



JUSTYNA GRZESIK

Generalna Dyrekcja Dróg
Krajowych i Autostrad
jgrzesik@gddkia.gov.pl

Poziome oznakowanie jezdni i sposoby jego regeneracji

Właściwe oznakowanie jezdni jest bardzo ważnym elementem wyposażenia każdej drogi. W naszym kraju można spotkać różne rodzaje ozna-

kowań, takie jak znaki ostrzegawcze, znaki zakazu, znaki nakazu, znaki informacyjne, znaki kierunku i miejscowości, znaki uzupełniające, znaki dodatkowe i znaki poziome często uznawane za oznakowanie uzupełniające.

Oznakowanie poziome to oznaczenia umieszczone na nawierzchni jezdni w postaci linii, strzałek, napisów i innych symboli. Występuje w barwie białej lub żółtej. Umieszczone na jezdni punktowe elementy odblaskowe barwy czerwonej wyznaczają prawą krawędź jezdni. Lewa krawędź jezdni oraz pasy ruchu mogą być oznaczone punktowymi elementami odblaskowymi barwy białej lub żółtej. Znaki poziome mają bardzo ważne znaczenie dla użytkowników dróg – ułatwiają im orientację podczas jazdy.

Znaki pionowe występują punktowo, nie zawsze są dobrze widoczne, a dodatkowo dość często nie są zauważane przez kierowców. Linie segregacyjne występują na całej długości odcinka jezdni, dzięki czemu nawet w przypadku niezauważenia znaku pionowego, kierowca wie o zakazie wyprzedzenia czy też zmiany pasa ruchu. Poprawia to znacznie czytelność oznakowania danego odcinka oraz bezpieczeństwo ruchu drogowego. Ich zasadniczą zaletą jest porządkowanie ruchu poprzez wskazywanie kierowcom torów jazdy.

Każde oznakowanie poziome ma swoją trwałość eksploatacyjną bez względu na to, czy mamy do czynienia z oznakowaniem cienkowarstwowym czy też grubowarstwowym. Oznakowanie cienkowarstwowe swoje parametry z reguły traci już po jednym sezonie użytkowania, lecz odnowa takiego oznakowania jest bardzo prosta, ponieważ polega na ponownym pomalowaniu. Oznakowanie w technologii grubowarstwowej jest możliwe do wykorzystania przez kilka lat, lecz odnowa jest bardziej skomplikowana. Oznakowanie poziome grubowarstwowe najczęściej stosowane jest na drogach o dużym natężeniu ruchu.

Zazwyczaj każde oznakowanie grubowarstwowe na skutek eksploatacji powyżej 3 lat nie posiada odpowiednich, wymaganych przepisami wielkości współczynników: widzialności w dzień (β , Q_d) lub widzialności w nocy (R_L). Skuteczną metodą odnowy takiego oznakowania bez konieczności jego usuwania, a zatem bez ponoszenia dodatkowych kosztów, jest renowacja oznakowania.

Renowacja oznakowania poziomego wykonanego masami termoplastycznymi oraz oznakowania wykonanego masami chemoutwardzalnymi polega na nałożeniu cienkiej, o grubości ok. 1 mm, warstwy spray-plastu na gorąco lub spray-plastu na zimno, na istniejące oznakowanie oraz po-

sypanie jej odpowiednią ilością mikrokulek szklanych. Tak odnowione oznakowanie przez kolejne lata może służyć użytkownikom dróg.

Wymagania dotyczące oznakowania poziomego grubowarstwowego

Przygotowanie podłoża do wykonania oznakowania poziomego grubowarstwowego

Przed wykonaniem oznakowania poziomego należy przede wszystkim bardzo dokładnie oczyścić powierzchnię nawierzchni malowanej z pyłu, kurzu, piasku, smarów, olejów i innych zanieczyszczeń. Szczególną uwagę należy zwrócić na zanieczyszczenia zlokalizowane przy krawędziach nawierzchni jezdni, zwłaszcza przy wykonywaniu malowania wiosennego, jak również po okresie zimowym.

Powierzchnia nawierzchni przeznaczona i przygotowana do wykonania oznakowania poziomego musi być czysta i sucha.

Warunki atmosferyczne

W czasie wykonywania oznakowania poziomego grubowarstwowego powinny zostać spełnione warunki zewnętrzne, tj. temperatura nawierzchni i powietrza powinna wynosić co najmniej 5°C, maksymalna temperatura powietrza nie więcej niż 25°C, wilgotność względna powietrza powinna być zgodna z zaleceniami producenta lub wynosić co najmniej 85%, pogoda powinna być bezwietrzna, bez opadów atmosferycznych [2].

Szczególną uwagę należy zwrócić przy wykonywaniu oznakowania poziomego grubowarstwowego wczesnym rankiem, późnym wieczorem oraz w nocy, ponieważ w tych porach wilgotność powietrza może gwałtownie wzrosnąć, osiągając niekiedy wartość 100% i może wystąpić zjawisko wykroplenia wody na nawierzchni drogi. W takim przypadku oznakowania nie należy wykonywać.

Wykonanie oznakowania poziomego nie jest możliwe również podczas wysokich temperatur, zwłaszcza w samo południe, ponieważ nawierzchnia drogi jest bardzo nagrzana. W związku z tym istnieje duże prawdopodobieństwo, iż wykonywane oznakowania w takich warunkach nie spełni wymaganej odblaskowości w nocy.

Materiał do oznakowania poziomego grubowarstwowego

Materiałami do wykonywania oznakowania grubowarstwowego powinny być materiały umożliwiające nakłada-

nie ich warstwą grubości od 0,9 mm do 5 mm takie jak masy chemoutwardzalne stosowane na zimno oraz masy termoplastyczne [2].

Masy chemoutwardzalne powinny być substancjami jedno-, dwu- lub trójskładnikowymi, mieszanymi ze sobą w proporcjach ustalonych przez producenta i nakładanymi na nawierzchnię z użyciem odpowiedniego sprzętu. Masy te powinny tworzyć powłokę, której spójność zapewniana jest wyłącznie reakcją chemiczną.

Masy termoplastyczne powinny być substancjami niezawierającymi rozpuszczalników, dostarczonymi w postaci bloków, granulki lub proszku. Przy stosowaniu powinny dać się podgrzewać do stopienia i aplikować ręcznie lub maszynowo. Masy te powinny tworzyć spójną warstwę przez ochłodzenie.

Materiały w postaci kulek szklanych refleksyjnych do posypywania lub narzucania pod ciśnieniem na materiały do oznakowania poziomego powinny zapewniać widzialność w nocy poprzez odbicie powrotne w kierunku pojazdu wiązki światła wysyłanej przez reflektory pojazdu. Kulki szklane powinny charakteryzować się współczynnikiem załamania powyżej 1,50 oraz wykazywać odporność na wodę, kwas solny, chlorek wapniowy i siarczek sodowy, ponadto zawierać nie więcej niż 20% kulek z defektami w przypadku kulek o maksymalnej średnicy poniżej 1 mm oraz 30% w przypadku kulek o maksymalnej średnicy równej i większej niż 1 mm [2].

Materiały do znakowania drogi powinny być dostarczone w oryginalnych opakowaniach handlowych i stosowane zgodnie z zaleceniami producenta oraz wymaganiami znajdującymi się w aprobacie technicznej.

Muszą posiadać deklaracje zgodności z ważną aprobatą techniczną.

Materiały do oznakowania grubowarstwowego nawierzchni powinny zachować stałość swoich właściwości chemicznych i fizykochemicznych podczas składowania w warunkach określonych przez producenta. Materiały do poziomego oznakowania dróg należy przechowywać w magazynach odpowiadających zaleceniom producenta, zwłaszcza zabezpieczających je od napromieniowania słonecznego, opadów i w temperaturze dla:

- farb wodorocieńczalnych od 5°C do 40°C,
- farb rozpuszczalnikowych od -5°C do 25°C,
- pozostałych materiałów – poniżej 40°C.

Wszystkie materiały służące do poziomego oznakowania dróg nie mogą być przechowywane dłużej niż 6 miesięcy od daty ich wyprodukowania [2].

Sprzęt do wykonania oznakowania poziomego grubowarstwowego

Do wykonywania oznakowania grubowarstwowego należy stosować mechaniczne lub ręczne układarki mas termoplastycznych i chemoutwardzalnych. Zastosowane układarki muszą zapewnić równomierną o założonej grubości warstwę rozłożonej masy, jak również zachowanie wymiarów i ostrość krawędzi oznakowania. Większe prace, tzw. „długoliniowe”, powinny być wykonane przy użyciu malowarek samojezdnych.

Przedznakowanie

Przed przystąpieniem do wykonania oznakowania poziomego grubowarstwowego, jak również w celu dokładnego jego wykonania, należy wykonać tzw. przedznakowanie. Wykonanie przedznakowania umożliwia wyeliminowanie odchyżeń i niedokładności geometrycznych w istniejącym oraz nowym oznakowaniu poziomym. Wskazane jest wykonanie przedznakowania przy użyciu sprzętu geodezyjnego. Dopuszcza się również praktyczną metodę przedznakowania na ciągu drogi, tzw. „sznurka i pędzla”, wykonywaną przez doświadczony personel wykonawcy. Do wykonania przedznakowania można stosować nietrwałą farbę, np. farbę silnie rozcieńczoną rozpuszczalnikiem. Przedznakowanie wykonywane jest w postaci cienkich linii lub kropek. Początek i koniec danego modułu oznakowania można zaznaczyć małą kreską poprzeczną.

Wykonanie oznakowania jezdni materiałami grubowarstwowymi

Wykonanie oznakowania powinno być zgodne przede wszystkim z zaleceniami producenta zastosowanych materiałów.

Materiał znakujący należy nakładać równomierną warstwą o grubości nie mniejszej niż 3 mm, zachowując wymiary i ostrość krawędzi. Grubość nanoszonej warstwy zaleca się kontrolować przy pomocy grzebienia pomiarowego na płycie metalowej, podkładanej na drodze malowarki. Ilość materiału zużyta w czasie prac, określona przez średnie zużycie na metr kwadratowy, nie może się różnić od ilości ustalonej więcej niż o 20% [2].

W przypadku mas chemoutwardzalnych i termoplastycznych wszystkie większe prace (linie krawędziowe, segregacyjne na długich odcinkach dróg) powinny być wykonywane przy użyciu urządzeń samojezdnych z automatycznym podziałem linii i posypywaniem kulkami szklanymi z ew. materiałem uszorstniającym. W przypadku mniejszych prac, wielkość, wydajność i jakość sprzętu należy dostosować do ich zakresu i rozmiaru. W przypadku oznakowania nowej nawierzchni betonowej należy przed aplikacją usunąć warstwę powierzchniową betonu metodą frezowania, śrutowania lub *waterblasting*, aby zlikwidować pozostałości mleczka cementowego i uszorstnić powierzchnię. Po usunięciu warstwy powierzchniowej betonu, należy powierzchnię znakowaną umyć wodą pod ciśnieniem oraz zagruntować środkiem wskazanym przez producenta masy (podkład, grunt, *primer*) w ilości przez niego podanej.

Czas schnięcia materiału na nawierzchni drogi:

- w dzień nie dłużej niż 1 h,
- w nocy nie dłużej niż 2 h [2].

Usuwanie oznakowania poziomego grubowarstwowego

W przypadku konieczności usunięcia istniejącego oznakowania poziomego z nawierzchni jezdni, czynność tę należy wykonać w sposób jak najmniej uszkadzający powierzchnię nawierzchni. Zaleca się wykonywać usuwanie oznakowania grubowarstwowego metodą piaskowania, kulkowania lub

frezowania. Środki zastosowane do usunięcia oznakowania nie mogą wpływać ujemnie na przyczepność nowego oznakowania do podłoża, na jego szorstkość, trwałość jak również na same właściwości podłoża.

Rodzaje oznakowania poziomego nawierzchni jezdni

Materiały stosowane do oznakowania nawierzchni jezdni można podzielić na cienkowarstwowe i grubowarstwowe. Charakterystyczną cechą oznakowania cienkowarstwowego jest to, iż nakładane jest ono w postaci bardzo ciekłej warstwy i używana jest do tego farba akrylowa, natomiast oznakowanie grubowarstwowe, tak jak sama nazwa wskazuje, jest warstwą dużo grubszą i nakładana jest masa wieloskładnikowa. Każdy rodzaj wykonywanego oznakowania poziomego należy wykonywać po odpowiednim przygotowaniu podłoża. Podział oznakowania w zależności od rodzaju zastosowanej technologii przedstawiono na rysunku 1.

Wybór odpowiedniego materiału do wykonania poziomego oznakowania powinien uwzględnić szereg parametrów. Zaliczamy do nich przede wszystkim:

- oczekiwany okres trwałości,
- rodzaj i stan podłoża (warstwy ścieralnej nawierzchni),
- intensywność ruchu, rodzaj drogi,
- częstotliwość przejeżdżania oznakowania przez pojazdy,
- położenie drogi (miejska, pozamiejska),
- rodzaj oznakowania (przejście dla pieszych, linie segregacyjne, krawężdziowe, stopu, drobne elementy) [3].

Po analizie powyższych parametrów i określeniu założeń, można przystąpić do wyboru odpowiedniego materiału do oznakowania poziomego.

Wyboru dokonuje się po uwzględnieniu badań zamieszczonych w świadectwach dopuszczenia lub aprobaty technicznych, pamiętając, iż wykonywane są one na odcinku zamiejskim drogi jednojezdniowej dwukierunkowej z dwoma pasami ruchu w każdym kierunku, każdy o szerokości 3,5 m, z nawierzchnią z betonu asfaltowego o natężeniu ruchu ok. 5000 p. rz./dobę.

Z wybieranych produktów lepszy będzie ten, który przy podobnych wynikach luminacji, barwy, odbłasku, szorstkości jak również trwałości, wymalowany został cieńszą warstwą [3].



Rys. 1. Podział oznakowania poziomego nawierzchni jezdni

Przez oczekiwany okres trwałości należy rozumieć przedział czasu, w którym oznakowanie spełnia wszystkie wymagania Warunków Technicznych. Najczęściej pierwszym z parametrów, który traci swoje wartości względem wymagań jest odbłaskowość, pomimo iż pozostałe parametry pozostają na dobrym poziomie. Oznakowanie takie jest jeszcze dobrze widoczne w dzień, lecz mniej w nocy. Na trwałość wykonywanego oznakowania duży wpływ ma również rodzaj malowanej nawierzchni. W obecnych instrukcjach najczęściej występują zapisy dotyczące nawierzchni typu beton asfaltowy, którego tekstura jest zbliżona do gładkiej. Natomiast w praktyce najczęściej stosowaną warstwą ścieralną jest warstwa SMA, której powierzchnia jest bardziej chropowata. W takim przypadku większe jest zużycie farby, jak również szybciej zostanie starta z wierzchołków grysów wystających nad powierzchnię.

Wybór metody oznakowania należy również uwzględnić biorąc pod uwagę sam stan pokrywanej nawierzchni. Jeżeli nawierzchnia jest w stanie wymagającym zabiegu utrzymaniowego lub zbliża się okres remontu, same względy ekonomiczne wskazują na zastosowanie oznakowania cienkowarstwowego w postaci farby. Nawierzchnie z nową warstwą ścieralną czy nawierzchnie nowo wybudowanych dróg powinny być oznakowane materiałami o trwałości co najmniej trzy- lub czteroletniej.

Kolejnym parametrem, z reguły najważniejszym, jest intensywność i struktura ruchu pojazdów. Na drogach dwukierunkowych z dwoma pasami ruchu przejeżdżanie po oznakowaniu poziomym będzie dużo częstsze, niż na drodze jednokierunkowej z dwoma pasami ruchu i pasem postojowym. To właśnie liczba przejazdów decyduje o szybkości ścierania oznakowania w rozumieniu utraty wymaganych właściwości. Drogi miejskie są narażone na znaczną liczbę w porównaniu do dróg pozamiejskich. W związku z tym należy również pamiętać, iż wszelkie badania, które są robione na odcinkach dróg pozamiejskich nie odnoszą się właściwie do dróg miejskich. Z doświadczenia można przyjąć, iż możliwe jest uzyskanie 2-letniej trwałości wymalowania farbą na drodze zamiejskiej, natomiast na drogach miejskich roczna trwałość nie zawsze jest możliwa do uzyskania. Ze względu na to większość zarządców dróg preferuje jednak oznakowanie grubowarstwowe masami chemoutwardzalnymi lub masami termoplastycznymi.

Tak samo jak drogi miejskie, również niektóre rodzaje oznakowania, takie jak linie warunkowego zatrzymania się, przejścia dla pieszych są stale przejeżdżane i dlatego szybciej ulegają zużyciu niż np. linie segregacyjne. W związku z tym one również powinny być wykonywane z materiałów, które zapewnią dłuższą żywotność.

Przy wyborze materiałów zarządca drogi niestety nie może zapomnieć o ich cenie. Należy jednak pamiętać o tym, aby ona nie przyćmiła nam innych bardzo ważnych parametrów. Trzeba uwzględnić zależność kosztów

jednostkowego oznakowania do ceny i wydatku materiału gwarantującego uzyskanie oczekiwanej trwałości oznakowania.

Oznakowanie cienkowarstwowe

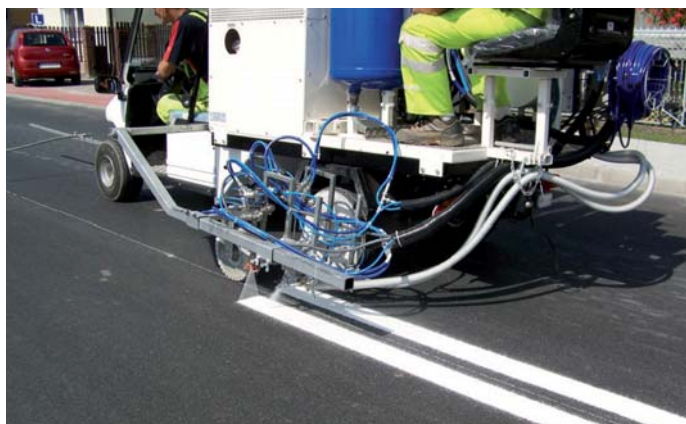
Przez oznakowanie poziome cienkowarstwowe rozumie się aplikacje wykonane farbami nakładane warstwą o grubości 0,3–0,8 mm [4].

Są to najczęściej najwyższej klasy rozpuszczalnikowe farby specjalistyczne, które pozwalają uzyskać niezwykle odporną na ścieranie powłokę. Farby drogowe posiadają

doskonałe parametry techniczne, wykazują bardzo dobrą przyczepność i widoczność w każdych warunkach, zarówno w ciągu dnia, jak i w nocy. Najczęściej są to farby akrylowe charakteryzujące się krótkim czasem schnięcia, dobrą przyczepnością do podłoża oraz dobrym pokryciem powierzchni. Wykonywane w kolorach białym, żółtym i czerwonym.

Występują również farby akrylowe o zwiększonej szorstkości do zastosowań głównie na lotniskach cywilnych i wojskowych oraz zastosowań miejskich bez użycia mikrokul szklanych. Natomiast farby wodorozcieńczalne stosowane są na nawierzchniach przebitumowanych, gdzie występuje problem zmiany barwy wykonanego oznakowania z białej na rdzawo-pomarańczowy. Wszystkie materiały muszą mieć aprobatę techniczną dopuszczającą je do użycia na rynku polskim. Aplikacja takiego rodzaju farb jest bardzo prosta. Można do tego używać pędzla, wałka, pistoletu ręcznego, malowarek pneumatycznych lub malowarek hydrodynamicznych wysokociśnieniowych. Aktualnie najczęściej stosowane są malowarki hydrodynamiczne wysokociśnieniowe, które są również najczęściej zlecane przez producentów farb (fot. 1). Dzięki bardzo wydajnym pompom, malowarki tego typu mają możliwość malowania gęstymi farbami drogowymi, jak również gwarantują pełną penetrację malowanej powierzchni dzięki temu, iż natrysk farb z dyszy malującej jest wykonywany pod ciśnieniem nawet do 230 barów. Farba z dyszy malującej wydalana jest bez powietrza, co sprawia, iż malowane linie posiadają równe i nierozmazane krawędzie.

Dozowanie farby na mokro wynosi ok. 600 g/m².



Fot. 1. Wykonywanie oznakowania cienkowarstwowego na jezdni

Fot. 2. Maszyny do wykonywania oznakowania cienkowarstwowego



Fot. 3. Maszyny do wykonywania oznakowania cienkowarstwowego

Oznakowanie grubowarstwowe

W przypadku oznakowania poziomego jezdni technologią grubowarstwową grubość nakładanej warstwy wynosi od 0,9 mm do 5 mm. Najczęściej wykonuje się je na nowo wybudowanych odcinkach dróg wojewódzkich i krajowych (w tym autostradach i drogach ekspresowych).

Oznakowanie grubowarstwowe wyróżnia się bardzo dużą trwałością, odpornością na ścieranie oraz doskonałą widocznością w dzień i w nocy. Można je stosować na drogach o dużym natężeniu ruchu, strefach obciążonych przemieszczaniem się ciężkich pojazdów, w miejscach, gdzie oczekiwany okres trwałości jest największy, w miejscach występowania przejścia dla pieszych, linii bezwzględnej i warunkowego zatrzymania czy strzałek kierunkowych.

Należą do nich:

- układane na gorąco oznakowanie termoplastyczne,
- układane na zimno dwuskładnikowe oznakowanie chemoutwardzalne,
- przyklejane lub wtapiane materiały prefabrykowane.

Oznakowanie grubowarstwowe z masy chemoutwardzalnej

Ten typ oznakowania uzyskuje się mieszając w odpowiednich proporcjach jeden lub dwa składniki z utwardzaczem, które po ułożeniu uzyskują warstwę kohezyjną na drodze reakcji chemicznej. W skład masy chemoutwardzalnej wchodzi pigmenty, wypełniacze, żywice syntetyczne i mikrokule szklane [5]. Oznakowanie wykonane tą masą uzyskuje przejezdność po 10 minutach, jest szorstkie, odporne na działanie warunków atmosferycznych oraz roztworu chlorku sodu. Wymaganą odblaskowość uzyskuje się przez ciśnieniowe narzucenie, zaraz po aplikacji, mikrokul szklanych o odpowiedniej granulacji i współczynniku załamania światła.

Oznakowanie chemoutwardzalne jest wykonywane w technologii linii gładkich (fot. 4), strukturalnych (fot. 5 i 6), akustycznych (fot. 7).

Rodzaj wykonywanego oznakowania grubowarstwowego z masy chemoutwardzalnej jest uzależniony najczęściej od preferencji zarządcy dróg. Uważa się jednak, iż oznakowanie w technologii strukturalnej i akustycznej jest najczęściej stosowane ze względu na zwiększenie bezpieczeństwa ruchu oraz w przypadku struktury, również dzięki zmniejszonej ilości zużycia masy do jej aplikacji.

Masa chemoutwardzalna ze względu na wykorzystanie wysokiej jakości dyspersji polimerowych i kompleksu specjalnych dodatków funkcjonalnych zapewnia odpowiednią wytrzymałość i elastyczność utwardzonej masy oraz jej silne związanie z podłożem.

Masę chemoutwardzalną należy nakładać ręcznie lub maszynowo w formie strukturalnej lub gładkiej, na suche podłoże bez zanieczyszczeń mechanicznych lub organicznych. Rozkładanie może być ręczne przy zastosowaniu szpachli, plastomarkera lub maszynowe przy użyciu maszyny samobieżnej. W przypadku stosowania na nawierzchni brukowej lub z betonu cementowego zalecane jest stosować środek gruntujący.

Przed bezpośrednim naniesieniem do masy należy dodać utwardzacz i zamieszać do uzyskania jednorodności. Nie



Fot. 4. Oznakowanie poziome grubowarstwowe z masy chemoutwardzalnej – gładkie



Fot. 5. Oznakowanie poziome grubowarstwowe z masy chemoutwardzalnej – strukturalne regularne



Fot. 6. Oznakowanie poziome grubowarstwowe z masy chemoutwardzalnej – strukturalne nieregularne



Fot. 7. Oznakowanie poziome grubowarstwowe z masy chemoutwardzalnej – akustyczne (beretka)

Fot. 8. Maszyny do wykonywania oznakowania grubowarstwowego z masy chemoutwardzalnej



dopuszcza się rozcieńczania masy wodą lub organicznymi rozpuszczalnikami. Masę z utwardzaczem należy rozłożyć w ciągu ok 15 min, w innym przypadku może dojść do utwardzenia masy w pojemniku.

Dla mas chemoutwardzalnych bardzo ważnym aspektem są warunki atmosferyczne, można ją nanosić przy temperaturze powietrza od 8°C do 30°C i temperaturze podłoża od 5°C do 45°C, przy maksymalnej wilgotności względnej powietrza nie większej niż 85% [5].

W celu uzyskania odblaskowości oznakowania należy natychmiast po nałożeniu, masę chemoutwardzalną posypać kulkami szklanymi w odpowiedniej ilości.

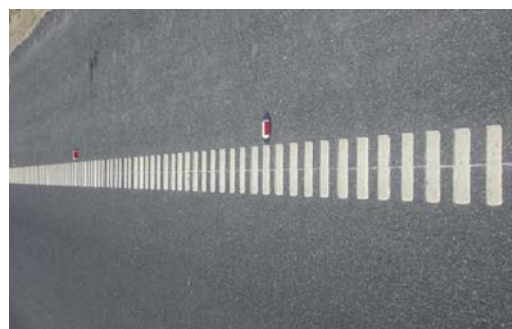
Przejezdność uzyskuje się po okresie około od 20 do 40 minut od rozłożenia w temperaturze 20°C [5].

Oznakowanie grubowarstwowo z masy termoplastycznej

Oznakowanie poziome grubowarstwowo z masy termoplastycznej wykonuje się na gorąco w temperaturze ok. 190–210°C [6]. Masa termoplastyczna jest wyrobem będącym mieszaniną pigmentów, wypełniaczy, kruszywa, kulek szklanych, środków pomocniczych oraz syntetycznych żywic organicznych. Może występować w postaci sproszkowanej, granulatu bądź bloków masy termoplastycznej. Masa ta zawiera w swoim składzie, w zależności od rodzaju oznakowania, do 40% kulek szklanych, dzięki którym przez cały okres eksploatacji utrzymywane zostają wymagane parametry. Oznakowanie wykonane z tego typu mas odznacza się dobrą przyczepnością do podłoża, wysoką odpornością na ścieranie i wpływ warunków atmosferycznych. Masy te nie pękają podczas jej eksploatacji, są szorstkie i odporne na działanie promieni słonecznych i solanki przy zimowym utrzymaniu dróg. Charakteryzują się dobrą widocznością w dzień i w nocy. Dobrą widoczność w nocy zapewniają kulki szklane, którymi oznakowanie posypywane jest natychmiast po naniesieniu masy na znakowaną powierzchnię. Oznakowanie poziome grubowarstwowo z masy termoplastycznej może być wykonywane jako oznakowanie gładkie, strukturalne (fot. 9) oraz akustyczne (fot. 10 i 11). Najczęściej stosowane jest jako oznakowanie strukturalne, które wyróżnia bardzo dobrą widzialność w dzień i w nocy, nawet w warunkach dużej wilgotności czy podczas opadów deszczu, jak również możliwość właściwego odprowadzanie wody, oraz akustyczne – dzięki któremu przy najeżdżaniu słyszymy ostrzegający, głośny stukot.



Fot. 9. Oznakowanie poziome grubowarstwowo z masy termoplastycznej – strukturalne regularne

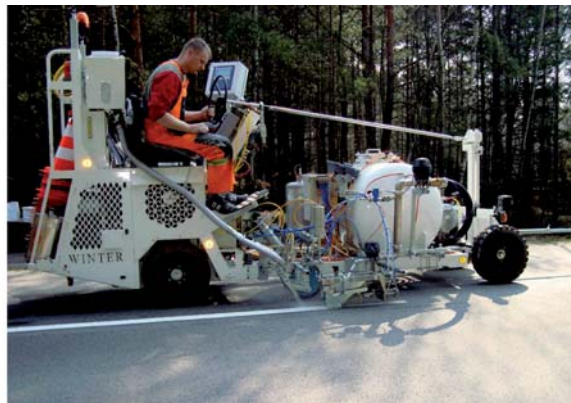


Fot. 10. Oznakowanie poziome grubowarstwowo z masy termoplastycznej – akustyczne (beretka)



Fot. 11. Oznakowanie poziome grubowarstwowo z masy termoplastycznej – akustyczne (beretka z taśmą bazową)

Fot. 12. Maszyny do wykonywania oznakowania grubowarstwowego z masy termoplastycznej



Ze względu na dobrą trwałość powłok zaleca się stosować masy termoplastyczne do oznakowania miejsc o dużym natężeniu ruchu.

Szczególnie zaleca się stosowanie masy do wykonania oznakowania jezdni w strefach obciążonych ciężkim i intensywnym ruchem pojazdów takich jak przejścia dla pieszych, linii bezwarunkowego i warunkowego zatrzymania, strzałek kierunkowych, a także linii segregacyjnych czy krawędziowych oraz znaków poziomych na jezdniach przed miejscami szczególnie niebezpiecznymi.

Masę termoplastyczną nakłada się ręcznie lub maszynowo na suche i czyste podłoże, bez zanieczyszczeń mechanicznych lub organicznych. Aplikacja masy termoplastycznej odbywa się przy użyciu *extrudera*, buta ciągniętego lub ręcznie przy użyciu *plastomarkera*, uzyskując warstwę kohezyjną przez ostudzenie. Nakładanie masy może być wykonywane przy temperaturze otoczenia oraz powierzchni powyżej 5°C, przy względnej wilgotności powietrza nie przekraczającej 80% [6].

Masy termoplastyczne są bardzo często wybierane do nawierzchni betonowej ze względu na to, że ich główną zaletą jest utrzymywanie nieskazitelnego koloru białego, dzięki czemu powstaje lepszy kontrast bieli oznakowania poziomego względem jasnej nawierzchni betonowej.

Ważną zaletą oznakowania poziomego grubowarstwowego z masy termoplastycznej jest również utrzymywany wysoki poziom odbłaskowości w całym okresie użytkowania oznakowania poziomego, bez konieczności jego odświeżenia. Na powierzchni oznakowania termoplastycznego, w wyniku naturalnej degradacji UV oraz ścierania się wierzchniej warstwy termoplastu, pod wpływem ruchu kół pojazdów, pojawiają się „nowe” kulki szklane zawarte w masie termoplastycznej (do 40%), powodując sukcesywny wzrost odbłaskowości oznakowania. Można zatem powiedzieć, iż dzięki temu odbłaskowość oznakowania grubowarstwowego termoplastycznego jest odnawialna.

Oznakowanie grubowarstwowe materiałami prefabrykowanymi

Oznakowanie grubowarstwowe z materiałów prefabrykowanych jest grupą materiałów przyklejanych, wtapianych lub wbudowywanych, do których zalicza się przede wszystkim naklejane folie do układania na nowych nawierzchniach jako linie segregacyjne i krawędziowe.

Folie do układania są wielowarstwowymi materiałami w postaci taśm o szerokości linii oznakowania składającymi się z warstw polimerowych, wypełniaczy, materiałów uszorstniających oraz wzmacniających. Warstwa wierzchnia zawiera odporny na ścieranie polimer oraz kulki szklane lub ceramiczne zapewniające dobrą widoczność i bezpieczeństwo oznakowania w nocy, jak również w warunkach mokrych. Powierzchnia taśmy jest profilowana, co korzystnie wpływa na odprowadzenie wody i odporność przed poślizgiem. Powoduje to zmaksymalizowanie właściwości odbłaskowych i zwiększenie trwałości. Gwarantowany jest długoletni okres użytkowania ze względu na wykonanie z najwyższej jakości materiałów wytrzymałych na ścieranie i zdzieranie. Taśmy takie wykonywane są w kolorze białym (fot. 13b) do stałej organizacji ruchu bądź żółtym do oznakowania tymczasowego (fot. 13a).

a)



b)



Fot. 13. Prefabrykowane taśmy: a) w kolorze żółtym, b) w kolorze białym

Taśmy prefabrykowane mogą być stosowane przy temperaturze powietrza i nawierzchni minimum 10°C na czystej i całkowicie suchej i czystej nawierzchni. Przy aplikacji musi być zachowany jeszcze jeden warunek – minimum 24 godziny bez jakichkolwiek opadów deszczu.

Najczęściej stosuje się naklejkę z użyciem kleju akrylowego na istniejącą nieuszkodzoną, dobrze zagęszczoną nawierzchnię. Czas schnięcia zwykle wynosi od 3 do 15 minut w zależności od panujących warunków atmosferycznych, tj. temperatura, wiatr czy wilgotność. Rozprowadzenie kleju wykonuje się przy użyciu wałka lub płaskiego pędzla. Warstwa kleju musi być szersza o minimum 2 cm po obu stronach nakładanego paska. Warstwa kleju przed ułoż-

Fot. 14. Wykonywanie oznakowania grubowarstwowego z taśm prefabrykowanych



Fot. 15. Wykonywanie oznakowania grubowarstwowego z taśm prefabrykowanych na świeżej nawierzchni ścieralnej

niem taśmy musi być sucha. Czas pozostawienia warstwy kleju do odparowania wynosi najczęściej od 5 do 20 minut, w zależności od rodzaju kleju [7]. Aplikacja samej taśmy może zostać wykonana za pomocą ręcznego przyklejenia lub ręcznej rozkładarki (fot. 14). Po nałożeniu taśmy należy ją docisnąć specjalnym walcem. Otwarcie drogi dla ruchu kołowego możliwe jest bezpośrednio po naniesieniu i dociśnięciu taśmy.

Taśmy prefabrykowane mogą być aplikowane również na świeżą nawierzchnię asfaltową. Do wbudowywania taśmy przy świeżo wykonywanej warstwie asfaltowej kleju się nie stosuje.

Nanoszenie taśmy należy rozpocząć przed ostatnim cyklem wałowania świeżo ułożonej warstwy ścieralnej. Optymalny zakres temperatury warstwy ścieralnej w przypadku nanoszenia i wprasowania taśmy prefabrykowanej wynosi od 70°C do 30°C dla betonu asfaltowego natomiast od 83°C do 30°C dla nawierzchni typu SMA [7]. Do prawidłowego wprasowania taśmy prefabrykowanej na świeżo ułożonej nawierzchni warstwy ścieralnej wystarczy jednokrotne dociśnięcie przez walec bez wibracji przy minimalnym zraszaniu (fot. 15). Wielokrotne dociskanie taśmy przez walec może grozić jej uszkodzeniem. Nanoszenie oraz wprasowywanie taśmy powinno być wykonywane w tym samym kierunku. Jeżeli uszorstnienie jest konieczne to powinno być wykonywane po aplikacji taśmy prefabrykowanej.

Metody odnowy oznakowania poziomego grubowarstwowego

Oznakowanie poziome jest integralną częścią drogi, to ono informuje kierowców o geometrii drogi i przyjętym sposobie prowadzenia ruchu. Oznakowanie poziome powinno spełniać wymogi w zakresie: trwałości fizycznej, trwałości barwy, widoczności w różnych warunkach atmosferycznych i przy różnym oświetleniu. Wpływ różnych czynników zewnętrznych (przykrycie śniegiem, błotem, kurzem, ścieranie mechaniczne kołami pojazdów, oddziaływanie mrozu czy opadów, a także środków chemicznych używanych do oczyszczania nawierzchni) stwarza konieczność okresowego odnawiania oznakowania poziomego.

Starzejące się społeczeństwo, w tym również kierowcy, a z drugiej strony nowoczesne systemy pomagające w prowadzeniu samochodów, to dodatkowy czynnik oprócz najważniejszego, jakim jest bezpieczeństwo, które skłaniają do dbałości o właściwe oznakowanie dróg.

Przez wiele lat patrzyliśmy z zazdrością na nowoczesne drogi na zachód od nas. Teraz, gdy mamy tysiące kilometrów nowych dróg, ze zdumieniem zauważamy, że mamy drogi często w lepszym stanie niż w krajach „starej Europy”. To jest zrozumiałe, w sytuacji gdy są one nowe, ale co będzie za parę lat, gdy zaniedbamy sprawę ich utrzymania.

W ciągu ostatnich 15 lat w oznakowaniu poziomym nawierzchni jezdni nastąpiła prawdziwa rewolucja. Przebyliśmy

bardzo długa droga: od oznakowań wykonywanych w latach osiemdziesiątych farbą Strama i masą termoplastyczną, do poziomu najnowszych materiałów takich jak farby rozpuszczalnikowe o wydłużonej trwałości i szybko schnących, farb wodorozcieńczalnych, kilku rodzajów mas chemoutwardzalnych lub termoplastycznych oraz taśm o szczególnie dużej trwałości.

Niestety żadna z tych metod nie jest wieczna i prędzej czy później nastąpi potrzeba renowacji.

Oznakowanie poziome jezdni technologią grubowarstwową wykonane kilka lat wcześniej traci swoje parametry eksploatacyjne. Jest to problem, z którym borykają się administratorzy dróg. Zazwyczaj każde oznakowanie grubowarstwowe na skutek eksploatacji powyżej 3 lat nie posiada odpowiednich, wymaganych przepisami wielkości współczynników: widzialności w dzień (β , Q_d) lub widzialności w nocy (R_l). Skuteczną metodą odnowy takiego oznakowania bez konieczności jego usuwania, a zatem bez ponoszenia dodatkowych kosztów, jest renowacja.

Renowacja oznakowania poziomego wykonanego masami termoplastycznymi oraz oznakowania wykonanego masami chemoutwardzalnymi polega na nałożeniu cienkiej, o grubości ok. 1 mm, warstwy spray-plastu na gorąco lub spray-plastu na zimno, na istniejące oznakowanie oraz posypanie jej odpowiednią ilością mikrokulek szklanych. Tak odnowione oznakowanie przez kolejne lata może służyć użytkownikom dróg.

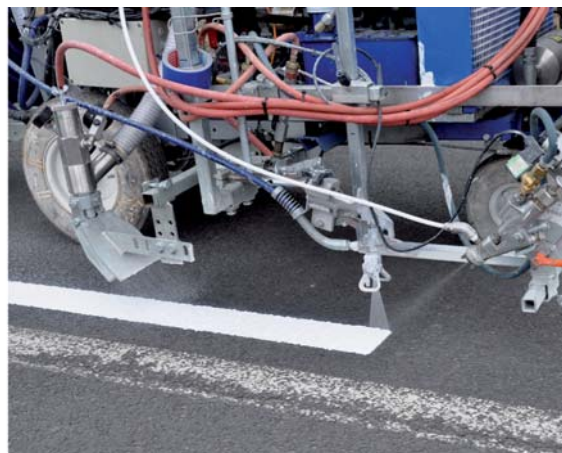
Oznakowanie takie charakteryzuje mniejsza lepkość i gęstość umożliwiające zastosowanie natrysku a przez to cieńszej warstwy. Jest ona jednak dużo bardziej trwała od uzyskanej z użyciem farb rozcieńczalnikowych. Ma szerokie zastosowanie nie tylko przy wykonywaniu nowego, ale także przy naprawach zużywającego się, starego oznakowania grubowarstwowego dużo mniejszym kosztem.

Przykładem takiej masy natryskowej może być natryskowa masa chemoutwardzalna *plastirok spray*. Masa *plastirok spray* jest wyrobem dwuskładnikowym lub trójskładnikowym. Odmiana dwuskładnikowa składa się ze składnika A (reaktywnego) oraz utwardzacza. Natomiast odmiana trójskładnikowa składa się ze składnika A (reaktywnego), składnika B (niereaktywnego) oraz utwardzacza. Składniki A i B są m.in. zawiesiną pigmentów, wypełniaczy, środków pomocniczych. Utwardzacz jest nadtlenującym materiałem w proszku lub w płynie będącym katalizatorem polimeryzacji żywicy [8].

W przypadku odmiany dwuskładnikowej składnik A (reaktywny) mieszany jest przed użyciem z utwardzaczem w stosunku wagowym 98:2, natomiast dla odmiany trójskładnikowej do składnika B (niereaktywnego) dodane jest od 2% do 4% utwardzacza, a następnie całość mieszana jest przed ułożeniem ze składnikiem A (reaktywnym) w stosunku wagowym 1:1.

Oznakowanie wykonane masą *plastirok spray* szybko uzyskuje przejezdność, jest szorstkie, dobrze przyczepne

Fot. 16. Aplikacja natryskowej masy chemoutwardzalnej *plastirok spray*



Fot. 17. Nawierzchnia przed aplikacją natryskowej masy chemoutwardzalnej *plastirok spray* i po aplikacji

do podłoża, nie pęka w czasie eksploatacji, jest odporne na działanie promieniowania słonecznego, wody i roztworu chloru sodu. Charakteryzuje się dobrą widocznością zarówno w dzień, jak i w nocy. Dobrą widoczność w nocy zapewniają kulki szklane, którymi oznakowanie jest posypywane po naniesieniu masy na znakowaną powierzchnię [8].

Masa *plastirok spray* przeznaczona jest w szczególności do odnawiania starego oznakowania grubowarstwowego.

W przypadku stosowania masy *plastirok spray* na nawierzchnię z betonu cementowego, przed aplikacją podłoże należy przygotować zgodnie z szczególnymi zaleceniami producenta. Podczas odnowy istniejącego oznakowania należy przeprowadzić próbę na drodze, w celu sprawdzenia adhezji nowej warstwy do podłoża.

Z uwagi na właściwości odbłaskowe masa *plastirok spray* może być stosowana do wykonania oznakowania poziomego na drogach miejskich i zamiejskich.

Masę *plastirok spray* należy nakładać na suche i czyste podłoże (fot. 16), bez zanieczyszczeń mechanicznych lub organicznych przy temperaturze otoczenia $+5^{\circ}\text{C}$ do $+35^{\circ}\text{C}$ przy temperaturze podłoża $+5^{\circ}\text{C}$ do $+40^{\circ}\text{C}$ i przy względnej wilgotności powietrza nie przekraczającej 80%. Temperatura nawierzchni musi być zawsze powyżej punktu rosy, gdyż w przeciwnym wypadku nie uzyska się przyczepności pomiędzy podłożem a wykonywanym oznakowaniem [8].

Masa *plastirok spray* może być наносzona powłoką o grubości 5 mm do 9 mm [8].

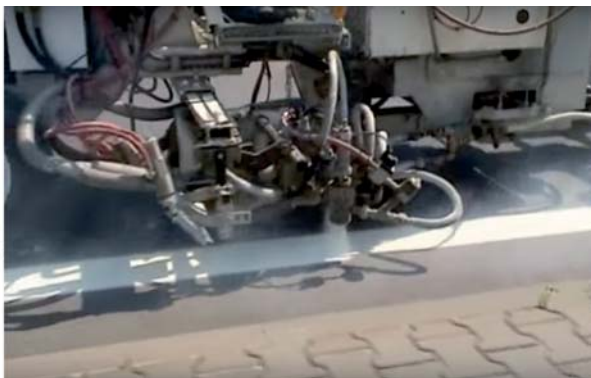
Aplikacja może następować wyłącznie przy użyciu maszyn samobieżnych odpowiednich dla systemów 98:2 i 1:1 w formie gładkiej. Przejedność uzyskuje się w czasie 20 minut od nałożenia w zależności od warunków pogodowych i właściwości podłoża [8].



Fot. 18. Specjalistyczna maszyna do renowacji oznakowania poziomego spray chemo

Masa termoplastyczna *naviplast* w postaci handlowej jest sypką masą złożoną z pigmentów, wypełniaczy, granulki żywicy oraz środków pomocniczych. Zawiera także odbłaskowe mikrokulki szklane. Do oznakowania wyrób używany jest w postaci płynnej, stopionej masy o odpowiedniej temperaturze, zapewniającej dobre związanie masy z podłożem. Masa *naviplast* występuje w kolorach białym i czerwonym. Rozkładanie stopionej masy może być ręczne przy zastosowaniu stopki ciągnionej lub mechaniczne przy użyciu maszyny samobieżnej techniką wytłaczania, wylania, natrysku lub aplikacji specjalnym urządzeniem do oznakowania strukturalnego.

Wydajność $5\text{--}7\text{ kg/m}^2$ w przypadku oznakowania w postaci linii płaskiej. Masę termoplastyczną należy nanosić na



Fot. 19. Aplikacja natryskowej masy termoplastycznej



Fot. 20. Nawierzchnia przed aplikacją natryskowej masy termoplastycznej i po aplikacji

czyste, suche nawierzchnie asfaltowe lub betonowe oczyszczone ze śladów oleju i kurzu, przy temperaturze otoczenia i nawierzchni powyżej 5°C, przy wilgotności względnej nieprzekraczającej 80% [9].

Przy wykonywaniu oznakowań w temperaturze otoczenia niższej niż 5°C, podłoże należy podgrzać. W przypadku nakładania masy na zużyte nawierzchnie mineralno-asfaltowe lub betonowe, powierzchnię należy przygotować przez zastosowanie podkładu *Naviplast Primer*, nałożonego metodą rozpylania lub ręcznie przy użyciu wałka lub szczotki. Do aplikacji wyrób jest stopiony w kotle z mieszalnikiem, w temperaturze 185–205°C. Ze względu na możliwość miejscowego przegrzania materiału zalecane są kotły z płaszczami olejowymi, zaopatrzone w system regulacji temperatury. Materiał podczas rozgrzewania nie może być poddawany temperaturze wyższej niż 210°C. Po uzyskaniu jednolitej leśnej mieszaniny, można przystąpić do nakładania masy. Przy nakładaniu masy *naviplast spray* metodą natryskową przy użyciu maszyny samobieżnej, grubość warstwy powinna wynosić powyżej 1,5 mm [9].

Odblaskowość oznakowania jest osiągana przez mechaniczne posypanie oznakowania kulkami szklanymi o uziarnieniu 125–850 μm lub 400–840 μm w ilości od 250 do 350 g/m², w sposób zapewniający ich właściwe zanurzenie w masie [9].

Należy zwrócić szczególną uwagę na utrzymanie właściwej temperatury roztopionej masy podczas wykonywania oznakowań. Istotne odstępstwa mają bardzo duży wpływ na barwę, trwałość i odblaskowość wykonanego oznakowania. Oznakowania wykonane z użyciem masy *Naviplast* odznaczają się dobrą przyczepnością do podłoża, wysoką odpornością na ścieranie i wpływ warunków atmosferycznych, a zawarte w masie kulki szklane zapewniają utrzymanie odblaskowości na stałym poziomie w dalszym okresie eksploatacji.

Uwzględniając pokaźny, zwłaszcza w Polsce, segment rynku znakowania poziomego istniejących nawierzchni o różnym stopniu zniszczenia, firma 3M opracowała technologię i materiał o wysokiej jakości i trwałości, a zarazem ekonomicznie dostosowany do realiów, potrzeb i możliwości utrzymania starych nawierzchni. W nowej technologii znakowania, ukierunkowanej na ten właśnie segment rynku, dostosowano trwałość znakowania do trwałości istniejącej, eksploatowanej nawierzchni (2 do 4 lat) z wy-



Fot. 21. Specjalistyczna maszyna do renowacji oznakowania poziomego spray termo

eliminowaniem konieczności wielokrotnego odnawiania raz nałożonego oznakowania. W konsekwencji oznacza to od 2 do 4 lat niezmienną parametrów użytkowych oznakowania.

Produkt proponowany przez tę firmę to STAMARK LPM 1200, nakłada się go w postaci natryskiwanego, ciekłego lepiszcza dwuskładnikowego, a następnie natryskiwanej na lepiszcze mieszaniny makroelementów ceramicznych, standardowych mikrokulek szklanych i ceramicznych oraz cząstek antypoślizgowych.

Nowością techniczną „ciekłego” lepiszcza jest jego chemiczny charakter wiązania ze znakowaną nawierzchnią. W przeciwieństwie do tradycyjnych technologii nie zachodzą tu zjawiska odparowywania rozpuszczalnika (farby), oddawania energii cieplnej do nawierzchni (termoplasty), bądź jej pobierania z nawierzchni (chemoplasty). Po raz pierwszy lepiszczem jest dwuskładnikowa mieszanina wypełniacza (część A) i „usieciowiacza” (część B), która po natryśnięciu na nawierzchnię ulega polimeryzacji w czasie około 4 minut, w obecności wilgoci zawartej w powietrzu. Ten właśnie sposób utwardzania lepiszcza i jego wiązania z nawierzchnią umożliwia (w przeciwieństwie do technologii tradycyjnych) znakowanie w temperaturach powietrza i nawierzchni już od +4°C.



Fot. 22. Nawierzchnia przed aplikacją natryskowej masy STAMARK LPM 1200 i po aplikacji

Nowa technologia wykonywania powłoki nośnej dla elementów odbłaskowych i cząstek antypoślizgowych jest ekologiczna (powłoka polimocznikowa) oraz wolna od wad tradycyjnych powłok, takich jak spękania, żółknięcie, szybka ścieralność lub mała odporność na poślizg w warunkach zamoczenia.

Szybka polimeryzacja powłoki pod wpływem wilgoci zawartej w powietrzu nakłada szereg wysokich wymagań techniczno-konstrukcyjnych na sprzęt przeznaczony do znakowania przy użyciu materiału STAMARK LPM 1200. Druga uwaga: składniki masy polimero-utwardzalnej, przed jej wymieszaniem w dokładnej proporcji (3:1) oraz natryśnięciem na znakowaną nawierzchnię w postaci warstwy o dokładnie określonej grubości (640–1100 μm), muszą być dokładnie odizolowane od dostępu powietrza.

Podsumowanie

Kwestia oznakowania jest jednym z całej gamy problemów związanych z utrzymaniem dróg, z czym nie radzą sobie niemal wszystkie kraje europejskie. Fundusze przeznaczane na remonty i bieżące utrzymanie dróg praktycznie wszędzie są niewystarczające. Każdy z zarządców dróg niestety musi zmagać się z wyborem – gdzie oszczędzić. Wybór materiałów do zastosowania jest ogromny, ale czym innym jest dostępność materiałów na rynku, a czym innym praktyczne ich zastosowanie. Decyzje o stosowaniu konkretnej technologii zarządca drogi podejmuje ważąc zalety danej technologii, przewidywany okres stosowania użytkowania (trwałość) oraz koszty.

Oznakowanie cienkowarstwowe – najmniej trwałe i najslabsze jakościowo, jest najtańsze, więc i najczęściej stosowane. Sprawdza się na odcinkach dróg o gorszej nawierzchni, przewidzianych do remontu lub w okresach przedzimowych (jako etap przejściowy) z perspektywą jego odnowy w trwalszej technologii. Oznakowanie grubowarstwowe chemoutwardzalne ma korzystny stosunek jakości, trwałości i kosztów. Łatwość aplikacji oraz możliwość wykonania w różnych formach powoduje, iż jest to najpowszechniej stosowany rodzaj oznakowania na remontowanych odcinkach dróg. Jeśli chodzi o oznakowanie grubowarstwowe termoplastyczne to stosunek jakości, trwałości i kosztów

porównywalny jest do oznakowania chemoutwardzalnego, ale z powodu braku możliwości aplikacji bezpośrednio na stare oznakowanie i generowanie przez to dodatkowych kosztów, jest mniej praktyczne. Taśmy prefabrykowane zapewniają najlepszą jakość, ale też mają najwyższą cenę. Ma to jednak przełożenie na bardzo długi okres trwałości tego typu oznakowania, lecz nie nadają się do odnowy oznakowania.

Niestety żadne z tych technologii nie sprawdzą się jako odnowa starego oznakowania nawierzchni jezdni. Najczęstszym wyborem renowacji istniejącego oznakowania większości zarządców dróg jest niestety oznakowanie cienkowarstwowe, którego trwałość to pół do jednego roku. Głównie ze względów na ich koszty, jak również na sporządzane specyfikacje, w których najczęściej do odnowy oznakowanie używana jest tylko taka technologia.

Nowe technologie, które zostały przedstawione, takie jak *spray chemo* lub *spray termo* są mało powszechne i ze względu na słabą ich znajomość praktycznie nie używane. Mam nadzieję, że w najbliższej przyszłości to się zmieni i będziemy bardziej zwracać uwagę nie tylko na sam koszt, ale również na wybieraną przez nas technologię.

Bibliografia

- [1] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2005 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (Dz.U. nr 220, poz. 2181 z dnia 23 grudnia 2003 r.) Załącznik nr 2
- [2] SST – Oznakowanie Poziome Dróg
- [3] Warunki Techniczne poziomego oznakowania dróg (POD-97)
- [4] Aprobata Techniczna Nr AT/2009-03-0678 „Farba rozpuszczalnikowa do poziomego oznakowania dróg.”
- [5] Aprobata Techniczna Nr AT/2010-02-2653/1 „Masa chemoutwardzalna nakładana do poziomego oznakowania dróg.”
- [6] Aprobata Techniczna Nr AT/2006-03-2019/1 „Masa termoplastyczna nakładana do poziomego oznakowania dróg.”
- [7] Aprobata Techniczna Nr AT/2009-02-2525 „Taśma odbłaskowa do stałego oznakowanie dróg.”
- [8] Aprobata Techniczna Nr AT/2014-02-3085 „Masa chemoutwardzalna natryskowa do poziomego oznakowania dróg.”
- [9] Aprobata IBDiM AT/2009-03-1664
- [10] w KNR nr AT-18 „Pionowe i poziome oznakowanie dróg w technologiach firmy 3M”^[2]
- [11] Internet

Zapraszamy do prenumerowania DROGOWNICTWA w 2018 roku

prenumerata roczna normalna 250 zł	}	(w tym 5% VAT)
cena 1 egzemplarza 21 zł		
prenumerata roczna studencka 125 zł	}	(w tym 5% VAT)
cena 1 egzemplarza 10,50 zł		

Uprzejmie informujemy Szanownych Prenumeratorów, że egzemplarze „Drogownictwa” oraz faktury będą wysyłane po przesłaniu zamówienia na adres prenumerata.drogownictwo@sitkrp.org.pl oraz po wpłaceniu należnej kwoty na nasze konto:

38 1160 2202 0000 0000 2741 3872

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP, Zarząd Krajowy
ul. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa

Redakcja