

Opracowanie dla Dolnośląskiego Centrum Zaawansowanych Technologii.  
Projekt nr Z/2.02/II/2.6/06/05  
Zlecenie 010056  
Umowa o dzieło nr 24/Z/2.02/II/2.6/06/05

## **INNOWACYJNE TECHNOLOGIE ENERGOOSZCZĘDNE W BUDOWNICTWIE I ICH MOŻLIWE ZASTOSOWANIE NA DOLNYM ŚLĄSKU**

dr arch. Anna Bać WA PWr – kierownik zespołu i współautor autor opracowania  
dr arch. Krzysztof Cebrat WA PWr – współautor opracowania

Wrocław, 31.października 2006

### **Spis treści:**

1. Uzasadnienie podjęcia tematu
2. Podstawa opracowania

### **Część teoretyczna**

3. Wybrane technologie energooszczędne w budownictwie
4. Modele odzysku i wykorzystania wody

### **Część praktyczna**

#### **Długołęka, Piskawa – studia możliwości**

5. Analiza wybranych lokalizacji
6. Analiza możliwości rozwiązania funkcjonalno-przestrzennego działki
7. Propozycje rozwiązania architektonicznego. Ocena parametrów środowiskowych wybranego rozwiązania
8. Studia możliwości wdrożenia aktywnych systemów pozyskania energii
9. Studia możliwości wdrożenia pasywnych systemów oszczędzania energii
10. Bilans energetyczny wybranego rozwiązania. Dom w Długołęce
11. Studium opłacalności wdrożenia wybranego rozwiązania. Dom w Długołęce

### **Podsumowanie**

12. Możliwości zastosowania technologii energooszczędnych na Dolnym Śląsku

## 1. Uzasadnienie podjęcia tematu

Oszczędność energii jest jednym z priorytetów polityki Unii Europejskiej, ustalonym ze względu na globalne problemy ludzkości związane z zanieczyszczeniem i degradacją środowiska naturalnego oraz wyczerpywaniem się zasobów paliw kopalnych. Ponad 50% światowego zużycia energii związane jest z budową i eksploatacją budynków, głównie z ich ogrzewaniem i chłodzeniem. Podobnie – około 50% zanieczyszczeń w powietrzu powstaje w wyniku ogrzewania budynków. Tak więc funkcjonujące obecnie systemy i technologie związane z budownictwem i mieszkalnictwem mogą w znacznym stopniu przyczyniać się w skali globalnej do zmiany panującego klimatu, zaś w skali lokalnej do pogorszenia jakości środowiska życia człowieka. Ponadto, zgodnie z obowiązującymi w Unii Europejskiej przepisami, udział odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym w Polsce z obecnych 4 % powinien wzrosnąć do 7,5 % w roku 2010.

Zainteresowanie tą problematyką większego grona osób, związanych zawodowo (i nie tylko) z budownictwem, powinno więc skutkować realnym ograniczeniem niekorzystnych zmian w przyszłości oraz poprawą polityki energetycznej w naszym kraju.

Opracowanie niniejsze jest odpowiedzią na zauważalny brak owego zainteresowania, zarówno wśród urzędników jak i architektów. Ma na celu przybliżyć temat energooszczędności i wskazać, że wbrew obiegowym opiniom, wykorzystanie odnawialnych źródeł energii oraz rozwiązań w stosunkowo krótkim okresie czasu. Nawet w tak niekorzystnych warunkach klimatycznych w jakich zlokalizowany jest Wrocław. Wskazanie decydom, że warto nie tylko „termomodernizować”, ale również stosować nowoczesne technologie pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, wzmacniając efekt oszczędności rozwiązaniami formalnymi i konstrukcyjnymi architektury.

Ze względu na postawiony cel, opracowanie zawiera przegląd nowoczesnych technologii energooszczędnych i ekologicznych w budownictwie oraz wskazanie możliwości i warunków ich zastosowania w regionie Dolnego Śląska.

Wymiernym efektem opracowania będzie:

- zestawienie wybranych nowoczesnych technologii przydatnych w projektowaniu architektonicznym zorientowanym na budownictwo energooszczędne i przyjazne środowisku,
- ustalenie możliwości ich zastosowania na Dolnym Śląsku,
- sprecyzowanie wytycznych i wniosków do projektowania wybranych obiektów,
- możliwość wdrożenia proponowanych rozwiązań,
- wspomaganie metodologiczne dla innych inwestycji zorientowanych na ekoenergooszczędność,
- (po realizacji) wykorzystanie jako obiekty modelowe i demonstracyjne na terenie Dolnego Śląska w zakresie wdrażania nowoczesnych technologii energooszczędnych i przyjaznych środowiska.

Opracowanie obejmuje część teoretyczną i praktyczną. W części teoretycznej zostaną zaprezentowane wybrane metody i systemy zorientowane na oszczędność energii i ekologiczność rozwiązań. Część praktyczna ma zobrazować możliwości ich zastosowania w obiektach mieszkalno-usługowych planowanych do realizacji.

## 2. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania jest zlecenie wykonania przez Politechnikę Wrocławską, reprezentowaną przez Prorektora ds. Badań Naukowych i Współpracy z Gospodarką Politechniki Wrocławskiej – prof. dr hab. inż. Tadeusza Więckowskiego, w ramach projektu „Transfer wiedzy pomiędzy sferą B+R a gospodarką Dolnego Śląska poprzez tworzenie regionalnych sieci naukowo-gospodarczych”. Projekt współfinansowany jest z Europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżetu państwa.

### Część teoretyczna

## 3. Wybrane technologie energooszczędne w budownictwie

Do podstawowych zadań technologii energooszczędnych w budownictwie należy ograniczanie strat ciepła oraz stosowanie odnawialnych źródeł energii. Oba te czynniki sprzyjają powstawaniu obiektów tzw. niskoenergetycznych, czyli takich których sezonowy wskaźnik zapotrzebowania na ciepło na rok  $E_o$  wynosi poniżej 70 kWh/m<sup>2</sup>. Przy obowiązującym wskaźniku 95 kWh/m<sup>2</sup>.

### 3.1. Ograniczanie strat ciepła

Straty ciepła w obiektach następują głównie przez przegrody zewnętrzne oraz wentylację. Aby ograniczać straty ciepła przez przegrody zewnętrzne należy stosować rozwiązania budowlane, w których współczynnik przenikania ciepła  $U$  wynosi dla domów jednorodzinnych maksymalnie 0,2 W/m<sup>2</sup>K (podczas gdy aktualny wymóg mówi o współczynniku 0,3 W/m<sup>2</sup>K). Należy również unikać tzw. mostków cieplnych. W praktyce oznacza to odpowiednio dobrane warstwy ścian zewnętrznych, dachów, stropodachów i dachów nad nieogrzewanym poddaszem, podłóg na gruncie lub nad nieogrzewaną piwnicą. Ich solidne wykonanie zapewniające szczelną otulinę cieplną. Ponadto dobór okien i drzwi zewnętrznych o właściwym standardzie przeszkleń oraz szyb. Straty przez wentylację ogranicza się przez kontrolę i odzysk powietrza wentylacyjnego oraz świadome wietrzenie pomieszczeń. Ten ostatni czynnik leży wprawdzie po stronie użytkowników, lecz warto tu wspomnieć, że energooszczędny system wietrzenia pomieszczeń polega na zamknięciu dopływu ciepła na 30 minut przed i 30 minut po uchyleniu okien na maksimum 10 minut<sup>1</sup>.

### 3.2. Stosowanie odnawialnych źródeł energii

Do odnawialnych źródeł energii należy zaliczyć energię słoneczną, ziemną, wiatrową, wodną oraz biomasę i biogaz. W przeciwieństwie do źródeł kopalnych – ten rodzaj pozyskiwania energii jest niewyczerpalny i najmniej szkodliwy dla środowiska naturalnego.

Słońce w Polsce w zależności od miejsca dostarcza od 900 do 1200 kWh energii na m<sup>2</sup> powierzchni poziomej rocznie. Pozwala to na wykorzystywanie energii słonecznej w sposób bierny i czynny. Bierny polega na rozplanowaniu pomieszczeń i otworów okiennych w budynku umożliwiającym penetrację promieni słonecznych i tym samym ogrzanie pomieszczeń, które następnie uwzględniane jest jako zysk w bilansie energetycznym obiektu. Czynne wykorzystanie energii opiera się na stosowaniu kolektorów słonecznych i baterii fotowoltaicznych. Kolektory w warunkach Polskich służą głównie do uzyskania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) oraz wspomagająco do systemów ogrzewania wodnego. W tych wariantach wykorzystywane są wymienniki ciepła. Można wyróżnić kolektory płaskie i rurowe (próżniowe). W niewielkim stopniu rozpowszechnione są kolektory powietrzne, w których wykorzystuje się solarne podgrzewanie powietrza wentylacyjnego. Natomiast baterie fotowoltaiczne służą do uzyskania energii elektrycznej. Wymienione zastosowania są podstawą do projektowania tzw. architektury solarnej.

Energia ziemna wykorzystywana jest głównie przy pompach cieplnych, które wykorzystywane są do instalacji c.o., uzyskiwania c.w.u. lub do ogrzewania powietrza wentylacyjnego. Występują pompy wodne i powietrzne. W pompach wodnych ich działanie opiera się na wykorzystywaniu ciepła zgromadzonego w gruncie za pomocą wymiennika, który układa się w gruncie na głębokości około 1,5-2 metry, poziomo lub pionowo. Źródłem ciepła może być także woda gruntowa która przez cały rok ma temperaturę około 10 °C.

<sup>1</sup> Na podstawie Gluecklich D., *Oekologisches Bauen. Von Grundlagen zu Gesamtkonzepten*, Merkur Druck, 2004 Leipzig.

Energia wiatrowa jest rozpowszechniona w krajach Europy Zachodniej – natomiast jest rzadko spotykana w Polsce. Służy ona do wytwarzania prądu przy pomocy wiatraków o wysokości około 50-80 metrów. Wymagają one specjalnych zabezpieczeń technicznych i są lokalizowane w odległości minimum 400 metrów od zabudowań mieszkalnych. Są dyskutowane ze względu na ochronę krajobrazu oraz negatywne oddziaływanie na zwierzęta i ptactwo.

Energia wodna – także rzadko stosowana w Polsce, wykorzystywana jest w krajach wysokorozwiniętych w postaci turbin instalowanych na płynącej wodzie rzek lub kanałów – do uzyskiwania energii elektrycznej.

Biomasa jest najbardziej rozpowszechnionym źródłem energii odnawialnej w Polsce. Opiera się na substancjach pochodzenia głównie roślinnego takich jak: drewno i odpady drzewne, słoma i rośliny energetyczne, które spalane są w specjalnych kotłach. Ze względu na specyfikę działania tych kotłów zaleca się stosowanie zbiorników akumulacyjnych, które oddają ciepło kiedy piec zgaśnie.

Biogaz powstaje w procesie fermentacji szybko psujących się resztek spożywczych, odpadów przemysłowych i roślinnych oraz fekaliów zwierzęcych bądź miejskich. Za opłacalne uważa się instalacje zasilane odpadami i fekaliami pochodzącymi od 500 do 1000 mieszkańców.

### 3.3. Przykłady technologii energooszczędnych

Typowym przykładem kompleksowego rozwiązania budownictwa niskoenergetycznego jest tzw. dom pasywny opracowany i opatentowany przez Wolfganga Feista w Passivhaus Instytut w Dortmundzie. Zapotrzebowanie na energię dla takiego domu wynosi 15 kWh/m<sup>2</sup> na rok. Zyski cieplne zapewnione są przez ciepło słoneczne, użytkowników i od urządzeń. Straty cieplne zredukowane są przez przegrody zewnętrzne o minimalnym współczynniku przenikania ciepła U, tj. dla ścian 0,15 W/m<sup>2</sup>K oraz dla przeszkleń i ram 0,8 W/m<sup>2</sup>K. Wykonanie takiego obiektu wymaga superdokładnej izolacji pozbawionej mostków termicznych oraz szczelności, która badana jest za pomocą testu ciśnieniowego. Ponadto stosowany jest odzysk ciepła z powietrza wentylacyjnego oraz jego wstępne podgrzanie lub chłodzenie w wymienniku gruntowym. Dodatkowo oszczędność energii zapewniona jest przez energooszczędne wyposażenie.

Na uwagę zasługuje także polski patent naturalny dom opracowany przez Andrzeja Głęba z Gliwic, który osiąga podobne parametry jak poprzedni przykład. Jest to możliwe dzięki wykorzystaniu zysków solarnych, kominka z płaszczem wodnym i zbiornikiem akumulacyjnym oraz kolektora szklarniowego z węzłowicami do uzyskiwania c.w.u.

Poniżej zaprezentowane zostaną autorskie rozwiązania energooszczędne dostosowane do warunków Dolnego Śląska.

## 4. Modele odzysku i wykorzystania wody

Do ważnych zagadnień skierowanych na ochronę środowiska należy gospodarka wodą w budynkach. Rozwój cywilizacji przyczynia się do zachwiania naturalnego cyklu gospodarki wodnej i w konsekwencji do stałego spadku zasobów wody pitnej. Następuje to w wyniku, po pierwsze stałego wzrostu powierzchni utwardzonej nieprzepuszczalnej dla wody deszczowej i z drugiej strony, z powodu odprowadzania jej do kanalizacji ogólnospławnej.

Z tego względu w krajach wysokorozwiniętych prowadzone są działania mające na celu odzyskiwanie wody. Tak więc, stosuje się retencję wody deszczowej polegającą na tworzeniu osobnych instalacji deszczówki, która z dachów budynków odprowadzana jest do zbiorników retencyjnych i rozprowadzana po działce oraz wykorzystywana do podlewania zieleni w warunkach lata i suszy. W razie nadmiaru opadów nadwyżki wody odprowadzane są do lokalnych kanałów retencyjnych.

Ponadto stosuje się odzysk wody. Proces ten polega na wykorzystaniu wody deszczowej do instalacji sanitarnych oraz na wtórnym wykorzystaniu zużytej wody, tzw. szarej, do instalacji sanitarnej. Stosuje się także systemy biologicznego oczyszczania wody kanalizacyjnej, tzw. czarnej, w zbiornikach podziemnych lub w roślinnych zbiornikach powierzchniowych, np. living machine lub oczyszczalniach trzcinowych. Oczyszczona woda może być wtórnie użyta do kanalizacji sanitarnej lub podlewania.

## Część praktyczna

### Długołęka, Piskawa – studia możliwości

Wyżej omówione technologie energooszczędne zastosowano w projektach koncepcyjnych dwóch zespołów mieszkalno-usługowych planowanych do realizacji na terenie Dolnego Śląska. Pierwszym jest zespół składający się ze 100 domów jednorodzinnych i części usługowej zlokalizowany w Długołęce, gdzie inwestorem jest Spółdzielnia Budowlano-Mieszkaniowa WROBUD z siedzibą we Wrocławiu. Drugim jest zespół 20 domów ze wspólną częścią usługową, gdzie inwestorami są osoby prywatne. Na obecnym etapie trwają poszukiwania właściwej lokalizacji. Wstępnie przyjęto podwrocławską wieś Piskawę charakteryzującą się korzystnymi warunkami wodno-gruntowymi.

## 5. Analiza wybranych lokalizacji

### 5.1. Warunki klimatyczne

Temperatura		2003	2004	2005	średnia
	<b>temperatura średnia</b>	<b>10,41</b>	<b>9,22</b>	<b>8,97</b>	<b>9,53</b>
	temperatura średnia dzienna	14,1	14,15	14,05	14,1
	temperatura średnia nocna	6,89	4,25	3,87	5,00

Usłonecznienie – miesiące [h]												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
48,8	65,9	113,5	146,4	198,6	205,5	200,5	193,1	152,1	108,5	47	43	
										rok	1522,9	
Usłonecznienie względne [%]												
18,5	23,3	30,7	35,2	41,1	41,5	40,3	42,8	40,3	32,6	17,5	17,3	
										rok	34	
Promieniowanie słoneczne [MJ/m <sup>2</sup> ] – atmosfera bezchmurna												
139	240	447	627	775	829	822	655	486	327	174	111	
										rok	5632	
Promieniowanie słoneczne [MJ/m <sup>2</sup> ] – pełne zachmurzenie												
16	28	51	73	82	101	97	72	55	29	17	12	
										rok	633	
Promieniowanie słoneczne [MJ/m <sup>2</sup> ] – przeciętne												
81	134	273	393	527	575	551	475	337	190	87	62	
										rok	3685	
Udział promieniowania rozproszonego [%]												
66,7	62,7	54,6	49,1	45	44	45,4	44,4	45,4	51,6	65,5	64,5	
										rok	48,2	

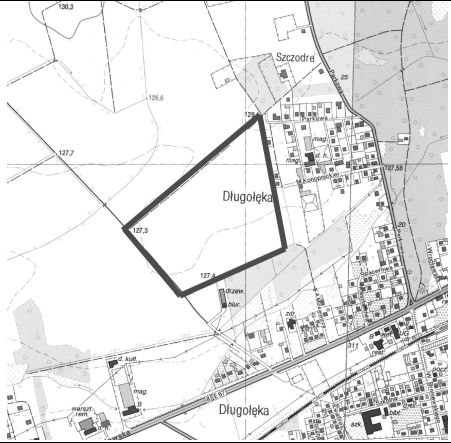
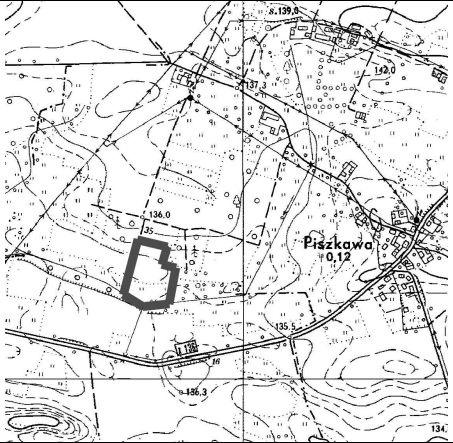
		2003	2004	2005	średnia
<b>Opady</b>	<b>opady deszczu [lt/m<sup>2</sup>]</b>	<b>989,01</b>	<b>496,72</b>	<b>388,77</b>	<b>624,83</b>
	opady śniegu [cm]	15	41	56	37,3
<b>Ciśnienie średnie</b>		<b>1002,33</b>	<b>993,92</b>	<b>992,59</b>	<b>996,28</b>

		[%]	[%]	[m/s]	
<b>Wiatr</b>	NW	8,1	19,2	2,9	2,475
	NNW	4,7		2,5	
	N	3,7		2,3	
	NNE	2,7		2,2	
	NE	3,4	19,9	2,2	2,35
	ENE	4		2,4	
	E	6,2		2,4	
	ESE	6,3		2,4	
	SE	8,1	23,5	2,3	2,4
	SSE	4,7		2,3	
	S	5,1		2,3	
	SSW	5,6		2,7	
	SW	6,7	37,4	2,8	3,3
	WSW	6,6		3,1	
	W	12,8		3,8	
	WNW	11,3		3,5	
	cisza	15,6			
	rok			2,63	

	wiosna		lato		jesień		zima	
	[%]	[m/s]	[%]	[m/s]	[%]	[m/s]	[%]	[m/s]
NW	17,475	2,7	17,575	2,291667	10,35	2,241667	11,775	2,5
NNW								
N								
NNE								
NE	19,275	2,583333	12,375	2,075	14,25	2,158333	13,8	2,316667
ENE								
E								
ESE								
SE	14,825	2,608333	13,675	2	20,125	2,308333	21,625	2,533333
SSE								
S								
SSW								
SW	23,425	3,375	31,375	2,891667	30,275	3,2	27,775	3,741667
WSW								
W								
WNW								
<b>Cisza</b>	37,2		53,6		56,6		39,3	

Dane pochodzą z obserwacji własnych (2003-2005), oraz z: Dubicka M. *Wpływ cyrkulacji atmosfery na kształtowanie warunków klimatu (na przykładzie Wrocławia)*. [w:] Studia geograficzne LX. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław 1994. (1946-1986).

## 5.2. Charakterystyka działek

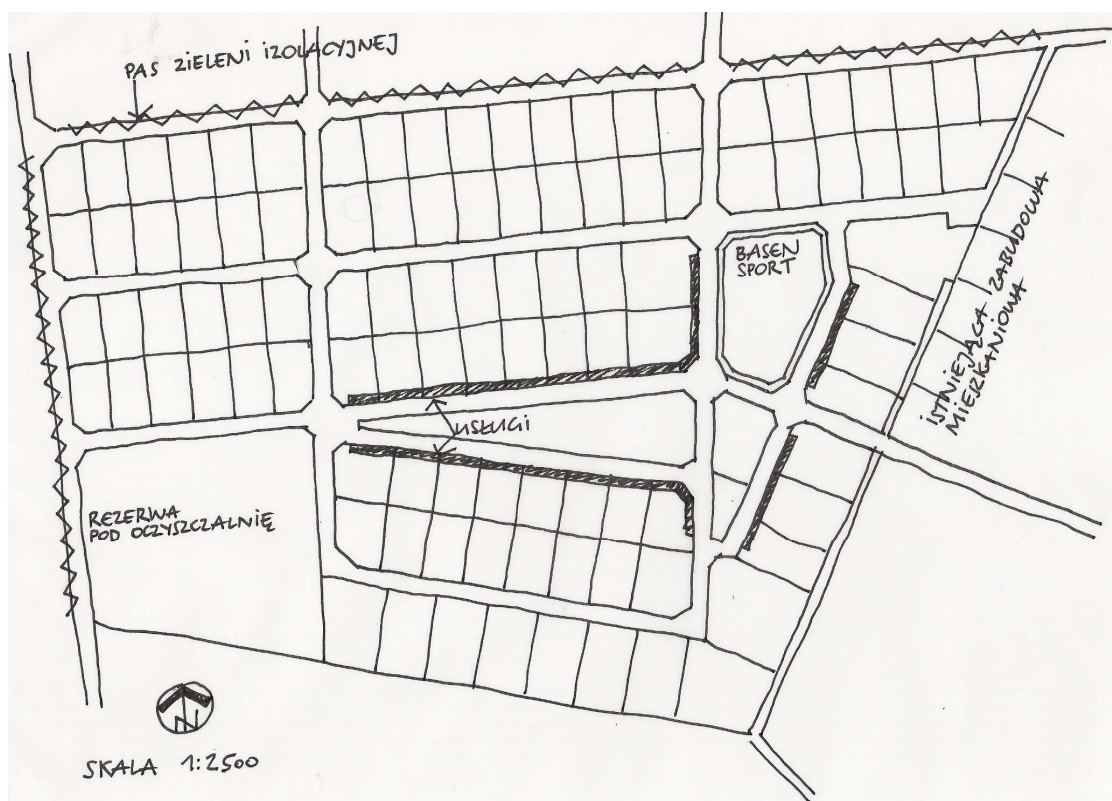
	Długoleka	Piszkawa
<b>Powierzchnia</b>	18 ha	2,46 ha
<b>Orientacja</b>		
<b>Typ gruntów</b>	grunty orne niechronione	grunty orne, łąki niechronione
	sąsiedztwo niewielkich lasów liściastych	sąsiedztwo niewielkich lasów mieszanych
		grunty częściowo podatne na infiltrację zanieczyszczeń do wód podziemnych
<b>Topografia</b>		
	nachylenie poniżej 1%	nachylenie poniżej 2%, niewielkie różnicowania (do kilkudziesięciu centymetrów w obrębie działki)
	stok południowy	stok południowo-zachodni
	ok. 127,7 m.n.p.m.	ok. 135 m.n.p.m.
	teren otwarty w kierunku W i N, las od strony S, zabudowa od strony E	teren otoczony lasem od strony W, N, E, i zadrzewieniami śródpolnymi od strony S
<b>Hydrologia</b>		
	grunty średnioprzepuszczalne - piaski	grunty o słabej przepuszczalności - pyły
	częściowo na obszarze przypuszczalnego zasięgu zanieczyszczenia wód podziemnych	
	przez działkę przebiega topograficzny wododział VI rzędu	
	zwierciadło wód podziemnych na poziomie 1-2m p.p.g.	zwierciadło wód podziemnych większej części obszaru na poziomie mniej niż 1m p.p.g.
	na granicy obszaru zdrenowanego	
	przy granicy działki przebiega rów melioracyjny	Wzdłuż południowej granicy działki przebiega rów melioracyjny

<b>Charakter zabudowy istniejącej</b>		
	<p>Teren znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy jednorodzinnej, wolnostojącej i zagrodowej. Od strony południowej i zachodniej – zabudowa przemysłowa niska.</p> <p>Zabudowa w przeważającej części parterowa z użytkowym poddaszem. Bryły budynków, powierzchnia zabudowy, typy dachów – zróżnicowane.</p> <p>Miejscowość – 2000 mieszkańców.</p>	<p>Teren znajduje się w odległości ok. 300 m od najbliższej zabudowy. Zabudowa wsi bardzo rozproszona, jednorodzinna, z przewagą zabudowy zagrodowej.</p> <p>Zabudowa w przeważającej części parterowa z użytkowym poddaszem. Bryły budynków, powierzchnia zabudowy, typy dachów – zróżnicowane.</p> <p>Miejscowość – 140 mieszkańców.</p>
<b>Charakter zabudowy projektowanej</b>		
	<p>Obowiązujący Plan Miejsowy Zagospodarowania Terenu, w którym określono możliwy typ zabudowy na wolnostojący, parterowy z użytkowym poddaszem, dwuspadowym lub czterospadowym dachem, architekturą nawiązującą do historycznej zabudowy miejscowości.</p> <p>Budynki mieszkalne o powierzchni zabudowy ok. 120 m<sup>2</sup>. Możliwa lokalizacja usług nieuciążliwych.</p> <p>Wielkość działek od 900 do 3000 m<sup>2</sup>.</p> <p>Brama jest pod uwagę możliwość lokalizacji w obrębie zespołu centralnej oczyszczalni ścieków typu „living machine” oraz 25 metrowego krytego basenu.</p>	<p>Brak obowiązującego planu miejscowego.</p> <p>Zakłada się 12 jednostek w zabudowie szeregowej i ok. 8 domów wolnostojących, oraz obiekt o charakterze usługowym.</p> <p>Możliwa lokalizacja centralnej oczyszczalni ścieków typu „living machine”.</p>

## 6. Analiza możliwości rozwiązania funkcjonalno-przestrzennego działki

### 6.1. Długoleka

Przedmiotem inwestycji jest budowa około 100 domów jednorodzinnych wolnostojących z garażami oraz basenu krytego i (wariantowo) – centralnej oczyszczalni ścieków.



Schemat koncepcji zagospodarowania terenu osiedla w Długolece. Skala skażona.

#### Opis istniejącego zagospodarowania terenu inwestycji

Obejmujący dwie działki (nr 128/2 i 128/3) teren inwestycji ma kształt nieregularnego trapezu, którego krótszy, zachodni bok przylega do terenów przeznaczony w planie miejscowym zagospodarowania terenu na drogę gminną zapewniającą obsługę komunikacyjną.

Obszar inwestycji jest obecnie nieużytkiem. Szczegółowe dane podane zostały w rozdziale dotyczącym analizy wybranych lokalizacji.

#### Przewidywane etapowanie inwestycji

- Etap I – budowa infrastruktury technicznej - dróg dojazdowych, sieci uzbrojenia terenu
- Etap II – zagospodarowanie terenów zieleni
- Etap II – budowa zespołu domów jednorodzinnych
- Etap IV – budowa budynku basenu.

#### Opis przewidywanej infrastruktury technicznej i obsługi komunikacyjnej

##### Przyłącze do sieci energetycznej

Sieć energetyczna w niezbędnym zakresie rozbudowana zostanie od strony południowej terenu objętego opracowaniem. W południowo-zachodnim narożniku terenu zlokalizowana zostanie stacja transformatorowa SN/NN.

### Zaopatrzenie w wodę

Zaopatrzenie w wodę zapewnia istniejąca i rozbudowywana sieć gminna.

### Sieć gazowa

Zaopatrzenie w gaz zostanie zapewnione, poprzez rozbudowaną sieć gazową, od strony południowej obszaru.

### Odprowadzenie ścieków sanitarnych

Wariant 1 – indywidualne, przydomowe, biologiczne oczyszczalnie ścieków, składające się ze szczelnego zbiornika (wielkość do 3 m<sup>3</sup>) i drenażu rozsączającego (około 40 mb.).

Wariant 2 – centralna jednostka (living machine) – budynek o powierzchni około 400m<sup>2</sup>, ze zbiornikami o objętości około 70m<sup>3</sup>.<sup>2</sup>

### Odprowadzenie wód opadowych

Projektuje się odprowadzenie wód opadowych na powierzchnię terenu działki. Woda deszczowa przejmowana z dachów projektowanych budynków, za pomocą rynien i rur spustowych przenika do gruntu za sprawą systemu drenów odprowadzających ją do obszarów chłonnych.

Część wody deszczowej gromadzona jest indywidualnie przez właścicieli, i wykorzystywana do celów gospodarczych, np. nawadniania ogrodu.

### Obsługa komunikacyjna terenu inwestycji

Obsługę komunikacyjną terenu inwestycji zapewnią projektowane drogi gminne od strony północnej i zachodniej terenu inwestycji.

### Projektowany układ funkcjonalny i ukształtowanie terenu.

Projektowane ukształtowanie terenu w schematyczny sposób zostało pokazane w części graficznej koncepcji zagospodarowania terenu.

Na działce o łącznej powierzchni blisko 18 ha, planuje się wydzielenie 102 działek budowlanych dla domów jednorodzinnych wolnostojących, o powierzchni od 900 do 3000 m<sup>2</sup>.

Centralnie zlokalizowano wspólne tereny zieleni, łączące się z obszarem wokół budynku basenu i (wariantowo) oczyszczalni ścieków.

Od północy i zachodu planuje się pas zieleni izolacyjnej.

Nieuciążliwe usługi (handel, gastronomia) planowane są w strefie przylegającej do terenów zieleni.

Nie przewiduje się istotnych zmian w ukształtowaniu terenu.

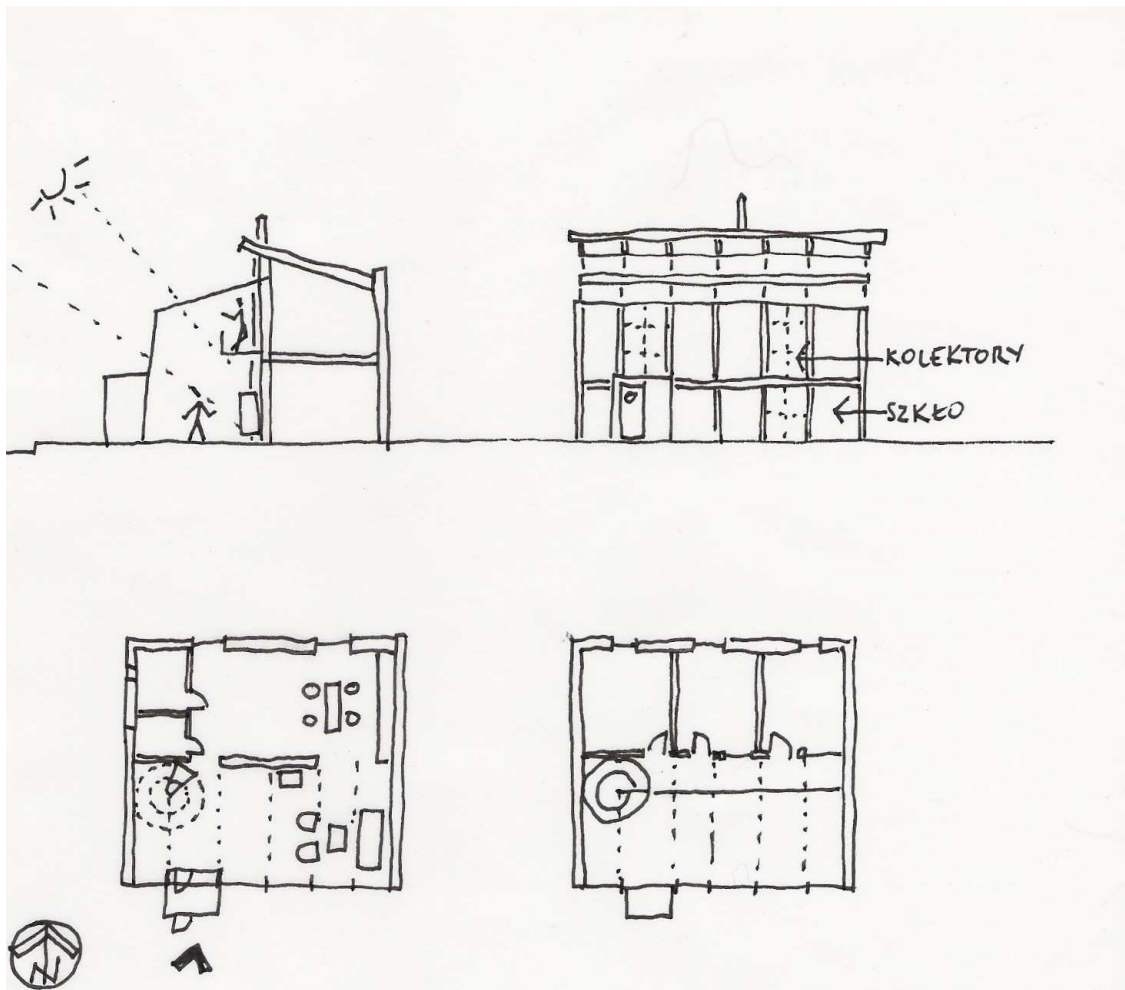
### Zestawienie powierzchni terenu inwestycji.

Powierzchnia działki	179 300 m <sup>2</sup>
Powierzchnia zabudowy	14 300 m <sup>2</sup>
Powierzchnia komunikacji	20 000 m <sup>2</sup>
Powierzchnia biologicznie czynna (powierzchnie zielone i przepuszczalne)	145 000 m <sup>2</sup>

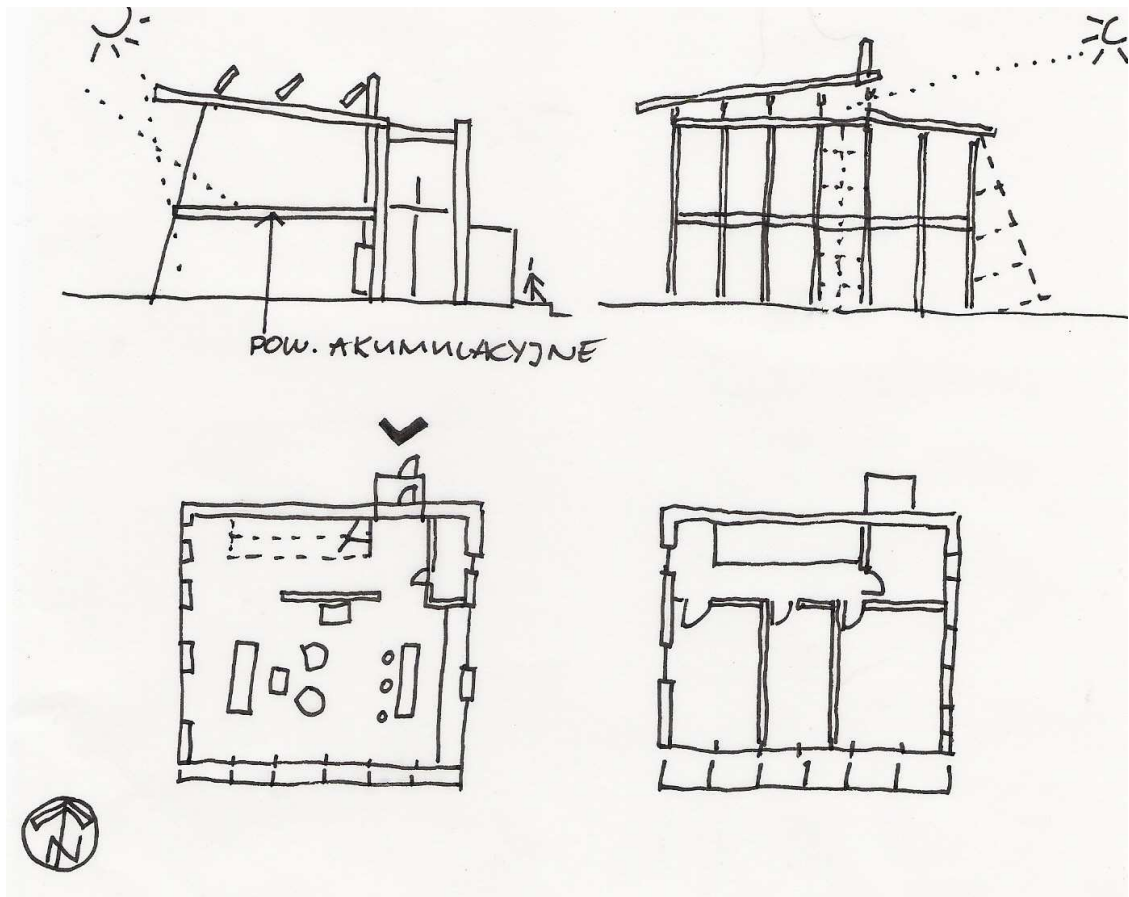
<sup>2</sup> Na podstawie doświadczeń w Findhorn – Wielka Brytania, opisanych [w:] Gąsiorek J. 2005: *Wioski ekologiczne w Wielkiej Brytanii. Rozwój spontaniczny czy zrównoważony?* [w:] *Oblicza równowagi. Architektura, urbanistyka, planowanie u progu międzynarodowej dekady edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław.

## 6.2. Piskawa

Przedmiotem inwestycji jest budowa około 20 domów jednorodzinnych i części usługowej. Domy przeznaczone są dla osób związanych z ruchem ekologicznym, pragnących popularyzować idee energooszczędności. Na działce zaplanowano osiem budynków wolnostojących i dwunastie w zabudowie szeregowej. W części wspólnej mieszczą się funkcje usługowe, gdzie pracują osoby mieszkające w zespole. Głównym zadaniem tej części jest funkcja edukacyjno-demonstracyjna skierowana do osób odwiedzających zespół. Ma on bowiem być obiektem pokazowym. Ponadto w tej części znajdują się sale wykładowe z zapleczem i magazynami oraz basen. Cały zespół podporządkowany jest idei architektury solarnej.



Schemat koncepcji domu szeregowego w Piskawie

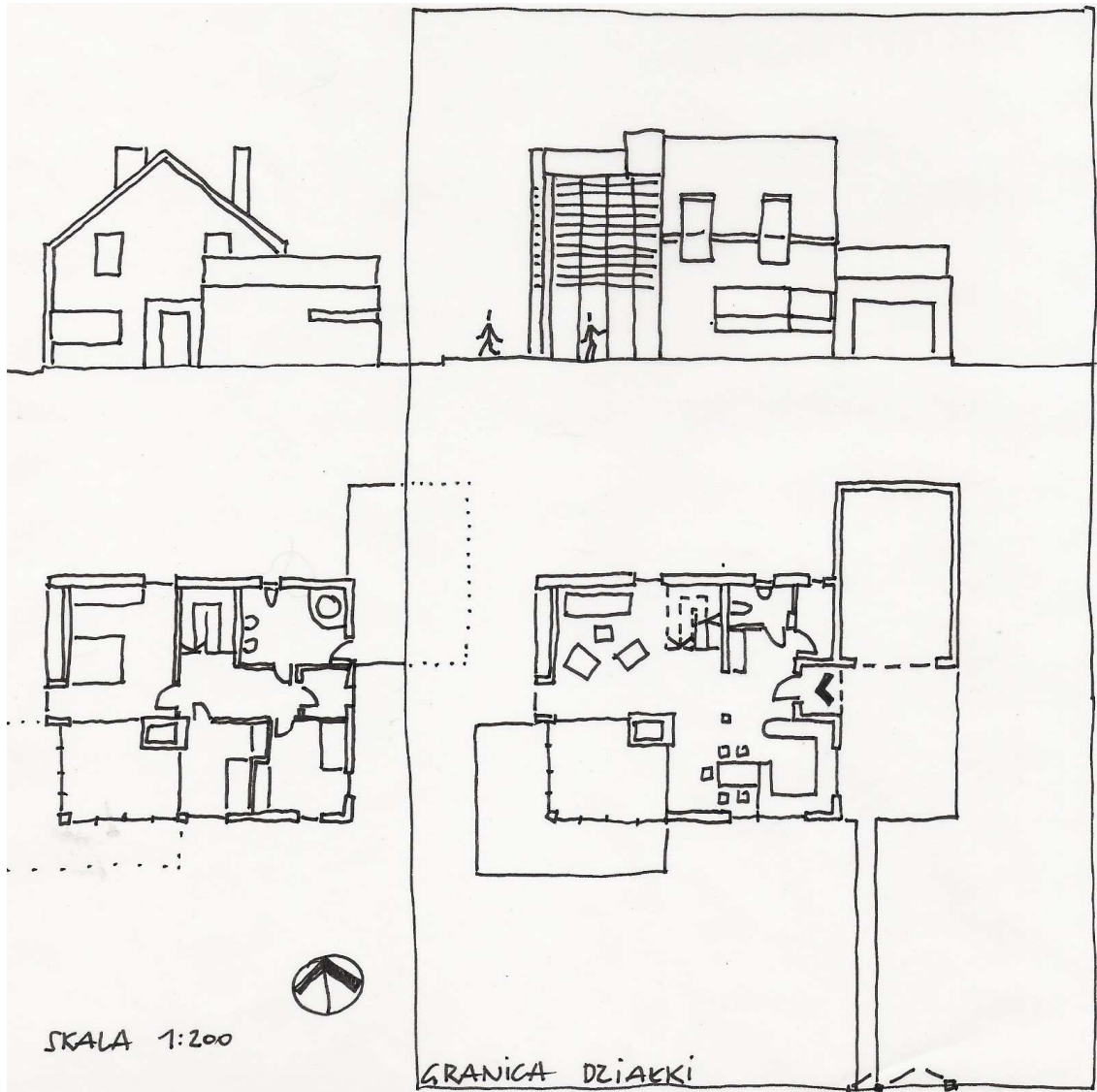


Schemat koncepcji domu wolnostojącego w Piszkwie

7. Propozycje rozwiązania architektonicznego dla domu w Długolece. Ocena parametrów środowiskowych wybranego rozwiązania

**Przeznaczenie obiektu**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt domu jednorodzinnego, wolnostojącego z garażem. Na program funkcjonalny budynku składają się pomieszczenia mieszkalne, dla jednej, czteroosobowej rodziny. Budynek jest niepodpiwniczony, jednokondygnacyjny z użytkowym poddaszem.



Długoleka – budynek powtarzalny

### Charakterystyczne parametry

	Powierzchnia zabudowy	131,67 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia całkowita	263,34 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia użytkowa	168,72 m <sup>2</sup>
	Kubatura netto	594,82 m <sup>3</sup>
	PARTER	
01	Garaż	26,33 m <sup>2</sup>
02	Kotłownia	3,88 m <sup>2</sup>
03	WC	3,61 m <sup>2</sup>
04	Salon	24,98 m <sup>2</sup>
05	Hol	7,99 m <sup>2</sup>
06	Kuchnia	9,15 m <sup>2</sup>
07	Jadalnia	11,28 m <sup>2</sup>
08	Oranżeria	12,40 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia ruchu	5,00 m <sup>2</sup>
	<b>RAZEM</b>	<b>104,62 m<sup>2</sup></b>
	PIĘTRO	
11	Taras	28,81 m <sup>2</sup>
12	Łazienka	11,28 m <sup>2</sup>
13	Sypialnia	19,44 m <sup>2</sup>
14	Pomieszczenie pomocnicze	3,05 m <sup>2</sup>
15	Sypialnia	10,75 m <sup>2</sup>
	Powierzchnia ruchu	10,01 m <sup>2</sup>
	<b>RAZEM</b>	<b>64,10 m<sup>2</sup></b>

### Opis formy budynku

Budynek zaprojektowany został na rzucie prostokąta. Jest parterowy z użytkowym poddaszem. Dach dwuspadowy (kąt nachylenia połaci 40°),

Przyległy do budynku garaż przekryty został stropodachem, z niską roślinnością.

Długość ściany frontowej	12,60	m		
Długość ściany bocznej	15,78	m		
Wysokość kalenicy (do przyległego gruntu)	8,24	m		
Wysokość okapów (min. do przyległego gruntu)	4,64	m		
powierzchnia ścian kubatury ogrzewanej i oranżerii				
	N	39,41 m <sup>2</sup>	szkielet drewniany	
	E	48,20 m <sup>2</sup>	szkielet drewniany	
	S	50,33 m <sup>2</sup>	oranżeria	
			podwójna ściana –	
			trombomur	
	W	49,93 m <sup>2</sup>	trombomur	29,58 m <sup>2</sup>
			szkielet drewniany	20,75 m <sup>2</sup>
w tym powierzchnia okien i drzwi				
	N	7,01 m <sup>2</sup>		
	E	19,39 m <sup>2</sup>	oranżeria 16,4 m <sup>2</sup>	
	S	25,61 m <sup>2</sup>	oranżeria i wejście	
	W	6,43 m <sup>2</sup>		
powierzchnia dachu				
		E (40°)	26,74 m <sup>2</sup>	o.
			59,22 m <sup>2</sup>	n.o.
		W (40°)	22,69 m <sup>2</sup>	o.
			67,33 m <sup>2</sup>	n.o.
w tym powierzchnia przeszkleń				
		E (40°)	20,71 m <sup>2</sup>	
		W (40°)	4,35 m <sup>2</sup>	

### Kategoria geotechniczna obiektu

Obiekt należy zaliczyć do I kategorii geotechnicznej wg §7 Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14.09.1998r w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.

### Sposób posadowienia

Budynek posadowiony bezpośrednio na ciągłych ławach fundamentowych.

## ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNO-MATERIAŁOWE

### Fundamenty, ściany fundamentowe

Ściany fundamentowe – ze względu na ograniczanie mostków cieplnych – od poziomu -0,80 do poziomu - 0,00 murowane z bloczków fundamentowych, gazobetonowych z wypełnieniem pionowej spoiny, szerokości: zewnętrzne – 38 cm, wewnętrzne – 24 cm.

Zaprojektowano ławę fundamentową żelbetową z betonu B-20 posadowiona na warstwie chudego betonu B7,5 grubości 10cm.

Płyta betonowa posadzkowa niezbrojona na podbudowie z minimum 30cm zagęszczonego kruszywa kamiennego łamanego z betonu B-20, grubość 15cm. kruszywo można wykorzystać jako gruntowy wymiennik ciepła.

## Ściany zewnętrzne

Ze względu na charakterystykę energetyczną budynku, ściany zewnętrzne wykonane są w dwóch odmiennych technologiach.

Ściany o wystawie NW, N, NE i E – jako ściany w technologii lekkiego szkieletu drewnianego.

Ściany o wystawie S, SW, W – jako podwójne ściany, gdzie zewnętrzna warstwa wykonana jest z materiału transparentnego, wewnętrzna zaś z materiału o dużym ciężarze właściwym.

Na poziomie stropu ściany zakończono ocieplonym wieńcem obwodowym zewnętrznym i wewnętrznym. W części ścian wykonanych w technologii szkieletu drewnianego wieńiec wykonany jest z dwóch poziomo ułożonych belek drewnianych 20/5 cm, zakotwionych w wieńcu żelbetowym.

### Ściany N-E

Warstwowe, konstrukcji drewnianej, szkieletowej, grubości 29 cm.

Warstwy od zewnątrz:

1. deskowanie – deski 2,5 cm łączone na zakład, wzmocnione zewnętrznymi zastrzałami,
2. płyty OSB 25mm, lub styropian między łałami 25 mm.
3. izolacja wiatrochronna – folia paroprzepuszczalna
4. wypełnienie – izolacja termiczna – wełna mineralna twarda (wariantowo – celulozowa) 20cm, pomiędzy słupami konstrukcji o przekroju 5/20cm,
5. folia paroszczelna,
6. płyty gipsowo kartonowe 1,2cm na poziomym ruszcie stalowym lub drewnianym.

Wymagania dotyczące oszczędności energii:

Powierzchnia przegród zewnętrznych

A 363,85 m<sup>2</sup>

Kubatura netto ogrzewana

V 594,82 m<sup>3</sup>

U<sub>k</sub>(max) 0,30 W/m<sup>2</sup>×K

**A/V 0,61**

Współczynnik przenikania ciepła projektowanej przegrody:

**U<sub>k</sub> 0,15 W/m<sup>2</sup>×K**

### Ściany S-W

Są ścianami podwójnymi Trombe'a. Zewnętrzną warstwę stanowi materiał transparentny – szklenie podwójne (wariantowo – poliwęglan komorowy). Wewnętrzna warstwa wykonana jest natomiast z cegły pełnej – grubości 38 cm malowanej od zewnątrz na ciemny (czarny) matowy kolor.

Wentylowana automatycznie przestrzeń pomiędzy warstwami ma szerokość 15 cm.

U<sub>k</sub>=0,66 W/m<sup>2</sup>×K (U<sub>k</sub> przeszklenia wyniosłby 1,6 W/m<sup>2</sup>×K).

Zaletą tego typu ścian są możliwe do osiągnięcia zyski energii słonecznej, akumulowanej w elementach masywnych, i oddawanych stopniowo (wyrównanie amplitudy temperatur) do wnętrza budynku.

### Wykończenie

Wykończenie elewacji ścian N-E – deski 25mm.

Pozostałe – szkło (poliwęglan) tynkiem i płytkami klinkierowymi.

## Ściany wewnętrzne, kominy

Wewnętrzne ściany.

Ściany wewnętrzne z cegły pełnej, grubości 12 cm lub 24 cm (nośne) – akumulacja ciepła.

### Kominy

Wykonane z prefabrykowanych pustaków kominowych.

Ściany obudowy komory kominka, z cegły ceramicznej pełnej kl. 150

Komora od góry zamknięta płytą żelbetową, na poziomie 50 cm poniżej dolnej płaszczyzny stropu (miejsce na montaż wentylatora), grubości 12 cm, z 2 metalowymi przepustami na kanały na ogrzane powietrze.

## Wykończenie

Gładź gipsowa, tynk gipsowy, farby wodnorozpuszczalne.

## Podłogi

### Parter

Typ 1: Podłoga drewniana (deski 38 mm na drewnianych belkach stropowych, z wypełnieniem granulatem keramzytowym) – piętro – poza pomieszczeniami mokrymi (patrz typ 2).

Typ 2: Płytki ceramiczne na warstwie zaprawy cementowej z podkładem ze styropianu FS20 – parter.

$$U_k \text{ (max)} \quad \mathbf{0,6 \text{ W/m}^2\text{xK}}$$

Współczynnik przenikania ciepła projektowanej przegrody:

$$U_k \quad \mathbf{0,5 \text{ W/m}^2\text{xK}}$$

## Stropy

### Strop nad parterem

Strop nad parterem zaprojektowano jako strop drewniany o rozstawie belek 60 cm i grubości konstrukcyjnej stropu 20 cm.

### Nad poddaszem

Konstrukcja warstwowa, podwieszona pod jętki i w połaci dachu.

Warstwy od wewnątrz: gładź gipsowa, płyty gipsowo-kartonowe, paroizolacja, wełna mineralna 25 cm między listwami montażowymi i krokiewiami, wiatroizolacja, kontrłaty,łaty, pokrycie.

$$U_k \text{ (max)} \quad \mathbf{0,30 \text{ W/m}^2\text{xK}}$$

Współczynnik przenikania ciepła projektowanej przegrody:

$$U_k \quad \mathbf{0,16 \text{ W/m}^2\text{xK}}$$

## Dach

Konstrukcja drewniana dwuspadowa, wsparta na ścianach zewnętrznych i i wewnętrznej płatwi. Kąt nachylenia połaci 40°.

Pokrycie: dachówka ceramiczna typu karpiówka, podwójne, na łątach, kontrłatach i z zabezpieczeniem folią wiatroizolacyjną.

## Stolarka

### Okna

Drewniane bez szczelin napowietrzających. Szklenie szybami zespolonymi o  $U_k \text{ max} = 1,6 \text{ W/m}^2\text{xK}$  lub mniej. Dwa okna połaciowe w pokoju 02 – otwierano-uchylne oraz wyłaz dachowy - typowy.

### Drzwi

Drewniane, typowe – zewnętrzne docieplane.

## CZĘŚĆ INSTALACYJNA

### Instalacje wodna, kanalizacyjna, centralnego ogrzewania

#### Instalacja wodna

Zimna woda z sieci gminnej.

W budynku zastosowano solarny układ przygotowania c.w.u. w zasobniku pojemnościowym. Dla zapewnienia dostaw c.w.u. w dni o niekorzystnych warunkach solarnych wyposażono zasobnik w węzownicę grzejną zasilaną z pompy ciepła i grzałkę elektryczną.

Woda doprowadzona będzie do następujących przyborów (baterii czerpalnych lub zaworów):

- Umywalka - szt. 3
- Muszla ustępowa - szt. 2
- Zlewozmywak - szt. 1
- Wanna - szt. 1

#### Instalacja kanalizacyjna

Kanalizacja – odprowadzenie ścieków do przydomowej biologicznej oczyszczalni ścieków o przepustowości nie większej niż 5m<sup>3</sup> na dobę (szczelny zbiornik i drenaż rozsączający).

Wariantowo – odprowadzeni ścieków do centralnej oczyszczalni tzw. living machine

#### Instalacja centralnego ogrzewania

Dom ogrzewany jest wodnym niskotemperaturowym systemem płaszczyznowym (ogrzewanie podłogowe lub ścienne) współpracującym z systemem wentylacji mechanicznej. System wentylacji mechanicznej wykorzystuje podwójną rekuperację powietrza: powietrze zewnętrzne przechodzi przez przeponowy gruntowy wymiennik ciepła (wstępne podgrzanie) oraz rekuperator (odzysk ciepła z powietrza wywiewanego). Podstawowym źródłem ciepła dla domu jest pompa ciepła współpracująca z gruntowym wymiennikiem ciepła (węzownica jako dolne źródło ciepła) typu woda-grunt. Dodatkowym źródłem ciepła jest kominek o szczelnym palenisku i z płaszczem wodnym, włączony w wodny obieg grzewczy za pomocą wymiennika. Kominek nie jest traktowany jako stałe źródło ciepła (raczej jako zabezpieczenie lub okazjonalne źródło ciepła). Wodny obieg grzewczy zasila ogrzewanie płaszczyznowe, wodną nagrzewnicę powietrza nawiewnego oraz układ przygotowania c.w.u. Instalacja mechanicznej wentylacji wywiewnej usuwa z budynku powietrze poprzez rekuperator. W zależności od warunków chwilowych pompa ciepła i kominek pracują naprzemiennie. Działanie instalacji zapewniają pompy, wentylatory i układ przepustnic odcinających. Dla poprawienia ekonomiki działania systemu wprowadzono układ recyrkulacji powietrza.

#### Instalacja wentylacji

Projektuje się wentylację mechaniczną, z automatycznie funkcjonującymi zamknięciami otworów wentylacyjnych głównych i w ścianie Trombe'a.

#### Instalacja gazowa

Wyłącznie jako wariantowe rozwiązanie wspomagające system centralnego ogrzewania, oraz do przygotowania posiłków.

### Instalacja elektryczna

Zakłada się zastosowanie energooszczędnych odbiorników i oświetlenia.  
W związku tym szacuje się zapotrzebowanie na moc następująco:

#### Bilans mocy urządzeń elektrycznych

1. Gniazdo wtykowe 3 faz – 6kW
  2. Gniazda wtykowe 1-faz (1,0kW/obwód) – 5kW
  3. Oświetlenie elektryczne – ok. 1kW
- Suma mocy odbiorów 3-faz – 6kW/400V  
Suma mocy odbiorów 1-faz – 6kW/230V

Uwzględniając współczynnik zapotrzebowania i jednoczesności moc zapotrzebowana dla projektowanego domu jednorodzinnego przyjmuje się 7,5kW

### PARAMETRY ŚRODOWISKOWE BUDYNKU<sup>3</sup>

#### Zapotrzebowanie na media

Średnie roczne zapotrzebowanie na wodę pitną	42 m <sup>3</sup>
Średnie roczne zapotrzebowanie na wodę do celów gospodarczych	38 m <sup>3</sup>
Średnie roczne zapotrzebowanie na wodę do toalet	30 m <sup>3</sup>
Średnia dobowa ilość odprowadzanych ścieków sanitarnych odprowadzanych do przydomowej oczyszczalni ścieków	0,3 m <sup>3</sup> /dobę
Zapotrzebowanie na energię elektryczną	0,6 kWh/m <sup>2</sup> /rok
Całkowite zapotrzebowanie na energię ciepłą C.W.U i C.O.	79 kWh/m <sup>2</sup> /rok
<b>Zapotrzebowanie na energię ciepłą C.O.</b>	<b>48 kWh/m<sup>2</sup>/rok</b>

#### Emisja zanieczyszczeń

Budynek spełnia warunki ochrony atmosfery.  
Przyjęto żywotność budynku – 75 lat.

Emisja gazów cieplarnianych	626 170 kg CO <sub>2</sub> eq/rok
Przewidywany ubytek warstwy ozonowej	5,17 gm CFC-11 eq/rok
Emisja związków kwaśnych	3 127 kg SO <sub>2</sub> eq/rok
Emisja fotooksydantów	2,33 kg etan eq/rok
Emisja związków fosforu	778,04 kg PO <sub>4</sub> eq/rok

#### Energia wbudowana

Energia pierwotna wbudowana w strukturę budynku	3,6 GJ/m <sup>2</sup>
---	-----------------------

<sup>3</sup> Oszacowanie wykonano na podstawie programu GBTool v. 1.81. Niekompletne dane dla Polski uzupełniono posługując się domyślnymi wartościami programu. Źródło: www.greenbuilding.ca

## **Odpady stałe**

Nie projektuje się wewnętrznych urządzeń na odpady i nieczystości stałe. Miejsce na pojemniki uwzględniające segregację odpadów zlokalizowano przy wjeździe na działkę. Przewidywana ilość odpadów stałych – do 220 litrów/tydzień.

Z uwagi na formę i konstrukcję, budynek nie powoduje szczególnego zacinienia otoczenia, zakłóceń w ekologicznej charakterystyce powierzchni ziemi, gleby, wód powierzchniowych i podziemnych. Charakter użytkowania pozwala na zachowanie biologicznie czynnej powierzchni poza powierzchnią zabudowaną.

## **8. Studia możliwości wdrożenia aktywnych systemów pozyskania energii**

### **8.1. Kolektory słoneczne**

W rejonach nizinnych Dolnego Śląska, słońce dostarcza średnio w ciągu roku około 1014 kWh na każdy metr kwadratowy powierzchni poziomej. Niekorzystnym zjawiskiem z punktu widzenia stosowania solarnych źródeł energii jest fakt, że w okresie od października do marca włącznie – a więc w okresie największego zapotrzebowania na ciepło ilość energii dostarczanej przez słońce spada do zaledwie około 230 kWh/m<sup>2</sup>.

Niemniej stosunkowo niski koszt instalacji kolektorów, zarówno ogrzewających powietrze, jak i ogrzewających ciepłą wodę użytkową sprawia, że inwestycja mająca na celu wspomoczenie tradycyjnego ogrzewania (w około 60%) zwraca się, w postaci oszczędności w kosztach energii, po 8-10 latach, w zależności od konfiguracji instalacji. Okres ten skraca się znacznie przy założeniu dofinansowania inwestycji ze źródeł zewnętrznych.

Opłacalność stosowania kolektorów rośnie jeżeli zapewnimy stały duży odbiór przekazywanego przez nie ciepła np. do podgrzania wody w basenie. Taka możliwość jest również brana pod uwagę w obszarze planowanych inwestycji.

W obszarach podgórskich, z uwagi na niższe nasłonecznienie opłacalność stosowanie kolektorów słonecznych spada i wymaga osobnych analiz.

### **8.2. Baterie fotowoltaiczne**

Przy opisanym wyżej nasłonecznieniu stosowanie baterii fotowoltaicznych, przy ich obecnych cenach, do pozyskiwania większej ilości energii elektrycznej (moc zestawu z regulatorami i akumulatorami - 1 kW) jest nieopłacalna, nawet przy założeniu współfinansowania inwestycji ze źródeł zewnętrznych. Zwrot nakładów w najbardziej opłacalnej konfiguracji następuje po 30 latach.

Tak więc zalety baterii: niezawodność, prostotę, modularność i cichą pracę można wykorzystać albo w przypadku układów małej mocy (bez drogiej automatyki i akumulatorów) lub w przypadku niemożności podłączenia obiektu do sieci energetycznej. W opisywanych inwestycjach drugi przypadek nie zachodzi. Wobec powyższego można rozważyć zastosowanie baterii fotowoltaicznych jedynie np. do czasowych instalacji oświetleniowych.

### **8.3. Pompy ciepła**

Niezwykle trudno wskazać jednoznacznie, czy w rejonie Dolnego Śląska jest możliwe i opłacalne stosowanie pomp ciepła. Zależy to bowiem w mniejszym stopniu od w miarę jednorodnego klimatu. Największy wpływ mają przede wszystkim warunki gruntowe i hydrologiczne oraz wielkość terenu inwestycji. A te są bardzo różnorodne i zależne od konkretnej sytuacji. Dlatego też ograniczono się do wskazania najbardziej korzystnych warunków i konfiguracji instalacji.

Za najkorzystniejszy dla stosowania pomp ciepła uznaje się wilgotne ciężkie gleby gliniaste, z uwagi na ich dużą pojemność cieplną. Podobną charakterystykę mają tereny o wysokim poziomie wód gruntowych – najlepiej płynących, gdyż wówczas dolne źródło ciepła ma stałą stosunkowo wysoką

temperaturę i dużą pojemność cieplną. Z takim przypadkiem mamy do czynienia na obszarze zarówno Długołęki jak i Piszkwawy – a szerzej – doliny Odry.

Tańsze w wykonaniu są poziome wymienniki ciepła – możliwe do wykonania w wyżej opisanych warunkach, ale wymagające również stosunkowo dużej powierzchni terenu niezabudowanego.

Wreszcie – pompy ciepła wymagają stałego dopływu energii elektrycznej. Należy więc rozważyć możliwość stosowania liczników dwutaryfowych przy zakupie energii z sieci.

W korzystnych warunkach, oraz zakładając częściowe dofinansowanie inwestycji ze źródeł zewnętrznych, zwrot kosztów następuje po około 10-12 latach.

#### 8.4. Rekuperatory

Stosowanie rekuperatorów rozpatrywać należy jako jeden z elementów systemu regulacji wentylacji domu. W związku z tym mają sens wtedy, gdy mamy do czynienia z budynkiem, w którym straty ciepła w wentylacji stanowią znaczący procent ogólnych strat ciepła (tam gdzie straty ciepła przez przegrody są ograniczone do minimum) – a więc w budynkach starannie i ponadnormatywnie izolowanych, lub w takich gdzie stosuje się ogrzewanie powietrzem oraz kontrolę ilości i jakości powietrza nawiewanego i wywiewanego. Oba te warunki spełniają domy pasywne. Często łączy się je z gruntowym wymiennikiem ciepła, gdzie następuje wstępne podgrzanie lub schłodzenie powietrza wentylacyjnego.

#### 8.5. Kociołownie na biomasę

Zasadniczo nie ma ograniczeń w stosowaniu kotłów spalających biomasę. Opłacalność ich stosowania zależy od: zapotrzebowania na moc, typu i jakości paliwa, stopnia zautomatyzowania i związanej z nią sprawności samego kotła. Są to więc wskaźniki niezależne od warunków zewnętrznych. Jedynym istotnym wskaźnikiem zależnym od lokalizacji jest dostępność paliwa. Z tego względu lokalizacje poza obszarem centrów miast są korzystniejsze.

W zależności od przyjętej konfiguracji instalacji zwrot nakładów następuje w okresie od 3 do 9 lat. W opisywanych założeniach rozpatrywano wariant centralnej kotłowni dla zespołu domów. Jednak analizy wskazały, że adresowany projekt i wykonanie takiej kotłowni, oraz straty ciepła podczas jego przesyłu, powodują, że bardziej opłacalne jest stosowanie kotłowni indywidualnych.

#### 8.6. Elektrownie wiatrowe

Obserwacje meteorologiczne wskazują, że w rejonie Dolnego Śląska średnia prędkość wiatru w ciągu całego roku wynosi około 2,6 m/s. Przy czym 15,6% roku to okres ciszy.

W takich warunkach stosowanie elektrowni wiatrowych, z uwagi na ich duży koszt, jest nieopłacalne.

### 9. Studia możliwości wdrożenia pasywnych systemów oszczędzania energii

Wszystkie z wymienionych: ukształtowanie terenu, dobór i ukształtowanie zieleni, ekspozycja obiektu lub zespołu, struktura obiektu nie wymagają od inwestora żadnych dodatkowych nakładów finansowych, a jedynie świadomie podjętych decyzji na etapie projektu. Stosowanie niżej opisanych reguł może poprawić sprawność energetyczną obiektu.

Przy wyborze terenu należy więc zwrócić uwagę na ich topografię. Najkorzystniejsze tereny to stoki południowe z niewielkimi odchyleniami na wschód lub zachód i spadkami nie przekraczającymi kilku procent (zmniejszenie strat ciepła o ok. 5-10%). Unikać należy lokalizacji na wierzchołku wzgórz i w depresjach terenowych (zwiększenie strat nawet o 10%).

Mikroklimat zespołu można poprawić w ograniczonym stopniu stosując nasypy i spoilery ziemne ukierunkowujące masy powietrza.

Ważnym czynnikiem jest odpowiedni dobór i ukształtowanie zieleni – szczególnie wysokiej. Lokalizacja budynków w rzadkim lesie liściastym pozwala zaoszczędzić od 10 do 15% energii (przy lokalizacji w lesie iglastym lub na otwartym terenie traci się ok. 10 – 15% energii). Jeżeli zastosuje się osłonę leśną od strony przeważających wiatrów (w opisywanych przypadkach od zachodu i północnego zachodu) można zaoszczędzić nawet do 20% energii. Pamiętać jednak należy, że tego typu osłony

powinny mieć szerokość przynajmniej 10 m, wysokość budynków i być od nich odsunięte o kolejne 10m, więc wymagają miejsca w terenie.

Znaczenie ma również sposób ukształtowania samego zespołu zabudowy – najkorzystniejsze są zespoły zamknięte i zwartej zabudowy (co nie zawsze jest możliwe ze względu na zapisy miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego), ustawione kaskadowo względem przeważających wiatrów.

Korzystny wpływ na bilans energetyczny budynku ma zarówno forma jak i struktura uwzględniające:

- zmniejszenie stosunku powierzchni przegród zewnętrznych do kubatury
- zmniejszenie wysokości budynku
- zastosowanie osłon ziemnych lub biotektonicznych ścian i dachów
- zastosowanie w części nasłonecznionej bufora w postaci np. oranżerii
- strefowanie pomieszczeń, w zależności od ich wymagań komfortu cieplnego i kierunków stron świata
- zastosowanie szczelnej, ponadnormatywnej izolacji termicznej, oraz ograniczenie mostków cieplnych
- stosowanie przeszkleń w ścianach nasłonecznionych (S do 60%, , oraz ich ograniczanie w ścianach nenasłonecznionych E i W ok. 16%, N max. 12%)

## 10. Bilans energetyczny wybranego rozwiązania. Dom w Długolęce

Przeanalizowano cztery warianty domów jednorodzinnych wolnostojących.

**Wariant A:** dom konwencjonalny z konwencjonalną instalacją grzewczo – wentylacyjną.

**Wariant B:** dom konwencjonalny z wentylacją nawiewno- wywiewną z dwustopniową rekuperacją ciepła obejmującą przeponowy wymiennik gruntowy i rekuperator ciepła.

**Wariant C:** dom energooszczędny z konwencjonalną instalacją grzewczo – wentylacyjną. Dom energooszczędny posiada wszystkie przegrody zewnętrzne o współczynniku przenikania ciepła zmniejszonym w stosunku do domu konwencjonalnego. Wartości zaznaczone w bilansie cieplnym (np. dla ścian  $U = 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

**Wariant D:** dom energooszczędny z odnawialnymi źródłami ciepła i z wentylacją nawiewno- wywiewną z dwustopniową rekuperacją ciepła obejmującą przeponowy wymiennik gruntowy i rekuperator ciepła.

Każdy z tych domów może być zaopatrzony w autonomiczny układ solarny dla przygotowania ciepłej wody użytkowej.

Sporządzono bilanse ciepła dla wszystkich wariantów w zakresie mocy cieplnej oraz zużycia energii cieplnej w rozszerzonym okresie grzewczym od września do maja. Zużycie energii cieplnej obliczono przy uśrednionym występowaniu zysków ciepła wewnątrz domów, zysków od ludzi, sprzętów domowych, oświetlenia i nasłonecznienia. Całkowity bilans ciepła na potrzeby ogrzewania i wentylacji zestawiony został w załączonych tabelach oraz został zilustrowany na wykresach słupkowych i wykresach przebiegów zapotrzebowania ciepła w poszczególnych miesiącach.

Sporządzono również symulację bilansową pozyskiwania energii słonecznej dla przygotowania 350 litrów ciepłej wody użytkowej na dobę dla wszystkich miesięcy w roku. Wyniki symulacji obejmowały zestawienia zysku solarnego, potrzebnej energii konwencjonalnej, stopnia pokrycia energią solarną potrzeb podgrzewania c.w.u., sprawności pozyskiwania energii słonecznej, oszczędności energii wyrażonej w [kWh] i w [m<sup>3</sup>] gazu oraz efektu środowiskowego w postaci redukcji emisji CO<sub>2</sub>. Wyniki symulacji zostały również zilustrowane na wykresach.

W domach w rozpatrywanym osiedlu pod pojęciem konwencjonalnej instalacji grzewczo-wentylacyjnej rozumiemy wodną instalację grzewczo zasilaną z kotła opalanego gazem oraz grawitacyjną instalację wentylacyjną o wydajności powietrznej równej jednej krotności wymian dla domu. Do kosztów gazowego źródła ciepła dodajemy również koszt sieci gazowej wraz ze stacją redukcyjno – pomiarową. Natomiast wentylacja nawiewno – wywiewna pracuje w sposób kontrolowany z taką samą wydajnością powietrzną, jednocześnie powietrze zewnętrzne jest zawsze podgrzewane w przeponowym wymienniku gruntowym i w rekuperatorze.

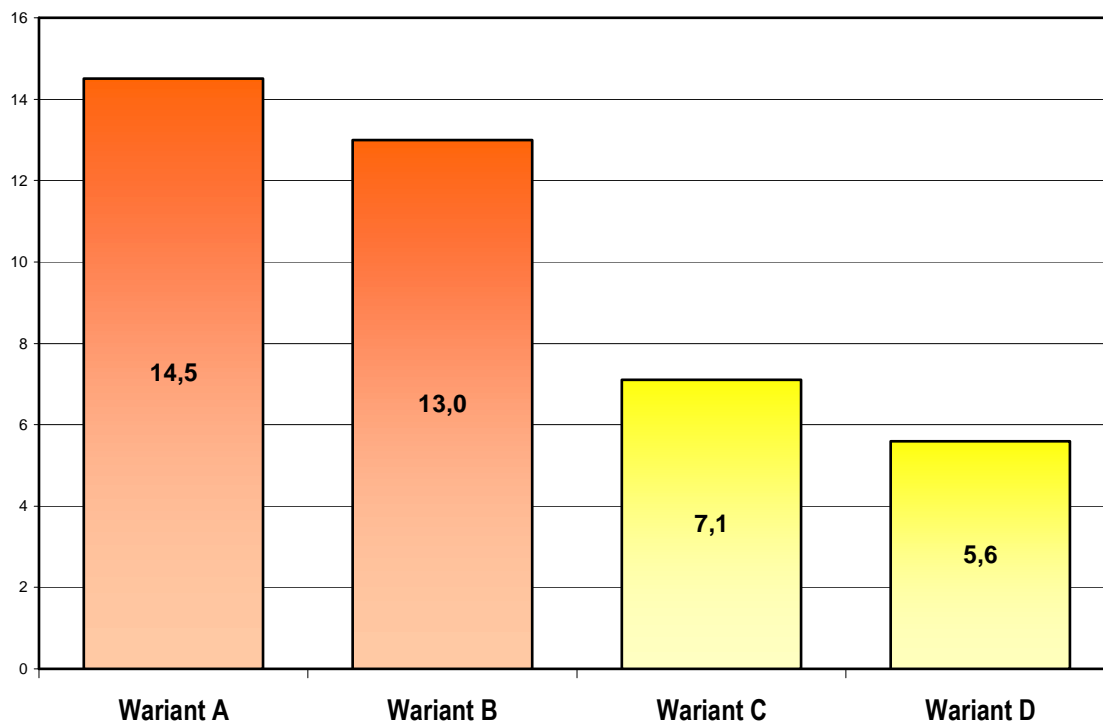
W wariacie domu z odnawialnym źródłem ciepła, tak jak zilustrowano na rysunkach 2 i 3, dla pokrycia potrzeb grzewczo – wentylacyjnych zastosowano pompę ciepła z dolnym źródłem w postaci wymiennika w płynącej wodzie gruntowej. Zabezpieczającym bądź alternatywnym źródłem ciepła jest kominek, w ogrzewaniu powietrznym – typowy, powietrzny, w ogrzewaniu wodnym – z płaszczem wodnym.

A                      B                      C                      D

**1. Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania (W) i temperatura powietrza wentylacyjnego**

<b>Qco W</b>	<b>14 493</b>	<b>12 964</b>	<b>7 110</b>	<b>5 581</b>
t <sub>went</sub> °C	-18	15	-18	15

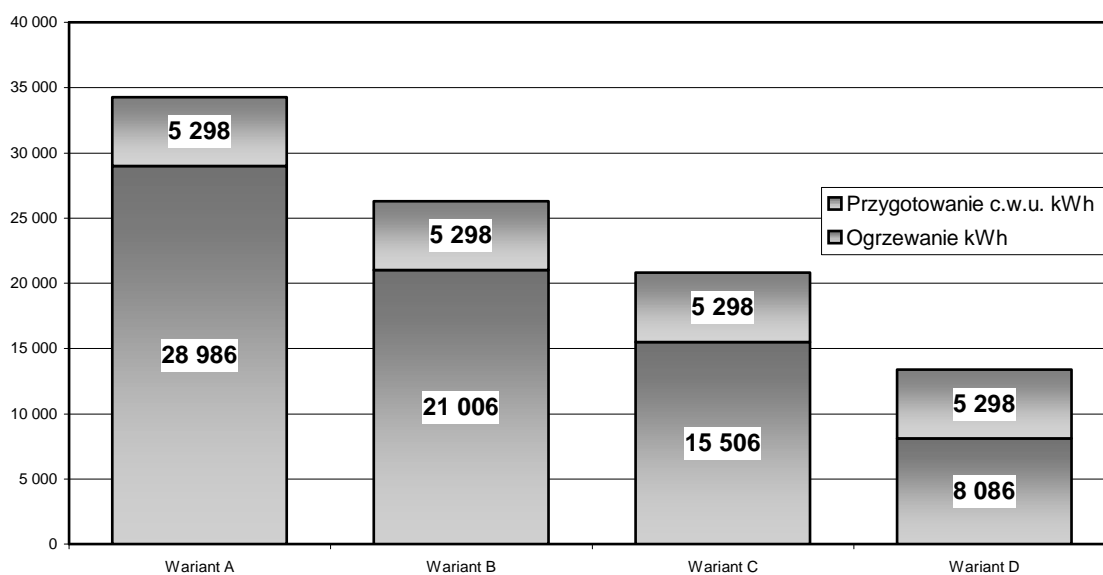
**Obliczeniowe zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania domu wolnostojącego - 100 domów [kW]**



**2. Miesięczne i roczne zużycie energii cieplnej do ogrzewania budynków i przygotowania c.w.u. (w kWh)**

kWh	Wariant A	Wariant B	Wariant C	Wariant D	c.w.u.
Wrzesień	108	92	33	22	435
Październik	2 139	1 561	983	511	448
Listopad	3 822	2 786	2 058	1 078	429
Grudzień	5 400	3 947	3 083	1 656	431
Styczeń	6 128	4 458	3 528	1 883	445
Luty	5 028	3 614	2 783	1 428	419
Marzec	4 050	2 869	2 058	1 011	452
Kwiecień	2 061	1 475	897	447	437
Maj	250	203	78	50	452
Czerwiec					441
Lipiec					453
Sierpień					457
<b>W sezonie</b>	<b>28 986</b>	<b>21 006</b>	<b>15 506</b>	<b>8 086</b>	<b>5 298</b>

*Roczne zużycie energii na cele ogrzewania i przygotowania c.w.u. w domu wolnostojącego - 100 domów [kWh]*

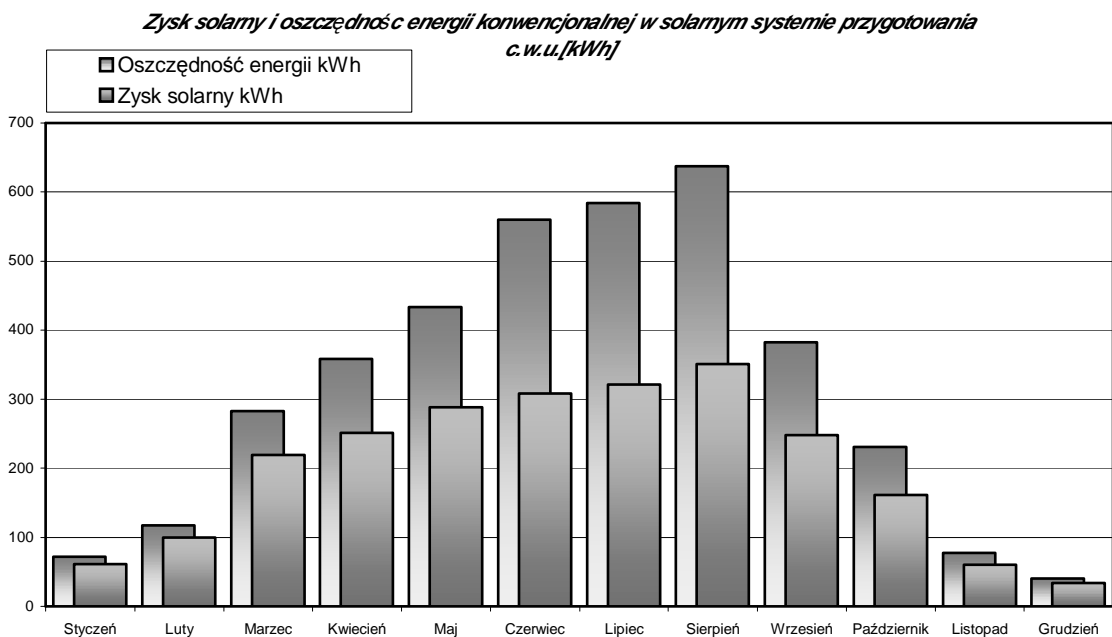
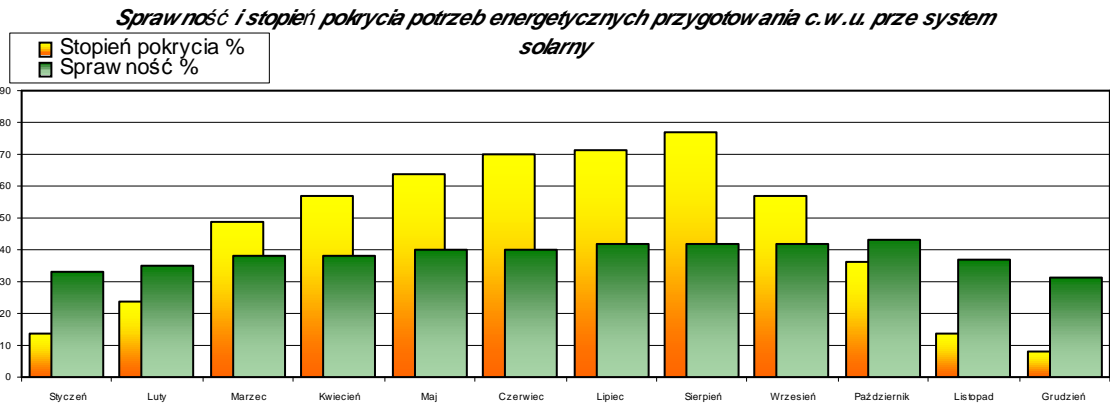


### 3. Miesięczne i roczne zapotrzebowanie energii cieplnej w budynku (łącznie ogrzewanie i c.w.u.)

kWh	Wariant A	Wariant B	Wariant C	Wariant D	
Lipiec	453	453	453	453	
Sierpień	457	457	457	457	
Wrzesień	543	526	468	457	
Październik	2 586	2 009	1 431	959	
Listopad	4 252	3 216	2 488	1 507	
Grudzień	5 831	4 378	3 514	2 086	
Styczeń	6 573	4 903	3 973	2 328	
Luty	5 447	4 033	3 202	1 847	
Marzec	4 502	3 321	2 510	1 463	
Kwiecień	2 498	1 912	1 334	884	
Maj	702	655	530	502	
Czerwiec	441	441	441	441	
<b>W sezonie</b>	<b>34 284</b>	<b>26 303</b>	<b>20 801</b>	<b>13 384</b>	

Qco	14,5	13,0	7,1	5,6
Ogrzewanie kWh	28 986	21 006	15 506	8 086
Przygotowanie c.w.u. kWh	5 298	5 298	5 298	5 298

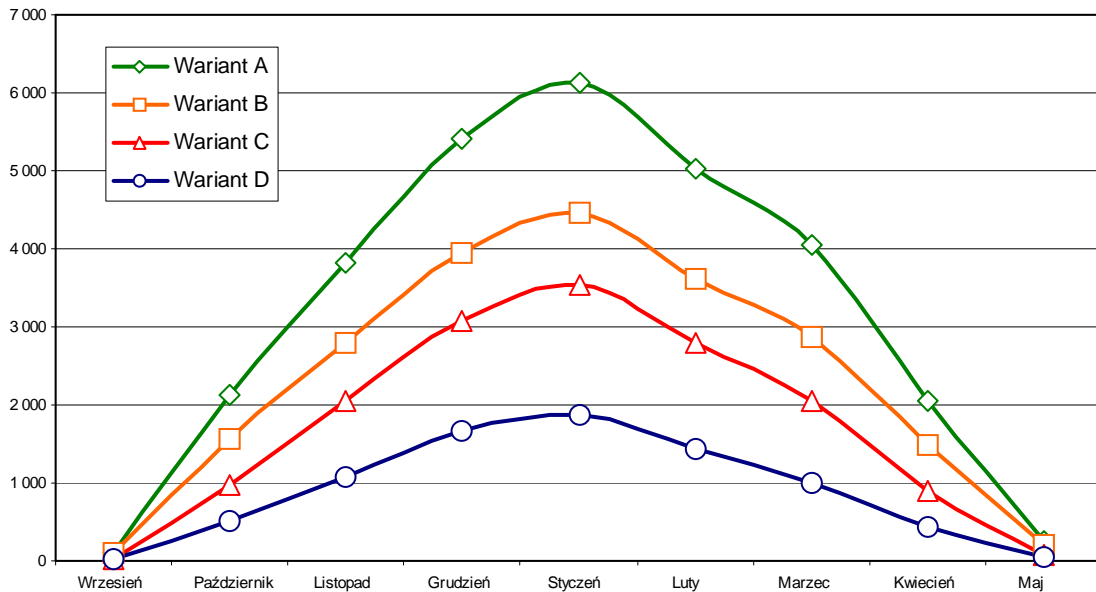
	Stopień pokrycia %	Sprawność %	Zysk solarny kWh	Oszczędność energii kWh	Energia konwencjonalna kWh	Zużycie energii na cele c.w.u. kWh	Oszczędność gazu m <sup>3</sup>	Zmniejszenie emisji CO <sub>2</sub> kg
Styczeń	14	33	61	72	384	445	7	14
Luty	24	35	100	117	319	419	12	22
Marzec	49	38	220	283	232	452	28	54
Kwiecień	57	38	251	358	186	437	36	68
Maj	64	40	288	433	164	452	43	82
Czerwiec	70	40	308	560	133	441	56	106
Lipiec	71	42	321	584	132	453	58	111
Sierpień	77	42	351	638	106	457	64	121
Wrzesień	57	42	248	382	187	435	38	73
Październik	36	43	162	231	286	448	23	44
Listopad	14	37	60	77	369	429	8	15
Grudzień	8	31	34	40	397	431	4	8
<b>Rocznie</b>	<b>45%</b> średnio	<b>38%</b> średnio	<b>2402,8</b> suma	<b>3774,7</b> suma	<b>2895,0</b> suma	<b>5297,8</b> suma	<b>377,5</b> suma	<b>717,2</b> suma



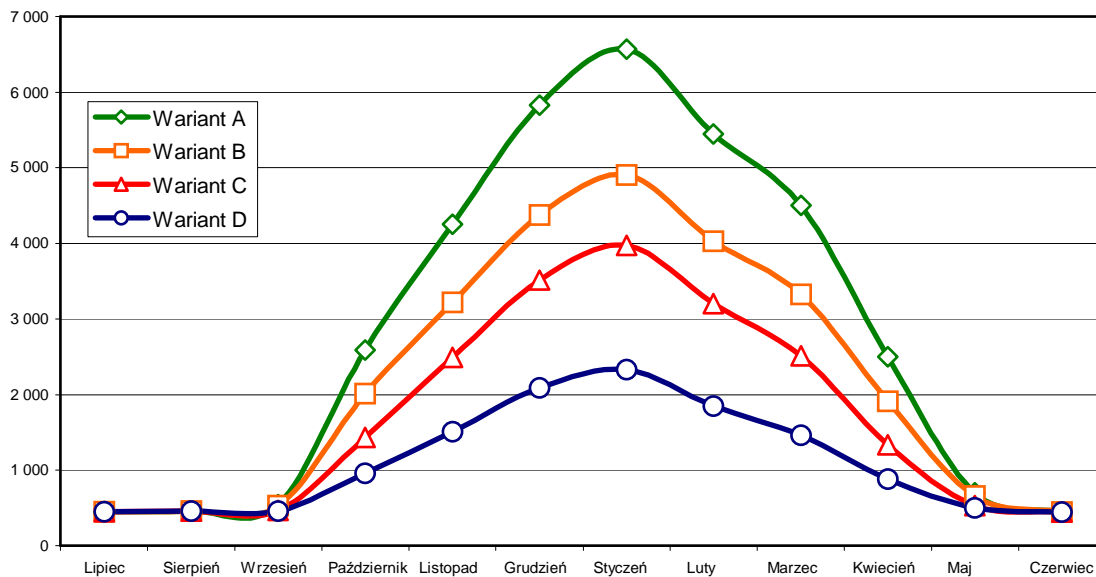
## 11. Studium opłacalności wdrożenia wybranego rozwiązania. Dom w Długolece

Korzystając z powyższego zestawienia oraz przewidywanych kosztów instalacji można określić wstępnie wartości prostego okresu zwrotu SPBT dla inwestycji w odzysk ciepła i odnawialne źródła ciepła dla rozpatrywanych domów. I tak w przypadku zastosowania w domu instalacji wentylacyjnej nawiewno-wywiewnej z dwustopniową rekuperacją ciepła obejmującą przeponowy wymiennik gruntowy i rekuperator ciepła można zaoszczędzić w skali sezonu 1437 zł w domu konwencjonalnym oraz 1335 zł w domu energooszczędnym, co daje średnią wartość 1386 zł. Jeżeli założymy, że przeponowy wymiennik gruntowy wykonywany jest na etapie budowy domu i zakup wszystkich elementów nastąpi grupowo dla całego osiedla, to koszt dwustopniowej rekuperacji ciepła na instalacji wentylacyjnej zamknie się w kwocie 12000 zł, co daje średni okres zwrotu na poziomie 8,7 lat. Należy podkreślić również fakt, że tę instalację wentylacyjną można również eksploatować w lecie bez żadnych dodatkowych kosztów i tym samym uzyskiwać efekt chłodzenia powietrza w upalne dni. W ten sposób otrzyma się dodatkowy efekt energetyczny i również bardzo korzystne warunki mikroklimatu w domu. Te dodatkowe efekty nie są uwzględniane w żadnym rachunku opłacalności. Również nie uwzględnia się pozytywnych efektów środowiskowych – zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub>. Uwzględniając wszystkie dodatkowe efekty można obniżyć okres zwrotu inwestycji do około 5 lat.

*Zużycie energii na ogrzewanie domu wolnostojącego - 100 domów [kWh]*



*Zużycie energii na ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. w domu wolnostojącego - 100 domów [kWh]*



Jeżeli chodzi o wskaźniki opłacalności zastosowania kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u., to należy przeanalizować wyniki symulacji cieplnej dla pracy kolektorów, załączonej w opracowaniu. Widać, że dla warunków wrocławskich stopień pokrycia potrzeb grzewczych c.w.u. przez energię słoneczną może wynieść 45%, co daje zysk energetyczny 2403 kWh. Po odniesieniu tej wartości do przypadku użycia gazu dla podgrzania c.w.u., otrzymamy wartość około 600 zł. Proste układy solarne z płaskimi kolektorami w zakupie grupowym można dostać w cenie 7000 zł. Z tych wartości otrzymamy prosty czas zwrotu inwestycji na poziomie 11,7 lat.

W wariantcie domu z odnawialnym źródłem ciepła (wariant D), tak jak zilustrowano na rysunkach 2 i 3, dla pokrycia potrzeb grzewczo – wentylacyjnych zastosowano pompę ciepła z dolnym źródłem w postaci wymiennika w płynącej wodzie gruntowej. Zabezpieczającym bądź alternatywnym źródłem ciepła jest kominek, w ogrzewaniu powietrznym – typowy, powietrzny, w ogrzewaniu wodnym – z płaszczem wodnym. Dla wariantu D możemy rozpatrywać wewnętrzną instalację ogrzewania w wersji wodnej albo wersji powietrznej. Tę część instalacji wewnętrznej traktujemy jako powtarzającą się we wszystkich

wariantach część konwencjonalną. Natomiast część niekonwencjonalną stanowi pompa ciepła jako podstawowe źródło ciepła oraz kominiek w wersji powietrznej lub wodnej, jako zabezpieczenie. Całość kosztów tej części niekonwencjonalnej zostanie odniesiona do kosztów źródła ciepła w postaci kotła gazowego wraz z infrastrukturą. Koszty eksploatacyjne domu w wariacie D zostają porównane z kosztami eksploatacji domu w wariacie C. Różnica w kosztach między konwencjonalnym źródłem ciepła (kocioł gazowy) i źródłem odnawialnym (pompa ciepła w wersji przyjętej) wynosi 20000 zł. Razem z układem podwójnej rekuperacji (przeponowy wymiennik gruntowy i wymiennik rekuperator) różnica w kosztach instalacji wyniesie 32000 zł. Różnica w kosztach eksploatacji między wariantem C i wariantem D wynosi 2563 zł. A co za tym idzie prosty okres zwrotu przyjmie wartość 12,5 lat.

Zestawienie zużycia energii, kosztów energii dla poszczególnych wariantów, okresu zwrotu SPBT.

warianty	zużycie energii	koszty eksploatacji	koszty montażu	okres zwrotu SPBT
A	28 986 kWh	6 218 PLN	x	
B	21 006 kWh	4 781 PLN	12000	8,7
C	15 506 kWh	3 791 PLN	x	
D	8 086 kWh	1 228 PLN	x+32000	12,5

## Podsumowanie

### 12. Możliwości zastosowania technologii energooszczędnych na Dolnym Śląsku

Przeprowadzone analizy wskazują na celowość stosowania na Dolnym Śląsku odnawialnych źródeł energii takich jak: kotłownie na biomasę, kolektory słoneczne i pompy ciepła, w połączeniu z systemami rekuperacji powietrza wentylowanego, oraz dostosowaniem struktury i formy budynku w celu maksymalizacji zysków solarnych (podwójne ściany, szklane bufory, system dociepleń).

W przypadku stosowania pomp ciepła należy jednak przeprowadzać analizę opłacalności wybranych rozwiązań, ze względu na możliwość występowania niekorzystnych warunków (niski poziom wód gruntowych, niewielka powierzchnia inwestycji, lekkie gleby).

Za nieopłacalne z punktu widzenia tradycyjnej ekonomii uznać należy stosowanie na Dolnym Śląsku baterii fotowoltaicznych oraz elektrowni wiatrowych (w przypadku elektrowni również należy rozpatrywać szczegółowo konkretną lokalizację – obszary podgórskie różnią się znacząco pod względem warunków wiatrowych od obszarów nizinnych branych pod uwagę w niniejszym opracowaniu).

Należy jednak zwrócić uwagę, że nie tylko kwestie bieżącej ekonomii powinny decydować o wyborze i zastosowaniu danego rozwiązania. Wszak podstawową ideą leżącą u podstaw stosowania ekologicznych źródeł energii, jest dbałość o stan środowiska. Pamiętać więc należy również o ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych, związków siarki i fosforu – żeby wymienić wymierne zyski. Do tych niewymiernych, lub trudnych do określenia należeć będzie jakość powietrza czy też po prostu piękno krajobrazu, zarówno to którego teraz lub w niedalekiej przyszłości będziemy doświadczać, jak i to które pozostawimy po sobie.

#### BIBLIOGRAFIA:

[www.fewe.pl](http://www.fewe.pl)

[www.greenbuilding.ca](http://www.greenbuilding.ca)

[www.retscreen.net](http://www.retscreen.net)

Bać A., *Budynki pasywne. Wymagania techniczne i projektowanie*, [w:] Wiadomości Projektanta Budownictwa, 6(185)2006, 2006 Warszawa.

Bać A., *Drewniane budynki niskoenergetyczne*, [w:] Wiadomości Projektanta Budownictwa, 7(186)2006, 2006 Warszawa.

Dubicka M., *Wpływ cyrkulacji atmosfery na kształtowanie warunków klimatu (na przykładzie Wrocławia)*. [w:] Studia geograficzne LX. Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław 1994. (1946-1986).

Gąsiorek J., *Wioski ekologiczne w Wielkiej Brytanii. Rozwój spontaniczny czy zrównoważony?* [w:] *Oblicza równowagi. Architektura, urbanistyka, planowanie u progu międzynarodowej dekady edukacji na rzecz zrównoważonego rozwoju*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2005 Wrocław.

Gluecklich D., *Oekologisches Bauen. Von Grundlagen zu Gesamtkonzepten*, Merkur Druck, 2004 Leipzig.

Wszelkie dane liczbowe wykorzystane w opracowaniu są ważne na dzień 31 października 2006r.