

Przede wszystkim  
oszczędność

# Rozwiązania pomiarowe TPI

Jak uzyskać wysoką dokładność przeprowadzanych prac drogowych, wykorzystując automatyczne systemy sterowania 3D? Jak pracować, aby uzyskać wysoką efektywność wykonywanych prac? Odpowiedzi na te pytania znajdzie Państwo w poniższym artykule.



Fot. Topcon

Stosując klasyczne metody niwelacji można uzyskać zadowalającą dokładność, jednak trzeba mieć na uwadze ich czasochłonność oraz ilość zaangażowanych zasobów ludzkich. Istotnym problemem przy zastosowaniu klasycznych metod przy budowie obiektów drogowych są np. przestoje maszyn budowlanych związane z wyznaczaniem odpowiednich punktów odniesienia (repery, szpilki, linki) oraz koniecznością częstego odnawiania tych znaków.

Bywają też sytuacje, gdy – używając metod klasycznych – uzyskuje się niskie dokładności poszczególnych warstw konstrukcyjnych drogi. Wiąże się to z podwyższeniem kosztów zu-

żywanych materiałów i wydłużeniem czasu realizacji.

Firma Topcon, dzięki technologii mmGPS (łączącej centymetrową dokładność GPS w poziomie z milimetrową dokładnością wiązki lasera w pionie), rozwiązała ten problem z korzyścią tak dla firm budowlanych jak i geodezyjnych. Firma budowlana zyskuje czas i wyższą wydajność pracy maszyn, natomiast firma geodezyjna może zaoferować nową usługę – opracowanie projektu cyfrowego (DTM). Zastosowanie systemu Topcon mmGPS do kontroli pracy równiarki, pozwala na wykonywanie poszczególnych warstw drogi nie tylko szybko, ale także z milimetrową dokładnością.

Budowa drogi polega na przygotowaniu odpowiedniej podbudowy zgodnie z założeniami projektowymi. Niezmiernie ważne jest uzyskanie odpowiednich grubości każdej warstwy. Na tym etapie każda niedokładność generuje koszty, za które inwestor na pewno nie zapłaci. Dysponując systemem automatycznej niwelacji Topcon mmGPS uzyskujemy możliwość przygotowania każdej z warstw z maksymalną dokładnością, a co za tym idzie – oszczędzamy!

Podczas budowy drogi układanych jest kilka frakcji. Na początku jest to zgrubne przygotowanie terenu, następnie przychodzą frakcje piaskowo-żwirowe, na końcu frakcja bitumiczna – asfalt. W przypadku bardzo dużych odcinków, jak np. droga, jeżeli płaszczyzny poszczególnych frakcji nie są dokładnie zniwelowane, dużo materiału przy nałożeniu kolejnej frakcji zużywa się na zniwelowanie nierówności. Im dokładniej powierzchnia jest przygotowana, tym mniej frakcji zostanie zużytych. W przypadku dużych powierzchni lub budowy drogi jest to zużycie nawet kilkudziesięciu wywrotek żwiru mniej na odcinku 1 km drogi. Dotyczy to zarówno materiału, transportu, jak i kosztów rozłożenia. W przypadku dużych powierzchni – oszczędności są duże. Podczas pracy równiarką dokładność kontroli prowadzenia lemiesza ma tym większe znaczenie, im większe odcinki realizujemy.

Z milimetrową  
dokładnością

Technologia Topcon 3D mmGPS łączy pomiar metodą GPS, o dokładności  $\pm 2$  cm w poziomie i  $\pm 3$  cm w pionie, z technologią laserową, która pozwala określić położenie punktu w pionie z dokładnością rzędu  $\pm 3$  mm. W praktyce budowlanej (uwzględniając specyfikę pracy systemu na maszynie) możemy mówić o dokładności kontroli wysokości na poziomie  $\pm 7$  mm – z taką dokładnością może być np. kontrolowana wysokość po-

łożenia lemiesza równiarki. W technologii mmGPS pozycja elementu roboczego ustalana jest za pomocą systemu pomiarowego GPS (dokładność ok.  $\pm 2$  cm w poziomie), zaś jego wysokość za pomocą systemu laserowego (dokładność  $\pm 7$  mm w pionie). Podana dokładność jest dokładnością nominalną prowadzenia elementu roboczego (np. lemiesza równiarki lub spycharki, czy stołu rozścielacza). W praktyce dokładność wyrównania powierzchni zależy też od innych czynników, takich jak np. rodzaj rozprządzanego materiału i jego jednorodność.



Równiarka z zainstalowanym systemem 3D mmGPS firmy Topcon

Fot. Topcon

zarówno na oszczędność materiałów, jak i na szybkość pracy (szybkość poruszania się równiarki, ilość przejazdów), technologia mmGPS jest obecnie najbardziej dokładna i najkorzystniejsza do zastosowania na równiarce – pozwala pracować zarówno z najwyższą dokładnością oraz największą szybkością.

W jaki sposób dokładność prowadzenia lemiesza wpływa na oszczędność prac? Jeśli porównać technologię mmGPS i GPS RTK, to łatwo policzyć maksymalną grubość warstwy, której nie można kontrolować:

- mmGPS –  $2 \times 0,7 \text{ cm} = 1,4 \text{ cm}$ ,
- GPS RTK –  $2 \times 3 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$ .



Praca na podstawie projektu cyfrowego pozwala realizować dokładnie niemal dowolne płaszczyzny. Równiarka z systemem 3D mmGPS niweluje skarpe

Fot. Topcon

Licząc dalej:  $6 \text{ cm} - 1,4 \text{ cm} = 4,6 \text{ cm}$  – taka jest maks. grubość warstwy frakcji, która jest „stracona” w porównaniu z mmGPS z powodu niedokładności pomiaru. Jeśli teraz przemnoży się tę wartość przez powierzchnię drogi, można wyobrazić sobie oszczędności uzyskane dzięki zwiększeniu dokładności pomiaru wysokości położenia lemiesza za pomocą systemu mmGPS.

Warto zwrócić uwagę, że szczególnie istotne jest dokładne ułożenie ostatnich frakcji zwirowych podbudowy drogi, ponieważ dzięki dokładności ich ułożenia oszczędza się masę bitumiczną, która nie musi wypełniać słabo zniwelowanej podbudowy. Ze względu na znacznie wyższą cenę asfaltu oszczędność może być większa niż w przypadku żwiru.

Nie bez znaczenia jest fakt, że praca systemem Topcon mmGPS pozwala pracować równiarką bezpośrednio na podstawie projektu cyfrowego.

## Poprawnie i dokładnie

Przy budowie drogi najlepiej jest, gdy wszystkie warstwy są równomiernie położone, a wszystkie frakcje są równe, ponieważ wtedy idealnie ze sobą współpracują i jednakowo się zużywają na całej długości.

Jeżeli jedna frakcja ma na pewnym odcinku np. 10 cm grubości, a na innym dużo mniej, wówczas frakcje sąsiadujące nie pracują równomiernie. Jakkolwiek trudno to bezpośrednio udowodnić, to takie nierównomierności wpływają na eksploatację drogi i mogą decydować np. o szybszym zużyciu się drogi i konieczności wcześniejszych remontów niektórych odcinków.

Dlatego dąży się do tego, aby wszystkie prace ziemne były wykonywane z wysoką dokładnością – z jednej strony wpływa to na oszczędność, z drugiej na jednolitość zużycia drogi. Ponieważ wykonawca zawsze daje gwarancję na jakość wykonanych prac, znacznie bardziej opłaca się przygotować wszystkie elementy poprawnie i dokładnie, niż później naprawiać drogę w ramach rękojmi lub gwarancji.

## Dokładniej w pionie

System Topcon mmGPS nie jest jedynym rozwiązaniem podnoszącym dokładność prowadzenia lemiesza. Jednak technologia ta jest najbardziej dokładna spośród obecnie dostępnych rozwiązań, a w dodatku najlepiej nadaje się do sterowania pracą równiarki, która – co ważne – wyrównuje powierzchnię z relatywnie dużą prędkością. Alternatywne rozwiązania, takie jak np. system LPS, w którym do sterowania używany jest tachimetr zmotoryzowany, pozwalają uzyskać wysoką dokładność przy wolniej poruszających się maszynach (takich jak np. rozścielacz asfaltu).

Gdyby porównać dokładność (w pionie) różnych systemów na równiarkę (praktycznie, uwzględniając specyfikę pracy 3D i maszyny), powinno się przyjąć dla mmGPS (w poziomie GPS RTK, w pionie laser)  $\pm 0,7 \text{ cm}$ , dla LPS (tachimetr zmotoryzowany + pryzmat na maszynie)  $\pm 1,5 \text{ cm}$ , a dla GPS RTK  $\pm 3,0 \text{ cm}$ .

Ponieważ dokładność kontroli prowadzenia lemiesza ma największy wpływ

### Przykładowe wyliczenie oszczędności

Ile możemy zaoszczędzić tylko na odcinku drogi o długości 1 km i szerokości 12 m? Różnica kontrolowanej wysokości/grubości warstwy dla „naszego” odcinka drogi – 4,6 cm. Przy długości odcinka 1 km daje to 552 m<sup>3</sup> żwiru ( $0,046 \text{ m} \times 12 \text{ m} \times 1000 \text{ m} = 552 \text{ m}^3$  żwiru). Przyjmujemy cenę detaliczną żwiru (z wliczonym już kosztem transportu) 88 zł netto/t (ok. 154 zł/m<sup>3</sup>).

Czyli na odcinku 1 km można zaoszczędzić materiał o wartości:  $552 \text{ m}^3 \times 154 \text{ zł/m}^3 = 85008 \text{ zł}$ . Masa „zaoszczędzonego” żwiru to 966 t.

Przeliczmy to na ilość ciężarówek „zaoszczędzonego” żwiru:  $966 \text{ t} / 25 \text{ t} = 38,64$  czyli ponad 38 załadowanych do pełna 25-tonowych pojazdów.

To dość pobieżne, ale miarodajne wyliczenie oszczędności odnosi się do bezpośredniego przeliczenia objętości zużytego materiału bez uwzględnienia współczynnika zagęszczenia.