

Ochrona urządzeń przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego

Andrzej Sowa

Podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budowlany poprawnie zaprojektowane i wykonane urządzenie piorunochronne powinno przejąć prąd piorunowy i odprowadzić go do ziemi. Przepływ prądu piorunowego powinien odbyć się bez szkody dla chronionego obiektu i w sposób bezpieczny dla ludzi przebywających wewnątrz i na zewnątrz tego obiektu.

W chwili obecnej pojawiają się wymagania stworzenia przez urządzenie piorunochronne warunków zapewniających bezawaryjne działanie urządzeń elektrycznych i elektronicznych pracujących w chronionych obiektach.

W takich przypadkach, oceniając występujące zagrożenie i dobierając środki ochrony, należy zwrócić uwagę na urządzenia umieszczone w miejscach szczególnie narażonych na bezpośrednie działanie prądów piorunowych np. na dachu lub ścianach obiektu budowlanego.

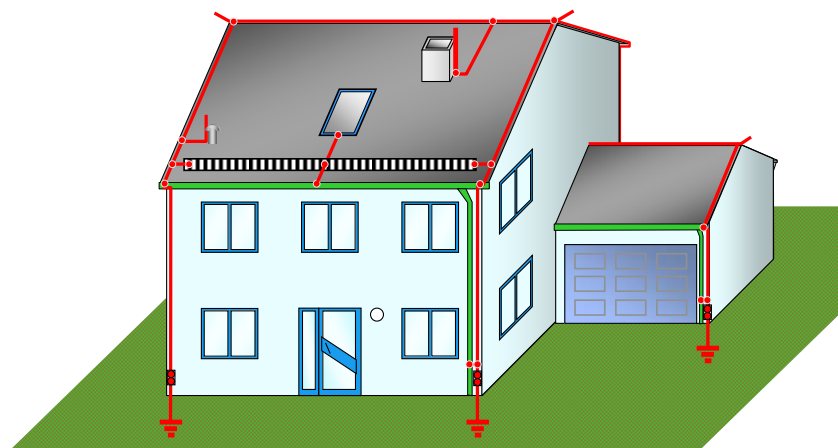
Niedopuszczenie do bezpośredniego oddziaływania prądu piorunowego na takie urządzenia powinno być jednym z podstawowych wymagań przy tworzeniu systemu ochrony odgromowej w obiekcie budowlanym.

Podstawowe zalecenia normatywne

Analizując zagrożenie występujące podczas bezpośredniego wyładowania piorunowego w obiekt budowlany należy zwrócić szczególną uwagę na nadbudówki, urządzenia i instalacje na dachu tego obiektu. Postępując zgodnie z zasadami przedstawionymi w normach obowiązujących do roku 2001 [4, 5] należało:

- połączyć wszystkich metalowych elementów (np. kominy, wyciągi, bariery) z najbliższym zwodem lub przewodem odprowadzającym,
- wyposażyć w zwody wszystkie nieprzewodzące elementy budowlane znajdujące się nad powierzchnią dachu.

Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na rys.1.



Rys.1. Przykład urządzenie piorunochronne na typowym wolnostojącym obiekcie budowlanym.

Przedstawione rozwiązanie spełnia również wymagania obecnie obowiązujących norm [6, 7, 8, 10, 11]. Dodatkowo w tych normach tych dokładnie określono zasady ochrony wszelkiego rodzaju nadbudówek dachowych. Przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego powinny być chronione nadbudówki:

- nie zawierające instalacji przewodzących,
- zawierające wyposażenie elektryczne lub służące przetwarzaniu informacji.

Nadbudówki powinny znajdować się w przestrzeni chronionej tworzonej przez zwody pionowe lub poziome. Należy również zachować odpowiednie odstępy bezpieczne pomiędzy nimi a zwodami lub przewodami odprowadzającymi.

Jeśli powyższe zalecenia nie będą spełnione to bezpośrednie wyładowanie piorunowe w nadbudówkę doprowadzi do zniszczenia:

- samej nadbudówki oraz zainstalowanych wewnątrz urządzeń elektrycznych i elektronicznych,
- urządzeń wewnątrz obiektu budowlanego.

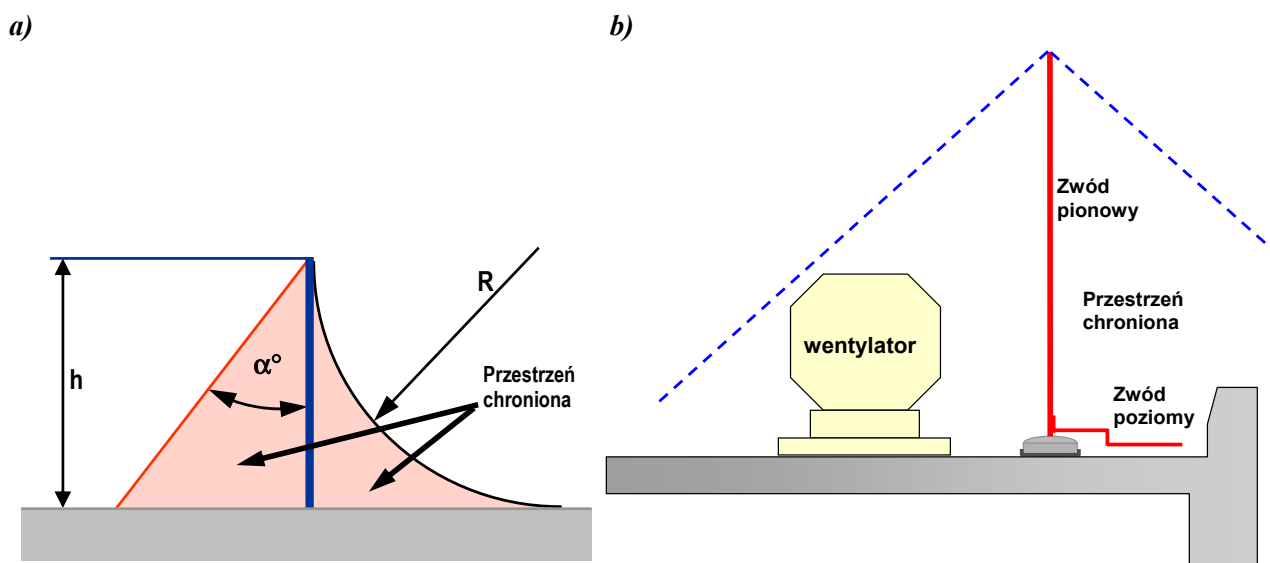
Wymaganie umieszczenia w przestrzeni chronionej nie dotyczy nadbudówek bez instalacji przewodzących [10], które:

- nie przekraczają 1 m wysokości i 1 m² powierzchni całkowitej – nadbudówki metalowe,
- nie wystają więcej niż 1m nad powierzchnię tworzoną przez zwody - nadbudówki nieprzewodzące.

Ochroną przed bezpośredni, oddziaływanie prądu piorunowego powinny być również objęte urządzenia i elementy konstrukcyjne na dachach obiektów, do których dołączone są przewodzące instalacje rozprowadzane wewnątrz obiektu. W takich przypadkach urządzenie piorunochronne powinno:

- zapewnić odpowiednie przestrzenie chronione dla urządzeń i instalacji na dachu obiektu,
- wyeliminować możliwość powstawania przeskoków iskrowych pomiędzy instalacjami,
- wyeliminować różnice potencjałów pomiędzy poszczególnymi instalacjami na dachu i wewnątrz obiektu,
- zapewnić ochronę przed przepięciami w instalacjach elektrycznych i elektronicznych.

Część z powyższych wymagań można spełnić stosując odpowiednio dobrane układy zwodów pionowych lub poziomych. Typowy przykład wykorzystania pojedynczego zwodu do ochrony urządzenia na dachu obiektu przedstawiono na rys. 2b.



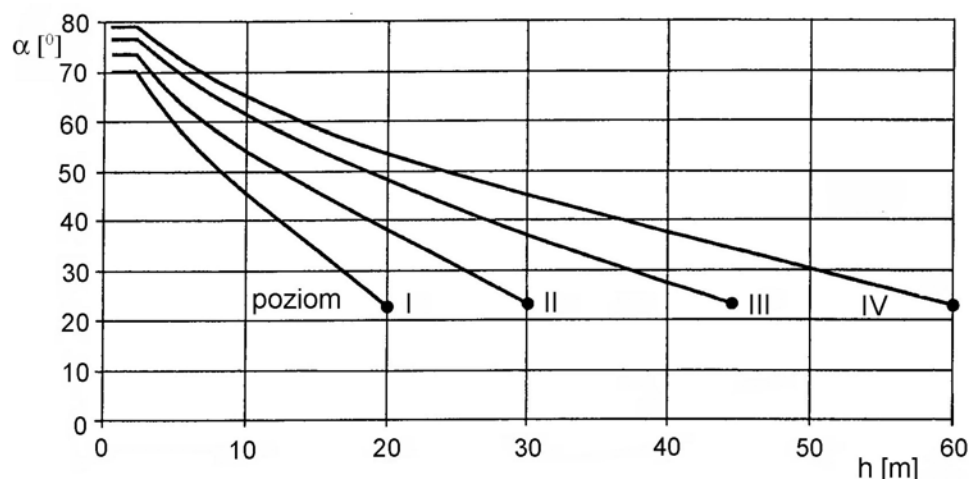
Rys.2. Ochrona odgromowa na dachu obiektu budowlanego, a) zasada tworzenia przestrzeni chronionej, b) przykład ochrony odgromowej wentylatora

Przestrzeń chroniona tworzone przez zwody można wyznaczyć przy pomocy kątów ochronnych lub wykorzystując zasadę tocznej po dachu obiektu kuli (rys. 2a). Te miejsca na powierzchni dachu, które dotyka kula są zagrożone możliwością bezpośredniego uderzenia pioruna.

Promień kuli wynosi 20 m, 30 m, 45 m i 60 m odpowiednio dla I, II III i IV poziomu ochrony urządzenia piorunochronnego.

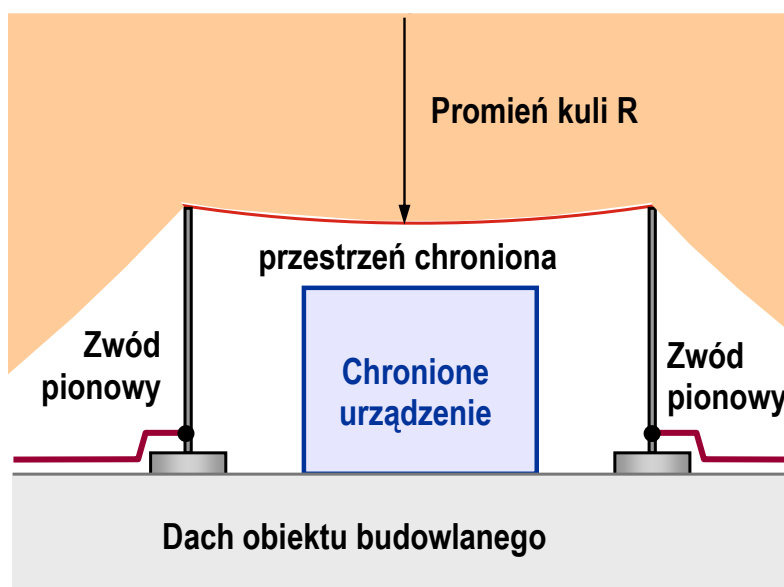
Dobierając wartości kątów ochronnych należy również uwzględnić wymagania wynikające z przyjęcia określonego poziomu ochrony oraz wybranego układu zwodów.

W przypadku pojedynczych zwodów pionowych wartości kątów ochronnych wyznaczają krzywe przedstawione na rys.3.



Rys.3. Wartości kątów ochronnych w funkcji wysokości i poziomu ochrony

W przypadku kilku zwodów przestrzeń chronioną można wyznaczyć wykorzystując zasadę tocznej kuli. Przykład takiego postępowania w przypadku zwodów pionowych przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Tworzenie przestrzeni chronionej na dachu budynku

Dokładny sposób określania bezpiecznych odstępów jest bardzo pracochłonny i wymaga obliczenia napięcia jakie może wystąpić i porównania tej wartości z dopuszczalną wartością napięcia. Należy również uwzględnić fakt występowania napięć o różnych kształtach związanych ze spadkami napięć na indukcyjnościach przewodów lub rezystancjach uziomów.

Rozwiązaniem powyższych problemów jest propozycja [6] wyznaczania minimalnej wartości bezpiecznych przy pomocy prostej zależności,

$$s \geq k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} L$$

gdzie:

k_i - 0,1 , 0,075, i 0,05 odpowiednio dla I, II oraz II i IV poziomu ochrony),

k_m - 1 w powietrzu i 0,5 w dielektryku stałym,

k_c – uzależniony od rozptyłu prądu w obiekcie,

L - jest długością mierzoną wzdłuż przewodu odprowadzającego od punktu rozpatrywanego zbliżenia do punktu najbliższego połączenia wyrównawczego.

W przypadku rozległych nadbudówek można zastosować kilka odpowiednio rozmieszczonych zwodów pionowych wolnostojących, zwody pionowe mocowane do chronionych obiektów lub zwody poziome. Przykłady różnorodnych rozwiązań przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Przykładowe rozwiązania ochrony nadbudówek na dachu płaskim.[14]

Jeśli urządzenia są umieszczone w różnych punktach dachu optymalnym rozwiązaniem może się okazać utworzenie siatki zwodów nad całą powierzchnią dachu (rys.6.).



Rys.6. Ochrona odgromowa urządzeń na dachu obiektu budowlanego

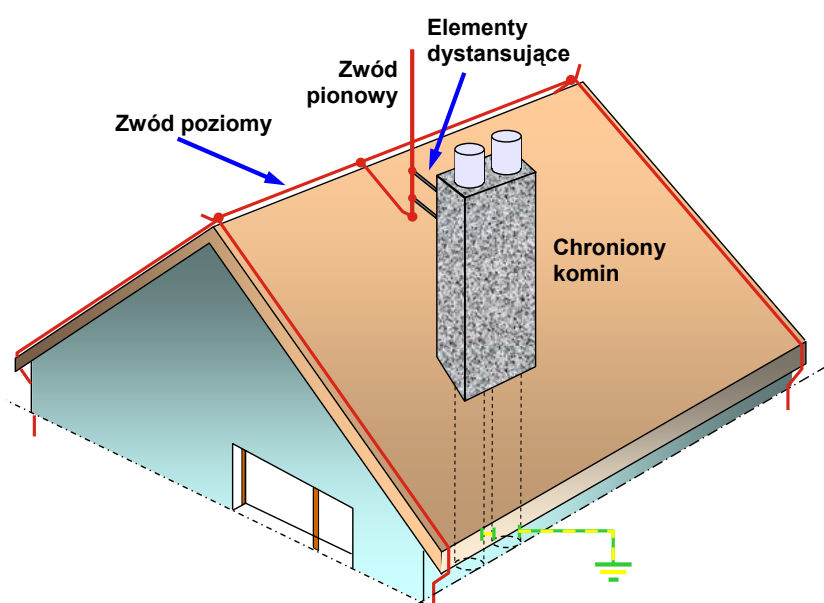
Przedstawiane przykłady dotyczyły ochrony nadbudówek na dachach płaskich. Analogiczne zasady ochrony należy zastosować na dachach jedno- lub dwuspadowych. W typowym obiekcie budowlanym dotyczy to najczęściej kominów oraz anten.

Do ochrony odgromowej kominów z materiałów izolacyjnych należy zastosować zwody pionowe lub tzw. pierścieniowe. Wysokość zwody pionowego powinna zapewnić ochronę komina przed bezpośrednim trafieniem pioruna – komin powinien znajdować się w przestrzeni chronionej zwodu (rys.1.).

W przypadku komina pieca gazowego lub olejowego sterowanego elektronicznie wskazane jest zastosowanie ochrony przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego.

Taką ochronę uzyskujemy umieszczając komin w przestrzeni chronionej tworzonej przez pojedynczy zwód lub układ zwodów odsunięte na odległość zapewniającą eliminację przeskoków iskrowych.

Przykład prostego rozwiązania przedstawiono na rys. 7.

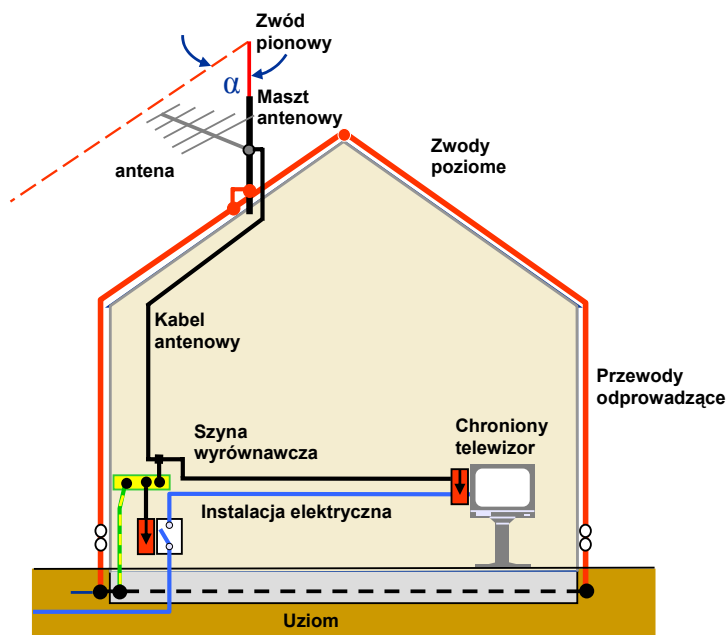


Rys.7. Ochrona komina pieca sterowanego elektronicznie przed bezpośrednim trafieniem oraz przeskokami iskrowymi

Norma PN-IEC 61024-1-2 dokładnie określa zasady ochrony odgromowej anten na dachach obiektów budowlanych. Chroniąc antenę należy:

- umieścić ją w przestrzeni chronionej masztu antenowego lub zastosować dodatkowy zwód (np. dodatkowy zwód pionowy dołączany do masztu antenowego),
- przyłączyć maszt antenowy do zwodu lub przewodu odprowadzającego urządzenie piorunochronnego,
- zastosować koncentryczny kabel antenowy,
- wprowadzać kabel antenowy do obiektu przez wspólne wejście wszystkich instalacji lub w pobliżu głównej szyny wyrównawczej,
- połączyć ekran kabla antenowego z szyną wyrównawczą,
- zainstalować ograniczniki przepięć.

Przykład rozwiązania zalecanego przez normę [10] przedstawiono na rys. 8.

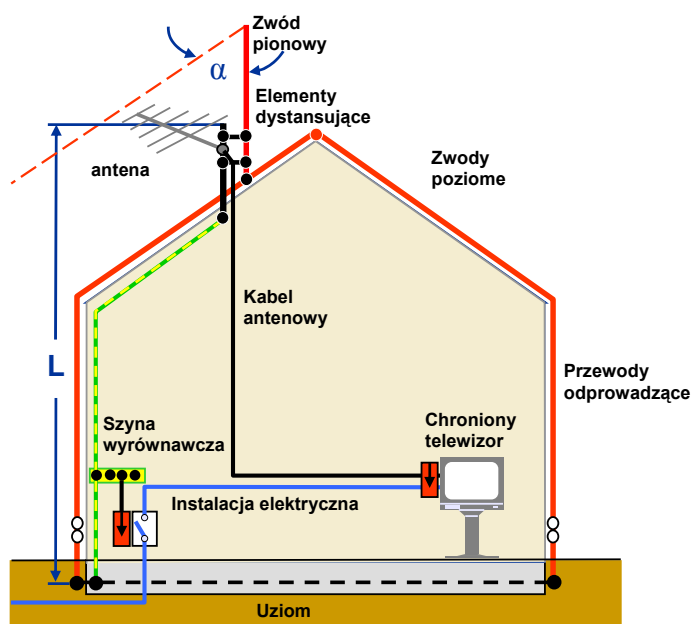


Rys. 8. Przykład ochrony odgromowej masztu z anteną telewizyjną [10]

W przedstawionym rozwiązaniu część prądu piorunowego wnika do chronionego obiektu i może, pomimo zastosowanych ograniczników przepięć, stanowić zagrożenie dla chronionego urządzenia. Pełną ochronę można uzyskać:

- umieszczając antenę w przestrzeni chronionej odpowiednio odsuniętego zwodu (antena i maszt w przestrzeni chronionej, wyeliminowana możliwość przeskoków iskrowych pomiędzy zwodami a masztem i anteną),
- łącząc maszt antenowy do głównej szyny wyrównawczej w budynku.

Przykład takiego rozwiązania przedstawiono na rys. 9.



Rys. 9. Ochrona masztu i anteny przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego [14]

Podsumowanie

Zapewnienie bezawaryjnego działania urządzeń elektronicznych może wymagać zastosowanie nowych rozwiązań przy tworzeniu instalacji piorunochronnej. Dotyczy to szczególnie urządzeń instalowanych na dachach obiektów budowlanych. Są one narażone na bezpośrednie wyładowanie piorunowe i coraz częściej zalecane jest niedopuszczenie do bezpośredniego oddziaływania prądu piorunowego na te urządzenia. Spełnienie powyższych wymagań można osiągnąć stosując odpowiednio dobrane układy zwodów oraz ograniczenie przepięć dochodzących do tych urządzeń z instalacji elektrycznej oraz z linii przesyłu sygnałów.

Jeśli stworzenie ochrony odgromowej eliminującej bezpośrednie oddziaływanie prądu piorunowego na urządzenia instalowane na dachu obiektu jest niemożliwe do wykonania to można zastosować [10] jedno w poniżej przedstawionych rozwiązaniach:

- w instalacjach przewodzących, którymi prąd piorunowy może wpłynąć do obiektu (np. rury systemu klimatyzacji i wentylacji), należy zastosować elementy izolacyjne o długości (grubości) co najmniej dwukrotnie większej od wymaganych odstępów izolacyjnych,
- w miejscach zbliżenia instalacji odgromowej i chronionego urządzenia lub systemu należy zastosować połączenia wyrównawcze bezpośrednie lub przy pomocy iskierników.

Ochroną przed bezpośrednim oddziaływaniem prądu piorunowego należy objąć również urządzenia instalowane na ścianach obiektu budowlanego.

Literatura

1. Flisowski Zd. : Trendy rozwojowe ochrony odgromowej budowli. Część 1. Wyładowania piorunowe jako źródło zagrożenia. Warszawa PWN 1986.
2. Hasse P.: Überspannungsschutz von Niederspannungsanlagen. Betrieb elektronischer Geräte auch bei direkten Blitzschlägen. Tüv-Verlag. 1998.
3. Sowa A.: Kompleksowa ochrona odgromowa i przepięciowa. COSiW SEP, Warszawa 2005.
4. PN-86/E-05003/01, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne.
5. PN-86/E-05003/02, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona podstawowa (norma wycofana).
6. PN-IEC 61024-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne.
7. PN-IEC 61024-1:2001/Ap1 grudzień 2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Część 1. Zasady ogólne.
8. PN-IEC 61024-1-1:2001, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
9. PN-IEC 61024-1-1:2001/Ap1 grudzień 2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych.
10. PN-IEC 61024-1-2:2002, Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Przewodnik B – Projektowanie, montaż, konserwacja i sprawdzanie urządzeń piorunochronnych.
11. PN-IEC 61312-1:2001, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne.
12. PN-IEC/TS 61312-2:2002, Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym (LEMP). Część 2. Ekranowanie obiektów, połączenia wewnątrz obiektów i uziemienia.
13. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 kwietnia 2004 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – Dz. U. Nr 109, poz.1156.
14. Materiały reklamowe firmy DEHN.