

KOMFORT UŻYTKOWANIA, OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII I OCHRONA ŚRODOWISKA - DOMY ENERGOOSZCZĘDNE I PASYWNE

Monika Jarosz-Hadam, Anna Rosa, Michał Drozd

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

Katedra Nauk Technicznych, ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

e-mail: michal.drozd@poczta.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono cechy i nowoczesne rozwiązania technologiczne występujące we współczesnym budownictwie domów jednorodzinnych energooszczędnych oraz pasywnych. Opracowany temat ma za zadanie zapoznać oraz zachęcić osoby niezwiązane z budownictwem do budowania domów w systemach oszczędzających energię na ogrzewanie, a w konsekwencji zmniejszania kosztów utrzymania takiego domu. W referacie skupiono się na trzech głównych aspektach: komforcie użytkowania, oszczędności energii oraz ochronie środowiska wykorzystując zagadnienia dotyczące m.in. nowoczesnej stolarki okienneo-drzwiowej, kolektorów słonecznych i wpływu usytuowania budynku na działce na pasywność energetyczną.

Słowa kluczowe: domy energooszczędne, domy pasywne, komfort cieplny, pasywne źródła energii, kolektory słoneczne

Wstęp

Komfort cieplny od zawsze był ważny w naszym życiu, dlatego już człowiek pierwotny szukał schronienia w jaskiniach ogrzewanych ciepłem ogniska. Do czasów współczesnych wiele się w tej kwestii zmieniło patrząc z perspektywy zamieszkiwania domostw i ich ogrzewania, jednak w dalszym ciągu jednym z priorytetów jest zapewnienie ciepła zimą i schronienia przed upałami latem. W budownictwie mieszkaniowym największe koszty ponosi inwestor na zapewnienie ciepłej wody użytkowej oraz ciepła w okresie grzewczym. W tych obszarach także czyni się największe szkody środowiskowe chcąc zaspokoić wspomniane potrzeby. Z powodu ponoszonych kosztów finansowych oraz środowiskowych coraz częściej na polskim rynku budowlanym zaobserwować można budowę budynków energooszczędnych, oraz pasywnych. Budynek energooszczędny to budynek którego zapotrzebowanie na energię do ogrzania kształtuje się na poziomie od 30 do 70 kWh/m²/rok. Natomiast budynek pasywny charakteryzuje się rocznym zapotrzebowaniem na energię cieplną do ogrzewania nie przekraczającą 15 kWh/(m²a) oraz w którym całkowite zapotrzebowanie na energię pierwotną na

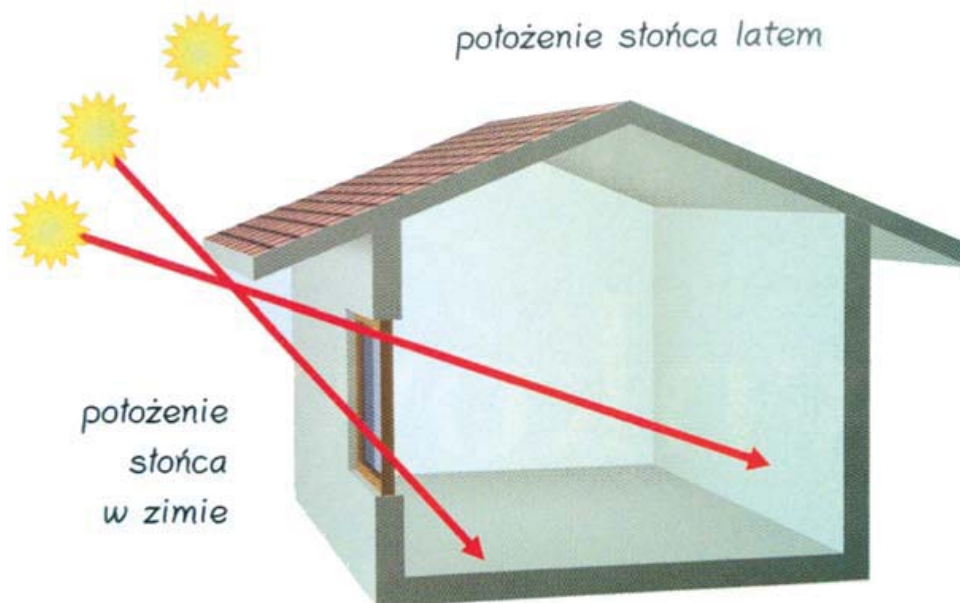
wszystkie potrzeby związane z utrzymaniem budynku (c.o., c.w.u., energia elektryczna) nie przekracza 120 kWh/(m²a) a komfort cieplny zapewniony jest przez pasywne źródła ciepła. Aby obniżyć zużycie energii, w domach niskoenergetycznych, podobnie jak w domach pasywnych, powszechnie stosuje się kolektory słoneczne, pompy ciepła, rekuperatory czy gruntowe wymienniki ciepła służące do pozyskiwania energii termalnej ze źródeł nie zapominając o buforach (akumulatorach) ciepła.

„W procesie projektowania budynków energooszczędnych i pasywnych staramy się uzyskać następujące efekty:

- jak najniższe straty energii przez obudowę zewnętrzną,
- jak najniższe straty energii przez systemy wentylacyjne i instalacje,
- jak najniższe uzależnienie od energii pochodzącej ze spalania tradycyjnych paliw nieodnawialnych,
- jak najlepsze wykorzystanie dostępnych zysków i energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych” (Markiewicz, 2011).

Kształt i orientacja budynku oraz rozmieszczenie pomieszczeń.

Aby efektywnie korzystać z dobrodziejstw domów energooszczędnych i pasywnych należy zacząć od dobrego rozplanowania inwestycji. Domy energooszczędne i pasywne powinno projektować się wraz z zagospodarowaniem działki, tak by świadomie wykorzystać warunki naturalne (drzewa, wzniesienia) do obniżenia poziomu wpływu niekorzystnych warunków atmosferycznych. Warto jest na etapie projektowania dokonać oceny położenia projektowanego budynku na działce w stosunku do stron świata, tak by w okresie zimowym obniżyć koszty ogrzewania poprzez zastosowanie przeszkleń, a latem zapewnić użytkownikom komfort cieplny bez użycia urządzeń chłodzących (Fic, 2012). Dlatego też należy pamiętać o takim zaplanowaniu okapu dachu by podczas miesięcy letnich nie dopuszczał do zbytowego nasłonecznienia okien zasłaniając je przed wysokim kątem padania promieni słonecznych, natomiast w miesiącach zimowych, kiedy kąt padania promieni słonecznych jest mniejszy nie stał na drodze do ogrzania pomieszczeń (Wnuk, 2006).

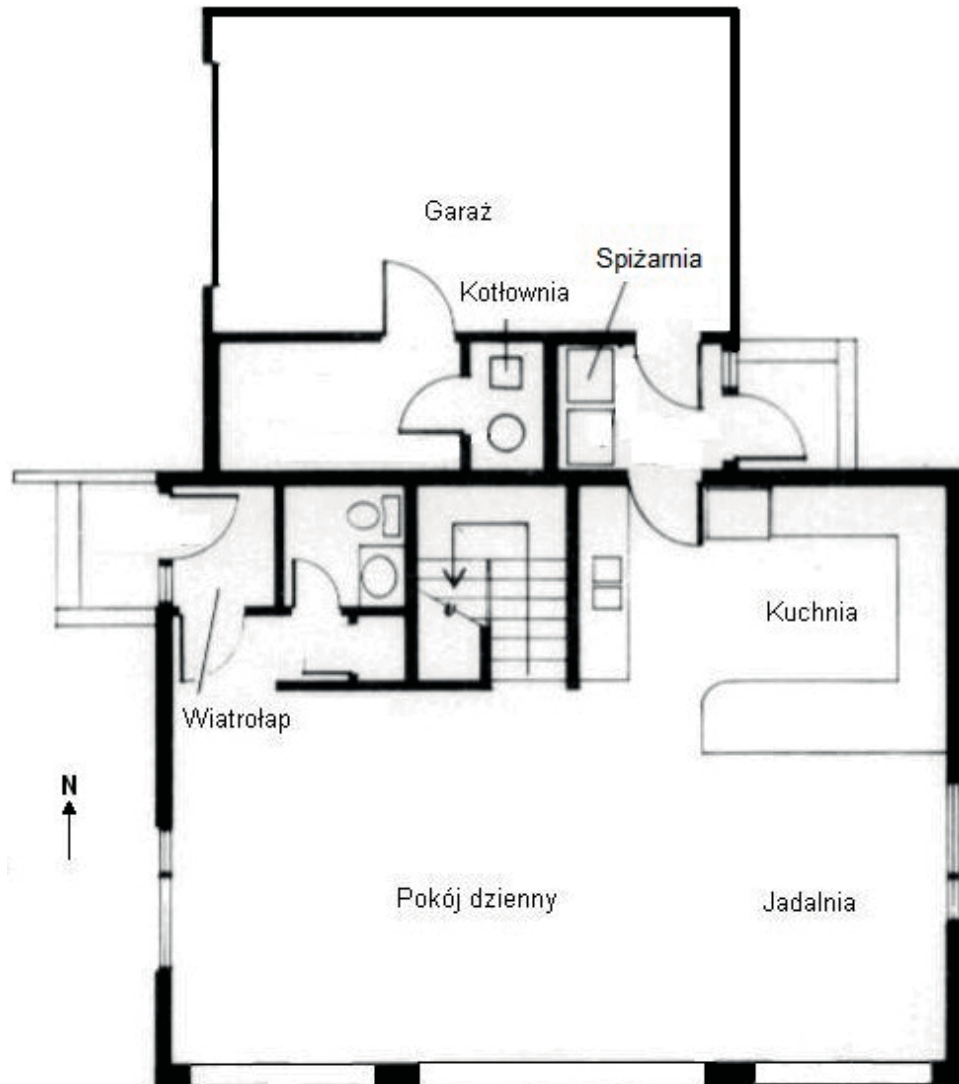


Rys. 1. Wpływ okapu na dostęp promieni słonecznych do pomieszczeń domu pasywnego (Wnuk, 2006)

Powinny być one tak zaplanowane by pomieszczenia dzienne takie jak jadalnia, czy pokoje dzienne były skierowane na południe a pomieszczenia gospodarcze, garderoby, garaże tworzyły naturalną strefę buforową od strony północnej.

Dobrze jest tak zaplanować garaż, jako najchłodniejszą strefę termiczną budynku, by był on też izolowany cieplnie od reszty domu, a jego konstrukcja była oparta o niezależne ściany nośne. Temperatura powietrza wewnętrznego w garażu wynosi zwykle od 5° do 8°C. Straty przez przenikanie ciepła z budynku do garażu w przypadku niewystarczającego zaizolowania ścian mogą więc osiągać znaczne wartości powodując uczucie dyskomfortu obniżając temperaturę pomieszczeń mieszkalnych, a w skrajnych przypadkach przy nieodpowiedniej wentylacji wywołać pleśń. Oddzielną konstrukcję powinny stanowić także balkony oraz tarasy, które po przytwierdzeniu do bryły budynku śrubami i kotwami pozwolą uniknąć mostków cieplnych.

Rys. 2. przedstawia przykładowe rozwiązanie usytuowania budynku na działce wraz z rozplanowanym rozkładem pomieszczeń.



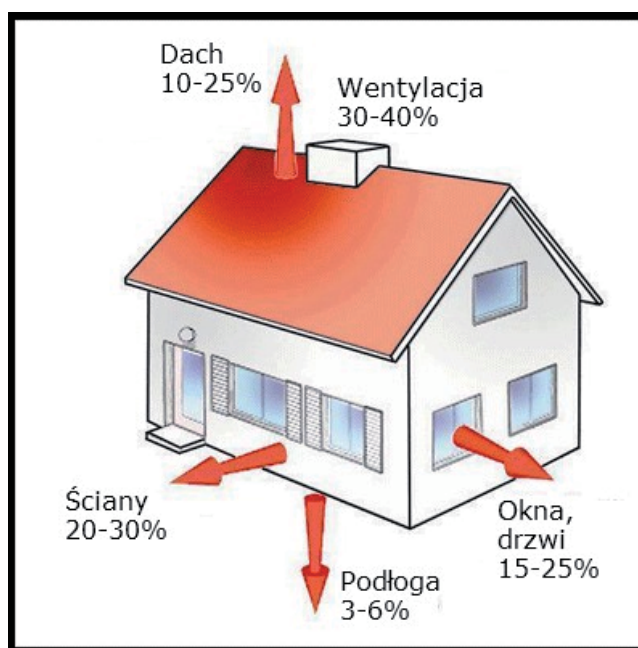
Rys. 2. Przykładowy rozkład pomieszczeń w domu pasywnym.

W obu typach rozwiązań budowlanych systemów energooszczędnych istotne jest również takie rozplanowanie przeszkleń by maksymalnie wykorzystać promienie słoneczne, mogące pokryć, jak wynika z analizy zysków energii cieplnej, zapotrzebowanie na energię nawet do 47%, (Brzyski, 2012) w części dziennej domu, i ograniczenie do minimum okien i drzwi od strony północnej budynku. Istotną kwestią oprócz wspomnianego rozplanowania pomieszczeń budynku jest także zaprojektowanie domu by jego bryła była jak najbardziej prosta i zwarta. Zaleca się wręcz by domy energooszczędne miały ściany i dach z doprowadzoną do minimum ilością załamań, a bryła domu pasywnego oparta była na planie prostokąta z jedno lub dwuspadowym dachem, tak by stosunek wszystkich powierzchni zewnętrznych (A) do objętości ogrzewanych pomieszczeń (V) był jak najmniejszy, (Fic, 2012) gdyż straty ciepła budynku są wprost proporcjonalne do powierzchni jego przegród zewnętrznych.

Straty ciepła w budynku oraz sposoby ich eliminacji

W budynkach pasywnych oraz energooszczędnych jak wynika z nazwy, należy ograniczyć stratę energii cieplnej tak ważnej dla komfortu użytkowania. Ciepło często traci się przez punktowe lub liniowe mostki termiczne, które w większości da się wyeliminować poprzez dokładną obróbkę termoizolacyjną w danym miejscu oraz unikanie błędów podczas budowy. Pozostawienie mostków cieplnych powoduje obniżenie temperatury w danym miejscu co w konsekwencji może prowadzić do powstawania np. pleśni. Najczęściej występują w miejscu przerwania warstwy izolacji np. w przypadku płyty balkonowej połączonej ze stropem w budynku, naroża budynku czy miejsca dookoła okien i drzwi (www.dolinka.eu Jadwiga Górnicz).

Biorąc pod uwagę nieuniknioną ucieczkę ciepła z budynku tradycyjnego przez dach traci się od 10 do 20%, przez wentylację 30-40%, ściany 20-30%, okna i drzwi 15-25%, podłoga 3-6% energii cieplnej. W budynku pasywnym straty te są zdecydowanie zmniejszone, a największa różnica jest widoczna na wentylacji, porównując wentylację grawitacyjną lub zwykłą mechaniczną do wentylacji z rekuperacją gdyż strata spada o około 90-95%. Wielkość strat zależy w dużej mierze od jakości i ilości materiałów izolacyjnych, ich poprawnego zamontowania oraz odpowiedniego zaprojektowania budynku (www.ekooszczedni.pl).



Rys. 3. Straty ciepła w budynku tradycyjnym (www.borocert.pl)

Projekty domów energooszczędnych i pasywnych zakładają eliminację mostków cieplnych min. poprzez docieplenie ścian czy dobór i prawidłowy montaż stolarki okiennie-drzwiowej.

Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne stolarki okiennie-drzwiowej dla domów pasywnych i energooszczędnych

Otwory okienne i drzwiowe mają zasadniczy wpływ na właściwości termoizolacyjne całego budynku ze względu na możliwość dużych strat ciepła, spowodowanych min. wysokim współczynnikiem U, czy niewłaściwym montażem. Dlatego warto zainvestować w drzwi i okna pasywne pamiętając o prawidłowym i w dokonanym odpowiednim czasie montażu stolarki otworowej zewnętrznej. W przeciwnym wypadku spodziewać się możemy w domu pleśni, nieprzyjemnej woni, a także wysokich kosztów ogrzewania. Nowoczesny dom pasywny nie mógłby istnieć gdyby nie zaawansowane technologicznie okna oraz drzwi o zmniejszonej w stosunku do zwykłych przepuszczalności ciepła. Przykładowym rozwiązaniem problemu energooszczędności okien są produkty z serii energeto® firmy Aluplast. W oknach tego producenta zastosowano dwie innowacyjne techniki: „bonding inside”, specjalne skrzydła z zastosowaniem techniki klejenia szyb oraz „powerdur inside”, nowy rodzaj ram opracowany we współpracy z firmą BASF z zastosowaniem tworzywa sztucznego Ultradur® High Speed, który zastępuje wzmocnienia stalowe stosowane w konwencjonalnych ramach. Okna charakteryzują się niskim współczynnikiem przenikania ciepła U ram na poziomie 0,94 W/m²K, natomiast wykorzystując technologię „foam inside” można uzyskać współczynnik dla całego okna o wartości U=0,61 W/m²K co zostało potwierdzone przez Instytut Domów Pasywnych w Darmstadt, który wydał na okna w systemie energeto® 8000 /foam inside certyfikat rekomendujący je jako doskonałe rozwiązanie do domów pasywnych. Trzeba również pamiętać o zastosowaniu zewnętrznych drzwi energooszczędnych, przez nie także ucieka ciepło. Na rynku dostępne są drzwi charakteryzujące się niskim współczynnikiem U czego przykładem są produkty m.in. firmy CAL z kolekcji Arktycznej, która została specjalnie przeznaczona do domów pasywnych oraz energooszczędnych. Drzwi wykonane są z drewna sosnowego z zastosowaniem nowoczesnych materiałów termoizolacyjnych, uszczelniających oraz okuciowych charakteryzują się współczynnikiem U na plasującym się poziomie 0,71 W/m²K. Zapotrzebowanie rynku w dziedzinie budownictwa pasywnego stale rośnie więc można się spodziewać niższych wyników współczynnika przenikania ciepła U osiągając lepsze właściwości izolacyjne budynku. Należy pamiętać że przy zastosowaniu bardzo szczelnej stolarki okiennie-drzwiowej budynek nie może obejść się bez odpowiedniej wentylacji.

Aby wymienić zużyte powietrze z domu na świeże z zewnątrz bez utraty ciepła należy zastosować rekuperator. Jest to zaawansowane urządzenie wentylacji mechanicznej pozwalające na odzysk ciepła z powietrza zużytego jednocześnie dogrzewając powietrze pochodzące z zewnątrz budynku. Nowoczesne rekuperatory posiadają sprawność na poziomie ok. 90% oszczędzając energię i zmniejszając koszty ogrzewania (www.aluplast.pl).

Zapewnienie komfortu cieplnego

W tradycyjnym budownictwie najczęściej stosowane systemy grzewcze bazują na nieodnawialnych źródłach energii (węgiel, olej opałowy, gaz) (Feist, 2008), w budownictwie energooszczędnym na źródłach odnawialnych zakumulowanych najczęściej w powietrzu, wodzie i ziemi poprzez stosowanie nowoczesnych urządzeń o wysokiej sprawności takie jak kotły kondensacyjne czy pompy ciepła. Na rynku dostępne są różne typy pomp ciepła takie jak: powietrze-woda, woda-woda, solanka-woda, bezpośrednio parowanie- woda (Mileńczuk, 2003).

Natomiast w budownictwie pasywnym można całkowicie zrezygnować z aktywnej instalacji grzewczej i korzystać z pasywnych źródeł energii takich jak zyski ciepła od urządzeń, oświetlenia, nasłonecznienia i ludzi przebywających w budynku- zyski wewnętrzne i od nasłonecznienia przegrody nieprzezroczyste i przezroczyste - zyski zewnętrzne (Raczkowski, 2012).

Z poniżej prezentowanych tabel wynika, że już mała aktywność życiowa człowieka w połączeniu z używanym w domu urządzeniem technicznym jest źródłem ciepła, a technologia domów pasywnych czerpie z nich przynosząc inwestorowi znaczne zyski w wydatkach na ogrzewanie. Przykładowe zyski można wyliczyć z przytoczonych poniżej tabel i wzorów.

Tab. 1. Jednostkowy strumień ciepła oddawany do otoczenia przez ludzi w zależności od rodzaju aktywności oraz temperatury w pomieszczeniu („Rynek instalacyjny” 2008)

| aktywność | czynność | temperatura powietrza °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 95 | 93 | 92 | 90 | 87 | 85 | 82 | 79 | 76 | 72 | 68 | 64 | 59 | 54 | 48 | 42 | 35 | 27 | 19 | 10 | 0 |
| mała 0–200W | odpoczynek w pozycji siedzącej | 95 | 93 | 92 | 90 | 87 | 85 | 82 | 79 | 76 | 72 | 68 | 64 | 59 | 54 | 48 | 42 | 35 | 27 | 19 | 10 | 0 |
| | odpoczynek w pozycji stojącej | 106 | 103 | 101 | 98 | 94 | 91 | 87 | 83 | 79 | 75 | 70 | 65 | 60 | 54 | 48 | 41 | 34 | 27 | 19 | 10 | 1 |
| | bardzo lekka praca fizyczna (praca biurowa, szwaczka) | 116 | 113 | 109 | 106 | 101 | 94 | 92 | 87 | 82 | 76 | 71 | 65 | 59 | 53 | 46 | 40 | 33 | 27 | 20 | 13 | 6 |
| | lekka praca fizyczna (sprzedawca, prasowaczka, obsługa biurowa) | 130 | 125 | 119 | 113 | 108 | 102 | 96 | 90 | 84 | 77 | 71 | 65 | 59 | 52 | 46 | 40 | 34 | 28 | 22 | 16 | 10 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| średnia 200–300W | średnio ciężka praca fizyczna (kowal, tokarz, aptekarz) | 135 | 130 | 125 | 119 | 113 | 107 | 100 | 93 | 86 | 79 | 72 | 65 | 58 | 52 | 46 | 40 | 35 | 31 | 27 | 24 | 22 |
| | średnio ciężka praca fizyczna (kelner) | 165 | 159 | 152 | 144 | 137 | 129 | 121 | 112 | 104 | 95 | 87 | 78 | 70 | 61 | 53 | 44 | 36 | 28 | 20 | 12 | 5 |
| duża > 300W | ciężka praca fizyczna (np. tragarz, ładowacz) | 189 | 181 | 172 | 163 | 155 | 146 | 138 | 130 | 122 | 114 | 106 | 98 | 90 | 82 | 75 | 67 | 60 | 53 | 46 | 39 | 32 |
| | ciężka praca fizyczna (np. taniec) | 238 | 225 | 212 | 201 | 190 | 180 | 171 | 163 | 154 | 146 | 138 | 135 | 121 | 112 | 103 | 93 | 81 | 69 | 56 | 41 | 25 |
| mała 0–200W | odpoczynek w pozycji siedzącej | 26 | 28 | 31 | 34 | 37 | 41 | 45 | 49 | 54 | 60 | 66 | 73 | 80 | 88 | 97 | 107 | 117 | 129 | 141 | 154 | 169 |
| | odpoczynek w pozycji stojącej | 31 | 35 | 39 | 43 | 48 | 53 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 92 | 101 | 111 | 121 | 133 | 145 | 159 | 174 | 189 | 207 |
| | bardzo lekka praca fizyczna (praca biurowa, szwaczka) | 41 | 46 | 52 | 58 | 64 | 71 | 78 | 85 | 93 | 101 | 110 | 119 | 128 | 137 | 146 | 156 | 166 | 176 | 186 | 196 | 207 |
| | lekka praca fizyczna (sprzedawca, prasowaczka, obsługa biurowa) | 66 | 74 | 83 | 92 | 100 | 109 | 119 | 128 | 137 | 147 | 157 | 167 | 177 | 188 | 199 | 210 | 221 | 233 | 244 | 257 | 269 |
| średnia 200–300W | średnio ciężka praca fizyczna (kowal, tokarz, aptekarz) | 88 | 94 | 102 | 110 | 119 | 129 | 139 | 149 | 160 | 171 | 182 | 193 | 205 | 215 | 226 | 237 | 247 | 257 | 267 | 275 | 284 |
| | średnio ciężka praca fizyczna (kelner) | 130 | 139 | 150 | 161 | 172 | 184 | 196 | 208 | 221 | 234 | 247 | 260 | 273 | 286 | 299 | 312 | 324 | 337 | 349 | 361 | 372 |
| duża > 300W | ciężka praca fizyczna (np. tragarz, ładowacz) | 178 | 191 | 205 | 218 | 230 | 243 | 256 | 268 | 289 | 292 | 305 | 316 | 328 | 340 | 352 | 363 | 375 | 386 | 397 | 408 | 420 |
| | ciężka praca fizyczna (np. taniec) | 254 | 274 | 293 | 311 | 326 | 341 | 355 | 368 | 380 | 392 | 405 | 417 | 430 | 444 | 458 | 474 | 491 | 510 | 531 | 554 | 579 |

Podane w tabelach wartości dotyczą mężczyzn. Dla kobiet wielkości odczytane z tabel należy zmniejszyć o 10 %, natomiast dla dzieci od 20 do 40 % w zależności od wieku.

Zyski ciepła od urządzeń i maszyn

Wartości zysków ciepła od urządzeń i maszyn zaleca się przyjmować na podstawie mocy rzeczywistej urządzeń zainstalowanych w pomieszczeniu.

Tab. 2. Orientacyjne zyski ciepła od urządzeń

| Typ urządzenia | Moc nominalna | Czas wykorzystania urządzenia | Zyski ciepła jawnego |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------|----------------------|
| | W | min | W |
| komputer PC | 100 ÷ 150 | 60 | 100 ÷ 150 |
| terminal | 60 ÷ 90 | 60 | 60 ÷ 90 |
| drukarki igłowe | 20 ÷ 30 | 15 | 5 ÷ 7 |
| drukarki laserowe | 800 | 15 | 200 |
| ploter | 20 ÷ 60 | 15 | 5 ÷ 15 |
| skaner | 180 | 30 | 90 |
| kopiarka | 1600 ÷ 1700 | 45 ÷ 55 | 1200 ÷ 1550 |
| elektryczna maszyna do pisania | 50 | 60 | 50 |

Zyski ciepła przez przegrody przezroczyste w wyniku nasłonecznienia (okna)

Zyski ciepła powstające w wyniku nasłonecznienia okien oblicza się na podstawie wzoru:

$$Q_{OK} = F \cdot [\Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot \Phi_3 (k_c \cdot R_s \cdot I_{cmax} + k_r \cdot R_c \cdot I_{rmax}) + U \cdot (t_z - t_p)], W$$

gdzie:

F – powierzchnia okna w świetle muru, m²,

Φ_1 – współczynnik udziału powierzchni szkła w powierzchni całkowitej okna,

Φ_2 – współczynnik ze względu na położenie obiektu nad poziomem morza,

Φ_3 – współczynnik ze względu na rodzaj zastosowanego oszklenia oraz występowanie urządzeń przeciwsłonecznych,

- R_s – stosunek powierzchni nasłonecznionej do całkowitej okna,
 R_c – stosunek powierzchni zacienionej do całkowitej okna ($R_s + R_c = 1$),
 I_{cmax}, I_{rmax} – wartości maksymalnego natężenia promieniowania całkowitego i rozproszonego dla szkła gr. 3 mm w danym miesiącu, W/m^2 ,
 k_c, k_r – współczynniki akumulacji,
 U – współczynnik przenikania ciepła przez szyby, $W/(m^2 \cdot K)$,
 t_z – obliczeniowa temperatura powietrza zewnętrznego, K ,
 t_p – obliczeniowa temperatura powietrza w pomieszczeniu, K .

Tab. 3. Wartości współczynnika $\Phi 1$

| Rodzaj oszklenia | Powierzchnia otworu okiennego w świetle muru F/V, m ² | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 |
| okno drewniane pojedynczo lub podwójnie oszkłone | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 0,68 | 0,70 | 0,73 | 0,75 | 0,76 | 0,77 | 0,80 |
| okno drewniane skrzynkowe podwójnie oszkłone | 0,40 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,71 | 0,72 | 0,73 | 0,75 |
| okno metalowe wystawowe, świetlik | 0,90–1,00 | | | | | | | | | |
| otwory oszkłone pustakami szklanymi | 1,00 | | | | | | | | | |

Tab. 4. Wartości współczynnika $\Phi 2$

| Współczynnik korygujący | Współczynnik położenia budynku nad poziomem morza, [m] | | | | |
|-------------------------|--|------|------|------|------|
| | 0 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 |
| $\Phi 2$ | 1,00 | 1,02 | 1,04 | 1,06 | 1,09 |

Tab. 5. Wartości współczynnika Φ_3

| Rodzaj szkła lub oszklenia | Okna bez zasłon | Współczynnik dla okien zaopatrzonych w zasłony przeciwsłoneczne | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---|---|---|--|---|----------------------------------|----------------------|----------------------|-------|--------|-------|--------|
| | | żaluzje wewnętrzne ustawione pod kątem 45° | żaluzje pod kątem 45° między szybami | żaluzje zewnętrzne ustawione pod kątem 45° | markizy przewietrzane ze szczelinami | rolety listewkowe całkowicie zamknięte | zasłony z włókna szklanego | zasłony z bawełny | zasłony z bawełny | kolor | | | |
| | | jasny o dużym połysku | jasny | jasny | dość jasny | jasny | ciemny | jasny | dość jasny | jasny | ciemny | jasny | ciemny |
| okno pojedynczo oszklone: szkło do 3 mm szkło do 6 mm | 1,0 | 0,65 | – | 0,45 | 0,13 | 0,20 | 0,41 | 0,62 | 0,55 | 0,68 | 0,80 | 0,80 | |
| | 0,94 | 0,64 | – | 0,14 | 0,12 | 0,19 | 0,41 | 0,62 | 0,55 | 0,68 | 0,80 | 0,80 | |
| okno podwójnie oszklone: szkło do 3 mm szkło do 6 mm | 0,90 | 0,61 | 0,28 | 0,14 | 0,12 | 0,18 | 0,39 | 0,58 | 0,52 | 0,65 | 0,78 | 0,76 | |
| | 0,80 | 0,59 | 0,21 | 0,12 | 0,11 | 0,16 | 0,37 | 0,56 | 0,50 | 0,63 | 0,76 | 0,76 | |
| okno pojedynczo oszklone, szkło pochłaniające promieniowanie: 40÷48 % 48÷56 % 56÷70 % | 0,80 | – | – | 0,12 | 0,11 | 0,16 | 0,41 | 0,59 | – | – | – | – | |
| | 0,73 | – | – | 0,11 | 0,10 | 0,15 | 0,39 | 0,56 | – | – | – | – | |
| | 0,62 | – | – | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,37 | 0,51 | – | – | – | – | |
| okno podwójnie oszklone od wewnątrz szkło zwykłe, od zewnątrz szkło pochłaniające | 0,52 | 0,36 | – | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,26 | 0,37 | – | – | – | – | |
| szkło malowane: farbą jasną farbą ciemną | 0,28 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| | 0,50 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| szkło barwione: ciemnoniebieskie, ciemnoczerwone mlecznobiałe | 0,60 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| | 0,56 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| | 0,43 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |
| szkło zbrojone pojedyncze oszklenie gr. 7 mm | 0,85 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | |

Zyski od oświetlenia elektrycznego

Zyski ciepła od oświetlenia elektrycznego oblicza się na podstawie wzoru:

$$Q_o = N \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot k, W$$

gdzie:

N – całkowita moc oświetlenia zainstalowanego w pomieszczeniu, W,

φ – współczynnik jednoczesności wykorzystania zainstalowanej mocy w pomieszczeniu,

α – współczynnik uwzględniający odprowadzenie ciepła przez oprawy wentylowane (dla opraw niewentylowanych $\alpha = 1$),

k – współczynnik akumulacji ciepła w przegrodach budowlanych. [miesięcznik „Rynek Instalacyjny” numer 12/2008”

Największe nakłady na utrzymanie domu inwestor przeznacza na ogrzewanie oraz zapewnienie ciepłej wody użytkowej. W budynkach tradycyjnych obie potrzeby zaspakajane są wspomnianymi już źródłami nieodnawialnymi (c.o. i c.w.u. dostarczane są za pomocą węgla, oleju opałowego, gazu lub prądu), natomiast w budynkach energooszczędnych czy pasywnych do zapewnienia ciepłej wody użytkowej w znacznym stopniu montuje się wspomniane pompy ciepła typu powietrze-powietrze zasilane ciepłem z powietrza odprowadzanego z układu wentylacji bądź systemy solarne. Instalacje solarne składają się z czterech podstawowych elementów do których należą: kolektor, zbiornik solarny ciepłej wody użytkowej lub zewnętrzne przepływowe wymienniki ciepła, zespół pompowy (przyłączeniowo - zabezpieczający) oraz układ sterujący (Mileńczuk, 2003). Na rynku dostępne są nasypujące rodzaje kolektorów: kolektory próżniowe (rurowe), oraz panelowe (płaskie). Celowość ich funkcjonowania jest prosta: zebranie i przetworzenie promieni słonecznych na ciepło użyteczne. Aby praca kolektorów była efektywna konieczny jest prawidłowy montaż instalacji. Z założenia kolektory montuje się w miejscach, gdzie najlepiej będą mogły zebrać padające promienie słoneczne, najczęściej są to dachy i elewacje budynków (Raczkowski, 2012) od strony południowej. Należy pamiętać, że opłacalność wykorzystania kolektorów słonecznych do zaspokojenia potrzeb uzyskania ciepłej wody zależy od wielkości zapotrzebowania na ciepłą wodę oraz od ceny energii, należy pamiętać, że czas zwrotu nakładów poniesionych na realizację instalacji jest tym krótszy im zapotrzebowanie na ciepłą wodą użytkową jest większe (Nalewaj, 2012).

Podsumowanie

Rozwój budownictwa energooszczędnego i pasywnego jest nieunikniony. Dzięki budynkom wznoszonym w tych technologiach inwestor jest w stanie znacznie zminimalizować koszty utrzymania inwestycji. Odpowiednie zaplanowanie i wykonanie inwestycji pozwala w znacznym stopniu oszczędzić pieniądze i środowisko naturalne poprzez ograniczenie wydatków na dogrzewanie budynku instalacją opartą na nieodnawialnych źródłach energii, których ceny ciągle rosną a zasoby maleją. Zastosowanie pomp ciepła czy też kolektorów słonecznych wykorzystujących pasywne źródła energii pozwoli zapewnić komfort użytkowania i znacznie zmniejszyć wydatki przeznaczone na utrzymanie budynku, wzniesionego z myślą o długoletnim użytkowaniu. Odpowiednia izolacja, stolarka okienna-drzwiowa i eliminacja mostków cieplnych dopełnią inwestycję. Budynki energooszczędne i pasywne są bez wątpienia przyszłością budownictwa mieszkaniowego.

Bibliografia:

1. Brzyski P. Charakterystyka energetyczna budynku pasywnego na przykładzie projektu domu jednorodzinnego. [w:] Energy-saving and Ecological Materials, Installations and Technology in Construction, Fic S. (red.), Państwowa Szkoła Wyższa, Biała Podlaska 2012,
2. Feist W. Domy pasywne w Europie Środkowej; tłumaczenie Tomasz Mielczyński, http://www.dompasywny.com/dom_pasywny/artyku_-1-.html [dostęp 28 grudnia 2013]
3. Fic S. Zasady zrównoważonego rozwoju w budownictwie a budynki niskoenergetyczne i pasywne [w:] Energy-saving and Ecological Materials, Installations and Technology in Construction, Fic S. (red.), Państwowa Szkoła Wyższa, Biała Podlaska 2012,
4. Markiewicz P.: Innowacyjne rozwiązania projektowe dla budynków energooszczędnych i pasywnych”, [w:] Czasopismo techniczne, zeszyt 11 rok 2011, wydawnictwo Politechniki Krakowskiej miesięcznik „Rynek Instalacyjny” numer 12/2008”
5. Mileńczuk F., Zawadzki M., Matusik J,(red.) Kolektory słoneczne, pompy ciepła na tak, Warszawa 2003
6. Murator poradnik czerwiec 2012
7. Nalewaj K., Energia słońca [w:] Energie odnawialne. Przegląd technologii i zastosowań (red.) H. D. Stryczewskiej, wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2012
8. Pieprzyk R. „Budownictwo Pasywne-energooszczędność i ekologia w praktyce”, „forum czystej energii” POLEKO Poznań, 20-23 Listopada 2007 Politechnika Poznańska Centrum Budownictwa Pasywnego

9. Piotrowski R., Dominiak P. (2006) Budowa domu pasywnego krok po kroku. Przewodnik budowlany
10. Raczkowski A., Budownictwo pasywne, Wykład tematyczny dla Studentów PSW w Białej Podlaskiej 2012.
11. Wnuk R., Budowa domu pasywnego w praktyce, Przewodnik Budowlany, Warszawa 2006.
12. www.aluplast.pl,
13. www.bartosz.com.pl
14. www.dolinka.eu Jadwiga Górnicz,
15. www.drzwi-cal.pl,
16. www.ekooszczedni.pl
17. www.energeto.pl

Liczba znaków ze spacjami: 22 619