



Instal-Sanit

Biuro Usługowo - Doradcze

„INSTAL-SANIT”

ul. Nowe Ogrody 37B/18, 80-803 Gdańsk
NIP: 849-150-69-24
fax. 58 727 92 96, biuro@instalsanit.com.pl

Obiekt: Zespół mieszkaniowy

Adres: Hel działka nr 738/2

Opracowanie: **Analiza techniczno ekonomiczna systemów grzewczych**

Wyszczególnienie	Imię i nazwisko	Podpis
Opracował	mgr inż. Rafał Malinowski uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń ciepłych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych nr POM/0244/PWOS/12	

Gdańsk, marzec 2017r.



Spis treści

1.	Analiza systemu	3
1.1	Analiza systemu ogrzewania budynku osiemnasto – lokalowego	3
1.2	Analiza systemu ogrzewania budynku dwudziesto cztero - lokalowego	4
2.	Koszty ogrzewania	5
2.1	Osiemnasto – lokalowy	6
2.2	Dwudziestocztero- lokalowy	7
3.	Koszty inwestycyjne systemów	8
3.1	Budynek osiemnasto lokalowy	8
3.2	Budynek dwudziesto cztero lokalowy	9
4.	Zestawienie kosztów eksploatacji oraz kosztów inwestycyjnych.....	10
4.1	Budynek osiemnasto lokalowy	10
4.2	Budynek dwudziesto cztero lokalowy	11
5.	Wnioski	11



1. Analiza systemu

1.1 Analiza systemu ogrzewania budynku osiemnasto – lokalowego

Analizie poddaje się system ogrzewania budynku:

Osiemnasto - lokalowy:

- budynek 3 kondygnacyjny oraz poddasze,
- niepodpiwniczony,
- powierzchni użytkowej $A=1068\text{m}^2$
- kubatura $V=2670\text{m}^3$
- Straty ciepła dla budynku wykonanego w standardzie współczynników granicy bilansowej zgodnej z Warunkami technicznymi z 2017r wynoszą $Q_{c.o.}=40,5\text{kW}$

Do obliczeń strat ciepła przyjęto współczynniki przenikania:

- a) ściana zewnętrzna $0,23\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- b) podłoga na gruncie $0,3\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- c) dach $0,18\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- d) okna $1,1\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Moc cieplna niezbędna do podgrzania ciepłej wody użytkowej obliczono:

Zapotrzebowanie ciepła do podgrzewu c.w.u. wg normy

PN-92/B-01706

Czas użytkowania w ciągu doby	$\tau=$	18
Jednostkowe zapotrzebowanie na c.w.u. na użytkownika $110\div 130\text{ dm}^3/\text{d j.o.}$	$q_c=$	110

Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru		
$N_h = 9,32 \times n^{-0,244}$		
n- liczba użytkowników	n=	36
$N_h=$	3,888	

Średnie dobowe zapotrzebowanie $q_{d\acute{s}r} = q_c \cdot n$ [dm^3/h]		
$q_{d\acute{s}r}=$	3960,0	dm^3/d

Średnie godzinowe zapotrzebowanie $q_{h\acute{s}r} = q_{d\acute{s}r} / \tau$ [dm^3/h]		
$q_{h\acute{s}r}=$	220,0	dm^3/h

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie $q_{h\text{max}} = N_h \cdot q_{h\acute{s}r}$ [dm^3/h]		
$q_{h\text{max}}=$	855,2652	dm^3/h



Zapotrzebowanie ciepła do podgrzewu c.w.u. (dla q_{hmax})

$$Q_{cwu} [kW] = (q_{hmax} \cdot cw \cdot \rho \cdot \Delta t) / 3600$$

$$\Delta t = t_z - t_p [K]$$

$$\Delta t = 50 [K]$$

$$Q_{cwu} = 49890 \text{ W} = 50 \text{ kW}$$

W systemie zasobnikowym przyjmuje się 25kW

Całkowite zapotrzebowanie na moc cieplną budynku $Q=65,5kW$

1.2 Analiza systemu ogrzewania budynku dwudziesto cztero - lokalowego

Analizie poddaje się system ogrzewania budynku:

dwudziesto cztero - lokalowy:

- budynek 3 kondygnacyjny oraz poddasze,
- niepodpiwniczony,
- powierzchni użytkowej $A=1479m^2$
- kubatura $V=3697,5m^3$
- Straty ciepła dla budynku wykonanego w standardzie współczynników granicy bilansowej zgodnej z Warunkami technicznymi z 2017r wynoszą $Q_{c.o.}=55,4kW$

Do obliczeń strat ciepła przyjęto współczynniki przenikania:

e) ściana zewnętrzna $0,23 \text{ W/m}^2 \cdot K$

f) podłoga na gruncie $0,3 \text{ W/m}^2 \cdot K$

g) dach $0,18 \text{ W/m}^2 \cdot K$

h) okna $1,1 \text{ W/m}^2 \cdot K$

- moc cieplna niezbędna do podgrzania ciepłej wody użytkowej obliczono:

Zapotrzebowanie ciepła do podgrzewu c.w.u. wg normy

PN-92/B-01706

Czas użytkowania w ciągu doby	$\tau =$	18
Jednostkowe zapotrzebowanie na c.w.u. na użytkownika $110 \div 130 \text{ dm}^3/\text{d j.o.}$	$q_c =$	110

Współczynnik godzinowej nierównomierności rozbioru

$$N_h = 9,32 \times n^{-0,244}$$

n- liczba użytkowników

$$n = 48$$

$$N_h = 3,624$$

Średnie dobowe zapotrzebowanie $q_{d\acute{s}r} = q_c \cdot n [dm^3/h]$

$$q_{d\acute{s}r} = 5280,0 \text{ dm}^3/\text{d}$$



Średnie godzinowe zapotrzebowanie $q_{h\acute{s}r} = q_{d\acute{s}r} / \tau$ [dm^3/h]

$q_{h\acute{s}r} =$ **293,3** dm^3/h

Maksymalne godzinowe zapotrzebowanie $q_{h\text{max}} = N_h \cdot q_{h\acute{s}r}$ [dm^3/h]

$q_{h\text{max}} =$ **1063,05** dm^3/h

Zapotrzebowanie ciepła do podgrzewu c.w.u. (dla $q_{h\text{max}}$)

Q_{cwu} [kW] = $(q_{h\text{max}} \cdot c_w \cdot \rho \cdot \Delta t) / 3600$

$\Delta t = t_z - t_p$ [K]

$\Delta t =$ **50** [K]

$Q_{\text{cwu}} =$ **62011** **W** **62** **kW**

W systemie zasobnikowym przyjmuje się 31kW

Całkowite zapotrzebowanie na moc ciepłą budynku $Q=86,5\text{kW}$

2. Koszty ogrzewania

Koszty ogrzewania dla różnych systemów grzewczych (stan cen na styczeń 2017, województwo Pomorskie)

Rodzaj paliwa	Wartość opała	Cena PLN brutto jednostki	Cena 1 kWh	Sprawność urządzenia %	Koszt uzyskanego 1 kWh
Gaz ziemny GZ 50	10,97 kWh / m ³	2,50	0,25	105	0,23
Gaz płynny propan - butan	27,3 kWh/m ³	6,96	0,25	98	0,26
Eko groszek	8 kWh / kg	0,889	0,11	85	0,13
Energia elektryczna taryfa całodobowa	1 kWh	0,54	0,54	99	0,55
Pompa ciepła gruntowa	1 kWh	0,54	0,54	400	0,14
Pompa ciepła powietrzna	1 kWh	0,54	0,54	300	0,185



2.1 Osiemnasto – lokalowy

Dla rozpatrywanego budynku oraz systemów grzewczych roczne koszty pracy systemu wynoszą:

Rodzaj paliwa	Koszt uzyskanego 1 kWh	Koszt roczny ogrzewania
Gaz ziemny GZ 50	0,23	30 130 zł
Gaz płynny propan - butan	0,26	34 060 zł
Eko groszek	0,13	17 030 zł
Energia elektryczna taryfa całodobowa	0,55	72 050 zł
Pompa ciepła gruntowa	0,14	18 340 zł
Pompa ciepła powietrzna	0,185	22 925 zł

Obliczenia wykonano zgodnie z poniższym przykładem dla gazu płynnego :

Dane do obliczeń

	Wartość	Jednostka
Moc urządzenia	65500	W
Czas pracy urządzenia	2000	godzin
Koszt brutto 1 kWh gazu	0,26	zł

Wynik obliczeń

W podanym czasie urządzenie zużywa:	131000,00	kWh
Koszt zużytego gazu / rok:	34060,00	zł



2.2 Dwudziestoczero- lokalowy

Dla rozpatrywanego budynku oraz systemów grzewczych roczne koszty pracy systemu wynoszą:

Rodzaj paliwa	Koszt uzyskanego 1 kWh	Koszt roczny ogrzewania
Gaz ziemny GZ 50	0,23	39 790 zł
Gaz płynny propan - butan	0,26	44 980 zł
Eko groszek	0,13	22 490 zł
Energia elektryczna taryfa całodobowa	0,55	95 150 zł
Pompa ciepła gruntowa	0,14	24 220 zł
Pompa ciepła powietrzna	0,185	32 005 zł

Obliczenia wykonano zgodnie z poniższym przykładem dla gazu płynnego :

Dane do obliczeń

	Wartość	Jednostka
Moc urządzenia	86500	W
Czas pracy urządzenia	2000	godzin
Koszt brutto 1 kWh gazu	0,26	zł

Wynik obliczeń

W podanym czasie urządzenie zużywa:	173000,00	kWh
Koszt zużytego gazu / rok:	44980,00	zł



3. Koszty inwestycyjne systemów

Przyjęto dla porównania system ogrzewania płaszczyznowego (pętle ogrzewania podłogowego) oraz system ogrzewania grzejnikowego (tylko dla źródeł wysokotemperaturowych).

3.1 Budynek osiemnasto lokalowy

1. Kotłownia na paliwo gazowe

Kotłownia składa się z koła gazowego jednofunkcyjnego o mocy 65,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 400L

Koszt kotłowni = 45 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 128 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi = 38 000 zł

2. Kotłownia na gaz płynny

Kotłownia składa się z koła gazowego jednofunkcyjnego o mocy 65,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 400L

Koszt kotłowni = 47 000 zł

Koszt zbiornika gazu = 10 000zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 128 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi = 38 000 zł

3. Kotłownia na ekogroszek

Kotłownia składa się z koła na paliwo stałe o mocy 65,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 400L

Koszt kotłowni = 25 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 128 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi = 38 000 zł

4. Kocioł elektryczny

Kotłownia składa się z koła elektrycznego o mocy 65,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 400L

Koszt kotłowni = 25 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 128 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi =38 000 zł

5. Pompa ciepła gruntowa

Maszynownia pompy ciepła składa się z pompy ciepła o mocy 65,5kW, zbiornika buforowego o pojemności 2000L, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 400L



Koszt maszynowni = 90 000 zł

Koszt dolnego źródła (pionowe odwierty wraz z sondami oraz doprowadzeniem przewodów do pomieszczenia maszynowni, przyjęta wydajność gruntu na 1mb odwiertu 35W/m³) = 160 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 128 000 zł

6. Pompa ciepła powietrzna

Maszynownia pompy ciepła składa się z pompy ciepła o mocy 65,5kW, zbiornika buforowego o pojemności 2000L, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 400L

Koszt maszynowni = 120 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 128 000 zł

3.2 Budynek dwudziesto cztero lokalowy

1. Kotłownia na paliwo gazowe

Kotłownia składa się z koła gazowego jednofunkcyjnego o mocy 86,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 500L

Koszt kotłowni = 55 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 177 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi = 53 700 zł

2. Kotłownia na gaz płynny

Kotłownia składa się z koła gazowego jednofunkcyjnego o mocy 86,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 500L

Koszt kotłowni = 58 000 zł

Koszt zbiornika gazu = 10 000zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 177 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi = 53 700 zł

3. Kotłownia na ekogroszek

Kotłownia składa się z koła na paliwo stałe o mocy 86,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 500L

Koszt kotłowni = 32 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 177 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi = 53 700 zł

4. Kocioł elektryczny

Kotłownia składa się z koła elektrycznego o mocy 86,5kW, sprzęgła hydraulicznego, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 500L

Koszt kotłowni = 33 000 zł



Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 177 000 zł

Alternatywnie koszt ogrzewania grzejnikami płytowymi = 53 700 zł

5. Pompa ciepła gruntowa

Maszynownia pompy ciepła składa się z pompy ciepła o mocy 86,5kW, zbiornika buforowego o pojemności 2000L, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 500L

Koszt maszynowni = 115 000 zł

Koszt dolnego źródła (pionowe odwierty wraz z sondami oraz doprowadzeniem przewodów do pomieszczenia maszynowni, przyjęta wydajność gruntu na 1mb odwiertu 35W/mb) = 210 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 177 000 zł

6. Pompa ciepła powietrzna

Maszynownia pompy ciepła składa się z pompy ciepła o mocy 65,5kW, zbiornika buforowego o pojemności 2000L, rozdzielacza dwu obiegowego, zasobników CWU o pojemności 2 x 500L

Koszt maszynowni = 145 000 zł

Koszt ogrzewania płaszczyznowego = 177 000 zł

4. Zestawienie kosztów eksploatacji oraz kosztów inwestycyjnych

4.1 Budynek osiemnasto lokalowy

Rodzaj paliwa	Koszt roczny ogrzewania	Koszt inwestycji
Kotłownia gazowa	30 130 zł	173 000zł (o.p.) 83 000zł (grzejniki)
Kotłownia na gaz płynny propan - butan	34 060 zł	185 000zł (o.p.) 95 000zł (grzejniki)
Kotłownia na eko groszek	17 030 zł	153 000zł (o.p.) 63 000zł (grzejniki)
Kocioł elektryczny	72 050 zł	153 000zł (o.p.) 63 000zł (grzejniki)
Pompa ciepła gruntowa	18 340 zł	378 000zł (o.p.)
Pompa ciepła powietrzna	22 925 zł	248 000zł (o.p.)



4.2 Budynek dwudziesto cztero lokalowy

Rodzaj paliwa	Koszt roczny ogrzewania	Koszt inwestycji
Kotłownia gazowa	39 790 zł	232 000zł (o.p.) 108 700zł (grzejniki)
Kotłownia na gaz płynny propan - butan	44 980 zł	245 000zł (o.p.) 121 700zł (grzejniki)
Kotłownia na eko groszek	22 490 zł	209 000zł (o.p.) 85 700zł (grzejniki)
Kocioł elektryczny	95 150 zł	210 000zł (o.p.) 86 700zł (grzejniki)
Pompa ciepła gruntowa	24 220 zł	502 000zł (o.p.)
Pompa ciepła powietrzna	32 005 zł	322 000zł (o.p.)

5. Wnioski

Z powyższego rozważania wynika że najtańszym systemem grzewczym jest system oparty o kotłownię na ekogroszek oraz ogrzewania grzejnikowe, jednak w miejscowości Hel dopuszczone są źródła niskoemisyjne więc rozwiązanie z kotłownią na ekogroszek jest niedopuszczalne. Następnym wnioskiem z analizy jest przewaga inwestycyjna systemu opartego o grzejniki nad systemem ogrzewania podłogowego. Wybór pomiędzy ogrzewaniem podłogowym a grzejnikami jest do rozważenia na etapie projektu, trzeba mieć jednak na uwadze że pętle ogrzewania podłogowego mimo wyższego nakładu inwestycyjnego zapewniają większy komfort przebywania osób wewnątrz pomieszczeń ze względu na równy rozkład temperatury w pomieszczeniach oraz poprawiają walory architektoniczne samych wnętrz.

Koszty eksploatacji systemów grzewczych wskazują na przewagę źródeł opartych na pompach ciepła. Jednak są to źródła wytwarzające niską temperaturę czynnika grzewczego przez co niejako wskazują na konieczność pracy z systemem ogrzewania podłogowego oraz możliwość przygotowania ciepłej wody użytkowej, zastosowanie grzejników przy niskich temperaturach zasilania spowodowało by konieczność montażu grzejników o ponadstandardowych wielkościach.

Wariantem najbardziej optymalnie dopasowanym do warunków na Helu było by więc zastosowanie ogrzewania opartego na grzejnikach oraz pompy ciepła powietrznej jako głównego źródła ciepła pracującego do temperatury zasilania $T_{zasil}=+45^{\circ}\text{C}$ przy temperaturze zewnętrznej $T_{zewn}=-5^{\circ}\text{C}$ (taka temperatura zasilania pozwoli ogrzać powierzchnię mieszkalną przy temperaturach zewnętrznych mając system grzejnikowy dobrany na parametr 70/50°C), oraz szczytowego źródła ciepła podnoszącego temperaturę zasilania do 70/50°C w przypadku gdy temperatura zewnętrzna spadnie poniżej -5°C . Należy pamiętać że średnie temperatury z ostatnich 30 lat w najbardziej niekorzystnych miesiącach okresu grzewczego (styczeń / luty) wynoszą 0°C (<http://www.imgw.pl/klimat/>).



W przypadku lokalizacji obiektów na Helu brak jest miejskiej sieci ciepłowniczej oraz sieci gazu ziemnego, dlatego optymalne jest zastosowanie kotła gazowego na propan-butan. Rozwiązanie takie daje bezpieczeństwo użytkowania (dwa niezależne źródła ciepła), niskie koszty eksploatacji, możliwość wystąpienia o dotację na montaż pompy ciepła jako źródła alternatywnego.

Dodatkowo bardzo ważny jest element całorocznego przygotowania ciepłej wody. W okresie lata (największe zużycie) koszt przygotowania ciepłej wody będzie niski ponieważ pracował będzie tylko układ oparty o pompę ciepła powietrzną która przy wysokich temperaturach zewnętrznych posiada współczynnik sprawności COP = 6 (z 1kW energii elektrycznej wytwarzanych jest 6kW energii cieplnej).