$$

## Pręt nr 2

Przekrój: I 220 HEA

Wymiary przekroju:

I 220 HEA  $h=210,0$   $g=7,0$   $s=220,0$   $t=11,0$   $r=18,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=5410,0$   $J_{yg}=1955,0$   $A=64,30$   $i_x=9,2$   $i_y=5,5$   $J_w=193266,1$   $J_t=26,2$   $i_s=10,7$ .

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość **fd=215 MPa** dla **g=11,0**.

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,100$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **AC**

**$M_x = 43,121$  kNm,  $V_y = 17,056$  kN,  $N = 0,000$  kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $s_t = 83,7$  MPa  $s_c = -83,7$  MPa.

### Naprężenia:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,100$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $s_t = 83,7$  MPa  $s_c = -83,7$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $s = 0,0$   $Ds = 83,7$  MPa  $y_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $Av = 14,70$  cm<sup>2</sup>  $t = 11,6$  MPa  $y_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$s_{ec} = s / y_{oc} + Ds = 0,0 / 1,000 + 83,7 = 83,7 < 215 \text{ MPa}$$

$$t_{ey} = t / y_{ov} = 11,6 / 1,000 = 11,6 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{83,7^2 + 3 \times 0,0^2} = 83,7 < 215 \text{ MPa}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$k_a = 1,000$   $k_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\mu = 1,000$  dla  $l_0 = 4,100$

$$l_w = 1,000 \times 4,100 = 4,100 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$k_a = 1,000$   $k_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $\mu = 1,000$  dla  $l_0 = 4,100$

$$l_w = 1,000 \times 4,100 = 4,100 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $m_w = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{ow} = 4,100$  m. Długość wyboczeniowa  $l_w = 4,100$  m.

### Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 5410,0}{4,100^2} 10^{-2} = 6511,532 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 1955,0}{4,100^2} 10^{-2} = 2353,058 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_w}{l_w^2} + GJ_T \right) =$$



$$\frac{1}{10,7^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 193266,1}{4,100^2} 10^{-2} + 80 \times 26,2 \times 10^2 \right) = 3857,686 \text{ kN}$$

#### Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{ow} = 4100 \text{ mm}$ :

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 55}{0,550} \times \sqrt{215 / 215} = 3506 < 4100 = l_1$$

Pręt nie jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Współrzędna punktu przyłożenia obciążenia  $a_o = 0,00 \text{ cm}$ . Różnica współrzędnych środka ścinania i punktu przyłożenia siły  $a_s = -0,00 \text{ cm}$ . Przyjęto następujące wartości parametrów zwichrzenia:  $A_1 = 1,230$ ,  $A_2 = 0,520$ ,  $B = 1,310$ .

$$A_o = A_1 b_y + A_2 a_s = 1,230 \times 0,00 + 0,520 \times -0,00 = 0,000$$

$$M_{cr} = \pm A_o N_y + \sqrt{(A_o N_y)^2 + B^2 i_s^2 N_y N_z} =$$

$$0,000 \times 2353,058 + \sqrt{(0,000 \times 2353,058)^2 + 1,310^2 \times 0,107^2 \times 2353,058 \times 3857,686} = 422,408$$

Smukłość względna dla zwichrzenia wynosi:

$$\bar{\lambda}_L = 1,15 \sqrt{M_R / M_{cr}} = 1,15 \times \sqrt{110,776 / 422,408} = 0,589$$

#### Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,100$ .

- względem osi X

$$M_R = a_p W f_d = 1,000 \times 515,2 \times 215 \times 10^{-3} = 110,776 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $\bar{\lambda}_L = 0,589$  wynosi  $j_L = 0,973$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\varphi_x M_{Rx}} = \frac{43,121}{0,973 \times 110,776} = 0,400 < 1$$

#### Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,100$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 14,7 \times 215 \times 10^{-1} = 183,309 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 109,985 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 17,056 < 183,309 = V_R$$

**Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:**

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,100$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 17,056 < 109,985 = V_0$

$$M_{R,V} = M_R = 110,776 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R,x,V}} = \frac{43,121}{110,776} = 0,389 < 1$$

**Nośność środniczki pod obciążeniem skupionym:**

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,100$ .

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 100,0 \text{ mm}$ .

Naprężenia ściskające w środniczce wynoszą  $s_c = 60,6 \text{ MPa}$ . Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$h_c = 1,25 - 0,5 s_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 60,6 / 215 = 1,000$$

Nośność środniczki na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_0 t_W h_c f_d = 245,0 \times 7,0 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 368,725 \text{ kN}$$

Warunek nośności środniczki:

$$P = 0,000 < 368,725 = P_{R,W}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y wynoszą:

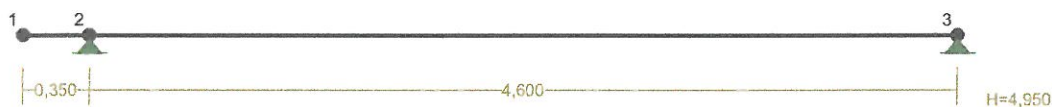
$$a_{\max} = 2,3 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 4100 / 250 = 16,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 2,3 < 16,4 = a_{gr}$$

## Belka 2

WĘZŁY:

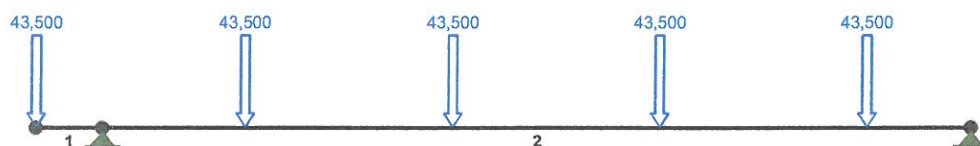


**STAŁE MATERIAŁOWE:**

Materiał:	Moduł E:	Napręż.gr.:	AlfaT:
	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[1/K]

2 St3S (X,Y,V,	205	205,000	1,20E-05
----------------	-----	---------	----------

**OBCIĄŻENIA:**





**OBCIĄŻENIA:** ([kN],[kNm],[kN/m])

Pręt: Rodzaj: Kąt: P1(Tg): P2(Td): a[m]: b[m]:

Grupa: A		Zmienne		gf= 1,00
1	Skupione	0,0	43,500	0,00
2	Skupione	0,0	43,500	0,75
2	Skupione	0,0	43,500	1,85
2	Skupione	0,0	43,500	2,95
2	Skupione	0,0	43,500	4,05

## W Y N I K I

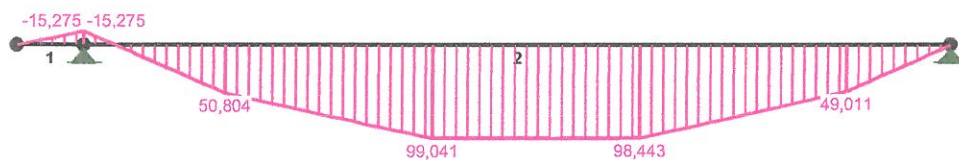
Teoria I-go rzędu

**OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:**

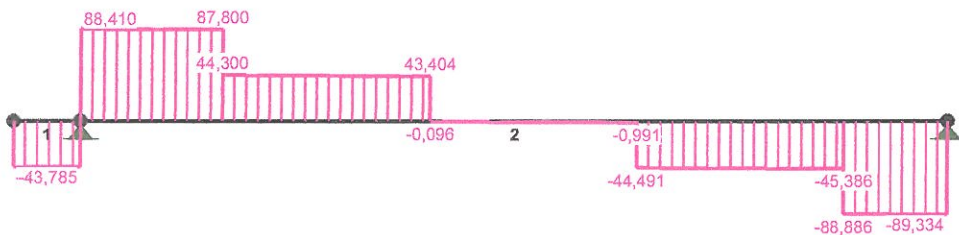
Grupa: Znaczenie: yd: gf:

Ciężar wł. 1,35  
A -''' Zmienne 1 1,00 1,00

**MOMENTY:**



**TNĄCE:**



**SIŁY PRZEKROJOWE:** T.I rzędu

Obciążenia obl.: Ciężar wł.+A

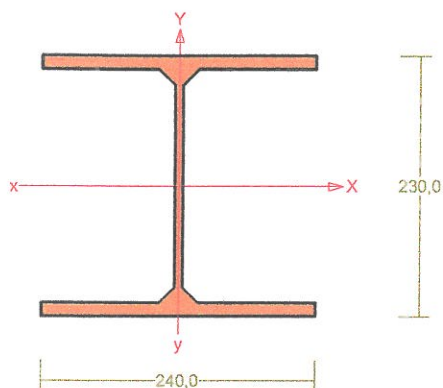
Pręt:	x/L:	x[m]:	M[kNm]:	Q[kN]:	N[kN]:
1	0,00	0,000	0,000	-43,500	0,000
	1,00	0,350	-15,275	-43,785	0,000
2	0,00	0,000	-15,275	88,410	0,000
	0,40	1,850	99,041*	43,404	0,000
	1,00	4,600	0,000	-89,334	0,000

\* = Wartości ekstremalne

## Pręt nr 2

Zadanie: Belka 2

Przekrój: I 240 HEA



Wymiary przekroju:

I 240 HEA  $h=230,0$   $g=7,5$   $s=240,0$   $t=12,0$   $r=21,0$ .

Charakterystyka geometryczna przekroju:

$J_{xg}=7763,0$   $J_{yg}=2769,0$   $A=76,80$   $i_x=10,1$   $i_y=6,0$

$J_w=328485,9$   $J_t=36,9$   $i_s=11,7$ .

Materiał: **St3S (X,Y,V,W)**. Wytrzymałość  **$f_d=215$  MPa** dla  **$g=12,0$** .

Przekrój spełnia warunki przekroju klasy 1.

### Siły przekrojowe:

$x_a = 1,850$ ;  $x_b = 2,750$ .

Obciążenia działające w płaszczyźnie układu: **A**

**$M_x = -99,041$  kNm,  $V_y = 43,404$  kN,  $N = 0,000$  kN,**

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $s_t = 146,7$  MPa  $s_c = -146,7$  MPa.

### Naprężenia:

$x_a = 1,850$ ;  $x_b = 2,750$ .

Naprężenia w skrajnych włóknach:  $s_t = 146,7$  MPa  $s_c = -146,7$  MPa.

Naprężenia:

- normalne:  $s = 0,0$   $D_s = 146,7$  MPa  $y_{oc} = 1,000$

- ścinanie wzdłuż osi Y:  $A_v = 17,25$  cm<sup>2</sup>  $t = 25,2$  MPa  $y_{ov} = 1,000$

Warunki nośności:

$$s_{ec} = s / y_{oc} + D_s = 0,0 / 1,000 + 146,7 = 146,7 < 215 \text{ MPa}$$

$$t_{ey} = t / y_{ov} = 25,2 / 1,000 = 25,2 < 124,7 = 0,58 \times 215 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3 \tau_e^2} = \sqrt{146,7^2 + 3 \times 0,0^2} = 146,7 < 215 \text{ MPa}$$

### Długości wyboczeniowe pręta:

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie układu przyjęto podatności węzłów ustalone wg załącznika 1 normy:

$k_a = 1,000$   $k_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $p$   $m = 1,000$  dla  $l_0 = 4,600$

$$l_w = 1,000 \times 4,600 = 4,600 \text{ m}$$

- przy wyboczeniu w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny układu:

$k_a = 1,000$   $k_b = 1,000$  węzły nieprzesuwne  $p$   $m = 1,000$  dla  $l_0 = 4,600$

$$l_w = 1,000 \times 4,600 = 4,600 \text{ m}$$

- dla wyboczenia skrętnego przyjęto współczynnik długości wyboczeniowej  $m_w = 1,000$ . Rozstaw stężeń zabezpieczających przed obrotem  $l_{ow} = 4,600$  m. Długość wyboczeniowa  $l_w = 4,600$  m.



Siły krytyczne:

$$N_x = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 7763,0}{4,600^2} 10^{-2} = 7422,796 \text{ kN}$$

$$N_y = \frac{\pi^2 EJ}{l_w^2} = \frac{3,14^2 \times 205 \times 2769,0}{4,600^2} 10^{-2} = 2647,652 \text{ kN}$$

$$N_z = \frac{1}{i_s^2} \left( \frac{\pi^2 EJ_{\omega}}{l_w^2} + GJ_T \right) =$$

$$\frac{1}{11,7^2} \left( \frac{3,14^2 \times 205 \times 328485,9}{4,600^2} 10^{-2} + 80 \times 36,9 \times 10^2 \right) = 4440,437 \text{ kN}$$

Zwichrzenie:

Dla dwuteownika walcowanego rozstaw stężeń zabezpieczających przekrój przed obrotem  $l_1 = l_{ow} = 4600 \text{ mm}$ :

$$\frac{35 i_y}{\beta} \sqrt{215 / f_d} = \frac{35 \times 60}{0,400} \times \sqrt{215 / 215} = 5254 > 4600 = l$$

Pręt jest zabezpieczony przed zwichrzeniem.

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 1,850$ ;  $x_b = 2,750$ .

- względem osi X

$$M_R = a_p W f_d = 1,000'675,0'215'10^{-3} = 145,134 \text{ kNm}$$

Współczynnik zwichrzenia dla  $l_L = 0,648$  wynosi  $j_L = 0,958$

Warunek nośności (54):

$$\frac{M_x}{\phi_x M_{Rx}} = \frac{99,041}{0,958 \times 145,134} = 0,712 < 1$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 4,600$ ;  $x_b = 0,000$ .

- wzdłuż osi Y

$$V_R = 0,58 A_V f_d = 0,58 \times 17,3 \times 215 \times 10^{-1} = 215,107 \text{ kN}$$

$$V_o = 0,6 V_R = 129,064 \text{ kN}$$

Warunek nośności dla ścinania wzdłuż osi Y:

$$V = 89,334 < 215,107 = V_R$$

Nośność przekroju zginanego, w którym działa siła poprzeczna:

$x_a = 1,850$ ;  $x_b = 2,750$ .

- dla zginania względem osi X:  $V_y = 43,404 < 129,064 = V_o$

$$M_{R,V} = M_R = 145,134 \text{ kNm}$$

Warunek nośności (55):

$$\frac{M_x}{M_{R,x,v}} = \frac{99,041}{145,134} = 0,682 < 1$$

**Nośność środka pod obciążeniem skupionym:**

$x_a = 0,000$ ;  $x_b = 4,600$ .

Przyjęto szerokość rozkładu obciążenia skupionego  $c = 100,0$  mm.

Naprężenia ściskające w środku wynoszą  $s_c = 16,1$  MPa. Współczynnik redukcji nośności wynosi:

$$h_c = 1,25 - 0,5 s_c / f_d = 1,25 - 0,5 \times 16,1 / 215 = 1,000$$

Nośność środka na siłę skupioną:

$$P_{R,W} = c_o t_w h_c f_d = 265,0 \times 7,5 \times 1,000 \times 215 \times 10^{-3} = 427,313 \text{ kN}$$

Warunek nośności środka:

$$P = 132,195 < 427,313 = P_{R,W}$$

**Stan graniczny użytkowania:**

Ugięcia względem osi Y liczone od cięciwy pręta wynoszą:

$$a_{\max} = 13,7 \text{ mm}$$

$$a_{gr} = l / 250 = 4600 / 250 = 18,4 \text{ mm}$$

$$a_{\max} = 13,7 < 18,4 = a_{gr}$$