

METODOLOGIA OGRANICZENIA ZANIŻANIA WSKAZAŃ POBORU WODY WYWOŁANYCH WYKORZYSTANIEM MAGNESÓW NEODYMOWYCH

1. Wprowadzenie

Z analizy wielu informacji prasowych, radiowych i telewizyjnych, jak również publikacji naukowych, zauważalny jest wzrost tendencji wykorzystywania magnesów neodymowych do fałszowania wskazań urządzeń pomiarowych. Dotyczy to liczników energii elektrycznej, gazu oraz wody, ciepłej i zimnej.

Ochrona przed kradzieżą każdego z wymienionych mediów nie podlega jednak takim samym regulacjom prawnym. W przypadku kradzieży energii elektrycznej, spółki dystrybucyjne stosują uproszczone dochodzenie roszczeń na podstawie Prawa Energetycznego. Prawo to uprawnia bowiem spółki dystrybucyjne do dochodzenia roszczeń na drodze komorniczego postępowania egzekucyjnego, z pominięciem drogi sądowej. Według dostępnych informacji, zdaniem Rzecznika Praw Obywatelskich i Naczelnego Sądu Administracyjnego, zapis art. 57 Prawa Energetycznego umożliwiający szybką egzekucję komorniczą, narusza co prawda art. 45 Konstytucji RP (powszechne prawo do sądu), jak i art. 64 (zasada równości praw majątkowych stron), ale wciąż jest stosowany. Po orzeczeniu Trybunału Konstytucyjnego z dnia 10 lipca 2006 jest szansa na zmianę interpretacji art. 57 Prawa Energetycznego. Trybunał stwierdził bowiem, że artykuł ten jest zgodny z Konstytucją RP, ponieważ przed rozpoczęciem egzekucji nie wyklucza skierowania sprawy do sądu. W przypadku nielegalnego wykorzystania magnesów do fałszowania wskazań liczników wody i gazu, dochodzenie roszczeń przyjmuje natomiast charakter sporu cywilno-prawnego. Sposób postępowania w takim przypadku zaproponowano w dalszej części artykułu.

Ze względu na zakres artykułu, obejmujący przedstawienie metodologii ograniczenia zaniżania wskazań poboru wody, wspomnieć należy o aspektach społecznych dotyczących istotnych różnic podczas nielegalnego poboru wody, w stosunku do nielegalnego poboru innych mediów. O ile, przykładowo, przy kradzieży energii elektrycznej poszkodowanym jest zawsze spółka dystrybucyjna, dysponująca rozbudowanym aparatem kontroli, rozliczeń i windykacji, to w przypadku wody nie zawsze dotyczy to przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych. Bardzo często zakłócenie rozliczeń przebiega wewnątrz wspólnot lub spółdzielni mieszkaniowych. Zagadnienie kradzieży dotyczy także relacji sąsiedzkich, złe pojętej ochrony dóbr osobistych, zasad współżycia społecznego, jak również interesu grupowego.

Zaniżenie wskazań wodomierzy mieszkaniowych prowadzi do indywidualnie mniejszych opłat za zużytą wodę według wskazań licznika mieszkaniowego, lecz także większej opłaty stałej rozłożonej na całą grupę odbiorców według wskazań licznika głównego. W przypadkach, gdy rozbieżności wskazań obu grup liczników przyjmują charakter tendencji rosnącej, jednym ze sposobów wytłumaczenia różnic może być zjawisko rozpowszechniania się magnesów neodymowych i ich wykorzystania do nielegalnego poboru wody. „Literatura tematu” podaje za normalne rozbieżności wskazań w wysokości 8-15%.

Reasumując, rozbieżności pomiędzy wskazaniem wodomierza głównego i wodomierzy mieszkaniowych nie powinny być zbyt duże, gdy wynikają one z rzadkich usterek technicznych, różnych uwarunkowań eksploatacyjnych oraz stanu

technicznego instalacji. Niestety, jak wynika to z wielu sygnałów pochodzących od spółdzielni, wspólnot mieszkaniowych i zakładów wodociągowych, straty na poziomie uważanym za normalny są znacznie niższe od strat, które coraz częściej odnotowuje się w rzeczywistości.

W artykule przedstawiono jedną z przyczyn różnic bilansowych pomiędzy wskazaniem liczników mieszkaniowych i licznika głównego, w oparciu o rezultaty otrzymane w programach wdrożeniowych, z wykorzystaniem wskaźnika pola magnetycznego, reagującego na silne pole magnetyczne od magnezu neodymowego. Wskazano także instrumenty umożliwiające zmianę niekorzystnego stanu rzeczy.

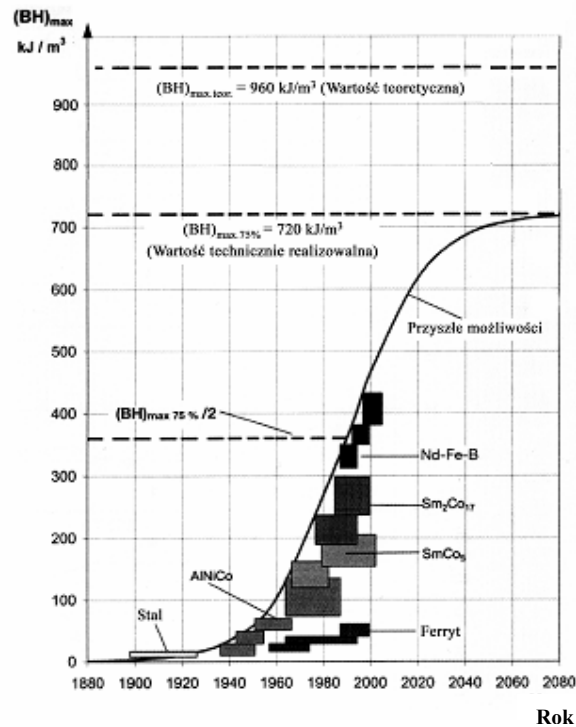
Celem poznawczym artykułu jest przedstawienie analizy porównawczej różnych rozwiązań technicznych wykrywania działania pola magnetycznego, w tym opartych na zjawisku Halla, zmian struktury domenowej paskowej oraz zmian struktury domenowej znaków geometrycznych. Zastosowanie wskaźnika oraz obserwacja jego struktury domenowej prowadzi do ograniczenia – jak wykazał program pilotażowy – wykorzystywania magnesów do nielegalnego poboru wody.

2. Podstawowe informacje o magnesach ziem rzadkich

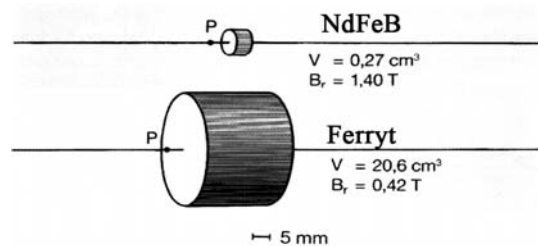
Rozwój grupy magnesów na bazie pierwiastków ziem rzadkich datuje się z początkiem lat 80 XX wieku, kiedy to japońska firma Sumitomo uzyskała ochronę patentową związków metalicznych między ferromagnetycznym kobaltem (Co) i samarem (Sm), a także ferromagnetycznym żelazem (Fe) i neodymem (Nd), z dodatkiem boru (B).

Ze względu na fakt, że samar i neodym należą do pierwiastków rzadko występujących w przyrodzie, nazywamy je pierwiastkami ziem rzadkich i na tej podstawie przyjęto nazywać magnesy z tymi pierwiastkami, magnesami ziem rzadkich. Magnesy o składzie $Nd_2Fe_{14}B$ są tańsze od Sm_2Co_{17} (ze względu na brak drogiego kobaltu) oraz posiadają lepsze właściwości magnetyczne, tym samym są bardziej rozpowszechnione. Magnesy typu NdFeB charakteryzują się bardzo dużymi gęstościami energii, rzędu 300-400 kJ/m³ (rys. 1a). Fakt ten oraz ich niska cena, znacznie ułatwiają rozprzestrzenianie się zjawiska nielegalnego wykorzystywania magnesów do blokowania urządzeń pomiarowych.

a)



b)



Rys. 1. Porównanie wybranych parametrów magnesów

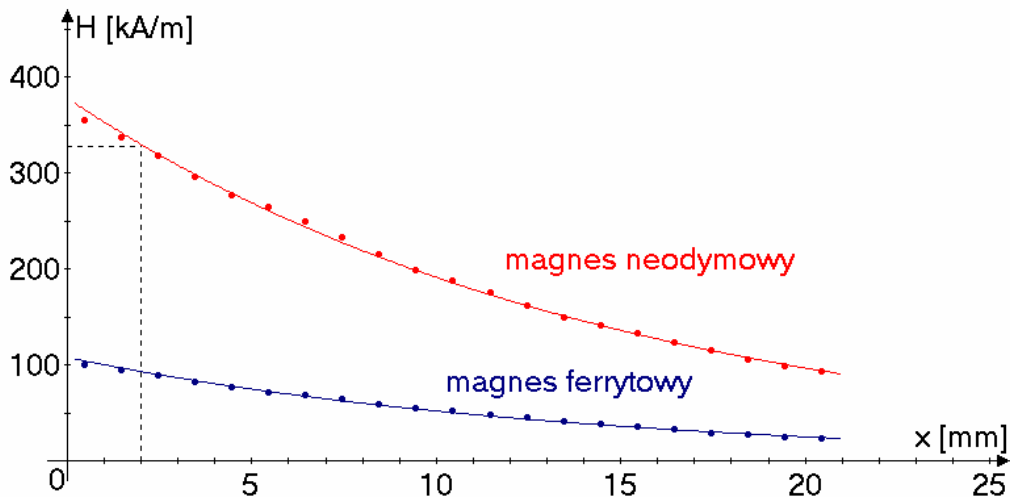
a) zmiany gęstości energii $(BH)_{\max}$ od 1880 roku, b) ilustracja objętości magnesu wytwarzającego indukcję magnetyczną 0,1 T w odległości 5 mm od bieguna; V – objętość magnesu, B_r – indukcja remanentu

Mimo niezwyklego wręcz wzrostu gęstości energii magnesów na przestrzeni ostatnich 30 lat (rys. 1a) proces rozwoju tej grupy materiałowej daleki jest od ukończenia. Wartość indukcji remanentu magnesów neodymowych $B_r = 1,4$ T jest obecnie najwyższa, spośród całej grupy magnesów. Prezentowane na rysunku 1b dane ukazują jeszcze jedną cechę materiałową: do wytworzenia pola magnetycznego o indukcji 0,1 T w odległości 5 mm od powierzchni czołowej osiowo magnesowanych walców, dla magnesu NdFeB potrzebna jest znacznie mniejsza objętość, niż dla magnesu ferrytowego. Fakt ten przekłada się na różny poziom wytwarzanych wartości natężeń pól magnetycznych przy tej samej objętości magnesów, co ilustruje rysunek 2, przy czym zależność pomiędzy wartością natężenia pola magnetycznego, a wartością indukcji magnetycznej w danym punkcie x przestrzeni określa wzór:

$$H_x = \frac{B_x}{\mu_0 \cdot \mu_{rp}}, \quad \text{A/m} \quad (1)$$

gdzie:

- B_x – indukcja magnetyczna w powietrzu, T;
- $\mu_0 = 12,6 \cdot 10^{-7}$ – przenikalność magnetyczna próżni, H/m;
- $\mu_{rp} \approx 1$ – przenikalność względna powietrza.

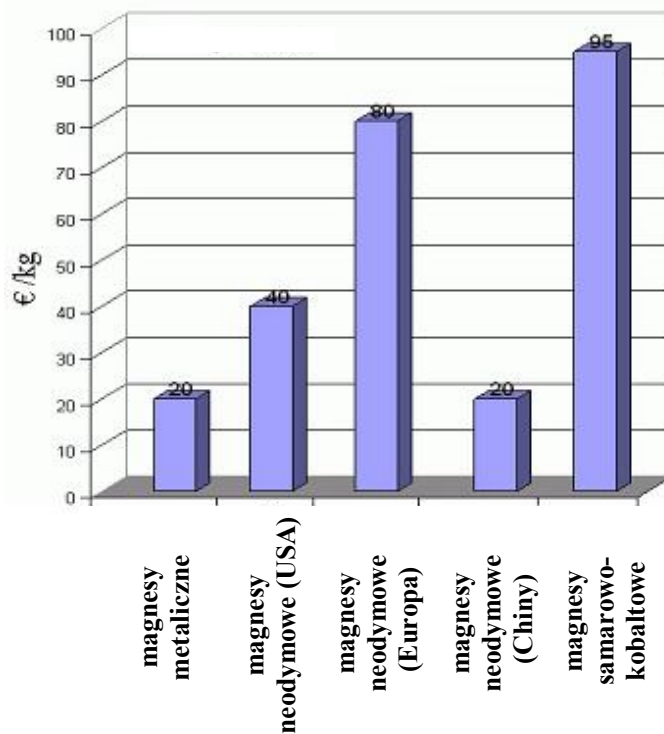


Rys. 2. Zmiany natężenia pola magnetycznego H w funkcji odległości od podstawy magnesów walcowych: neodymowego N48 (D40 x H25 mm) i ferrytowego F30 (D40 x H24 mm)

Należy przy tym nadmienić, że silne pole magnetyczne, np. od magnesów neodymowych, prowadzi do zmian orientacji atomów żelaza w krwi i przy długotrwałym oddziaływaniu nie pozostaje bez wpływu na zdrowie człowieka. Dopuszczalny (długotrwały) poziom oddziaływania stałego pola magnetycznego na organizm ludzki wynosi $H = 2\,500\text{ A/m}$ w miejscach ogólnie dostępnych dla ludności lub $H = 8\,000\text{ A/m}$ na stanowisku pracy przez 8 godzin. Granicą strefy niebezpiecznej, rozumianej jako obszar, w którym przebywanie pracowników jest zabronione jest natężenie pola $H = 80\,000\text{ A/m}$. Gdy ekspozycja o działaniu miejscowym dotyczy wyłącznie kończyn, dopuszcza się zwiększone ich narażenie na pola magnetyczne o natężeniach 5 razy większych, od dopuszczalnego dla całego ciała, z równoczesnym dopuszczeniem dozy dla kończyn 25 razy większej od dozy dla całego ciała. Dopuszczalna doza dla całego ciała w przypadku stałego pola magnetycznego wynosi $512\text{ kA}^2\text{h/m}^2$. Osoba posiadająca bezpośredni kontakt fizyczny z magnesem neodymowym narażona jest na działanie pola magnetycznego o natężeniu ok. $380\,000\text{ A/m}$ (rys. 2). Jeśli magnes o takim natężeniu pola magnetycznego trzymany jest w ręce, to dopuszczalna doza absorbowana jest w 5,5 minuty. Okoliczność ta, jak również możliwość urazów mechanicznych, nie są zazwyczaj brane pod uwagę przez przeciętnego użytkownika pojedynczego magnesu.

Niezwykle ważną wydaje się obserwacja, wskazująca na gwałtowną obniżkę cen magnesów NdFeB. Od roku 2004 obserwowany jest ustawiczny wzrost dostępności tych magnesów, spowodowany upływem czasu ochrony patentowej (wynoszącym 25 lat), jak i bardzo dynamicznym rozwojem produkcji w Chinach. Kraj ten dysponuje bowiem największymi na świecie zasobami zarówno neodymu, jak i boru.

Magnesy neodymowe importowane z Chin są niezwykle tanie (rys. 3). Do popularyzacji ich cech użytkowych wykorzystywane są strony internetowe firm importowych, internetowe fora dyskusyjne, a nawet stragany, jak również bezpośredni handel w domach i mieszkaniach (połączony zazwyczaj z pokazem „instruktażowym”, wykonywanym w kameralnych warunkach). Wzrost dostępności magnesów neodymowych jest widoczny po coraz to szerszej ofercie handlowej oraz po liczbie coraz to lepiej „wykształconych” sprzedawców, głównie na giełdach samochodowych i bazarach. Pomimo szerokiej akcji informacyjnej organizowanej przez zakłady energetyczne, spółdzielnie mieszkaniowe oraz zakłady wodociągowe - mającej na celu wyeliminowanie zjawiska kradzieży mediów - popyt na magnesy ciągle rośnie.



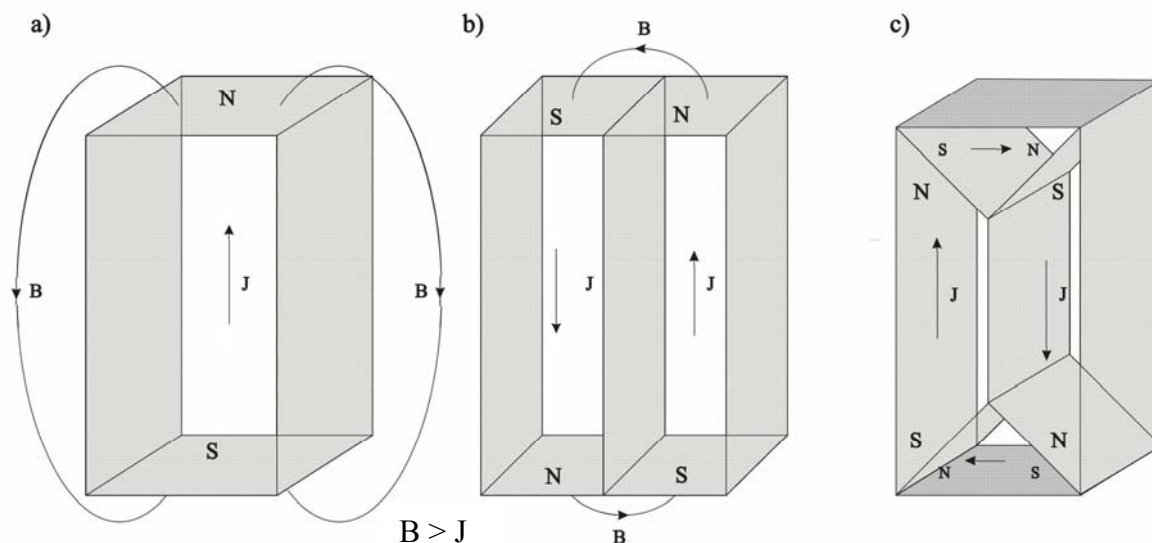
Rys. 3. Orientacyjne ceny magnesów

Reasumując, rozwój technologii wytwarzania magnesów ziem rzadkich przyczynia się do rozwoju technicznego produktów, a w niektórych przypadkach wymusza wręcz zmiany konstrukcyjne w istniejących już urządzeniach technicznych. Dotyczy to m.in. wielu typów przekładników prądowych, liczników energii elektrycznej, wody, a także gazu, które poddane oddziaływaniu silnych, zewnętrznych pól magnetycznych nie rejestrują poprawnie poboru właściwych im mediów.

3. Wykorzystanie czujników i wskaźników magnetycznych do kontroli zadziałania silnego pola magnetycznego

3.1. Mierniki z hallotronowymi i magnetorezystancyjnymi czujnikami pola magnetycznego

Oddziaływanie magnesu na liczniki pomiarowe prowadzi – w przypadku większości wodomierzy – do namagnesowania ich części metalowych, takich jak: pierścienie Segera, ekrany magnetyczne (w przypadku niewłaściwego doboru materiału) oraz inne elementy konstrukcyjne, ferromagnetyczne. Wynika to z faktu, że nawet magnetycznie miękkie stopy żelaza zawierają w swym składzie chemicznym śladowe zawartości takich pierwiastków jak wolfram (W) i węgiel (C), które prowadzą do zachowania szczątkowego namagnesowania. W konsekwencji wewnętrzna struktura magnetyczna ferromagnetyka charakteryzuje się niewielką pozostałością magnetyczną (rys. 4b, a nawet rys. 4a). W przypadku idealnego ferromagnetyka miękkiego (rys. 4c), struktura wewnętrzna miniobszarów (zwanymi domenami magnetycznymi) z wektorami polaryzacji jest taka, że ich suma geometryczna jest równa zero, jeśli nie jest on umieszczony w zewnętrznym polu magnetycznym. Nie mierzy się wówczas na zewnątrz żadnego stanu namagnesowania i cechą taką powinny charakteryzować się materiały na ekrany magnetyczne.



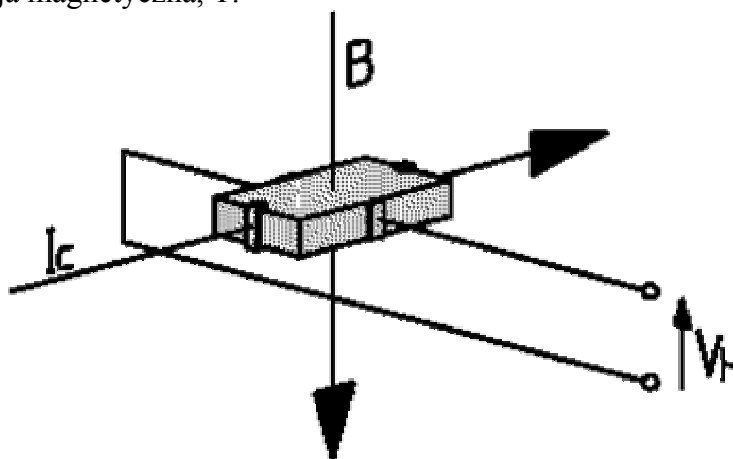
Rys. 4. Struktury domenowe: a) jednodomenowa (o wyraźnych zewnętrznych właściwościach magnetycznych), b) dwudomenowa (ferromagnetyk wykazuje nieznaczne zewnętrzne właściwości magnetyczne), c) czterodomenowa (ferromagnetyk nie wykazuje zewnętrznych właściwości magnetycznych), gdzie: J – polaryzacja magnetyczna, B – indukcja magnetyczna (mierzona na zewnątrz ferromagnetyka), N i S – bieguny magnetyczne

Do stwierdzenia namagnesowania elementów stalowych urządzenia pomiarowego za pomocą magnesu neodymowego często stosowane są mierniki wykorzystujące czujniki Halla lub magnetorezystancyjne. Zjawisko Halla polega na "zamianie" strumienia indukcji magnetycznej B w napięcie V_H przez płytkę półprzewodnika wstępnie spolaryzowaną prądem I_C . Ilustruje to rysunek 5 i równanie (2).

$$V_H = \frac{K}{d} \cdot I_C \cdot B \quad (2)$$

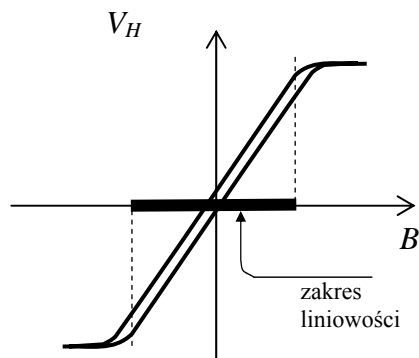
gdzie:

- V_H – napięcie na czujniku, V;
- K – stała Halla;
- d – grubość warstwy półprzewodnikowej, m;
- I_C – prąd w układzie pomiarowym, A;
- B – indukcja magnetyczna, T.



Rys. 5. Ilustracja zjawiska Halla

Zmiany napięcia czujnika Halla przedstawiono na rysunku 6.



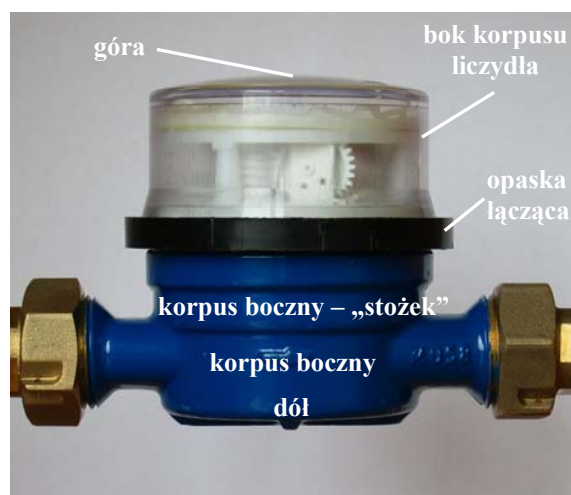
Rys. 6. Zakres liniowych zmian napięcia czujnika Halla

Czujniki magnetorezystancyjne wykorzystują zjawisko polegające na zmianie oporności materiału, z którego wykonany jest czujnik, w obecności zewnętrznego pola magnetycznego. Modele matematyczne tego zjawiska są bardzo złożone i omówienie ich przekracza zakres artykułu.

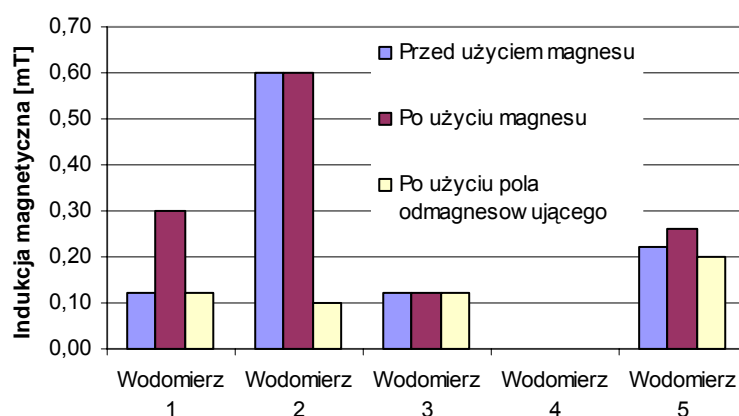
Wiele liczników już w stanie dostawy charakteryzuje się mierzalnym poziomem namagnesowania szczątkowego. Wykryte namagnesowanie może być np. spowodowane użyciem słabego magnesu ferrytowego, na który wodomierze suchobieżne powinny być odporne, zgodnie z normą PN-EN 14154.

W celu potwierdzenia powyższego zjawiska zmierzono szczątkowe namagnesowanie wodomierzy suchobieżnych kilku producentów, w punktach zobrazowanych na rysunku 7a, dla trzech różnych przypadków. Dotyczyło to liczników nowych, które jeszcze nie zostały zamontowane w sieci wodociągowej. We wskazanych punktach najpierw zmierzono indukcję szczątkową, przyłożono magnes neodymowy, zmierzono indukcję szczątkową, rozmagnesowano wodomierze w przemiennym, zanikającym polu magnetycznym i ponownie zmierzono indukcję szczątkową. Wyniki pomiarów przedstawia rysunek 7b.

a)



b)



Rys. 7. Badanie stanu namagnesowania wodomierzy suchobieżnych
a) punkty pomiarowe, b) wyniki pomiarów

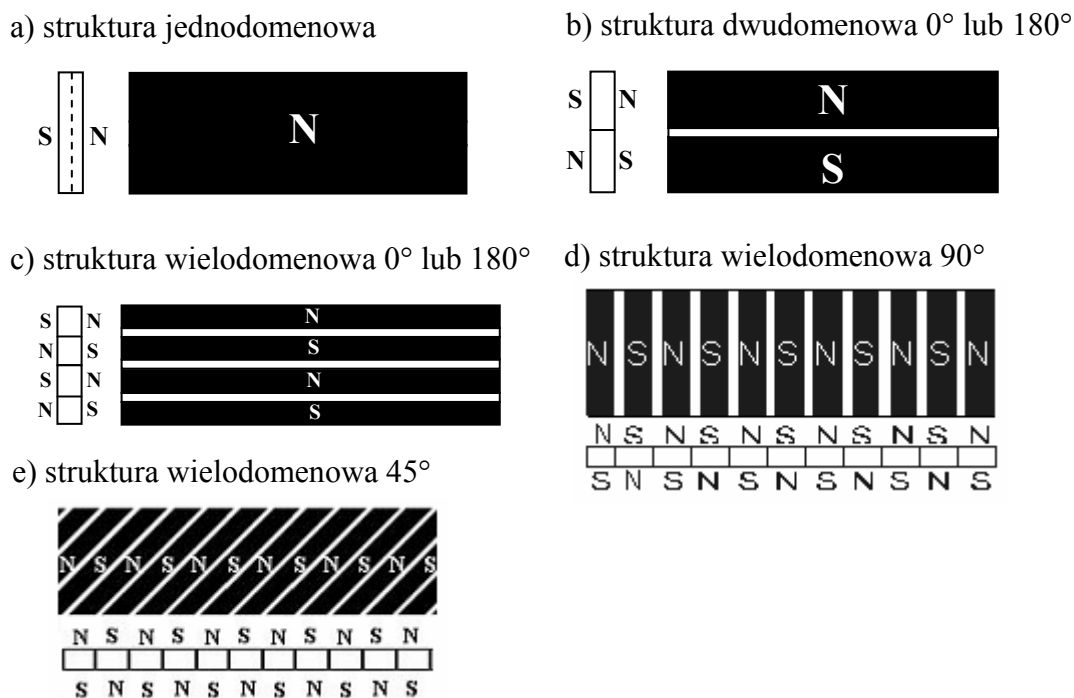
Prezentowane wyniki badań udowadniają, że metoda pomiaru stanu namagnesowania elementów ferromagnetycznych wodomierza nie musi potwierdzać faktu fałszowania wskazań liczników wody magnesem neodymowym. Użycie tej metody może natomiast prowadzić do zarzutów kradzieży wody, które w świetle uzyskanych danych, nie znajdują uzasadnienia merytorycznego. Zatem nie jest zalecany pomiar namagnesowania liczników wody, o ile liczniki te nie zostały rozmagnesowane przemiennym, zanikającym polem magnetycznym przed ich zainstalowaniem. Możliwe bowiem jest namagnesowanie elementów stalowych wodomierzy: pierścieni Segera lub ekranów magnetycznych np. podczas ich fabrycznej obróbki mechanicznej.

3.2. Wskaźniki o strukturze magnetycznej paskowej

Jak już wcześniej wspomniano (pkt. 3.1, rys. 4), wewnątrz ferromagnetyka znajdują się obszary (zwane domenami), które namagnesowane są do nasycenia. W niektórych ferromagnetykach miękkich, np. rdzeniach silników elektrycznych, czy transformatorów, struktura ta co do kształtu jest niezwykle rozbudowana. Magnesy z kolei stanowią bryły namagnesowane jednokierunkowo (rys. 4a), tj. charakteryzują się silnymi zewnętrznymi

biegunami magnetycznymi. Ukierunkowane pole magnetyczne magnesu oddziałuje z kolei na różne urządzenia pomiarowe, które znajdują się w jego pobliżu.

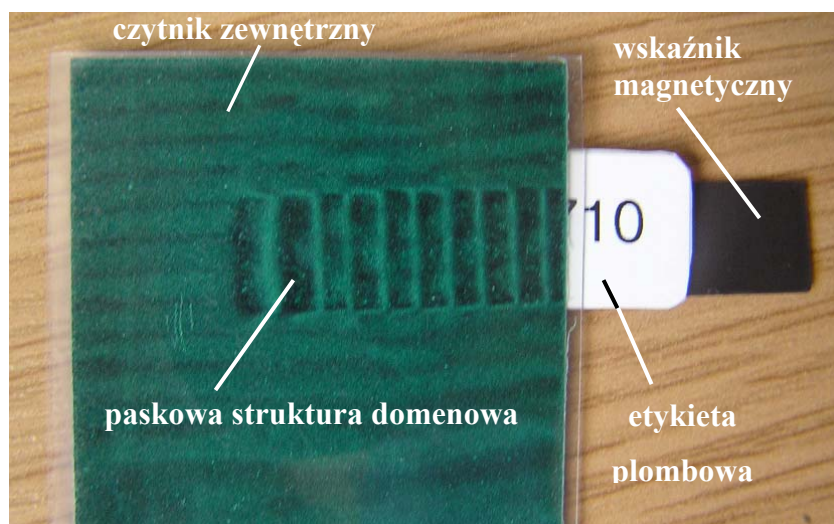
Zasada działania wskaźników o strukturze magnetycznej paskowej polega na zmianie ukształtowania ich struktury domenowej przy działaniu na nie odpowiednio silnego pola magnetycznego. Dlatego zbliżenie magnesu do wskaźnika o strukturze magnetycznej, jak na rysunkach 8b-e, powoduje zmianę jego struktury do struktury jednodomenowej (rys. 8a).



Rys. 8. Przykładowe struktury magnetyczne (domenowe) materiałów magnetycznie twardych

Paskowa struktura domenowa wskaźnika, wykonanego najczęściej z „gumy magnetycznej”, uzyskiwana jest przez magnesowanie w układzie wielobiegunowym. Materiał ten przeznaczony jest do celów reklamowych (np. nalepki magnetyczne na samochodach, lodówkach), w przypadku prostych wskaźników pola magnetycznego zostaje bezpośrednio wykorzystany w niezmienionej strukturze magnetycznej. Struktura ta widoczna jest po przyłożeniu do ich powierzchni specjalnego czytnika foliowego, który odpowiednio polaryzuje się w polu magnetycznym (rys. 9).

Wskaźnik pola magnetycznego, w postaci paska gumy magnetycznej, naklejany jest na urządzeniu pomiarowym. Następnie naklejana jest na niego etykieta plombowa z numerem seryjnym. Jeżeli na wskaźnik zadziała odpowiednio silne pole magnetyczne, rzędu 330 kA/m , to jego struktura wielodomenowa (rys. 8d) ulegnie przemagnesowaniu do struktury jednodomenowej (rys. 8a). Jest to widoczne na czytniku z folii jako zanik jasnych pasków. Ze względu na ogólną dostępność gumy magnetycznej oraz naklejek plombowych z możliwością ich łatwego nadrukowania, a także łatwością odtwarzania w warunkach domowych struktury paskowej, tego typu wskaźniki nie mogą być w pełni skuteczne.



Rys. 9. Pasywny wskaźnik pola magnetycznego z obrazem paskowej struktury domenowej

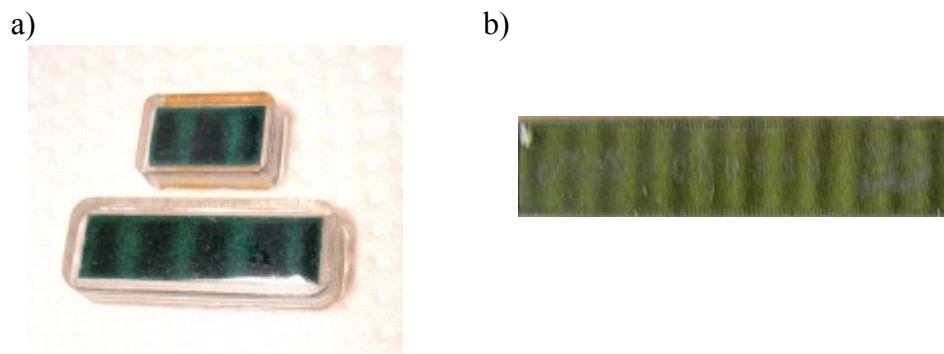
Ponadto kontrola istnienia właściwej struktury domenowej wskaźnika (rys. 9) może być znacznie utrudniona w miejscach zaciemnionych, gdy do jego odczytu trzeba użyć równocześnie zewnętrznego czytnika foliowego, lusterka i latarki elektrycznej.

3.3. Wskaźniki o strukturze magnetycznej paskowej, o dużej czułości i czytniku wewnętrznym

Na rysunku 10 przedstawiono dwa różne rozwiązania wskaźników o strukturze paskowej, lecz wykonane na innym podłożu magnetycznym, niż wskaźniki przedstawione w pkt. 3.2.

W rozwiązaniu, jak na rysunku 10a w charakterze podłoża ferromagnetycznego wykorzystano magnetodielektryki w postaci pianki magnetycznej, o grubości rzędu 2 mm i o strukturze magnetycznej paskowej. Ze względu na strukturę porowatą podłoża piankowego, uzyskane znaki magnetyczne w postaci pasków nie posiadają ostrych konturów, co może być utrudnieniem przy interpretacji zadziałania silnego pola. Poza tym, z czasem kontury te jeszcze bardziej „rozmywają” się, powodując ujednoczenie koloru na całym obszarze wskaźnika.

W rozwiązaniu jak na rysunku 10b wykorzystuje się - jako materiał „pamiętający” strukturę domenową - ten sam materiał jaki jest stosowany na zewnętrzny czytnik foliowy, za pomocą którego dokonuje się odczytu wskaźników paskowych wykonanych z gumy magnetycznej (rys. 9). Wskaźnik ten charakteryzuje się dużą czułością i może być łatwo rozmagnesowany z dużej odległości od magnesu neodymowego. Dotyczy to nawet niewielkiego pola, pochodzącego np. od magnesu ferrytowego, co w rzeczywistości może prowadzić do sporów, wynikających z przypadkowego skasowania wskaźnika np. głośnikiem radiowym, a nie skutkującego nielegalnym poborem wody. Ze względu na brak materiału magnetycznie twardego w takim wskaźniku, znaki magnetyczne (zazwyczaj paski) nie posiadają ostrych konturów i po rozmagnesowaniu wskaźnika, bardzo łatwo je odtworzyć. Ogranicza to w bardzo poważnym stopniu wykorzystanie wskaźnika do stwierdzenia nielegalnego poboru wody.



Rys. 10. Pasywne wskaźniki pola magnetycznego: a) wskaźnik z pianki magnetycznej, b) wskaźnik wykonany z czytelnika foliowego

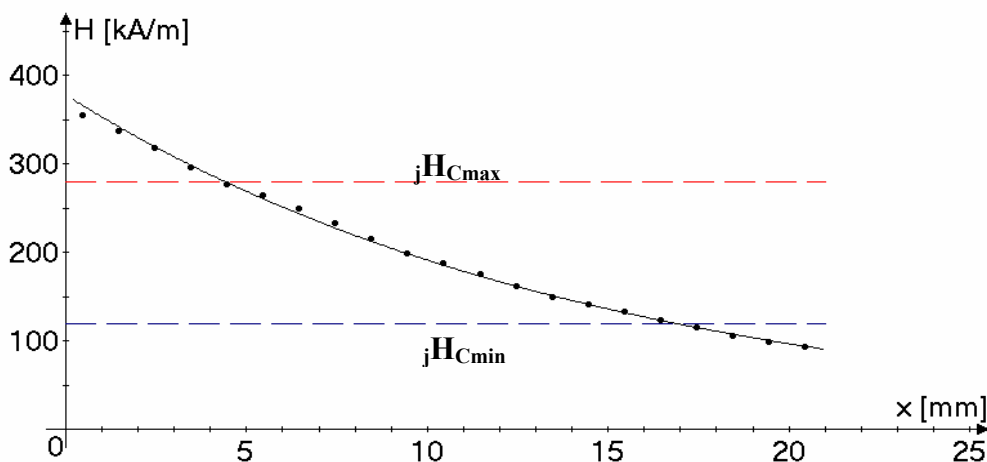
3.4. Wskaźniki o strukturze magnetycznej w postaci symetrycznych figur geometrycznych i czytelnika wewnętrznym

Pozbawione przytoczonych wad paskowych wskaźników pola magnetycznego są wskaźniki o strukturze domenowej w postaci znaków geometrycznych (rys. 11). Są one widoczne bez konieczności stosowania zewnętrznego czytelnika, co ułatwia kontrolę stanu ich namagnesowania.



Rys. 11. Wskaźnik z elastomeru o strukturze magnetycznej w postaci znaków geometrycznych wraz z hologramem zabezpieczającym

Rozwiązanie prezentowane na rysunku 11 oparte jest na zapisie magnetycznym relatywnie cienkich i elastycznych magnetodielektryków. Sposób ten umożliwia kształtowanie bardziej skomplikowanych struktur domenowych, niż przedstawionych na rysunkach 8, 9 i 10. Ze względu na odpowiednio dobrany kształt struktury domenowej oraz konstrukcję mechaniczną, wskaźniki te niemożliwe są do ponownego namagnesowania po skasowaniu ich magnesem neodymowym. Wynika to z warunku zachowania minimum energii wewnętrznej ferromagnetyka (bliższe omówienie tego zagadnienia przekracza zakres artykułu). Wykorzystanie układu domen w postaci kilku figur geometrycznych – przykładowo trzech rodzajów (rys. 11), ale o różnym kształcie, ułożeniu i kolejności występowania – stwarza dodatkowe możliwości personifikacji wskaźnika, stosownie do potrzeb. Zabieg personifikacji eliminuje praktycznie ekonomiczne uzasadnienie kosztów odtworzenia znaków pierwotnych przez nielegalnego producenta. Czułość wskaźnika dobrana została tak (rys. 12), aby po skasowaniu jego struktury domenowej nie mogło być wątpliwości co do wpływu silnego, zewnętrznego pola magnetycznego na wskazania urządzenia pomiarowego. Znaki geometryczne wskaźnika ulegają całkowitemu skasowaniu przy wartości natężenia pola magnetycznego ok. 330 kA/m (rys. 2), tj. wartości około trzykrotnie większej od wartości odporności magnetycznej wodomierzy, określonej w normie PN-EN 14154.

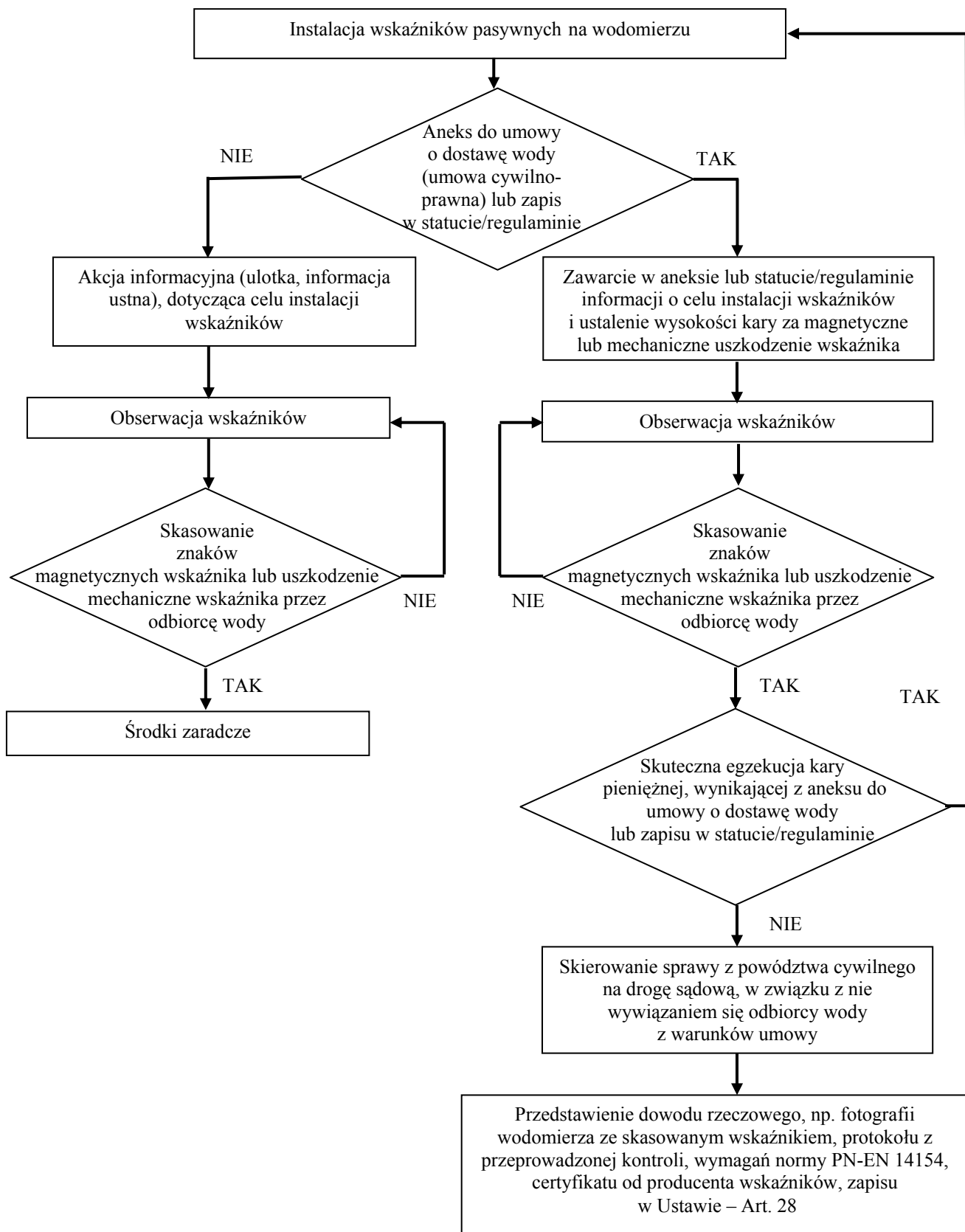


Rys. 12. Pole magnetyczne H w funkcji odległości od bieguna magnesu neodymowego N48 (D40 x H25 mm) oraz przedział natężenia koercji polaryzacji jH_C magnetodielektryków (dane literaturowe) wykorzystanych do produkcji wskaźników

4. Czynnności umożliwiające ograniczenie nielegalnego poboru wody

W celu ograniczenia nielegalnego poboru wody, proponowany poniżej sposób postępowania związany jest z obserwacją zmiany stanu namagnesowania pasywnego wskaźnika pola magnetycznego. Działanie magnesu neodymowego jest widoczne poprzez rozmagnesowanie wskaźnika (rys. 8a). Jakakolwiek forma kradzieży wody jest zjawiskiem nielegalnym i podlegać winna sankcjom (ekonomicznym lub nawet karnym). Dlatego też spółki dystrybucyjne, chroniąc się przed nielegalnym poborem wody powinny wprowadzić odpowiednie postępowanie z odbiorcami indywidualnymi na zasadzie porozumienia dotyczącego właściwej ochrony licznika. Z zapisu ustawowego wynika, że żaden odbiorca, nawet jeśli jest właścicielem licznika, nie może podejmować działań naruszających poprawną pracę tego miernika. Na rysunku 13 zaproponowano algorytm postępowania w przypadku wykrycia zadziałania silnym polem magnetycznym w bezpośredniej bliskości wodomierza. Zaproponowane postępowanie jest działaniem prewencyjnym. Jeżeli jednak, pomimo poczynionych kroków prawnych i naruszenia zawartego porozumienia, wymagane byłoby rozstrzygnięcie sądowe, to w pierwszym rzędzie przedstawić należy dokumentację (np. fotograficzną) związaną ze stanem wskaźnika pola magnetycznego, jak również powołać się na zapisy Ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków, czy też normę PN-EN 14154, dotyczącą wodomierzy. Jest to jednak działanie rozciągnięte w czasie. Znacznie lepszą formą wydaje się wymiana wskaźnika na nowy, połączona z odpowiednio dobraną opłatą montażową. Chodzi tu głównie nie o samą wysokość opłaty, lecz uświadomienie odbiorcy możliwości jej poniesienia. Informacje od użytkowników wskaźników potwierdzają jednoznacznie, że zastosowanie wskaźnika pasywnego reagującego na pole magnesu neodymowego, zniechęca w wystarczającym stopniu dostatecznie dużą liczbę odbiorców, przyczyniając się do praktycznego wyeliminowania tego zjawiska.

Ważne jest, że wskaźniki pola magnetycznego o strukturze figur geometrycznych (rys. 11), ulegają skasowaniu dopiero w polu magnetycznym o trzykrotnie większej wartości natężenia, niż odporność magnetyczna wodomierzy wynikająca z normy PN-EN 14154. Pole magnetyczne o takiej wartości powoduje przemagnesowanie wskaźnika oraz zakłóca pracę wodomierza, a jego obecność w pobliżu wodomierza świadczy o świadomym działaniu nieuczciwego odbiorcy.



Rys. 13. Algorytm postępowania przy instalacji pasywnych wskaźników pola magnetycznego

5. Uwagi dotyczące korekty bilansu zużycia wody

W związku ze zjawiskiem fałszowania wskazań liczników wody, związanych z nielegalnym wykorzystywaniem magnesów neodymowych, podejmuje się, głównie w spółdzielniach i wspólnotach mieszkaniowych, szereg środków zaradczych, m. in. szkolenie pracowników na specjalistycznych spotkaniach organizowanych przez firmy związane z działalnością spółdzielczą (przykładowo Zakopane 04-07.04.2006, Ustroń 25-27.04.2006, Złoty Potok 12.04.2007).

Za właściwy kierunek działań przy ograniczaniu nielegalnego poboru wody uznać należy wykorzystanie wskaźników pasywnych, o zanikającej strukturze domenowej w obecności pola magnetycznego, które zakłóca poprawną pracę wodomierzy. Wskaźniki te nie wymagają zasilania żadnym rodzajem energii, co jest niezwykle ważne dla urządzeń pomiarowych nie mających dostępu np. do energii elektrycznej. Dotyczy to ogromnej liczby wodomierzy w sieciach wodociągowych. Ponadto wskaźniki pasywne są tanie i uniwersalne. Należy stosować przy tym takie, które charakteryzują się dużym stopniem trudności odtworzenia pierwotnych struktur domenowych.

Biorąc pod uwagę przedstawione wyżej okoliczności oraz dane wynikające z wielu programów pilotażowych stwierdzić należy, że zastosowanie wskaźnika pasywnego (rys. 11) prowadzi do znacznego ograniczenia nielegalnego poboru wody, co charakteryzuje się wzrostem wskazań wodomierzy mieszkaniowych do 20% w stosunku do poprzednich okresów rozliczeniowych, podczas których wskazania te były zaniżane.

7. Podsumowanie i wnioski

Problem występowania zwiększających się rozbieżności pomiędzy wskazaniami wodomierza głównego a sumą wskazań wodomierzy mieszkaniowych wynika m.in. z faktu coraz większej dostępności magnesów neodymowych na rynku oraz ich malejącej ceny. Należy zatem podjąć odpowiednie środki w walce ze zjawiskiem nielegalnego poboru wody z użyciem magnesów i zastosować odpowiedni rodzaj ochrony urządzeń pomiarowych. Przed podjęciem decyzji, co do metody, rozważyć należy wszelkie aspekty ekonomiczne i techniczne. Przed podjęciem decyzji ochrony wszystkich urządzeń pomiarowych za pomocą wskaźników pola magnetycznego celowe jest przeprowadzenie akcji pilotażowej. Zostało to uczynione przez wiele spółdzielni mieszkaniowych (z użyciem wskaźnika z rys. 11) i przekonało ich zarządy o skuteczności eliminowania tą drogą omawianej patologii.

Należy również pamiętać, że magnesy oferowane przez producentów posiadają coraz to większą gęstość energii. W chwili obecnej produkowane są magnesy o połowie gęstości energii, jaką można uzyskać z ich objętości (rys. 1a). Można też zwiększać indukcję magnetyczną w przestrzeni wokół magnesu przez połączenie kilku magnesów neodymowych. Tak zwiększone pole magnetyczne staje się szkodliwe nawet dla urządzeń pomiarowych wyposażonych w dodatkowe ekrany magnetyczne i przewyższających wymagania normy w zakresie odporności magnetycznej.

Decydując się na jedną z opisanych metod ochrony, należy uwzględnić również skuteczność ochrony, w przeliczeniu na czas pracy urządzenia pomiarowego. Może się bowiem zdarzyć, że zastosowana metoda ochrony stanie się nieskuteczna po pewnym czasie, ponieważ odbiorcy nauczą się zatrzymywać wodomierze „antymagnetyczne”, odtwarzać strukturę domenową paskową wskaźników w warunkach domowych lub rozmagnesowywać wodomierze, co w wielu przypadkach jest zagadnieniem technicznie prostym.