



Ludomir Duda

05-552 Magdalenka ul. Polna 15
NIP 123-071-09-29 REGON 141646017
dudalud@gmail.com tel. +48 509 850 255
Autoryzacja KAPE 0001

Głęboka termomodernizacja „Mechanika” w Końskich

Decyzję o termomodernizacji ZSP nr1 w Końskich podjął Zarząd Powiatu z Sinicytawy Naczelnika wydziału infrastruktury Pana Szymona Białego. Wybudowana w roku 1974 szkoła cechowała się wysokim zużyciem energii i niewystarczającą wentylacją. Skutkiem czego budżet szkoły obciążały wysokie rachunki za energię a wysiłek edukacyjny nauczycieli i uczniów był w znacznym stopniu marnowany przez wysokie stężenie CO₂ będące skutkiem niewydolnego systemu wentylacji grawitacyjnej.

Głęboka termomodernizacja polega na zmniejszeniu strat ciepła przez nieprzezroczyste przegrody budowlane i okna, zmniejszenia strat ciepła na podgrzanie powietrza wentylacyjnego i podniesienie sprawności systemów instalacyjnych i oświetlenia wbudowanego.

Optymalizacja takiej inwestycji jest przedmiotem procedury nazywanej Audytem Energetycznym.

Od jakości Audytu zależy nie tylko czas zwrotu poniesionych na termomodernizację inwestycji, ale przede wszystkim docelowy standard energetyczny obiektu. Standard ten będzie na wiele dziesięcioleci określał przyszłe koszty eksploatacji budynku.

Audyt Energetyczny wykonał dr Ludomir Duda Audytor Energetyczny nr 0001 listy rekomendowanych Audytorów Krajowej Agencji Poszanowania Energii. Audyt ten umożliwił zakwalifikowanie inwestycji do finansowania przez Fundusz Norweski Narodowego Funduszu Poszanowania Energii i Gospodarki Wodnej, który sfinansował 85% kwalifikowanych nakładów inwestycyjnych.

W ramach Głębokiej Termomodernizacji Mechanika wykonano następujące inwestycje:

Ocieplenie ścian zewnętrznych i dachów.

Straty energii przez ściany i dachy to prawie 13% całkowitych strat budynku szkolnego przy założeniu normatywnych warunków eksploatacji, a w warunkach rzeczywistych prawie dwa razy tyle w związku z mniejszym niż normatywny strumieniem powietrza wentylacyjnego. W budynku szkolnym ściany zewnętrzne mają niewielki udział procentowy w całości budowlanych przegród zewnętrznych, ponieważ w budynkach szkolnych znaczną część powierzchni ścian stanowią okna. Powoduje to, że znaczna część strat ciepła przez ścianę powstaje przez mostek cieplny pomiędzy ścianą a oknem. Przy termomodernizacji Mechanika Audytor dr Ludomir Duda zaproponował oryginalny sposób zlikwidowania tego mostka poprzez zmniejszenie okien i ocieplenie ościeży 5 cm twardego styropianu. Dzięki temu po ociepleniu ścian zewnętrznych 20cm styropianu o współczynniku przewodzenia

$\lambda=0,031[\text{W}/\text{m}/\text{K}]$ uzyskano znakomitą wartość współczynnika przenikania ciepła $U=0,13[\text{W}/\text{m}^2/\text{K}]$. Łączne ocieplono prawie $9000[\text{m}^2]$ ścian i dachów.

Wymiana okien

Okna w Mechaniku odpowiadały za 17% strat ciepła. Okna w mechaniku były wymieniane w różnych okresach, ale tylko kilka z nich spełniało wymagania obecnych przepisów dotyczących izolacyjności cieplnej. Ponadto wszystkie okna w części warsztatowej budynku szkolnego były pojedynczo oszklone w metalowych ramkach. Ich wymiana była konieczna nie tylko dlatego by zmniejszyć straty ciepła przez podniesienie wartości współczynnika przenikania ciepła $U[\text{W}/\text{m}^2/\text{K}]$ i likwidację mostka cieplnego na styku futryny z ościeżem, ale przede wszystkim ze względu na konieczność uszczelnienia budynku. Wysoka szczelność budynku jest bowiem warunkiem koniecznym dla uzyskania wysokiej efektywności instalacji wentylacji mechanicznej. Razem zainstalowano 1500m^2 nowych okien o współczynniku przenikania ciepła $U_w=0,9 [\text{W}/\text{m}^2/\text{K}]$

Modernizacja systemu wentylacji

Straty energii cieplnej na podgrzanie powietrza wentylacyjnego w szkole to ponad 60% wszystkich strat ciepła. Ale poza aspektem ekonomicznym i ekologicznym system wentylacyjny w szkole ma kluczowe znaczenie dla jakości procesu dydaktycznego.

W klasach wietrzonych w tradycyjny sposób stężenie CO_2 wzrasta w ciągu kilkunastu minut do poziomu $>2000\text{ppm}^*$. Dwutlenek węgla jest składnikiem wydychanego powietrza. Jest on produktem szeregu reakcji zachodzących w komórkach naszego organizmu zwanych Cyklem Krebsa. W tym procesie komórki naszego organizmu pozyskują życiodajną energię utleniając glukozę do wody i CO_2 . Mózg człowieka jest najbardziej energochłonnym organem co widać na zdjęciach w podczerwieni, gdzie głowa jest najjaśniejszym elementem naszego ciała. Oznacza to, że powstaje w nim dużo CO_2 . Usuwany jest on przez krew w procesie wymiany gazowej zachodzącej w płucach. Skuteczność tej wymiany zależy od różnicy stężeń pomiędzy CO_2 zawartym w krwi a tym we wdychanym powietrzu. Tak więc podniesienie stężenia CO_2 w wdychanym powietrzu powoduje podniesienie stężenia CO_2 w krwi i spowalnia reakcję utleniania glukozy. Skutkiem tego mózg ma mniej energii co znajduje odbicie w jego mniejszej sprawności i objawia się ogarniającą nas sennością. Jak wynika z bardzo wielu badań niektóre z aktywności intelektualnych mogą, przy stężeniu $\text{CO}_2>2000\text{ppm}$, być upośledzone nawet o 30% i więcej. Wg tych samych badań maksymalne stężenie CO_2 niepowodujące wyraźnego obniżenia sprawności intelektualnej to $800\div 900\text{ppm}$ CO_2 . Dla zapewnienia takiego stężenia trzeba na każdego ucznia dostarczyć $30\div 50\text{m}^3$ świeżego powietrza na godzinę. Dostarczenie takiej ilości powietrza nie jest możliwe przy tradycyjnej wentylacji i naraża wiele problemów. Jednym z nich jest ogrzanie tego powietrza zimą co pochłania ogromną ilość energii. Innym problemem jest jakość powietrza, która w wielu miejscowości odbiega daleko od norm. Problemy te rozwiązuje system wentylacji nawiewno wywiewnej z odzyskiem ciepła. Jego działanie polega na tym, że powietrze zużyte przechodzi przez wymiennik ciepła powietrze/powietrze zwany rekuperatorem, w którym oddaje zawarte w sobie ciepło zimnemu, świeżemu powietrzu. Dodatkową zaletą tego systemu są filtry, które potrafią wyłapać skutecznie ponad 90% pyłów $\text{PM}_{2,5}$ i PM_{10} .

Instalując nowoczesny system wentylacyjny osiągamy kilka korzyści równocześnie. Zmniejszamy istotnie rachunki za ogrzewanie, obniżamy szkodliwe dla środowiska emisje systemów grzewczych, poprawiamy sprawność procesu dydaktycznego, chronimy zdrowie dzieci uwalniając powietrze

wentylacyjne od smogu. Nie bez znaczenia jest wysoka opłacalność tej wymiany jej IRR >10% uwzględniając koszty serwisu co jest jedną z najlepszych dostępnych na rynku inwestycji kapitałowych. Trzeba uczciwie powiedzieć, że system ten ma jedną wadę. Srebrzyste instalacje pod sufitem nie podobają się niektórym osobom.

Modernizacja systemu grzewczy i źródeł energii

Ocieplenie budynku, wymiana okien i modernizacja systemu wentylacyjnego radykalnie zmniejszyły zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania, ale też niejako przy okazji wygenerowały zapotrzebowanie na chłód w kwietniu maju i czerwcu. Z tego powodu koniecznym było przejście z wodnego systemu grzewczego zasilanego z kotłowni gazowej i ciepłowni miejskiej na system ogrzewania i chłodzenia powietrzny. Optymalnym rozwiązaniem okazało się zastosowanie systemu VRF pomp ciepła powietrze powietrz. Pompy takie mają średnio sezonowy współczynnik transformacji energii elektrycznej na ciepło SCOP>4 i mogą dostarczać ciepło nawet przy temperaturze -20°C a w lecie pozwala schładzanie powietrza do normowych temperatur.

Dla zmniejszenia zapotrzebowania na nieodnawialną energię elektryczną zainstalowano na dachu szkoły ogniwa fotowoltaiczne o mocy 40kW

Modernizacja systemu oświetlenia

Kolejną inwestycją zrealizowaną w ramach głębokiej termomodernizacji Mechanika jest wymiana oświetlenia na lampy z źródłami światła LED. Nowoczesne lampy LED nie tylko pozwalają na spełnienie norm oświetleniowych przy mniejszym zużyciu energii, ale także pozwalają dobrać optymalną dla procesu dydaktycznego temperaturę barwową, rozkład widmowy i wskaźnik oddania barw. Wszystkie te parametry źródeł światła mają wpływ na jakość procesu dydaktycznego. Inwestycje wymiany oświetlenia na energooszczędne charakteryzują się dobrymi wskaźnikami ekonomicznymi o wewnętrznej stopie zwrotu IRR>10%. Oznacza to, że możemy obniżyć zużycie energii i związane z jej wytwarzaniem szkodliwe emisje obniżając równocześnie nie koszty eksploatacji szkoły. Dodatkowo inwestycje te są jednymi z najkorzystniejszych na rynku kapitałowym co powinno ułatwiać pozyskanie koniecznego do ich przeprowadzenia kapitału.

*ppm (par per milion) miara stężenia mówiąca ile miligramów danej substancji zawiera kilogram gazu lub cieczy





