



Artykuł promocyjny

## VAST-Navigator – skanowanie trzeciej generacji

Ponieważ wciąż rosną wymagania dotyczące wzrostu wydajności przy jednoczesnym zachowaniu najwyższej dokładności, w Carl Zeiss dokonano zasadniczego postępu w technologii skanowania. VAST-Navigator – dzięki nowej metodzie pomiaru – oferuje operatorowi większą niezawodność i dokładność wyników pomiarów. Dzięki możliwości równomiernej i harmonicznej nawigacji po cyklu pomiaru zapewniona jest znacząca oszczędność czasu.

Już od 1974 r. firma Carl Zeiss stosuje skanowanie w współrzędnościowej technice pomiarowej. Początkowo był on wykorzystywany prawie wyłącznie do badań analitycznych w precyzyjnych laboratoriach pomiarowych. Od czasu wprowadzenia głowic VAST w 1995 r. wzrasta systematycznie zastosowanie skanowania, który staje się już standardem w technice pomiarów przemysłowych. Zalety skanowania są oczywiste: zdecydowanie więcej punktów pomiarowych uzyskanych w krótszym czasie pozwala na ocenę także odchyłek kształtu i położenia oraz funkcjonalną analizę elementów.



Rys. 1. Innowacje skaningowe w Carl Zeiss

Im bliżej bezpośredniej produkcji skanowanie jest stosowane, tym bardziej istotny staje się czynnik czasu pomiaru, a więc prędkość skanowania.

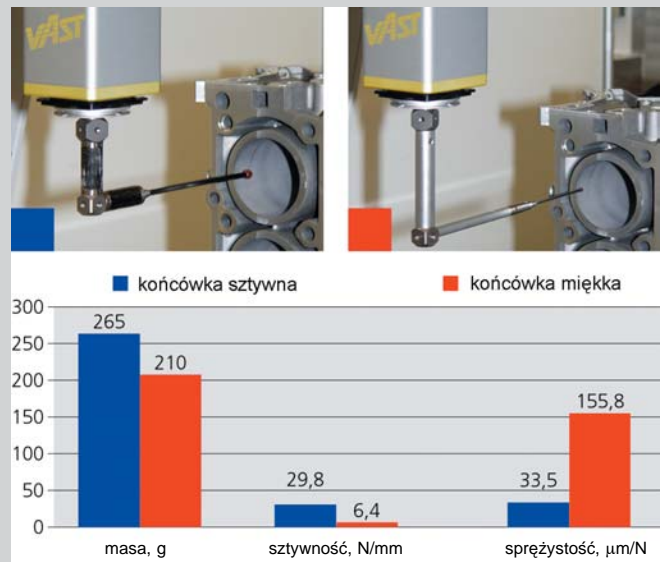
Kalibracja tensorowa zastosowana po raz pierwszy w 1995 r. wraz z głowicą VAST umożliwiła realizowanie dokładnego skanowania bez konieczności dokonywania pracochłonnej kalibracji dodatkowej na wzorcu pierścieniowym. Osiągane prędkości skanowania są w znacznym stopniu uzależnione od mechanicznej sztywności stosowanych końcówek pomiarowych. Zalety VAST-Navigатора uwiadcniają się najlepiej w doświadczeniach użytkowników.

### Sztywność i dynamika głowicy

Prędkość skanowania jest uzależniona w głównej mierze od zastosowanego układu końcówki pomiarowej.

O ile przedstawiony na rys. 2 otwór cylindryczny może być skanowany końcówką pomiarową A z prędkością ok. 20 mm/s, o tyle w przypadku końcówki B zwiększone odchyłki występują już przy prędkościach powyżej 10 mm/s.

Dynamika jest wprost proporcjonalna do sztywności; po przemontowaniu końcówki, np. przez doda-



Rys. 2. Porównanie charakterystyk końcówek

nie przedłużacza, mogą wystąpić błędy pomiarowe. VAST-Navigator eliminuje konieczność dobierania właściwej prędkości skanowania do aktualnego zadania pomiarowego.

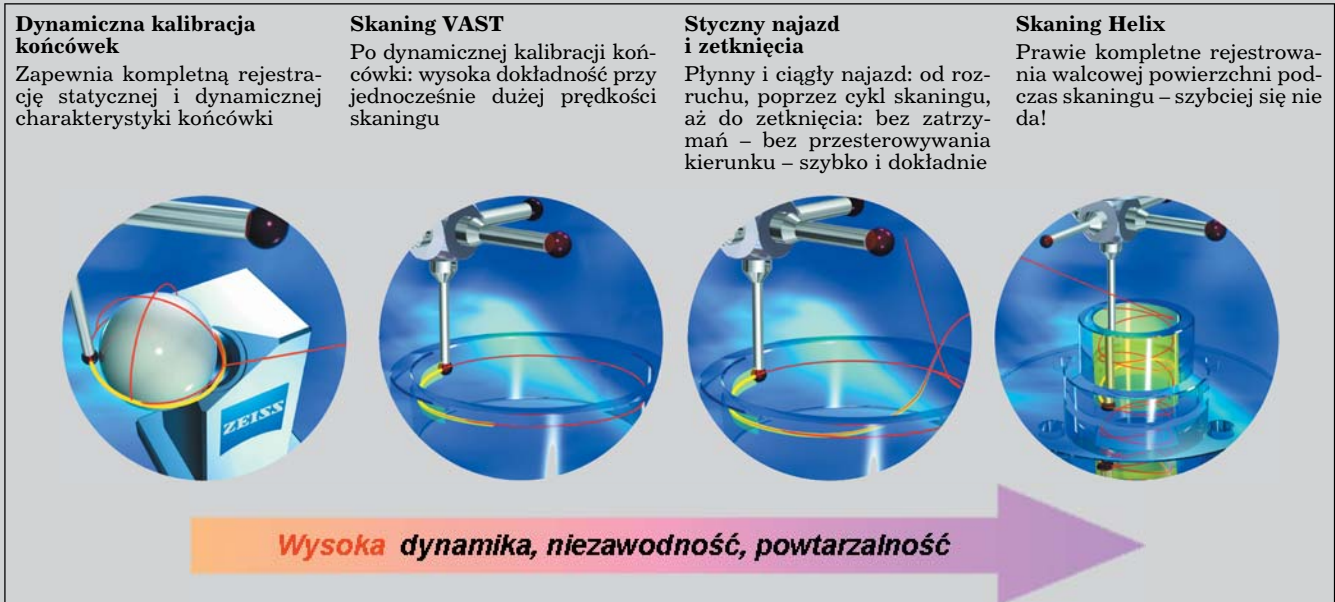
### Klasyczna kalibracja na wzorcu

W przypadku skanowania drugiej generacji, wysokie dokładności i duże prędkości uzyskiwano jedynie w efekcie kalibracji na wzorcu. Wzorec, lub część wzorcowa (*master*), był skanowany wybraną końcówką raz powoli, a raz szybko. Uzyskane w ten sposób dane były wykorzystywane do odpowiednich korekcyjnych. Niestety, dane te zachowywały ważność tylko dla określonej średnicy, przy określonej prędkości i w określonym miejscu przestrzeni pomiarowej maszyny współrzędnościowej. W przypadku stosowania do kalibracji części wzorcowej, mierzone są jedynie odchyłki względem tej części; nie są to rzeczywiste odchyłki bezwzględne.

### Kalibracja dynamiczna

Aby uniknąć stosowania wzorców lub części wzorcowych, VAST-Navigator wykorzystuje kalibrację dynamiczną na kuli kalibracyjnej. Bezpośrednio po kalibracji tensorowej wykonywany jest skanowanie tej kuli we wszystkich 3 płaszczyznach, raz z prędkością 5 mm/s, drugi raz z prędkością 50 mm/s.

Wyznaczone przy tym dynamiczne parametry sprężystego ugięcia trzpienia końcówki pomiarowej są zapamiętywane razem z danymi geometrycznymi



Rys. 3. Przegląd modułów VAST-Navigatora

końcówki. W zależności od odchyłek części wzorcowej oraz usytuowania w przestrzeni pomiarowej maszyny współrzędnościowej można teraz dokonywać pomiarów bezwzględnych.

Stosując końcówki pomiarowe kalibrowane dynamicznie, można uzyskać nawet trzykrotnie większe prędkości skaningu.

#### Inteligentne asysty

Oczywiste jest, że VAST-Navigator nie może funkcjonować wbrew prawom fizyki. Im cięższa i mniej sztywna końcówka pomiarowa, tym większy będzie błąd pomiaru przy zwiększaniu prędkości skaningu. Dlatego też inteligentne asysty programowe przejmują zadanie doboru prędkości skaningu, tzn. VAST-Navigator automatycznie wyznacza optymalne prędkości w zależności od charakterystyki współrzędnościowej maszyny pomiarowej, stosowanych końcówek pomiarowych oraz wyznaczonej cechy obiektu mierzonego. Stanowi to zaletę, istotną przede wszystkim przy programowaniu na modelach CAD wykonywanych poza maszyną pomiarową. W momencie programowania końcówka najczęściej jeszcze nie jest zmontowana. Dlatego też nawet doświadczeni użytkownicy mają trudności z ustaleniem prawidłowej prędkości skaningu. Problem ten znika zupełnie w przypadku VAST-Navigatora: użytkownik zadaje tylko cechy kontrolowane i tolerancje. Potem, podczas pomiaru na maszynie współrzędnościowej, inteligentna asysta przejmuje już zadanie doboru optymalnej prędkości.

#### Styczny najazd

Kinematyka stycznego najazdu umożliwia osiągnięcie ciągłego i płynnego przejścia od pomocniczego objazdu fragmentów obiektu mierzonego, do właściwego zetknięcia pomiarowego – bez konieczności zatrzymywania i przesterowywania kierunku (co ma miejsce w przypadku metody klasycznej). Można to porównać z miękkim i ukierunkowanym posadawieniem samolotu podczas lądowania.

#### Skaning Helix i „zaokrąglenie” objazdów

Są to dwie kolejne właściwości VAST-Navigatora. Sterowanie objazdu fragmentów obiektu mierzonego po łuku pozwala unikać szarpnięć przy ruszaniu i wyhamowywaniu podczas przemieszczeń między punktami

#### Styczny najazd i zetknięcia

Płynny i ciągły najazd: od rozruchu, poprzez cykl skaningu, aż do zetknięcia: bez zatrzymań – bez przesterowywania kierunku – szybko i dokładnie

#### Skaning Helix

Prawie kompletne rejestrowanie walcowej powierzchni podczas skaningu – szybciej się nie da!

pośrednimi, co w istotny sposób redukuje mechaniczne obciążenie maszyny współrzędnościowej.

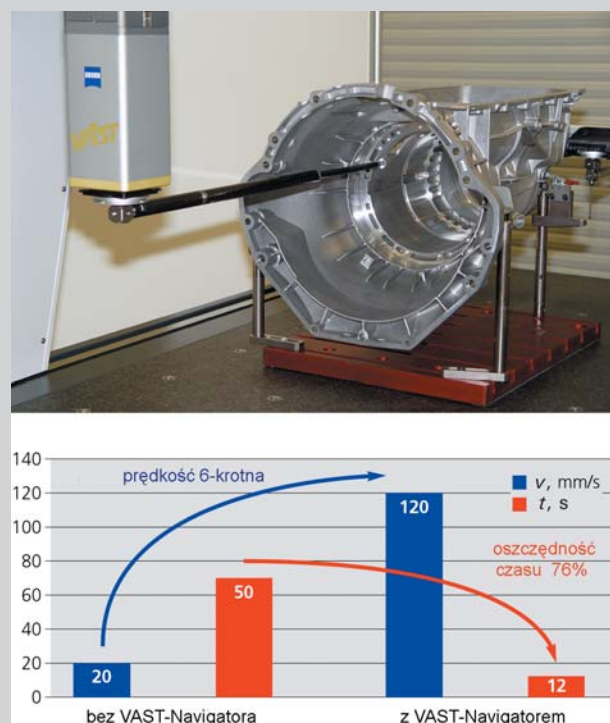
Przy skaningu Helix otwór jest rejestrowany jednym ciągiem na całej jego długości.

Za pomocą pomiaru walca, za pośrednictwem linii śrubowej Helix, można – analogicznie do kontroli sprawdzianem – oceniać cały obszar elementu (np. przy pomiarach do oceny funkcjonalności).

#### Pomiar korpusu przekładni z dużą dynamiką

Przy pomiarze korpusów przekładni często istnieje potrzeba stosowania długich końcówek pomiarowych. W tym przykładzie średnica 243 mm jest mierzona końcówką pomiarową o długości 680 mm.

Rys. 4 ilustruje zależność pomiędzy czasem pomiaru a prędkością skaningu.



Rys. 4. Wzrost wydajności na przykładzie pomiaru korpusu przekładni

Idealna byłaby tu prędkość ok. 120 mm/s, ponieważ przy wyższych prędkościach czas pomiaru maleje tylko nieznacznie.

#### Bez VAST-Navigatora:

Błąd średnicy spowodowany dynamicznym ugięciem końcówki jest uzależniony od prędkości skaningu. Przy znacznej prędkości (do 120 mm/s) błąd pomiaru średnicy sięga 0,1 mm, co przy tego rodzaju częściach mierzonych jest niedopuszczalne.

W celu osiągnięcia zadowalającej dokładności możliwe jest stosowanie prędkości ok. 20 mm/s. Czas pomiaru wydłuża się jednak wtedy z 12 do 50 s.

#### Z VAST-Navigatorem:

Nawet przy dużych prędkościach skaningu błąd pomiaru średnicy mieści się w możliwym do zaakceptowania przedziale ok. 1  $\mu$ m.

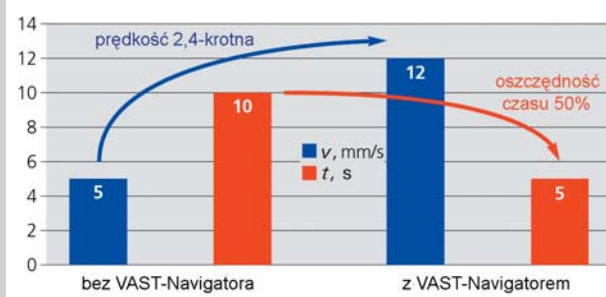
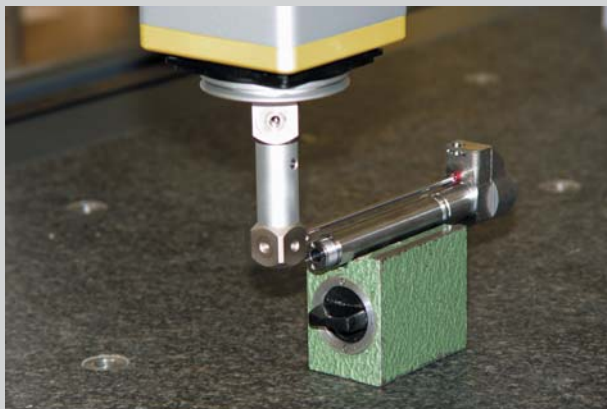
Można więc zredukować czas pomiaru o ok. 75%.

#### Pomiar dyszy wtryskowej

W przypadku dysz wtryskiwaczy istnieje potrzeba pomiarów stosunkowo wąskich, ale długich otworów. Stosowane do tego końcówki pomiarowe mają długość do 130 mm przy średnicy trzpienia 3 mm.

Przy pomiarze otworu o średnicy 6,3 mm bez VAST-Navigatora uzyskuje się jeszcze całkiem dobre wyniki przy prędkości skaningu 5 mm/s. Za pomocą VAST-Navigatora można tę prędkość zwiększyć do 12 mm/s, co skraca czas pomiaru z 10 do 5 s (tzn. o połowę).

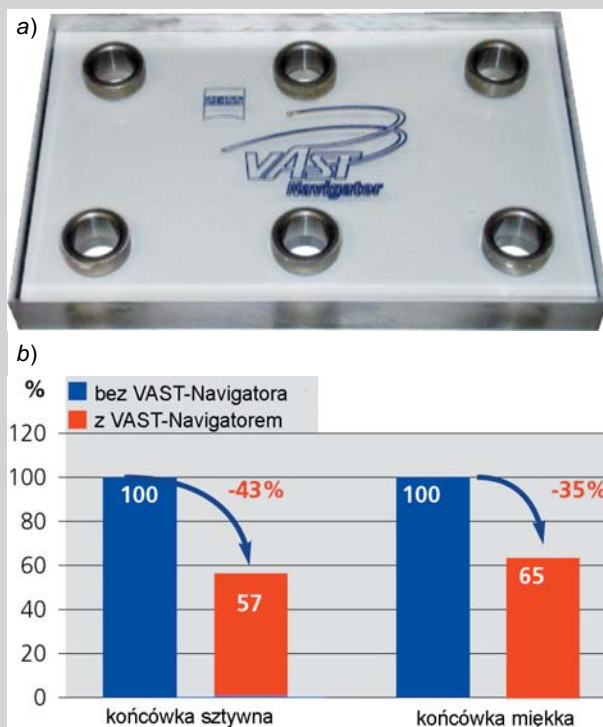
Zwiększa się przy tym dokładność. Skutki „miękości” końcówki pomiarowej są rejestrowane podczas kalibracji dynamicznej i dzięki temu eliminowane przy późniejszych pomiarach.



Rys. 5. Wzrost wydajności na dyszy wtryskowej

#### Płyta wzorcowa

Aby zademonstrować korzyści wynikające ze zwiększonej wydajności VAST-Navigatora firma Carl Zeiss opracowała odpowiedni sprawdzian użytkowy.



Rys. 6. Płyta wzorcowa (a); wzrost wydajności skaningu przy zastosowaniu VAST-Navigatora (b)

#### Odniesieniowe zadanie pomiarowe:

- płyta z otworami  $\varnothing 25$  mm,
- pomiar  $2 \times 6$  otworów bez orientowania części,
- pomiar 2 różnymi końcówkami.

Na płycie wzorcowej można demonstrować oszczędność czasu pomiaru, dynamikę i dokładność pomiarów.

Przy tym zadaniu pomiarowym porównywanie oddziaływania różnych konfiguracji końcówek nie stanowi żadnego problemu.

Typowe oszczędności czasu pomiaru wynoszą nawet 43% – w zależności od długości i konstrukcji końcówek.



#### Carl Zeiss Sp. z o.o. Segment Industrielle Messtechnik

ul. św. Andrzeja Boboli 8/4  
02-525 Warszawa  
tel. (22) 881 02 49, 881 02 50  
fax (22) 848 23 53  
e-mail: imt@zeiss.pl  
www.zeiss.pl www.zeiss.de/imt