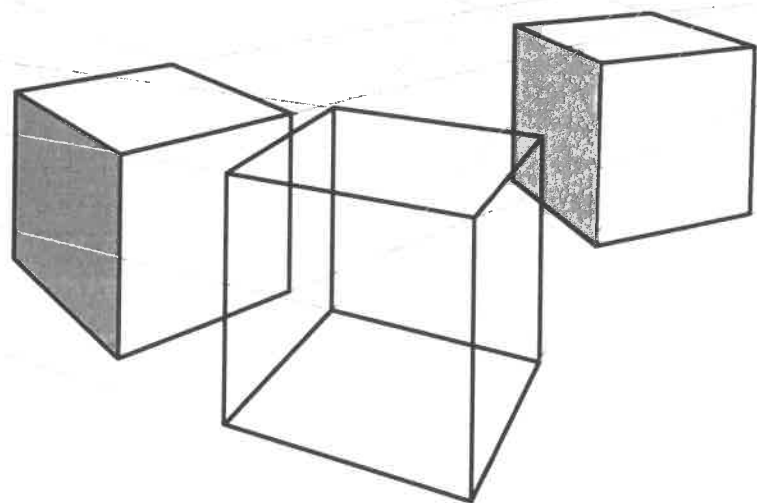


**Ekspertyza techniczna konstrukcyjno - budowlana budynku
dydaktycznego przy ul. Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”)
w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu
Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie**

Inwestor : **Uniwersytet Szczeciński**
 Al. Papieża Jana Pawła II 22 a
 70-453 Szczecin



tuxboel

Engineering sp. z o.o.

ul. Św. Szczepana 40, 61-465 Poznań


Tel. : + 48 61 222 59 85

Fax: + 48 61 222 59 86

Mobile: + 48 601 70 55 92

INWESTOR: Uniwersytet Szczeciński
Al. Papieża Jana Pawła II 22 a
70-453 Szczecin

RODZAJ: Ekspertyza techniczna konstrukcyjno - budowlana budynku
OPRACOWANIA: dydaktycznego przy ul. Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”)
w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu
Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie

Biuro	Tuxbel Engineering Sp. z o. o.			
Projektowe:	ul. św. Szczepana 40; 61-465 Poznań			
Nr umowy:	DOT/9/T/2019			
Funkcja:	Tytuł, Imię i Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis	Data
Projektant:	mgr inż. Maciej Grzelski	upr.bud.nr382/82/Lo upr.proj.nr750/85/Lo		28.04.2019 r.

Spis zawartości

1.	Wstęp.	str. 3
1.1.	Podstawa opracowania.	str. 3
1.2.	Przedmiot, cel i zakres opracowania.	str. 3
1.3.	Kryteria sposobów oceny stanu technicznego i możliwości dalszego użytkowania obiektu budowlanego.	str. 4
2.	Lokalizacja budynku dydaktycznego segment „A” przy ul. Cukrowej 8 w Szczecinie	str. 8
3.	Krótki opis budynku.	str. 9
4.	Ocena stanu technicznego budynku „A” pod kątem przydatności do potrzeb termomodernizacji budynku z jednoczesnym zamontowaniem paneli fotowoltanicznych na ścianie frontowej.	str.11
5.	Ocena stanu technicznego budynku „A” pod kątem przydatności do potrzeb instalacji turbin wiatrowych na dachu.	str.20
6.	Podsumowanie.	str.22

Część graficzna

Rys. nr 1 Elewacja frontowa budynku „A” z panelami fotowoltanicznymi o współczynniku przenikania ciepła $U_w=0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Rys. nr 2 Szkic montażu turbin wiatrowych o mocy 20 kW (wg audytu).

1. Wstęp.

1.1. Podstawa opracowania.

- Umowa nr DOT/9/T/2019 zawarta w dniu 10.04.2019 r. w Szczecinie pomiędzy Uniwersytetem Szczecińskim a Tuxbel Engineering sp. z o.o. [1],
- Audyt energetyczny budynku : „Budynek Wydziału Zarządzania i Ekonomiki Usług budynek A, B Wydziału Humanistycznego budynek C, ul.Cukrowa 8/Krakowska 79, 71-004 Szczecin, oprtac.: „Energo-Term” Michał Manikowski, ul.Ks.Warcisława I 22C/3, 71-667 Szczecin, 14 luty 2018 r. [2],
- Ekspertyza budowlana dot. Budynek Biurowego w budowie zlokalizowanego przy ul. Cukrowej 12 w Szczecinie, oprac.: Aleksander Adamczyk, Włodzimierz Kiernożycki, Szczecin grudzień 1996 r. [3]
- Projekt budowlany Adaptacja budynków przy ul.Cukrowej 8 w Szczecinie. Konstrukcja oprac.: Aleksander Adamczyk, Włodzimierz Kiernożycki, czerwiec 1997 r. [4],
- PN-ISO 15686-7:2010 Budynek i budowlę.Planowanie okresu użytkowania. [5]
- Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać budynki oraz ich usytuowanie Rozp. Min. Infr. i Bud. z dnia 14.11.2017 r. Dz.U.2017 poz. 2285 [6],
- PN-EN 1990:2004/Ap2:2010 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji [7],
- PN-EN 1991-1-1 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1 Oddziaływanie ogólne [8]
- Notatka ze spotkania z przedstawicielami Zamawiającego w dniu 15.04.2019 r. [9],
- wizje lokalne i pomiary w dniu 15.04.2019 r.[10]

1.2. Przedmiot i cel opracowania.

Przedmiotem opracowania jest ocena techniczna w zakresie możliwości konstrukcyjno-budowlanych wdrożenia założeń termomodernizacji wraz z montażem paneli fotowoltanicznych na elewacjach budynku „A” Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej 8 wg wytycznych audytu energetycznego [2].

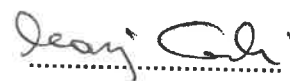
Ekspertyza techniczna konstrukcyjno-budowlana budynku dydaktycznego przy ul.Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”) w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie

1.3. Oświadczenie projektanta, kserokopie uprawnień projektowych i wykonawczych, zaświadczenie przynależności do właściwej izby inżynierów budownictwa.

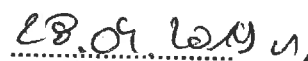
OŚWIADCZENIE

Ekspertyza techniczna konstrukcyjno-budowlana budynku dydaktycznego przy ul.Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”) w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie została sporządzona zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy i sztuki budowlanej

Projektant: mgr inż. Maciej Grzelski



podpis



data

URZĄD WOJEWÓDZKI
w Lesznie
WYDZIAŁ
Planowania Przestrzennego
Urbanistyki, Architektury
i Nadzoru Budowlanego
Nr ewid. 750/85/Le

- DUPLIKAT -

Leszno, dnia 13 czerwca 1985r.

DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO
do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych
w budownictwie.

Na podstawie §2 ust.1 pkt.1 i §13 ust.1 pkt.2 lit.----
rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska
z dnia 20 lutego 1975r. w sprawie samodzielnych funkcji technicz-
nych w budownictwie /Dz.U.Nr 8 poz.46/ stwierdza się, że Obywatel

M A C I E J G R Z E L S K I

magister inżynier budownictwa

urodzony dnia 28.X.1954r. w Krzeszynie posiada przygotowanie
zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnych funkcji

p r o j e k t a n t a

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej -----
w zakresie -----

Obywatel **M A C I E J G R Z E L S K I** jest upoważniony do:

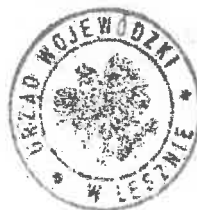
- sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-
budowlanych budynków i innych budowli, z wyłączeniem linii,
węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg star-
towych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych
i melioracji wodnych.

Oryginał dokumentu stwierdzenia przygotowania zawodowego do pełnie-
nia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie podpisał
Dyrektor Wydziału inż.arch.Waldemar Makowski.

Duplikat stwierdzenia wystawiono na podstawie dokumentów archiwal-
nych Wydziału Gospodarki Przestrzennej Urzędu Wojewódzkiego w Lesz-
nie.

Leszno, dnia 15 września 1995r.

URZĄD WOJEWÓDZKI
w Lesznie
Wydział Gospodarki Przestrzennej
ul. Żwirki i Wigury 21, tel. 20-27-70, 20-84-00
skrytka pocztowa 115
64-100 LESZNO



Z UPOWAŻNIENIA WOJEWODY
Jacek Wójcik
Dyrektor Wydziału
Gospodarki Przestrzennej

- DUPLIKAT -

URZĄD WOJEWÓDZKI
w Lesznie
Nr ewid. 382/82/Le

Leszno, dnia 3 maja 1982r.

DECYZJA O STWIERDZENIU 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 lit.----- rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i
Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975r. w sprawie samodzieln-
nych funkcji technicznych w budownictwie /Dz.U.Nr 8 poz.46/
stwierdza się, że Obywatel

M A C I E J G R Z E L S K I

magister inżynier budownictwa

urodzony dnia 28 października 1954r. w Krotoszynie posiada przy-
gotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej
funkcji **k i e r e w n i k a** budowy i robót

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej -----
w zakresie -----

Obywatel **M A C I E J G R Z E L S K I** jest upoważniony do:

- 1/kierowania, nadzoru i kontrolowania budowy i robót,
kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych
elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu
technicznego w zakresie wszelkich 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/sporzędzania w budownictwie osób fizycznych projektów w
zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych wszelkich
budynków i budowli,-----
- 3/sporzędzania 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.

Oryginał dokumentu stwierdzenia podlegania przygotowania zawode-
wego do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie
podpisał z upoważnienia Wojewody Główny Architekt Województwa
Leszczyńskiego mgr inż. arch. Andrzej Wolanin. Pieczęć okrągła z
Godłem Państwa i napisem w otoku: Urząd Wojewódzki w Lesznie.

Duplikat stwierdzenia wystawiono na podstawie dokumentów posia-
danych przez Wydział Gospodarki Przestrzennej Urzędu Wojewódzkiego
w Lesznie.

Leszno, dnia 15 września 1995r.

URZĄD WOJEWÓDZKI
w Lesznie
Wydział Gospodarki Przestrzennej
ul. Wąsary 21, tel. 20 27 70, 20-94 01
Wydział pocztowa 115
64-100 LESZNO





Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
WKP-W5H-VH9-URA *

2.

Pan Maciej Grzelski o numerze ewidencyjnym WKP/BO/6896/02
adres zamieszkania pl. Wielkopolski 1/67, 61-746 Poznań
jest członkiem Wielkopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2020-01-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-02-05 roku przez:

Jerzy Stroński, Przewodniczący Rady Wielkopolskiej 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.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów
Budownictwa.

Podpisane elektronicznie

2. Lokalizacja budynku „A” Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej 8.



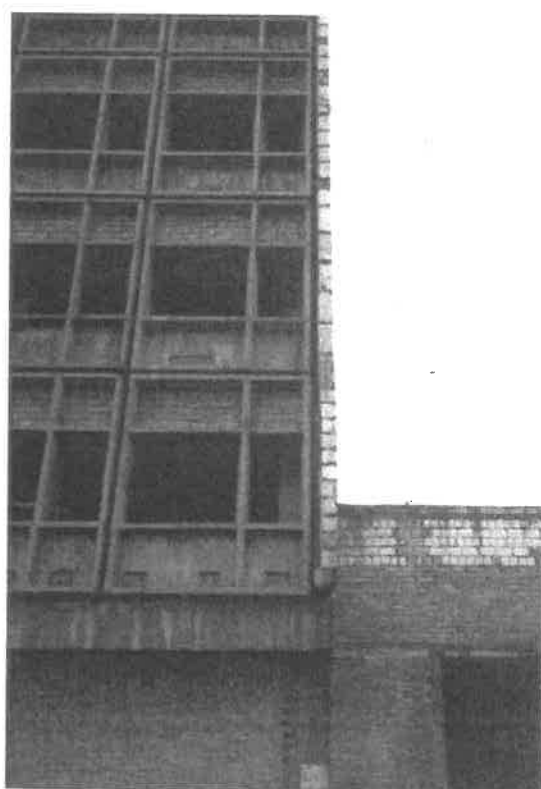
Szkic nr 1 Lokalizacja budynku dydaktycznego „A” przy ul. Cukrowej 8 w Szczecinie.
(Źródło: Google Maps)

3. Krótki opis budynku.

Budynek ośmio-kondygnacyjny, podpiwniczony, kryty stropodachem wentylowanym. Konstrukcja szkieletowa w układzie poprzecznym, tworzona przez żelbetowe ramy typu „H” o rozstawie co 6,0 m z podłużnymi ryglami usztywniającymi.

Stropy prefabrykowane z płyt kanałowych. Klatka schodowa centralna o konstrukcji monolitycznej dobudowana. Szyby windowe z elementów prefabrykowanych.

Ściany zewnętrzne szczytowe murowane z gazobetonu (obecnie) odm. 05. Ściany podłużne o konstrukcji mieszanej, t.j. z żelbetowych prefabrykatów z płytami osłonowymi w pasie podokiennym oraz szkielet stanowiącym podłoże dla ścianek osłonowych grubości 1/2 cegły w pasie nadokiennym - patrz fot. nr 1.



Fot. nr 1 Fragment elewacji budynku „A”
Stan przed adaptacją z 1996 r.
Źródło: ekspertyza [3]

Realizacja budynku przebiegała w latach 1974 - 1990 i została przerwana w stanie surowym otwartym. Budowę kontynuowano od 1997 r. w formie zaadaptowanej do potrzeb budynku dydaktycznego Uniwersytetu Szczecińskiego. W zakresie konstrukcji budynku wzmocnieniu uległy podłużne rygle usztywniające, z uwagi na statykę odciążono część stropów, zmniejszając warstwy wykończeniowe.

Naprawiono i ze względu na pracę przestrzenną konstrukcji nośnej budynku pozostawiono żelbetowe konstrukcje zewnętrznych ścian osłonowych.

Elewację frontową wykonano jako fasadę z wypełnieniami ze szkła bezpiecznego na ruszcie podwieszonym do dodatkowego układu konstrukcyjnego zamocowanego do wieńca żelbetowego oraz żelbetowych wylewek w poziomie stropów.

Wspornikowe elementy stalowe przechodzą przez istniejące murowane w pasie nadokiennym ściany zewnętrzne i stanowią podstawę do zawieszenia rusztu elewacji wraz z wypełnieniami, t.j. panelami z barwionego szkła elewacyjnego i okien w ramach aluminiowych.

Konstrukcję wieszakową przedstawia poniższa fotografia:



Fot. nr 2 Istniejąca konstrukcja do podwieszenia fasady elewacyjnej.

Elewację tylną (zachodnią) - skrajne fragmenty o szerokości 6,0 m wykonano z odtworzeniem i otynkowaniem prefabrykatów żelbetowych.

Pozostała część elewacji zachodniej pokryta tynkiem z dociepleniem na bazie styropianu.

Ściany szczytowe w trakcie adaptacji docieplono metodą lekką na bazie styropianu.

Podstawowe dane budynku „A”

- pow. zabudowy: 656 m²
- pow. użytkowa: 4 735 m²
- kubatura: 21 057 m³
- poziom kondygnacji przyziemia: 24,65 m n.p.m
- wysokość użytkowa kondygnacji: 3,30 m
- wysokość budynku (poziom attyki) : ok. 30,1 m n.p.t.

Docieplenie osłonowych ścian podłużnych - od wewnątrz wełną mineralną.

4. Ocena stanu technicznego budynku „A” pod kątem przydatności do potrzeb termomodernizacji z jednoczesnym zamontowaniem paneli fotowoltaicznych na ścianie frontowej.

Audyt energetyczny [2] z 14.02.2018 r, określa wymogi w zakresie modernizacji termicznej, t.j.:

- okna aluminiowe - stan techniczny zły, zalecana wymiana na nowe o współczynniku przenikania ciepła $U_w=0,9\text{W/m}^2\text{K}$,
- ściana frontowa - wg audytu [2] docieplenie styropianem gr. 20 cm od strony zewnętrznej, oraz jednocześnie zakłada zamontowanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 163,8 kW.

Celem wykonania termomodernizacji z jednoczesnym zamontowaniem paneli fotowoltaicznych należy zdemontować istniejącą elewację i zamontować nową, z uwzględnieniem bieżących wymogów.

Konstrukcja budynku ma umożliwić przeprowadzenie inwestycji zgodnie z audytem [2] wg następujących wytycznych:

1. Docieplenie styropianem od zewnątrz konstrukcji budynku.
2. Wykorzystanie istniejącej konstrukcji nośnej budynku i konstrukcji do podwieszenia fasady (patrz fot. nr 2) dla konsol elewacji fasadowej BIPV ¹⁾
3. Wymianę istniejących okien na nowe o $U_w\leq 0,9\text{W/m}^2\text{K}$

ad 1 Docieplenie styropianem od zewnątrz konstrukcji budynku.

Docieplenie 20 cm warstwą styropianu wykonane tzw. metodą lekko-mokrą od strony zewnętrznej z mocowaniem do podłoża za pomocą kleju (wg wybranego systemu dociepleń) i mechaniczne przy użyciu dybli (wg wybranego systemu dociepleń). Po zamontowaniu styropianu jego zewnętrzną powierzchnię zabezpieczyć za pomocą tynku syntetycznego na siatce tworzywowej (wg wybranego systemu dociepleń). Tynk zatrzeć na gładko.

Stosować styropian tzw. grafitowy o współczynniku przewodzenia ciepła $\lambda=0,031\text{ W/mK}$.

Podłoże dla docieplenia ma wystarczającą nośność, przed przystąpieniem do prac usunąć elementy zmniejszające przyczepność jak kurz, środki antyadhezyjne, wykwitły itp.

Niewielkie nierówności, t.j. do 2 cm, ubytki wyrównać za pomocą zaprawy murarskiej.

Ewentualne większe nierówności, t.j. powyżej 2 cm zniwelować poprzez różnicowanie grubości styropianu.

Stan techniczny budynku umożliwi wykonanie termomodernizacji wg audytu [2] z zastrzeżeniem potrzeby wykonania zewnętrznej warstwy tynku syntetycznego na siatce.

ad 2 Wykorzystanie istniejącej konstrukcji nośnej budynku i konstrukcji do podwieszenia fasady dla konsol elewacji fasadowej BIPV.

By sprawdzić przydatność istniejącej konstrukcji do podwieszenia fasady dla konsol elewacji fasadowej BIPV niezbędne są obliczenia sprawdzające SGN (stan graniczny nośności) i SGU (stan graniczny użytkowania).

1) BIPV (Building Integrated Photovoltaics) - rozwiązania w budownictwie łączące design, estetykę z ekonomią zastosowań fotowoltaicznych. Odpowiednio dobrane moduły fotowoltaiczne stanowią alternatywę dla tradycyjnych materiałów budowlanych wykorzystywanych w pokryciach dachowych czy elewacjach. Moduły BIPV spełniać muszą wymogi EN w zakresie budowy, eksploatacji, bezpieczeństwa, OZE i trwałości.

Ekspertyza techniczna konstrukcyjno-budowlana budynku dydaktycznego przy ul. Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”) w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie

Obc. konsoli ciężarem własnym:

$T1=0,69$ kN

$T2=0,2$ kN

$T3=0,17$ kN

$T4=0,2$ kN

$Q=0,3$ kN

$2*T2+2*0,5T3+4*0,5T4+T1+Q=2*0,2+0,17+2*0,2+0,3=1,27$ kN

Pow. wiatru:

dla $T1$ - 2,35

dla $T2$ - 1,82

dla $T3$ - 1,81

dla $T4$ - 1,41

Pow.: $T1+2*T2+4*0,5T4=2,35+2*1,82+2*1,41=2,35+3,64+2,82=8,81$ m²

Strefa:	strefa 1
z:	30 [m]
A:	74 [m]
q _b :	0.30 [kN/m ²]
Ce:	2.06 [-]

q _p (z=30):	- szczytowe ciśnienie prędkości	
q _p (z=30):	0.62 [kN/m ²]	-wartość charakterystyczna
q _p (z=30)*γ _f :	0.93 [kN/m ²]	-wartość obliczeniowa

Założenia w procedurze obliczeniowej:

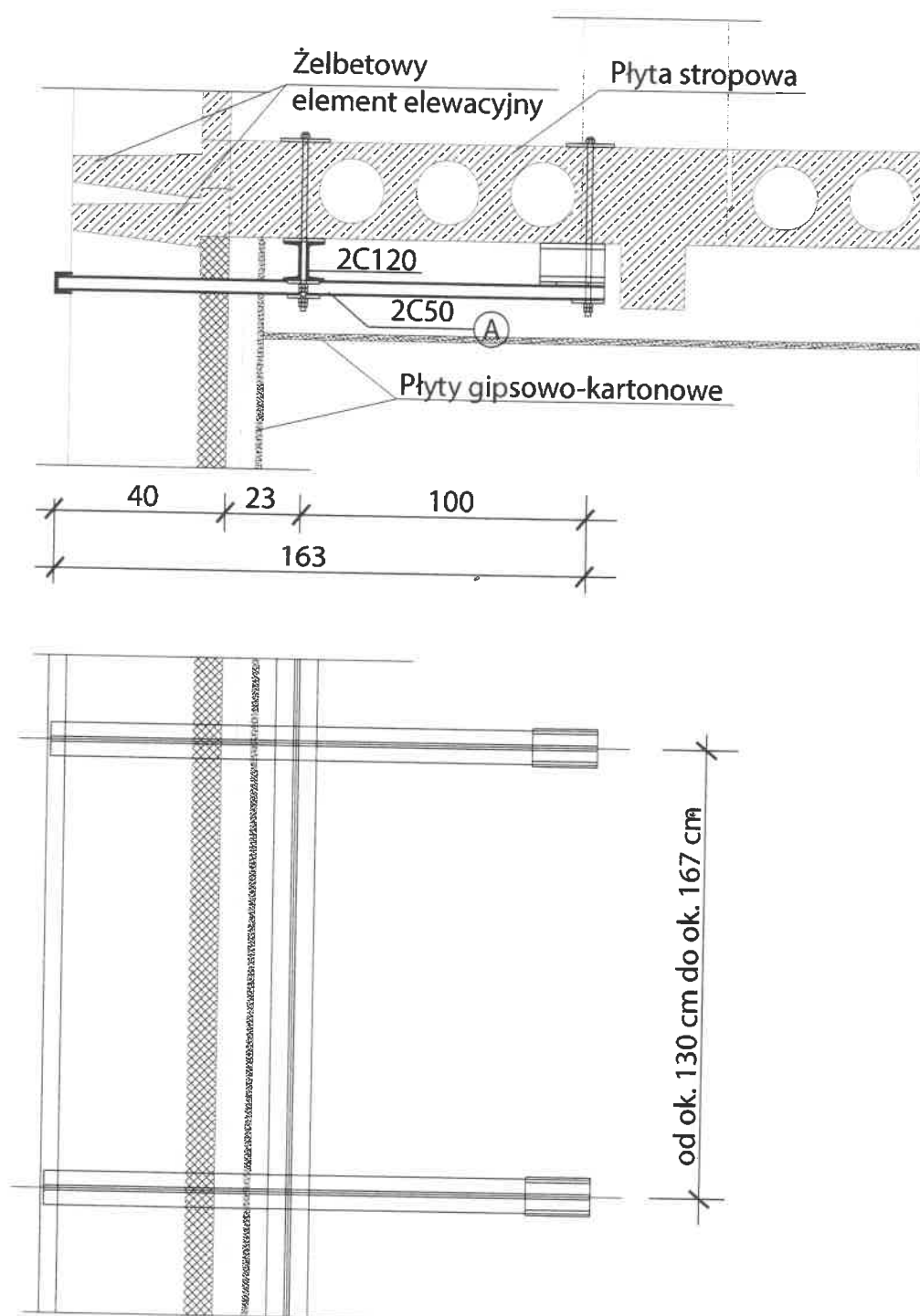
Częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_f= 1,5.

stąd

$P2=8,81$ m²*0,62 kN/m²=5,46 kN

Szkic istniejącej konstrukcji do podwieszenia fasady - patrz strona następna.

Ekspertyza techniczna konstrukcyjno-budowlana budynku dydaktycznego przy ul.Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”) w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie



Szkic nr 2 Istniejąca konstrukcja do podwieszenia konsol dla istniejącej fasady.

Wymiarowanie wykonano w programie Robot Structural Analysis dla istniejącego przekroju (2 C50):

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH nr 1

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 1 Pręt_1

PUNKT: 3

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.39 L = 0.63 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 4 SGN /1/ 1*1.35 + 2*1.35

MATERIAŁ:

STAL $f_y = 215.00 \text{ MPa}$

PARAMETRY PRZEKROJU: 2 C 50

$h=5.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=10.0 \text{ cm}$	$A_y=10.64 \text{ cm}^2$	$A_z=5.00 \text{ cm}^2$	$A_x=14.24 \text{ cm}^2$
$t_w=0.5 \text{ cm}$	$I_y=52.80 \text{ cm}^4$	$I_z=205.88 \text{ cm}^4$	$I_x=2.24 \text{ cm}^4$
$t_f=0.7 \text{ cm}$	$W_{ply}=26.81 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=51.69 \text{ cm}^3$	

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$M_{y,Ed} = -1.11 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{y,pl,Rd} = 5.76 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{y,c,Rd} = 5.76 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_{z,Ed} = -1.81 \text{ kN}$
 $V_{z,c,Rd} = 62.07 \text{ kN}$
KLASA PRZEKROJU = 1

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:

względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

$M_{y,Ed}/M_{y,c,Rd} = 0.19 < 1.00$ (6.2.5.(1))

$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.03 < 1.00$ (6.2.6.(1))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

$u_y = 0.0 \text{ cm} < u_{y \text{ max}} = L/200.00 = 0.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia:

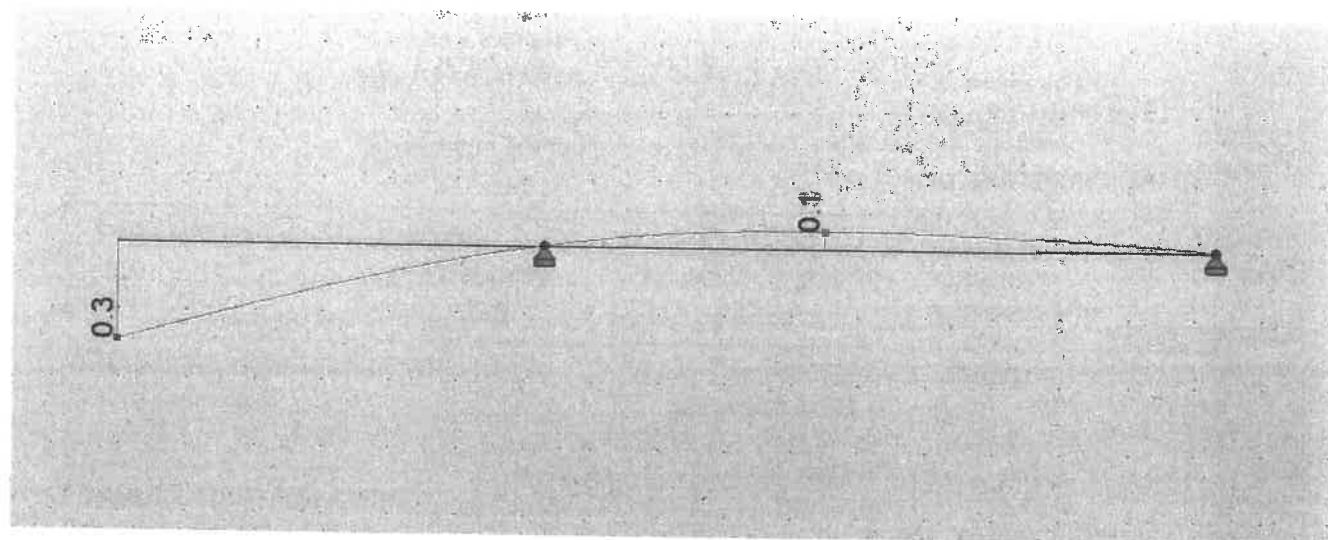
$u_z = 0.3 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/200.00 = 0.8 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGU /1/ 1*1.00 + 2*1.00

Profil poprawny !!!

Natomiast maksymalne ugięcia dla istniejących przekroji dla przypadku SGN przedstawia szkic nr 3:



Szkic nr 3. Deformacje wspornika konsoli istniejących przekroji dla przypadku: SGN.
Ugięcia w cm.

Istniejąca konstrukcja do podwieszania konsoli dla nowej fasady może być wykorzystana pod warunkiem zmniejszenia do maksymalnie ugięć w miejscu połączenia z nowoprojektowaną konsolą do 1 mm. Mimo, że nośność przekroju dla istniejącej elewacji (i nowoprojektowanej, albowiem obciążenia będą bardzo zbliżone) jest wystarczający to ugięcia dla nowoprojektowanej (t.j. wg wymogów audytu [2]) z uwagi na sposób mocowania paneli fotowoltanicznych do konstrukcji fasady nie do zaakceptowania. Wzmocnieniu lub wymianie podlega element oznaczony na szkicu nr 3 jako „A”

Adaptacja istniejącej konstrukcji dla potrzeb nowej fasady musi polegać na wprowadzeniu elementu ozn. jako „A” na szkicu nr 2 spełniającego wymogi maksymalnego ugięcia nie większego niż 1 mm. Do tych zastosowań przeznacza się kształtnik IPE 100 (w miejsce 2 C 50).

Poniżej wymiarowanie w programie Robot Structural Analysis:

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH nr 2

NORMA: PN-EN 1993-1:2006/AC:2009, Eurocode 3: Design of steel structures.

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 1 Pręt_1

PUNKT: 1

WSPÓŁRZĘDNA: $x = 0.39 L = 0.63 \text{ m}$

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 4 SGN /1/ 1*1.35 + 2*1.35

MATERIAŁ:

STAL $f_y = 215.00 \text{ MPa}$

PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 100

$h=10.0 \text{ cm}$

$gM0=1.00$

$gM1=1.00$

$b=5.5 \text{ cm}$

$A_y=7.24 \text{ cm}^2$

$A_z=5.06 \text{ cm}^2$

$A_x=10.30 \text{ cm}^2$

Ekspertyza techniczna konstrukcyjno-budowlana budynku dydaktycznego przy ul. Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”) w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie

tw=0.4 cm Iy=171.00 cm⁴ Iz=15.90 cm⁴ Ix=1.20 cm⁴
 tf=0.6 cm Wply=39.41 cm³ Wplz=9.15 cm³

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

My,Ed = -1.10 kN*m
 My,pl,Rd = 8.47 kN*m
 My,c,Rd = 8.47 kN*m
 Mb,Rd = 6.71 kN*m
 Vz,Ed = 1.15 kN
 Vz,c,Rd = 62.83 kN

KLASA PRZEKROJU = 1

PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00 Mcr = 10.94 kN*m Krzywa,LT - b XLT = 0.77
 Lcr,low=1.63 m Lam_LT = 0.88 fi,LT = 0.87 XLT,mod = 0.79

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y: względem osi Z:

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Kontrola wytrzymałości przekroju:

My,Ed/My,c,Rd = 0.13 < 1.00 (6.2.5.(1))

Vz,Ed/Vz,c,Rd = 0.02 < 1.00 (6.2.6.(1))

Kontrola stateczności globalnej pręta:

My,Ed/Mb,Rd = 0.16 < 1.00 (6.3.2.1.(1))

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE

Ugięcia

uy = 0.0 cm < uy max = L/200.00 = 0.8 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 1 STA1

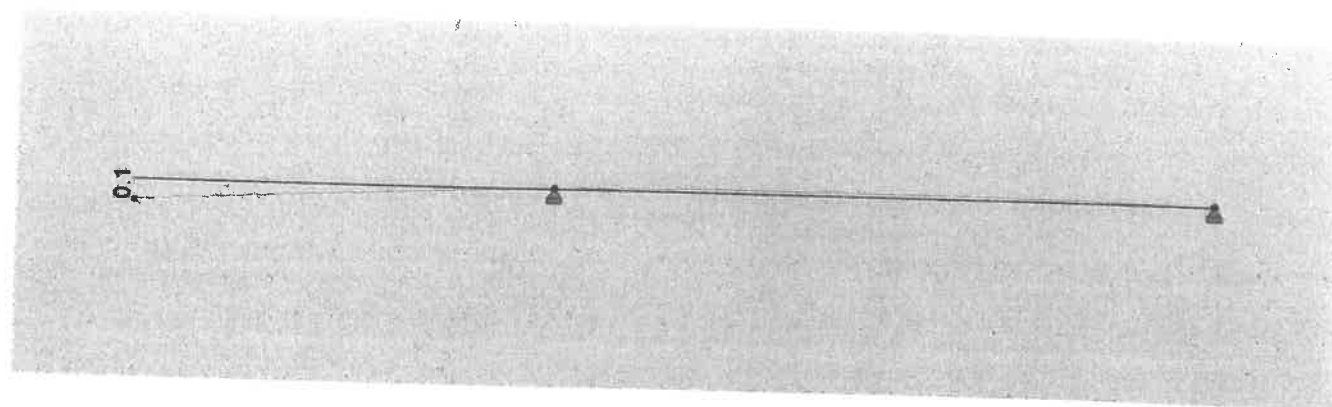
uz = 0.1 cm < uz max = L/200.00 = 0.8 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 7 SGU /1/ 1*1.00 + 2*1.00

Profil poprawny !!!

Natomiast maksymalne ugięcia dla istniejących przekroi dla przypadku SGN przedstawia szkic nr 4:



Szkic nr 4. Deformacje wspornika konsoli istniejących przekroi dla przypadku: SGN. Ugięcia w cm.

Powyższe rozwiązanie dotyczy sytuacji montażowej polegającej na zamontowaniu paneli fotowoltaicznych w płaszczyźnie fasady budynku (patrz np. str. 59 audytu [2]).

Natomiast zamontowanie paneli fotowoltaicznych dla sytuacji montażowej na ścianie budynku pod kątem (patrz np. str. 66 audytu [2]) jest niemożliwe z dwóch powodów:

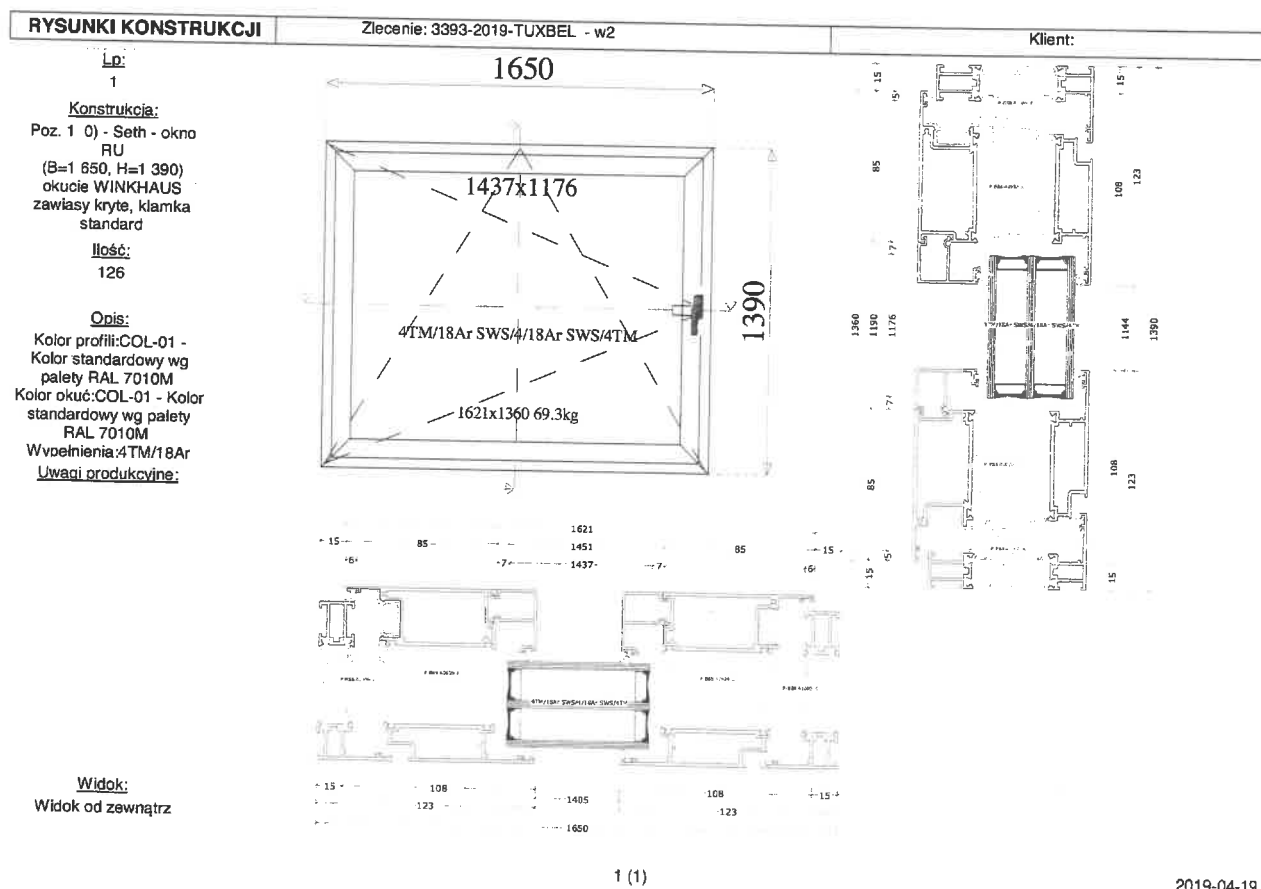
- wymagane byłoby dodatkowe mocowanie wymuszające praktycznie wymianę istniejących wypełnień (szkło bezpieczne Antisol lub wymiana na nowsze) lub wyprawa warstw ścian tak by spełniały warunki fizyki budowli,
- konstrukcja budynku w obrębie wieszaków jest już wysilona i dodawanie dodatkowych obciążeń z tytułu większych wartości sił i momentów jest niewskazana.

ad 3 Wymiana istniejących okien.

Nierozłącznym elementem termomodernizacji jest wymiana okien na nowe o obniżonym $U_w=0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Jest to okno trzyszybowe.

Poniżej przykład takiego okna przedstawia poniższy szkic. Zaproponowane są okucia firmy Winkhaus, ale można użyć również inne pod warunkiem występowania porównywalnych właściwości technicznych. Okno występuje jako otwierane lewe lub prawe oraz uchylne.

Nadaje się do zamontowania w podkonstrukcji fasady BIPV, ciężar to ok. 69 kg.



Szkic nr 5 . Okno aluminiowe o współczynniku przenikania ciepła $U_w=0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Budynek spełnia wymogi konstrukcyjne do wykonania termomodernizacji przegród elewacji frontowej obejmującej założenia wg audytu [2] wraz z zamontowaniem paneli fotowoltanicznych. Dzięki przyjęciu założenia polegającego na wprowadzeniu nowych materiałów dla wypełnienia warunków termomodernizacji o łącznych masach nieprzekraczających istniejących obecnie modernizacja jest możliwa w obecnym jej kształcie, podziałach, lokalizacji i wymiarów okien. Jedynie wzmocnieniu, polegającym na wymianie istniejących wsporników (element ozn. „A” na szkicu nr 2) z uwagi na wymagane mniejsze ugięcie. Modernizacja fasady polega na zamontowaniu w miejsce istniejących wypełnień ze szkła „Antisol” przyklejanych do podkonstrukcji polikrystalicznych paneli fotowoltanicznych o zróżnicowanych powierzchniach i mocach. Istniejąca elewacja- patrz fot. nr 3:



Fot. nr 3 Fragment elewacji frontowej budynku „A”

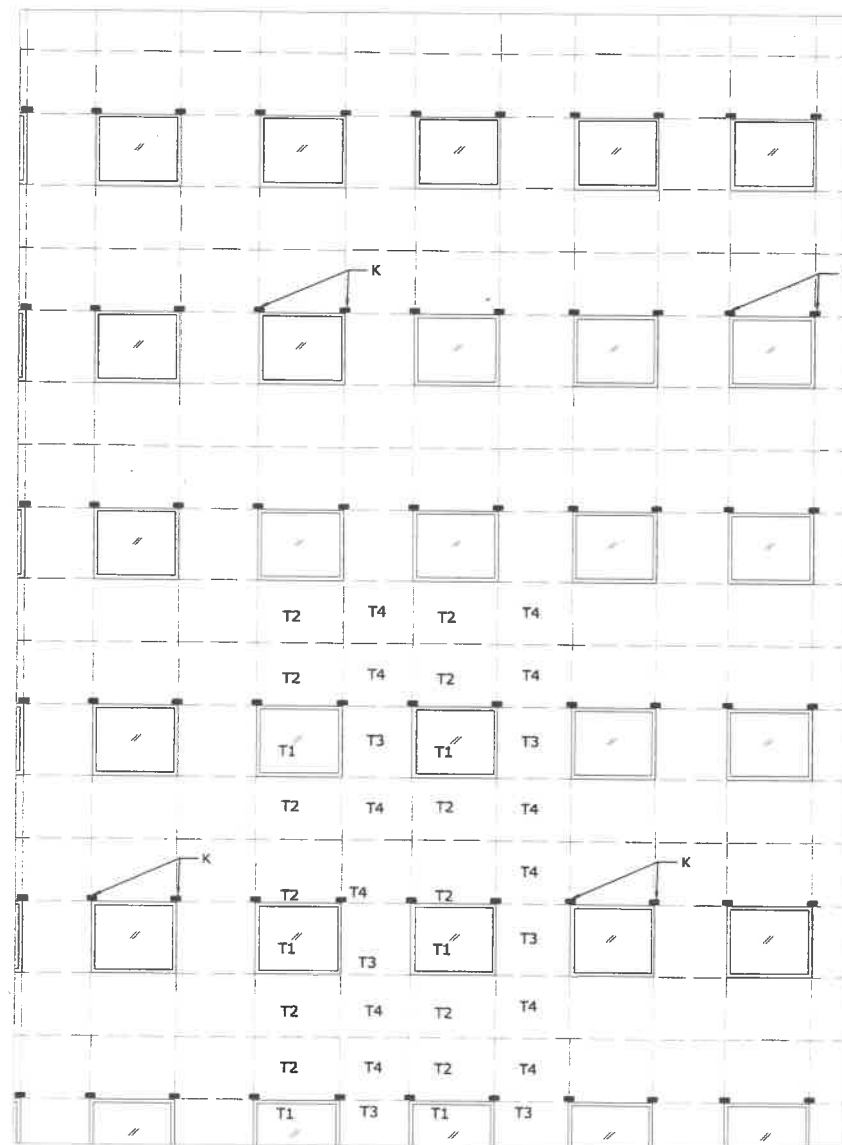
Zestawienie elementów fotowoltanicznych elewacji frontowej przedstawia poniższa tabela:

Tabela nr 1 Zestawienie paneli PV elewacji frontowej bud. „A”

Typ PV	Szer.(m)	Wys.(m)	Pow (m ²)	Pow całk. (m ²)	Moc 1 szt. W _p /m ²	Ilość szt.	Moc 1 szt. (W _p)	Moc zestawu (kW)
T2	1,65	1,07	1,77	455,50	155,76	258	275	70,95
T3	1,28	1,39	1,78	224,18	154,56	126	275	34,65
T4	1,28	1,07	1,37	353,36	153,33	258	210	54,18
Razem								159,78

Zasady rozmieszczenia i podziału podkonstrukcji (osie) fasady elewacji budynku „A” patrz szkic nr 6. Panele fotowoltaniczne o przezierności ok. 35% klejone, ze szkła klejonego 2 x 2 mm, bez ramek dedykowane do fasad BIPV z gwarancją trwałości energetycznych parametrów wydajnościowych min 25 lat.

Rozmieszczenie na planie całej fasady przedstawia rys. nr 1 (patrz część graficzna).



T1 (okno) - szer. 167 cm x wys. 140,5 cm - 126 sztuk
T2 (PV) - szer. 165 cm x wys. 107 cm - 258 sztuk
T3 (PV) - szer. 139 cm x wys. 128 cm - 126 sztuk
T4 (PV) - szer. 128 cm x wys. 107 cm - 258 sztuk
K - punkt mocowania konsoli

Szkic nr 6. Schemat podziału i rozmieszczenia podkonstrukcji fasady z typami paneli PV i nowymi oknami

5. Ocena stanu technicznego budynku „A” pod kątem przydatności do potrzeb instalacji turbin wiatrowych na dachu.

Audyt [2] zakłada wykonanie instalacji wiatrowej, składającą się z czterech generatorów o łącznej mocy 80 kW (4 x 20 kW).

Analiza przedwdrożeniowa przewiduje okres użytkownia 25 - 30 lat.

Parametry turbin:

- średnica łopat: 8,0 m,
- wysokość łopat: 8,0 m,
- środek geometryczny turbiny umieszczony na wysokości 5,20 m od podstawy,
- siła działająca na środek turbiny dla 3 strefy wiatru: 64 kN
- ciężar generatora: 21 kN.

Warunkiem wyjściowym możliwości montażowych turbin jest ich pozycjonowanie na powierzchni dachu.

Jednym z warunków powyższego jest by odległość pomiędzy osiami turbin „D” powinna wynosić:

$D \geq 4 \cdot d$, gdzie d - średnica łopat, dla turbin wg audytu [2] będzie więc:

$D \geq 4 \cdot 8,0 \text{ m} = 32 \text{ m}$.

Pozycjonowanie turbin przedstawia rys. nr 2 „Wariant montażu turbin wiatrowych wg audytu o mocy 20 kW” (patrz część rysunkowa).

Jak przedstawia się na powyższym rysunku, turbiny możnaby instalować jedynie w obszarze ograniczonym osiami A do D oraz osiami G do J, co jednoznacznie determinuje montaż maksymalnie dwóch turbin.

Sprawdzenie nośności istniejącej konstrukcji.

A. Obciążenie charakterystyczne stałe płyt stropowych (patrz rys. nr 2 w części rysunkowej)

- pokrycie dachu - papa termozgrzewalna 0,07 kN/m²
- pokrycie dachu - papa asfaltowa 3x na lepiku 0,11 kN/m²
- gładź cem. 3 cm $24 \cdot 0,03 = 0,72 \text{ kN/m}^2$
- płyty korytkowe: 0,9 kN/m²
- ścianki ażurowe: 0,11 kN/m²
- wełna mineralna 10 cm : $0,02 \cdot 0,1 = 0,02 \text{ kN/m}^2$
- gładź cem. 1 cm: $24 \cdot 0,01 = 0,24 \text{ kN/m}^2$
- styropian 10 cm: $0,45 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ kN/m}^2$
- płyta gips.-karton 1,25 cm: 0,12 kN/m²
- Razem: 2,30 kN/m²

B. Obciążenia charakterystyczne śniegiem (2 strefa)

Strefa:	strefa 2
Ce:	1 [-]
Ct:	1 [-]
A:	100 [m]
α:	5 [°]

sk: 0.9 [kN/m²]
μ₁: 0.8 [-]
μ₂: 0.93 [-]
s= μ₁*C_e*C_t*sk
s= 0.72 [kN/m²] - charakterystyczne obciążenie śniegiem
s*γ_f= 1.08 [kN/m²] - obliczeniowe obciążenie śniegiem

C. Obciążenie użytkowe stropodachu.

Wg Eurokodu 1 [8] obciążenie użytkowe dachów q_k dla dachów kategorii H zalecane wynosi 0,4 kN/m².

Sumaryczne obciążenie charakterystyczne płyt kanałowych wynosi:

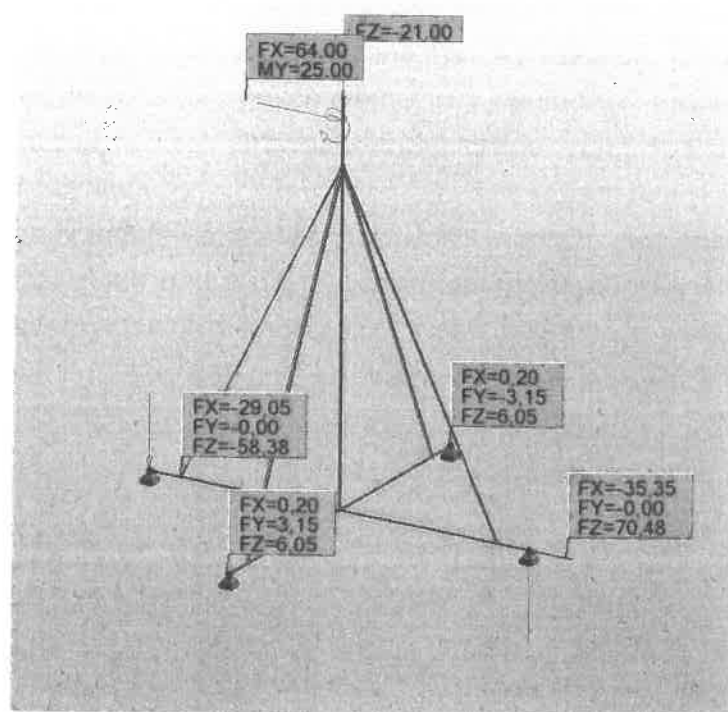
$$\sum q_k = 2,30 \text{ kN/m}^2 + 0,72 \text{ kN/m}^2 + 0,4 \text{ kN/m}^2 = 3,42 \text{ kN/m}^2$$

Uproszczone wymiarowanie płyt kanałowych typu „A” grubości 24 cm sprowadza się do spełnienia warunku nie przekraczania jego wartości normowych wynoszących 4,0 kN/m², stąd rezerwa na dodatkowe obciążenie charakterystyczne wynosi 0,58 kN/m².

Obciążenia przekazywane z konstrukcji wsporczej turbiny wiatrowej na konstrukcje stropu:

- ciężar własny: 21,0 kN,
- siła pozioma zastępcza na poziomie 5,65 m : 64 kN
- moment skrętny (brak w audycie) z tytułu hamowania turbiny, przyjęto 25 kNm

Poniżej wyniki oddziaływań konstrukcji wsporczej turbiny na strop:



Szkic nr 7. Reakcje podpór dla najniekorzystniejszego schematu obciążeń od generatora turbiny wiatrowej.

Symulacja oddziaływań obciążeń na konstrukcję stropodachu przeprowadzona jest na płycie stropowe, z pominięciem oczywiście płyt korytkowych.

Do przeniesienia obciążeń na strop wykorzystano lekką konstrukcję stalową, tak by oddziaływania przekazać na powierzchnie ok. 36 m² (6 m x 6 m) - patrz rys. nr 2 w części graficznej).

Wielkość oddziaływań na strop ze znakiem „-” (nacisk) to ok. 70,48 kN/(1,5 m*6 m)=7,86 kN/m² znacznie przekracza jednak rezerwę nośności stropu, wynoszącą 0,58 kN/m².

7,86 kN/m²>>> 0,58 kN/m²

W najniekorzystniejszym wariantcie obciążeń oddziaływania na strop ze znakiem „+” (odrywanie) to ok. 58,38 kN/1,5 m* 6 m)=6,49 kN/m² . Takiego obciążenia konstrukcja stropu nie przeniesie.

Ponadto w poziomie zamocowania w momencie hamowania wirnika pojawią się siły poziome o wartościach ok. 35,35 kN, czego konstrukcja stropów nie przeniesie.

Przedstawionego zestawu obciążeń nie przeniosą płyty stropowe oraz konstrukcja słupowo-ryglowa budynku.

Tak więc uznać należy, że montaż turbin wiatrowych ze względu na konstrukcję budynku jest niemożliwy.

6. Podsumowanie.

Przeprowadzona analiza potwierdza, że konstrukcja budynku bezpiecznie przeniesie obciążenia od nowej fasady wentylowanej z wypełnieniami z paneli fotowoltanicznych oraz nowymi oknami o obniżonym współczynniku przenikania ciepła. Wymagane będą jedynie drobne modyfikacje w konstrukcji konsol, by zapewnić wysoką trwałość nowej elewacji, bardziej wrażliwej na deformacje punktów zamocowań. Obliczona moc wyniesie ok. 160 kW.

Natomiast ze względów konstrukcyjnych niemożliwy jest montaż turbin wiatrowych na dachu budynku. Niewystarczająca jest wytrzymałość płyt stropowych stropodachu oraz konstrukcji słupowo-ryglowej budynku.

Niniejsza ekspertyza przedstawia analizę możliwości montażu elementów termomodernizacji i elementów OZE zawartych w audycie [2] pod kątem możliwości konstrukcyjnych budynku.

Dla potrzeb wykonawczych należy sporządzić projekt budowlano-wykonawczy.

Ekspertyza techniczna konstrukcyjno-budowlana budynku dydaktycznego przy ul.Cukrowej 8 w Szczecinie (segment „A”)
w ramach projektu „Termomodernizacja Kampusu Uniwersytetu Szczecińskiego przy ul. Cukrowej i Krakowskiej w Szczecinie

Część graficzna

Rys. nr 1 Elewacja frontowa budynku „A” z panelami fotowoltanicznymi o współczynniku przenikania ciepła $U_w=0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Rys. nr 2 Szkic montażu turbin wiatrowych o mocy 20 kW (wg audytu).