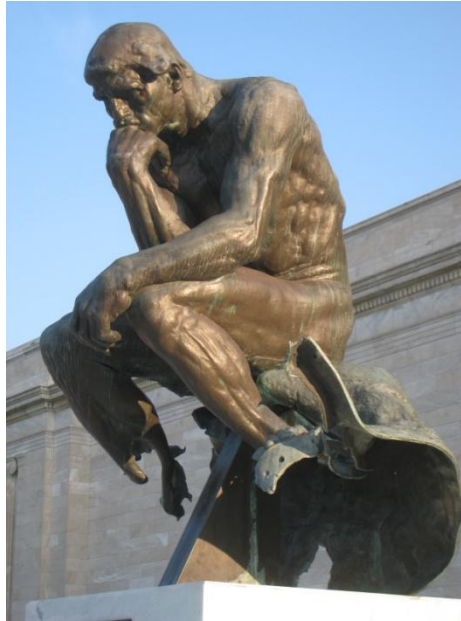


Chłodzenie komputera PC

M@rek Pudełko

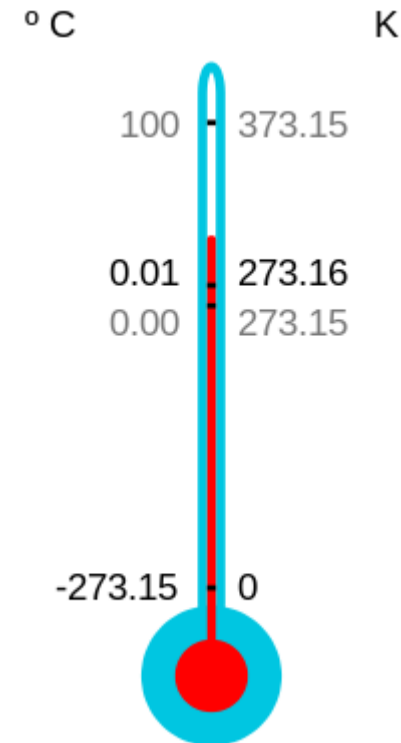
Urządzenia Techniki Komputerowej



Jaki jest największy problem
związany z funkcjonowaniem
komputera?

Generowanie ciepła

- Zwiększenie wydajności i coraz większa liczba wykonywanych operacji wiąże się ze zwiększonym poborem mocy. Część mocy jest przetwarzana na ciepło.



Wyścig ciepły

Zwiększenie ciepła

- Większe napięcie zasilania
- Większa częstotliwość taktowania
- Graficzne metody pracy
- Przetaktowywanie procesorów i pamięci

Redukcja ciepła

- Mniejsze napięcie zasilania
- Mniejsze wymiary elementów
- Efektywniejsze metody obliczeniowe
- Odpowiednie materiały do wykonania układów scalonych

Problemy z komputerem

- Przypadkowe restarty i zawieszenia się systemu
 - Gry 3D
 - Programy do grafiki trójwymiarowej
 - Kompresja i odtwarzanie filmów
 - Archiwizowanie dużych plików
- Błędy przy kopiowaniu z dysku na dysku lub z napędu optycznego na dysk.

Objawy świadczące o przegrzaniu peceta

- Intensywne użytkowanie komputera (Gry 3D, odtwarzanie filmów w wysokiej rozdzielczości, grafika trójwymiarowa) zawiesza go, a w czasie typowej pracy biurowej (edytor tekstu, arkusz kalkulacyjny, e-mail) i surfowania po Internecie komputer działa bez problemów.
- W zimne dni pracuje bez zarzutu, a zawiesza się, gdy jest gorąco.
- Gdy więcej komponentów działa, wentylator pracuje na granicy swoich możliwości, co generuje duży hałas.

Wymiana ciepła

- Wymiana ciepła występuje w przypadku różnicy temperatur pomiędzy dwoma ciałami.
- Wymiana ciepła realizowana jest na trzy różne sposoby : przewodzenie, konwekcję i radiacyjną wymianę ciepła.
 - Przewodzenie ciepła to przekazywanie energii wewnętrznej w obrębie jednego, bądź wielu ciał.
 - W płynach energia ta to energia kinetyczna atomów i cząstek,
 - W ciałach stałych energia drgań atomów i ruchu swobodnych elektronów.
 - Konwekcja to unoszenie ciepła przez przemieszczające się masy cieczy.
 - Konwekcja swobodna, która występuje w przypadku działania zewnętrznych sił masowych na części płynu o różnych temperaturach, gęstościach,
 - Konwekcja wymuszona w przypadku występowania w układzie pompy, sprężarki, dmuchawy lub mieszadła.
 - Radiacyjna wymiana ciepła, czyli wymiana ciepła przez promieniowanie jest to wysyłanie ciepła przez ciała o temperaturze wyższej od zera bezwzględnego. Odbywa się ona między ciałami które oddzielone są ośrodkiem przenikliwym.
- Często przewodzenie ciepła, konwekcja i radiacyjna wymiana ciepła występują jednocześnie, lecz jedna z nich zwykle przeważa nad pozostałymi.

Metody chłodzenia

- Chłodzenie pasywne
- Chłodzenie aktywne

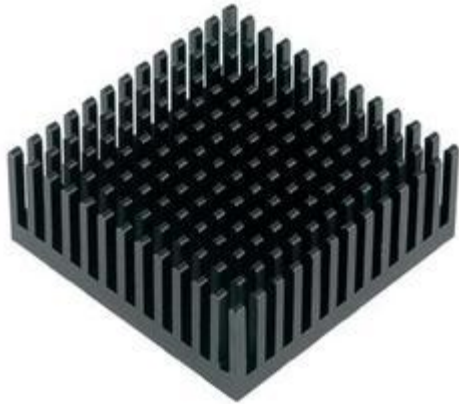
Chłodzenie pasywne

- System chłodzenia oparty na radiatorze.
- Wykorzystuje się jedynie zjawisko oddawania przez metale energii cieplnej do otoczenia –
 - Nie występują dodatkowe elementy ruchome w postaci wentylatorów.

Chłodzenie pasywne

Proste

używające tylko radiatorów

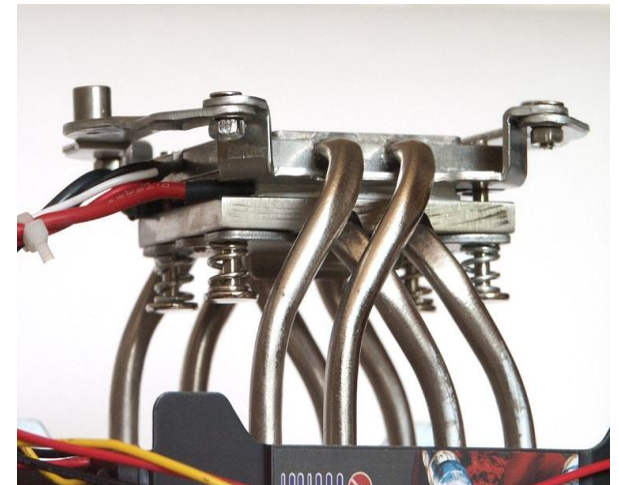


Kombinowane

z rurami cieplnymi

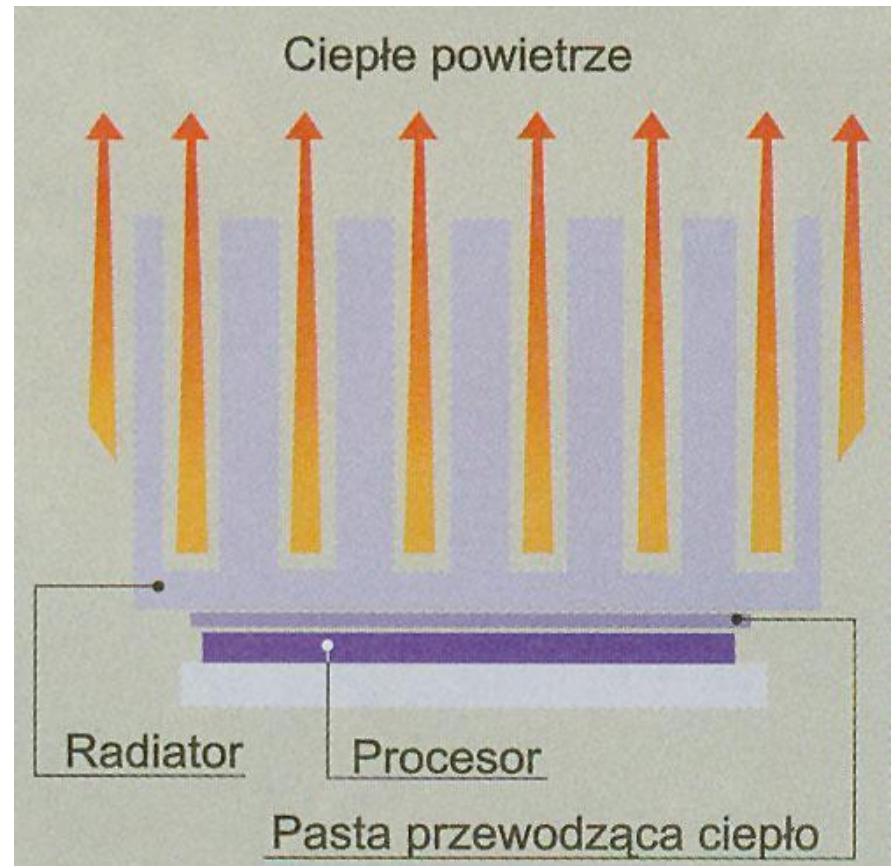


z ogniwami Peltiera



Radiator

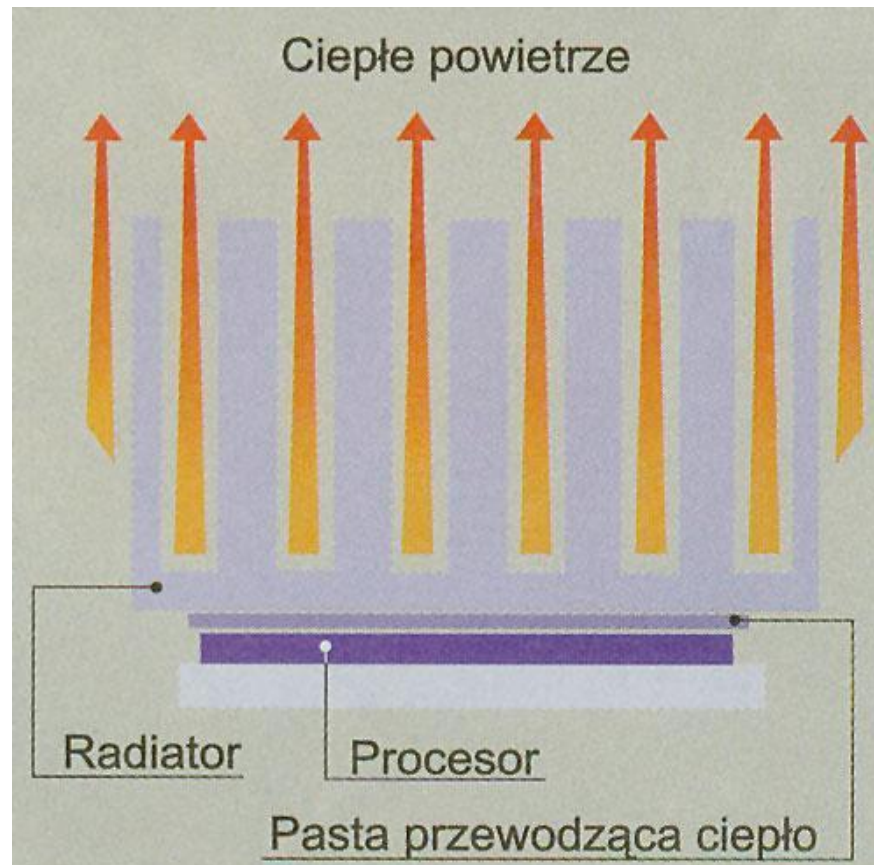
- Radiator to podzespół komputera odprowadzający ciepło z elementu, z którym się styka, do otoczenia (powietrza).



Radiatory

- Radiator to specjalnie ukształtowana bryła z metalu dobrze przewodzącego ciepło o rozwiniętej powierzchni od strony powietrza zazwyczaj w postaci żeber, prętów by zwiększyć przekazywanie ciepła.
- Materiały na radiator:
 - Aluminium
 - Aluminium często barwi się na czarno.
 - Miedź.
- Powszechnie stosowane są w elektronice, ze względu na dużą ilość ciepła wydzielaną z niewielkich elementów, co odpowiada dużej gęstości mocy.

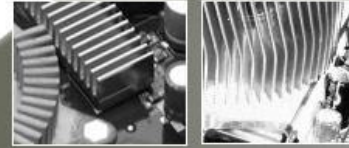
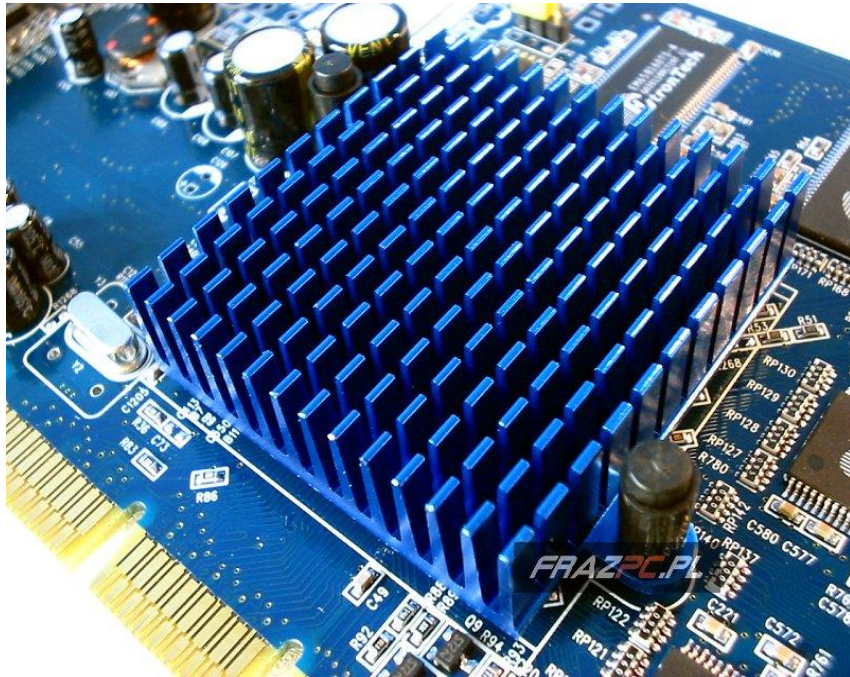
Schemat działania



Radiatory

- Dla lepszego przewodzenia ciepła dociska się radiator do powierzchni wydzielającej ciepło.
 - Korzystnie jest ewentualną szczelinę wypełnić cienką warstwą pasty termoprzewodzącej.
 - Można użyć taśmy termoprzewodzącej lub kleju termoprzewodzącego.
- Radiator należy usytuować, tak by utworzyć pionowe kanały działające na zasadzie komina.
- Niektóre są tak skonstruowane (np. ze scalonych "rur") i umieszczone w odpowiednio przygotowanej obudowie (wlot powietrza na dole, wylot u góry), aby jak najlepiej wykorzystywać zjawisko konwekcji.
- Dzięki temu można znacznie zwiększyć przepływ powietrza nie używając żadnych wentylatorów - im radiator się mocniej nagrzeje tym szybciej będzie przepływać przez niego powietrze i wydajniej oddawać ciepło.
- W przypadku największego obciążenia cieplnego konieczne jest rozrowadzenie strumienia ciepła w radiatorze przez pośrednictwo cieczy np w formie rurki cieplnej lub chłodzenia cieczą.

Radiator



The aim of the project was to design a radiator that in its minimal size will give off the maximum heating power. Additionally it can be used as a seat, table or shelf, or it can be treated as a decorative object. In the project was used a solution that is well-known cooling device in electronics (radiator). Radiators give off heat effectively thanks to their irregular shapes that increase the surface of heat emission.



a decorative object

RADIATOR



seat or table

THE RADICAL RADIATOR OF THE FUTURE



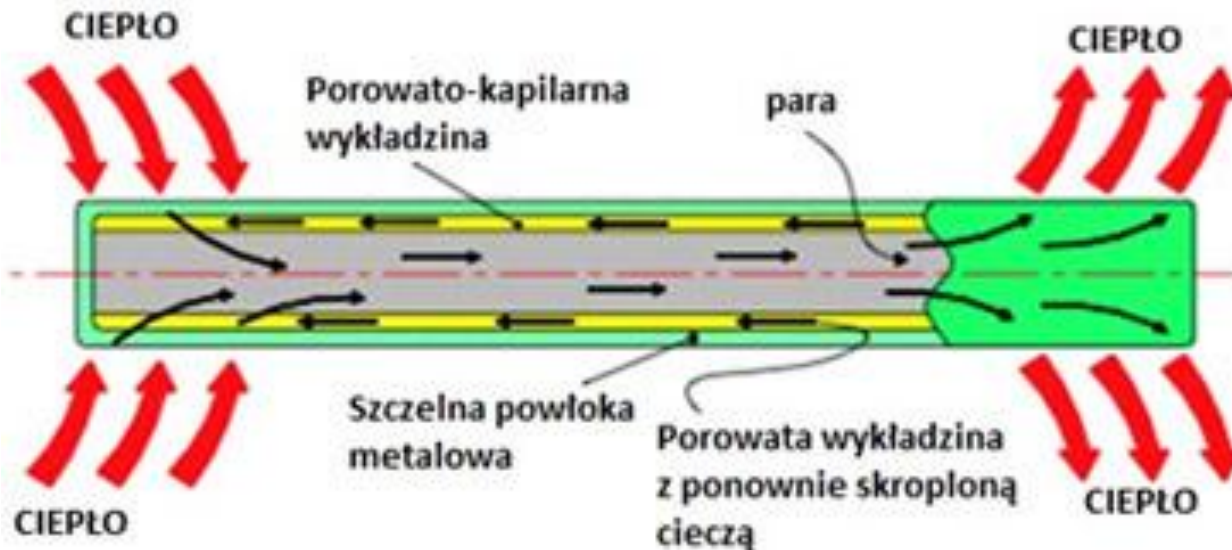
Pasywne chłodzenie powietrzem



Thermaltake Sonic Tower - pasywne chłodzenie powietrzem

Rura cieplna

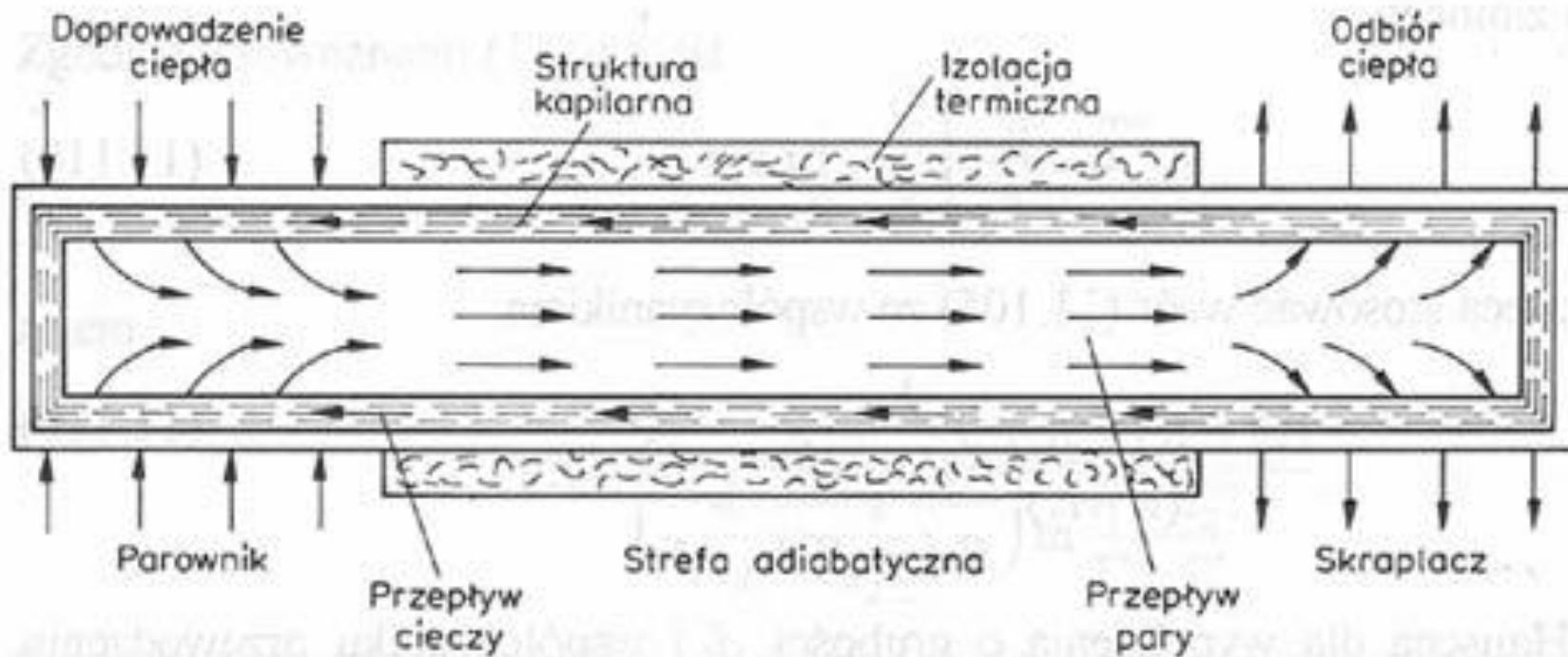
- Rurki cieplne (ang. Heat Pipe) to urządzenia stosowane do przenoszenia ciepła z jednego miejsca w inne. Działają na zasadzie parowania i skraplania tworząc duże możliwości przenoszenia ciepła.



Rury cieplne

- Rurki cieplne (ang. Heat Pipe) to urządzenia stosowane do przenoszenia ciepła z jednego miejsca w inne. Działają na zasadzie parowania i skraplania tworząc duże możliwości przenoszenia ciepła.
 - termosyfony, gdzie przemieszczanie odbywa się pod wpływem ciężkości.
 - rury wirujące - transport ciepła jest wywołany działaniem siły dośrodkowej.
- W środku rury umieszczony jest gaz lub płyn (czynnik roboczy), który służy do transportu i wymiany ciepła.
 - W wyniku różnic temperatury i różnicy ciśnień na końcach rury ogrzana para przemieszcza się w kierunku skraplacza gdzie oddaje ciepło i ulega kondensacji.
 - Skroplona para wraca z powrotem do parownika.
 - Proces ten odbywa się cyklicznie.
 - Niska temperatura w parowniku powoduje że gaz wypełnia też część skraplacza zmniejszając znacznie transport i wymianę ciepła.

Schemat działania rurki cieplnej

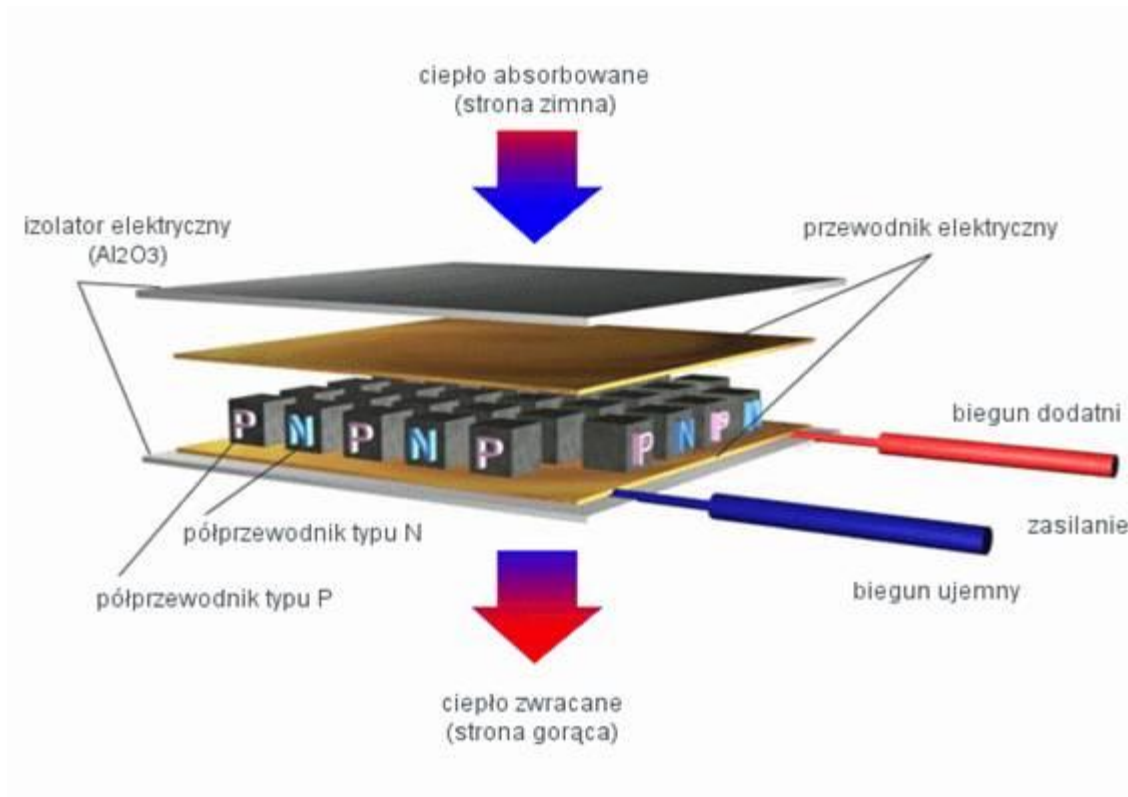


Rurka cieplna z radiatorem



Ogniwo Peltiera

- Efekt Peltiera polega na wydzielaniu lub pochłanianiu energii, pod wpływem przepływu prądu elektrycznego przez złącze.

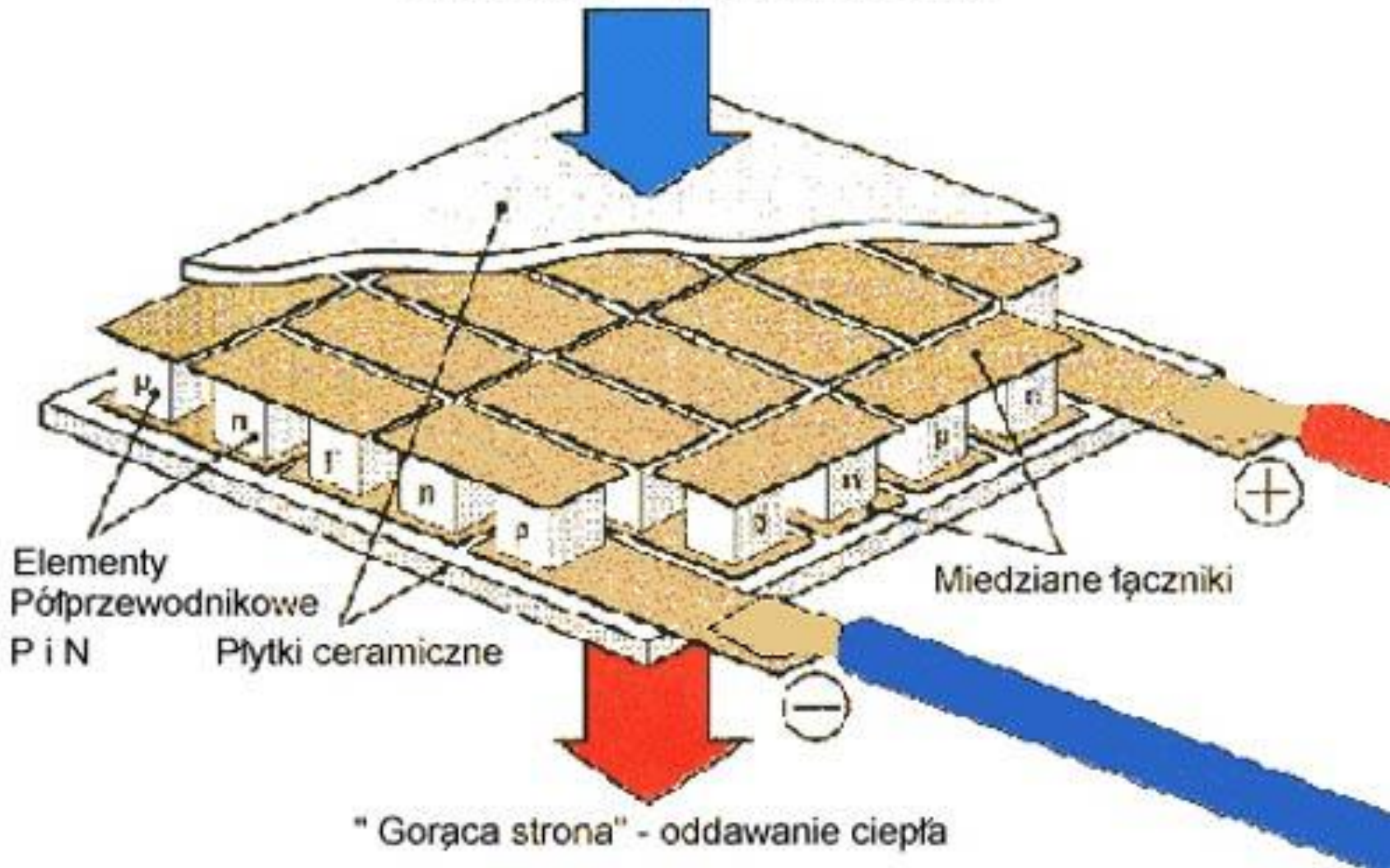


System chłodzenia oparty o ogniwa Peltiera

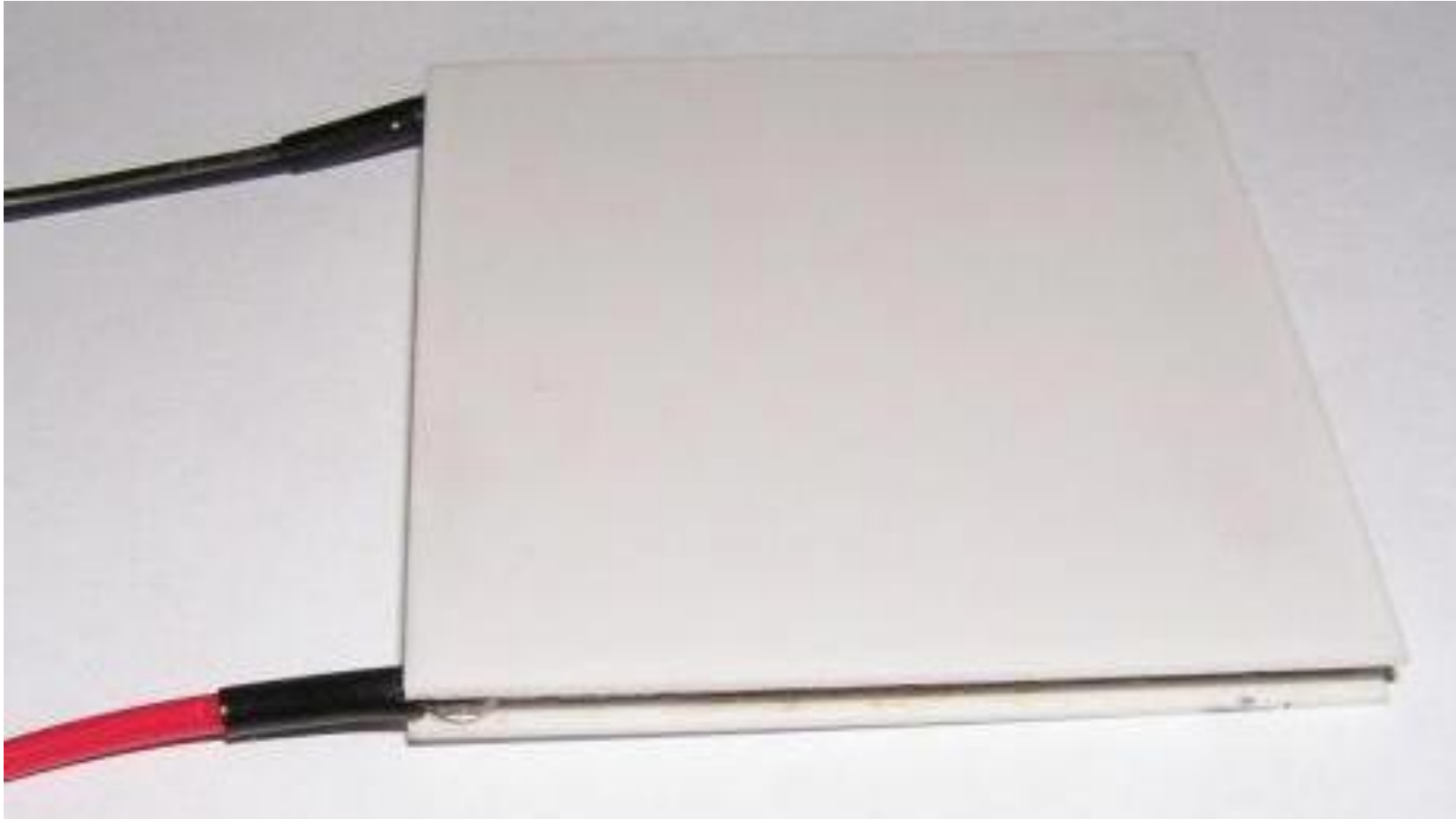
- Moduł Peltiera jest to urządzenie zbudowane na bazie półprzewodników, którym w zależności od potrzeb można ogrzewać bądź chłodzić dany układ.
- Efekt Peltiera polega na wydzielaniu lub pochłanianiu energii, pod wpływem przepływu prądu elektrycznego przez złącze.
 - Efekt zachodzi na granicy dwóch różnych przewodników lub półprzewodników (n i p) połączonych dwoma złączami.
 - Podczas przepływu prądu jedno ze złącz ulega ogrzaniu, a drugie ochłodzeniu.
 - Ochłodzeniu ulega złącze, w którym elektrony przechodzą z przewodnika o niższym poziomie Fermiego do przewodnika o wyższym.
 - Po zmianie kierunku przepływu prądu na przeciwny, zjawisko ulega odwróceniu (ze względu na symetrię złącz).
- Przy pomocy modułu Peltiera można zejść z temperaturą poniżej temperatury otoczenia.

Budowa ogniwa Peltiera

" Zimna strona" - Pochłanianie ciepła



Moduł Peltiera



Zalety chłodzenia pasywnego

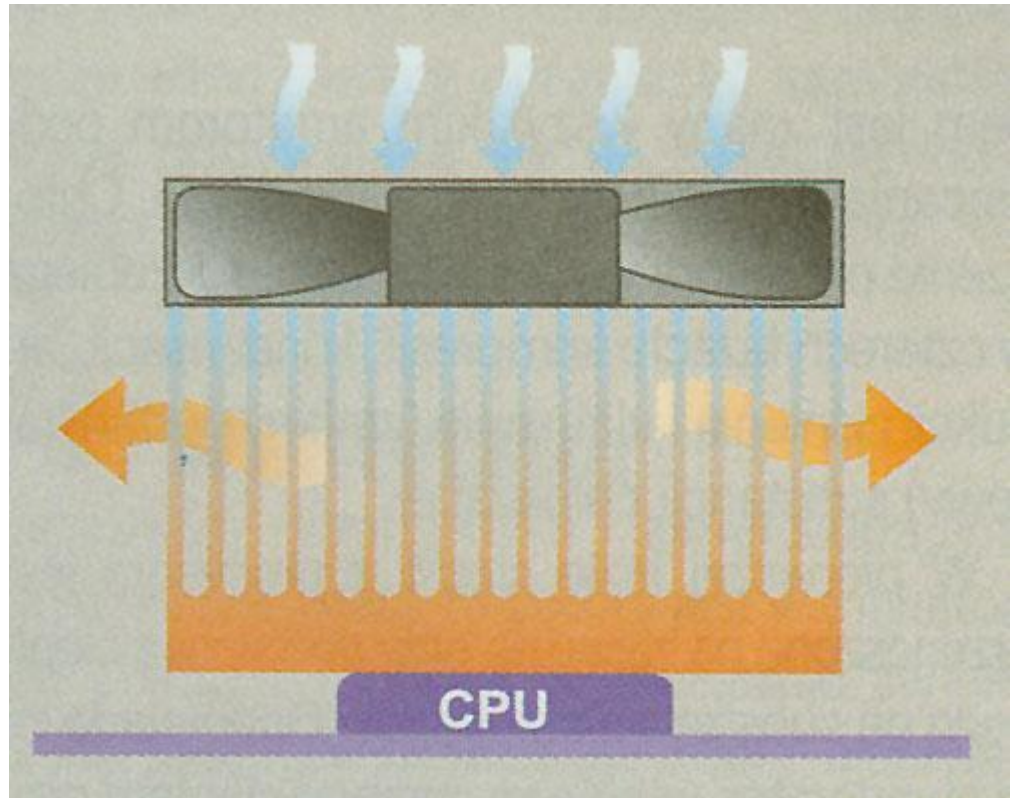
- Bezgłośnie działanie
- Nie wymaga zasilania energią elektryczną
- Nie zużywają się ruchome elementy
- Nie osadza się zbyt szybko kurz i inne zabrudzenia

Wady chłodzenia pasywnego

- Może być niewystarczające w przypadku mocno nagrzewających się elementów
- Często, aby spełnić swoje zadanie musi być duży, a przy tym ciężki
- Do poprawnego działania wymaga dobrego przepływu powietrza przez radiator

Chłodzenie aktywne

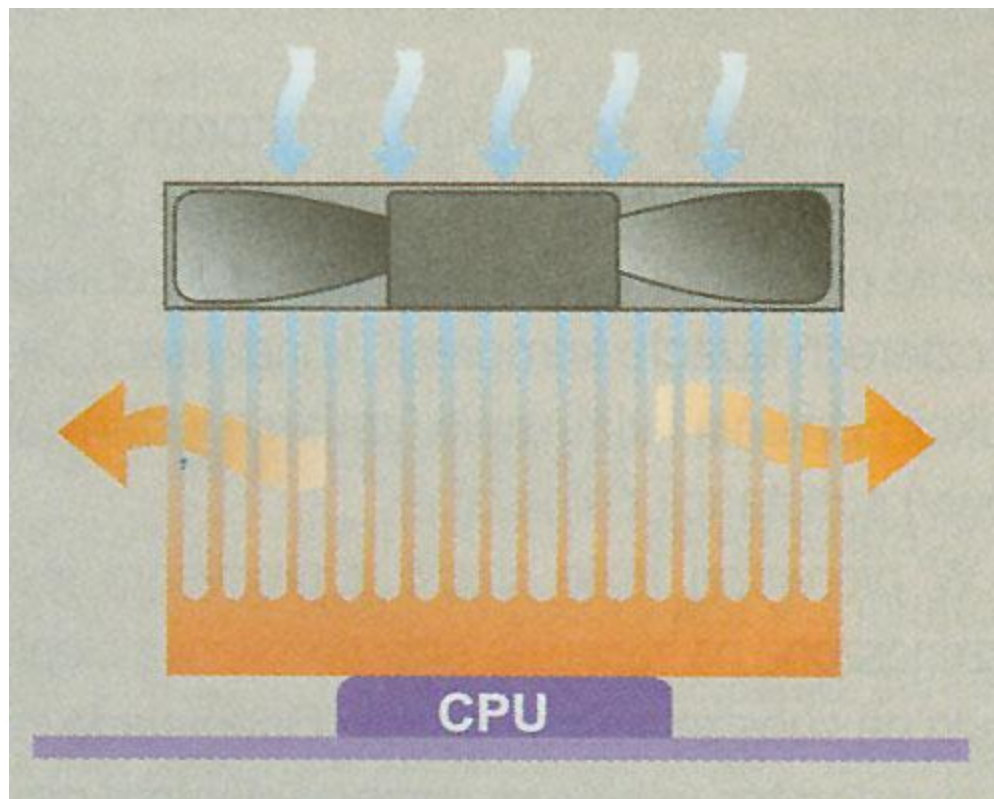
- Chłodzenie aktywne polega na zastosowaniu wspomaganego chłodzenia za pomocą wentylatora



Chłodzenie aktywne

- Chłodzenie aktywne polega na zastosowaniu wspomaganego chłodzenia za pomocą wentylatora.
 - Zazwyczaj jest umieszczony na radiatorze lub pod nim.
 - Zwiększa on cyrkulację powietrza wokół radiatora, tworząc wydajny zestaw chłodzący.
 - Dzięki temu radiator może mieć więcej żeberk umieszczonych gęściej, co zwiększa jego powierzchnię i możliwości absorpcji ciepła.
- Metodę powszechnie stosuje się do chłodzenia procesorów, kart graficznych oraz chipsetów. Jest bardzo wydajna.
- Wirniki wentylatorów generują duży hałas.

Schemat działania



Chłodzenie aktywne



Chłodzenie aktywne



Chłodzenie aktywne



Chłodzenie aktywne



Chłodzenie aktywne



Zalety chłodzenia aktywnego

- Wysoka wydajność
- Prosta budowa
- Duża absorpcja ciepła

Wady chłodzenia aktywnego

- Hałas
- Duże zużycie energii

Porównanie systemów chłodzenia

Aktywne	Pasywne
Hałaśliwe	Ciche
Wydajne	Gorzej odprowadza ciepło
Jest standardem dla procesorów i kart graficznych	Przydatne dla elementów mniej grzejących się
Stosowane w zestawach o dużej mocy obliczeniowej	Stosowane w zestawach o niskim poziomie hałasu

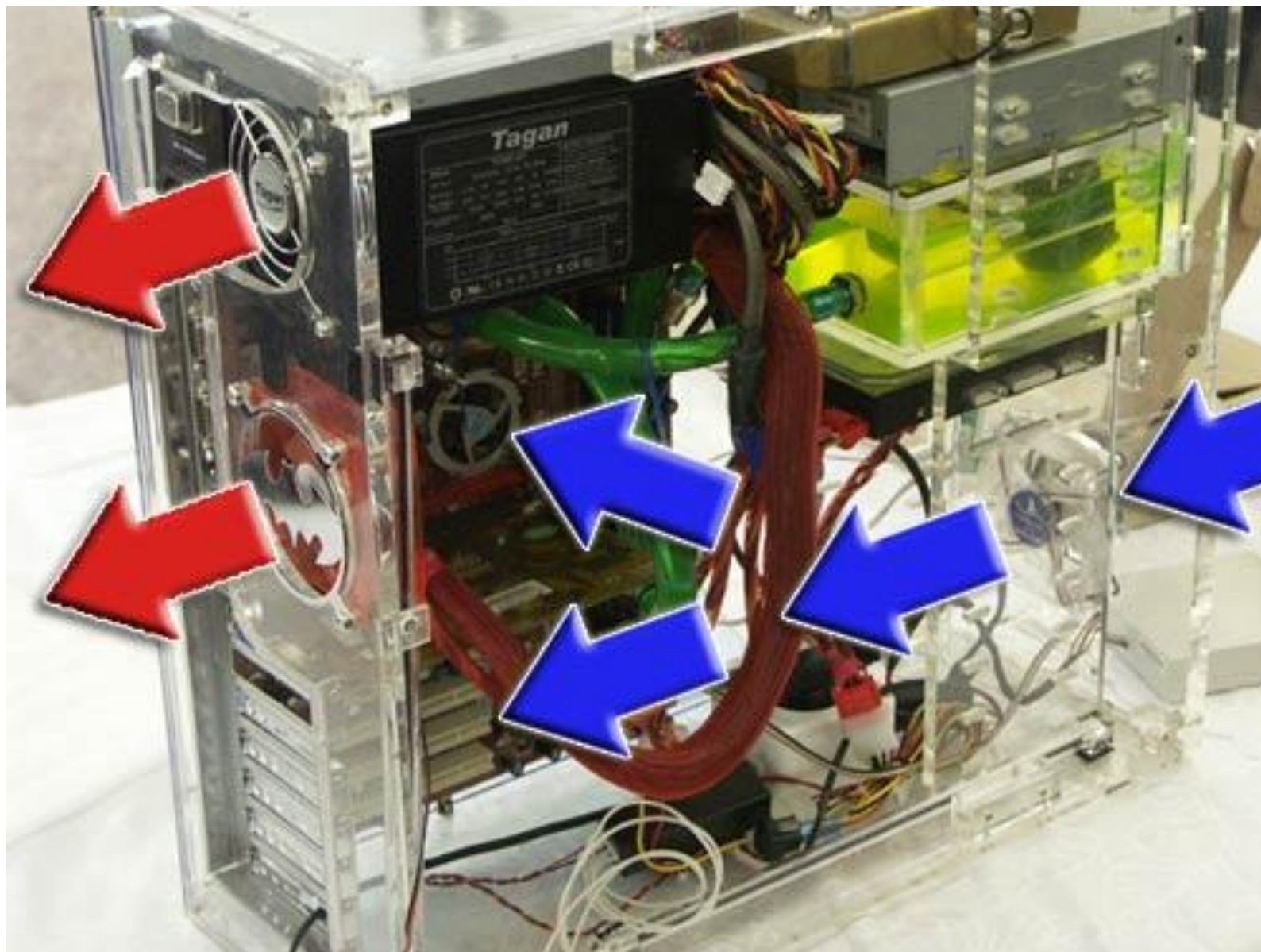
ZAAWANSOWANE SYSTEMY CHŁODZENIA

Zaawansowane systemy chłodzenia

- Woda
- Suchy lód
- Ciekły azot
- Efekty przemiany fazowej

CHŁODZENIE CIECZĄ

Idea systemu chłodzenia



Schemat chłodzenia cieczą



Chłodzenie cieczą

- System tłoczy ciecz przez blok wodny.
 - Blok wodny to wydrążony pojemnik zamontowany na szczycie chłodzonego układu scalonego
- Ciecz nagrzewa się i transportuje ciepło systemem rurek do odbiornika ciepła.
- Odbiornik ciepła odbiera je i przekazuje do otaczającego powietrza.
 - Odbiornik ciepła to duży radiator lub wydajny wentylator.
- Schłodzona woda wraca do układu chłodzenia.



Dlaczego system chłodzenia cieczą musi być systemem zamkniętym?

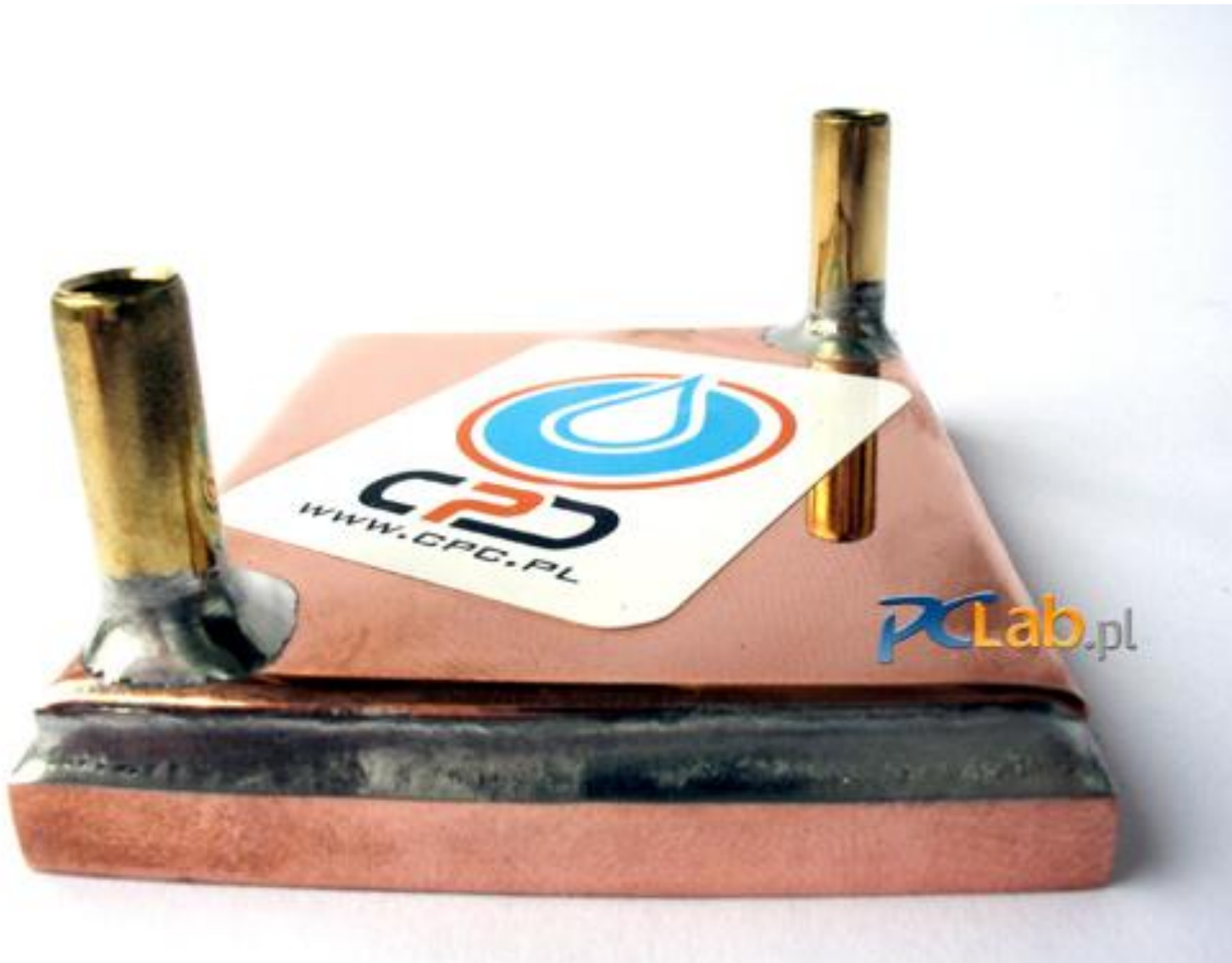
Zamknięty system chłodzenia

- Szczelność obwodu chłodzącego.
- Powtórne wykorzystanie cieczy chłodzącej.

Elementy systemu chłodzenia cieczą

- Bloki wodne chłodzące elementy
- Radiatory i wentylatory studzące wodę
- Pompa wymuszająca krążenie
- System rur łączących komponenty systemu
- Zbiornik uzupełniający ubytki płynu

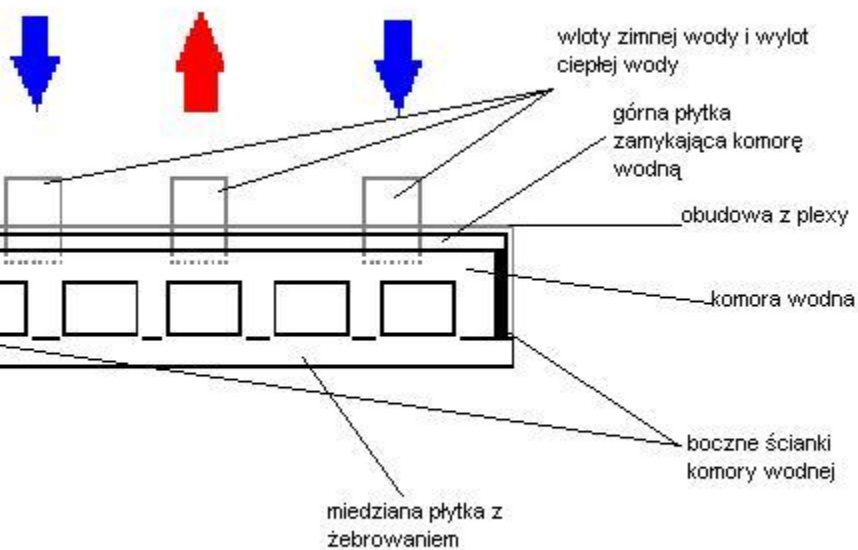
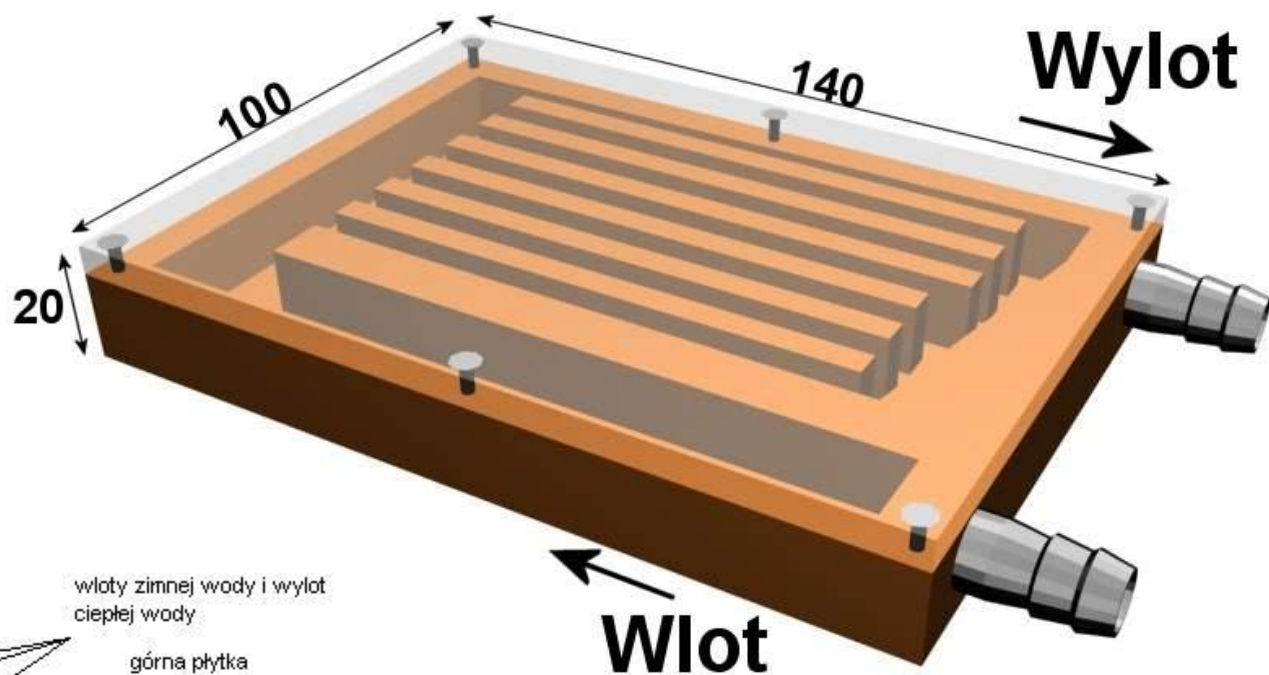
Blok wodny



Blok wodny

- Bloki są wykonane zazwyczaj z metalu dobrze przewodzącego ciepło
 - Aluminium, miedź
 - Akryl (choć bywają problemy z trwałością)
- Ciśnienie w rurach
 - Niskociśnieniowe
 - Płyn łatwo i leniwie cyrkuluje przez blok
 - Przydatny do bloków o różnym przekroju.
 - Wysokociśnieniowe
 - Przekroje są zacieśniane, a przepływ wymuszony.
 - Zapewnia lepszy odbiór ciepła, ale jest energochłonny i wymaga lepszej pompy.

Blok wodny



Pompka



Pompka

- Pompa decyduje o sprawności procesu chłodzenia.
 - Od mocy pompy jest zależna prędkość przepływu płynu
- Napięcie zasilania
 - 12V
 - Zasilanie z wtyczki Molex. Często umieszczona na wierzchołku bloku wodnego procesora lub w zbiorniku wodnym.
 - Cichsza i bardziej oszczędna.
 - 230 V
 - Bardziej wydajna. Wymaga wycięcia dodatkowego otworu w obudowie.
 - Więcej hałasuje i pobiera więcej energii.
- Pompa jest źródłem wibracji w komputerze
 - Musi być mocno zamontowana (najlepiej z wkładką antywibracyjną)

Radiator zewnętrzny



Radiator zewnętrzny

- Jego zadaniem jest przekazanie ciepła do otaczającego go powietrza.
 - Woda krąży w wielu rurach, chłodzonych przez wentylator.
- Radiator musi być bardzo rozbudowany.
 - Duża ilość żeber jest dobra dla szybkiego wentylatora
 - Mała dla wolnego i cichego wiatraczka.
 - Radiator umieszcza się w miejscu gdzie ma dostęp do świeżego powietrza (najlepiej na zewnątrz obudowy) i gdzie nie dmucha na niego ciepłe powietrze
- Modele radiatorów
 - Jednoprzebiegowe
 - Woda przechodzi jeden raz przez układ.
 - Wieloprzebiegowe
 - Kierunek zmienia się wielokrotnie.
 - Chłodzenie trwa dłużej i woda jest chłodniejsza
 - Wymaga to pompy o większej mocy

Zbiornik wyrównawczy



Zbiornik wyrównawczy

- Jego zadaniem jest dostosowanie ilości cieczy krążącej w rurkach do poziomu ciśnienia w układzie chłodzącym.
 - Uzupełnia ewentualne ubytki
 - Ma dużą pojemność
 - Szybko napełnia układ chłodzenia
 - Usuwa pęcherzyki powietrza z płynu
 - Pęcherzyki utrudniają przepływ chłodziwa w rurkach
 - Powodują głośniejszą pracę pompy
- Zbiornik zajmuje miejsce w obudowie.
 - Nieprzydatny dla małych komputerów.

System rurek



System rurek

- Jego zadaniem jest transport cieczy przenoszącej wytwarzanie ciepło do radiatora.
- Szersze rurki
 - Zapewniają większą wydajność i mniejszy poziom hałasu
- Węższe rurki.
 - Łatwiej je wyginać i dopasowywać (zwłaszcza w małych obudowach).

Używane płyny chłodzące

- Woda destylowana
- Woda zdejonizowana
- Nie używamy wody z kranu
 - Zawiera kamień, który będzie się osadzał w rurkach i je zapcha
 - Może zawierać materię organiczną, która będzie się mnożyła
- Inhibitor korozji
 - Zapobiega efektowi akumulatora (dwa różne metale zanurzone w wodzie) i korozji
 - Nie pozwala na rozwijanie się materii organicznej

Używane płyny chłodzące

- Syntetyczne chłodziwa
 - Maja lepszą przewodność cieplną
 - Nie przewodzą prądu
- Wodne roztwory soli, glikoli i alkoholi.
- Inne ciecze

Ćwiczenie

- Poszukaj nazwy i parametry chłodziw syntetycznych, które można wykorzystać w układach chłodzenia
- Poszukaj wartości pojemności cieplnych płynów używanych do chłodzenia
 - Woda destylowana
 - Roztwór soli

Otwarty obieg wody

- Istnieją pompy niededykowane do układów chłodzenia (C.O oraz C.W.U)
- Pierwsze z nich pompują wodę do kaloryferów. Drugie odpowiadają za jej cyrkulację w domowych rurach.
 - C.O. wymagają użycia płynu antykorozyjnego, gdyż ich korpus zbudowany jest z żeliwa. Chociaż żeliwo ze względu na dużą zawartość węgla wykazuje wysoką odporność na korozję, należy pamiętać, że urządzenie będzie miało stały kontakt z wodą.
 - C.W.U. zbudowany jest z mosiądzu, a więc całkowicie odporny na korozję. Nie potrafi jednak zassać wody – mogą się pojawić problemy z czyszczeniem układu.
- Obydwa typy są dużo większe niż pompki dedykowane.

Suchy lód

- Suchy lód to dwutlenek węgla (CO_2) w postaci stałej.
- W zetknięciu z powietrzem przechodzi z ciała stałego w gaz. Jest bez zapachowy, bez smakowy, nie wydziela oparów trujących, obojętny, bakteriostatyczny a jego temperatura wynosi $-78,5^\circ\text{C}$.
 - Zależnie od przeznaczenia suchy lód może być w postaci dużego bloku lub w postaci granulatu o różnej wielkości.
 - Przy chłodzeniu elementów komputera wykorzystywany jest głównie granulaty, który dopasowuje się do kształtu pojemnika.
- Najpierw należy przygotować pojemnik, w którym będzie znajdowało się chłodziwo.
 - Naczynie na suchy lód to tzw. kontener zakończony specjalnie wyfrezowaną podstawą zapewniającą większą powierzchnię wymiany ciepła. Element chłodzony i kontener okłada się specjalną gąbką (armaflex), która zapobiega wykraplaniu się wilgoci z powietrza.
- Do pojemnika wsypuje się trochę suchego lodu i zalewa się go alkoholem izopropylowym (może być nawet denaturat) –przyspiesza reakcję. Suchy lód w czasie pracy sublimuje zabierając ciepło z elementu chłodzącego.
- System wymaga ciągłego dosypywania suchego lodu do pojemnika.
- **W pomieszczeniu, gdzie używamy takiego sposobu chłodzenia konieczna jest dobra wentylacja!**

Pojemnik z suchym lodem



Chłodzenie ciekłym azotem

- Skroplony Azot (LN2) w otwartym naczyniu w temperaturze i ciśnieniu atmosferycznym wrze w temperaturze -196°C .
 - Jest otrzymywany poprzez syntezę amoniaku w procesie Habera, przez co jest bardzo tani.
 - Ze względu na szybkie wrzenie musi być trzymany w specjalnych pojemnikach zwanych naczyniami Dewara.
- Sam proces chłodzenia odbywa się podobnie jak dla suchego lodu.
- Do chłodzenia potrzebny jest parownik, który będzie odbierał ciepło z chłodzonego układu, zapinka parownika, dobra izolacja oraz sam azot.
- Niestety ciekły azot bardzo szybko wrze, więc potrzebne jest ciągłe dolewanie

Inne ciecze

- Istnieją też inne gazy:
 - ciekły wodór,
 - ciekły tlen,
 - ciekły argon,
 - ciekły hel
- Są dobre do chłodzenia, jednak ze względów bezpieczeństwa nie są używane.

Parownik do ciekłego azotu



Wlewanie ciekłego azotu do parownika.



Środki ostrożności



- Należy pamiętać o środkach bezpieczeństwa:
 - Rękawice,
 - fartuch ochronny
 - okulary zakrywające dużą część twarzy.
- Korzystając z niego trzeba to robić ostrożnie!
- Ciekły azot może spowodować poważne poparzenia ciała i uszkodzenie elementów komputera.

Ćwiczenie

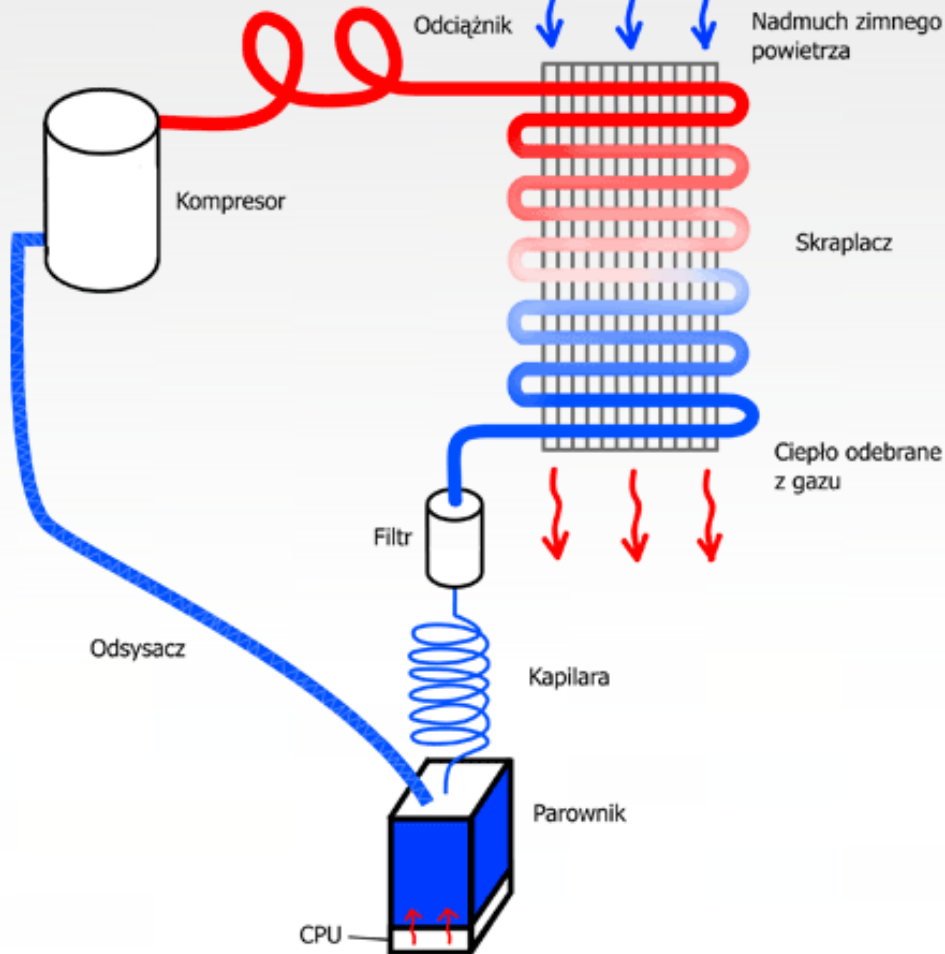
- Jakich ciekłych gazów można jeszcze użyć?
- Jakie są ich temperatury wrzenia?

Chłodzenie z wykorzystaniem przemiany fazowej

- Sprężony i następnie rozprężający się gaz obniża swoją temperaturę. Proces ten odbywa się w tzw. parowniku, którego konstrukcja umożliwia przymocowanie go do CPU i trwałe jego chłodzenie.
 - Gaz w układzie jest na przemian sprężany i rozprężany, przechodząc nieustannie przez przemiany fazowe powodujące zmiany jego stanu skupienia.
- Jest to zwykła lodówka (FC - Freon Cooling).
- Chłodzenie to zapewnia stałą ujemną temperaturę CPU na poziomie kilkudziesięciu stopni.
- Do napełnienia układu najczęściej stosuje się propan, zapewniający uzyskanie temperatury około -42°C , ale stosowane są i inne gazy, umożliwiające osiągnięcie niższych temperatur.
- W układach nie stosuje się gazów dających najniższą temperaturę.
 - im niższa temperatura wrzenia gazu, tym niższej potrzebujemy temperatury aby go skroplić, co jest niezbędnym wymogiem trwania ciągłego procesu chłodzenia.

Schemat chłodzenia z przemianą

fazową



Rys. 3
[PCLab.pl]



Ćwiczenie

1. Wyszukaj gotowy zestaw chłodzący w sklepie.
 - a. Wykorzystujący wodę
 - b. Wykorzystujący inne chłodziwo
2. Odszukaj zestaw korzystający z ogniwa Peltiera
3. Odszukaj zestaw wykorzystujący suchy lód
4. Odszukaj zestaw używający ciekły azot lód
5. Odszukaj zestaw z przemianą fazową

Chłodzenie w akwarium

- Idea polega na umieszczeniu elementów komputera w akwarium.
- Taki sposób pozwala na bardzo wydajne chłodzenie podzespołów komputera. Chroni go przed kurzem. Sprzęt jest też bardzo cichy.
- Akwarium wypełniać może jakakolwiek ciecz nieprzewodząca prądu:
 - Olej mineralny
 - Olej spożywczy
 - Ciekła parafina
- Od jej wyboru zależy efektywność chłodzenia.
- Dodatkową zaletą jest efektowny wygląd (zwłaszcza w połączeniu z oświetleniem diodowym).
- Na zewnątrz muszą być wyprowadzone:
 - Przyciski START i RESET
 - Napędy optyczne
 - Stacja dyskietek
 - Twardy dysk (talerzowy HDD)
 - Gniazdo USB i inne porty zewnętrzne lub końcówki przewodów do nich.
- Konstrukcja musi być szczelna, by nie wchłaniała wilgoci z powietrza
- Problemem jest zabrudzenie części i problemy z wymianą podzespołów.



Ćwiczenie

1. Zaprojektuj układ w którym komputer jest zanurzony w akwarium.
 - a) Oblicz koszty.

MONTAŻ WENTYLATORÓW W KOMPUTERZE

Idea chłodzenia komputera

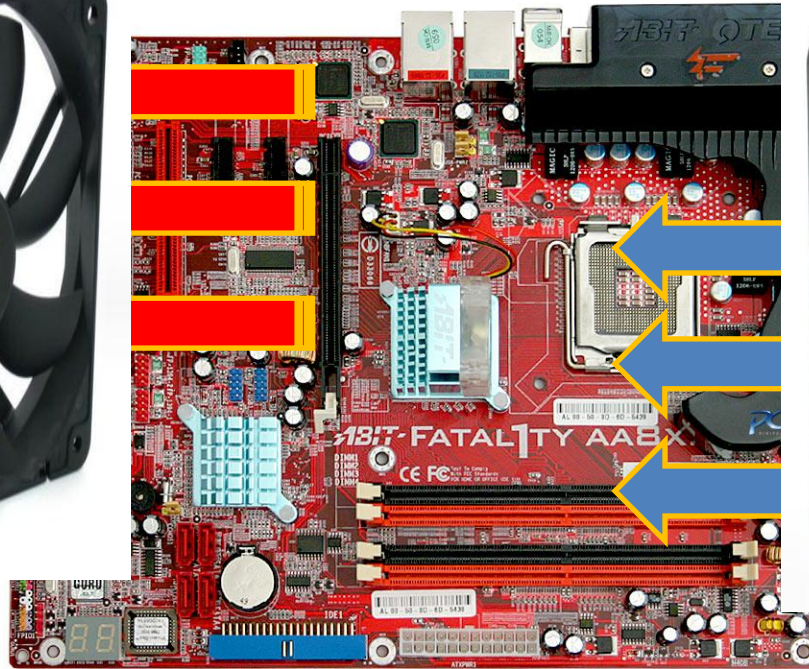
- Chłodzenie polega na przyśpieszeniu przepływu powietrza
 - Chłodnego do wnętrza komputera, by ochłodziło rozgrzane elementy
 - Gorącego na zewnątrz obudowy, by wytransportować ciepło na zewnątrz PC.

Schemat chłodzenia w PC

Gorące powietrze wyciągane na zewnątrz komputera



Podzespoły komputera



Zimne powietrze wdmuchiwane do wnętrza komputera



Strumień ciepła w obudowie

- Należy zaprojektować odpowiedni przepływ powietrza, by chłodził najbardziej rozgrzane elementy.
 - Procesor, karta graficzna, czipset, dyski twarde
- Następnie ciepło to powinno być wyemitowane zewnątrz.
- Sposoby:
 - Jeden długi strumień chłodzący cały komputer
 - Użycie dwóch potężnych wentylatorów
 - Zazwyczaj z tyłu i przodu obudowy znajdują się duże otwory
 - Wiele drobnych strumyczków chłodzących dany podzespół
 - Użycie wielu wolnoobrotowych wentylatorów
 - Obudowa posiadająca wiele niewielkich otworów

Jak zmniejszyć temperaturę procesora stosując oprogramowanie?

- 4Gdy procesor mocno się nagrzewa, możesz "ochłodzić" go w elegancki sposób. Służy temu instrukcja HLT (kod operacji F4h), dostępna we wszystkich procesorach kompatybilnych z rodziną x86. Polecenie HLT ustawia chwilowo procesor w energooszczędny stan oczekiwania. Mniejszy pobór mocy sprawia, że układ nie nagrzewa się tak szybko. Jednak HLT wkracza do akcji, gdy żaden proces nie korzysta z CPU. Ponieważ w czasie pracy i tak przez większość czasu procesor oczekuje beczynnie na polecenia użytkownika, wydajność komputera nie powinna na tym ucierpieć.
- Spadek temperatury zależy od typu procesora oraz od otoczenia. Należy oczekiwać, że wyniesie ok. 10 stopni. Wprowadzie z tego sposobu "schładzania" procesora nie można skorzystać bezpośrednio z Windows 95/98. Istnieją jednak programy, które sprawiają, że instrukcja HLT dotrze do procesora jak freeware'owe narzędzia Waterfall i Rain (oba firmy Leading Wintech - dostępne Rlh'. "ij")\1! i w Internecie pod adresem: cpu.simplenet.com/leading_wintech oraz Cpuidle (freeware dla użytkowników prywatnych, autor: Andreas Goetz, program dostępny !~;'•. !lij'M! i w Internecie: www.stud.uni-hannover.de/~goetz). Uwaga! Programy te mogą czasem wywołać skutki uboczne: zawieszać komputer, r startować go, czyścić bufor przy nrywaniu płyty CD-R. Nim skorzystasz jednego z nich, sprawdź, który dobrze działa na Twoim komputerze.
- 5. PŁYTA GŁÓWNA
- Hasło BIOS-a (I): hasła generalne

throttling

- Na szczęście dla nas nieco inną taktykę
- stosują producenci bezpośrednio zagrożonych uszkodzeniem układów. W konstrukcji procesora Pentium 4 Intel zastosował oryginalny mechanizm pozwalający procesorowi na "samoobronę" w przypadku pogorszonego chłodzenia. W przypadku przekroczenia granicznej temperatury taktowanie procesora zostaje zmie-

- Najbardziej uniwersalnym progra-
- mem, umożliwiającym nadzór nad pa-
- rametrami środowiskowymi i sygnali-
- zację przekroczenia dopuszczalnych
- granic jest Hmonitor - Hardware Sen-
- sors Monitor, autorstwa Aleksandra
- Berezkina, obecnie w wersji 4.0.

Zmiany w BIOSie co do temperatury

Nakładanie pasty termoprzewodzącej

- Pasta termoprzewodząca jest bardzo pożytecznym środkiem poprawiającym kontakt pomiędzy obudową procesora a powierzchnią podstawy radiatora, jednak z jej użyciem nie należy przesadzać! Podczas montażu radiatora większa część pasty powinna zostać wyciśnięta na zewnątrz tak, aby pomiędzy obudową procesora a radia-

