

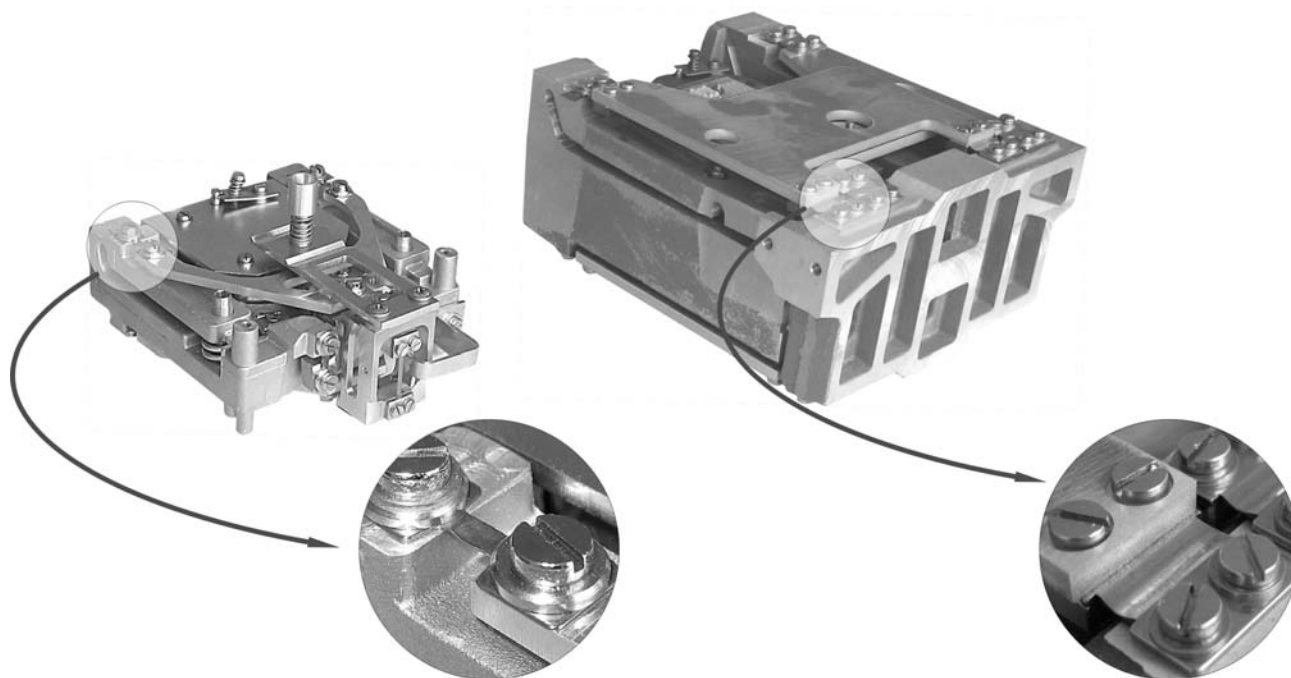
# SYSTEM KOMPAKTOWY RADWAG JAKO ALTERNATYWA DLA MONOBLOKÓW

## Porównanie mechanicznych rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych obecnie przez wiodących producentów wag o wysokiej rozdzielczości

Konstrukcje mechaniczne wag o wysokiej rozdzielczości można podzielić na:

- a) tradycyjne
- b) monobloki
- c) systemy kompaktowe

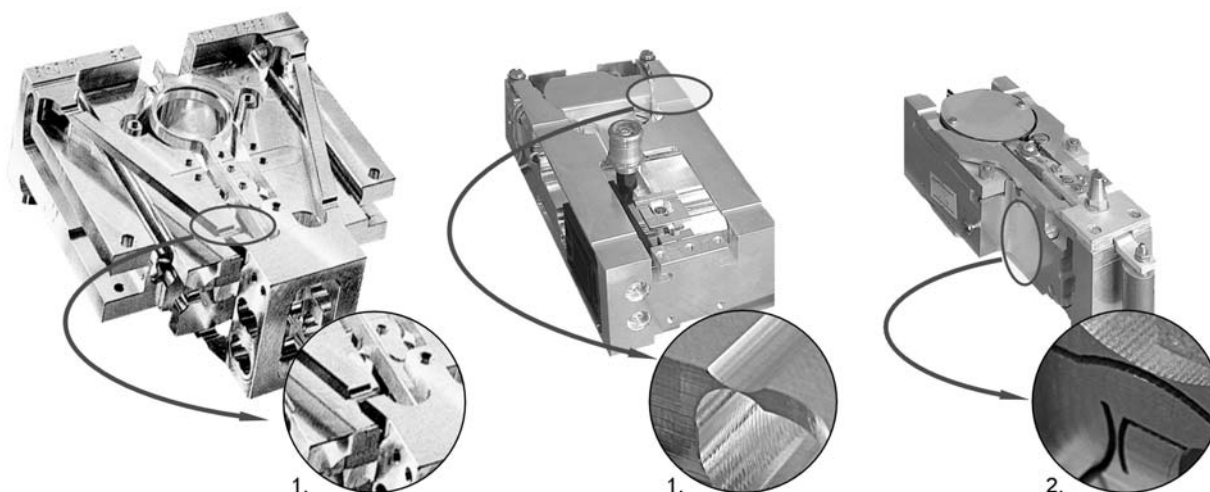
Konstrukcje tradycyjne były i są produkowane od około 20 lat i pozwoliły na wypracowanie schematu kinematycznego, który pozostał w tej klasie niezmienny do dziś. Oferowane obecnie konstrukcje wag z tzw. monobloków pracują zgodnie ze starym schematem kinematycznym. Nazwa konstrukcji tradycyjnej przyjęła się dla wag posiadających specyficzną budowę elementów łożyskujących, których rolę pełnią zespoły elementów sprężystych (wykonane ze stali lub brązu) tzw. Zawieszki, mocowane najczęściej poprzez elementy śrubowe do aluminiowych dźwigni tzw. wahaczy. Przykłady takich konstrukcji pokazane są na zdjęciach mechanizmów produkowanych w Radwagu.



### Konstrukcje monobloków

Głównym powodem poszukiwania przez firmy europejskie, nowych rozwiązań i przeznaczenia na nie dużych środków finansowych było dążenie do zastąpienia rosnących kosztów pracy ludzi montujących zespoły dźwigniowe, przez tańszą pracę szybszych i bardziej wydajnych maszyn.

Pierwsze oferowane na rynku monobloki cechowały znaczne błędy (histereza, błędy temperaturowe), dopiero po wielu latach prac i wprowadzeniu do ich produkcji drogiej i precyzyjnych obrabiarek można było zbliżyć się do uzyskania rozdzielczości 1 – 2 mln działek. Do dziś jednak w profesjonalnych rozwiązaniach niektórzy producenci nadal stosują system tradycyjnych zawieszek. Przykłady sprzedawanych konstrukcji monobloków przedstawione są na zdjęciach.



1. Przykład monobloku wykonanego technologią frezowania.  
2. Przykład monobloku wykonanego technologią wycinania struną.

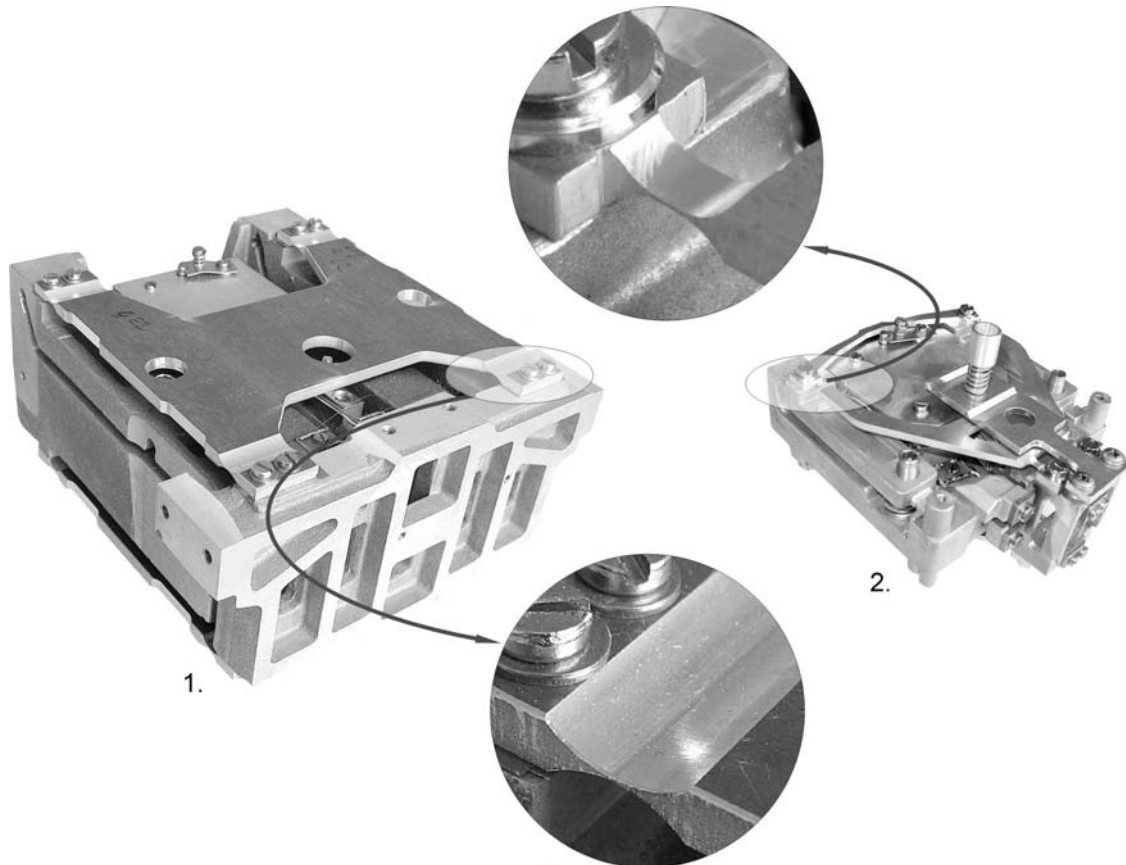
### Konstrukcje systemów kompaktowych

Wieloletnie doświadczenia Radwagu w produkcji wag o wysokich rozdzielczościach (max 30 mln. działek), analiza efektów pracy konkurencji oraz wyniki własnych prac badawczo-rozwojowych zaowocowały stworzeniem nowego kompromisowego rozwiązania w zakresie konstrukcji mechanizmu pomiarowego wag o wysokiej rozdzielczości o nazwie – **system kompaktowy**. Pierwsze próby takich rozwiązań rozpoczęto już przed kilkoma latami, lecz dopiero pełne dopracowanie technologii i konstrukcji pozwoliło ten system zastosować w większości wag Radwagu.

Istotą rozwiązania systemu kompaktowego jest rozdzielenie zespołów wymagających precyzji w ich wykonaniu oraz montażu, od zespołu korpusu mechanizmu, w którym istotne są jedynie niektóre powierzchnie bazowe możliwe do szybkiego wykonania technologią frezowania na maszynach NC. technologii tradycyjnej, w systemie kompaktowym, pozostały dwa elementy: - *ciągno* łączące zespół dźwigni pomiarowej z zespołem równoległoboku i *łożyska dźwigni* pomiarowej. Elementy te mają decydujący wpływ na błędy wskazań wag takie jak; liniowość, histereza, błędy powrotu do zera i stosowanie do ich wykonania specjalnych materiałów (stal nierdzewna brąz berylowy) niewątpliwie poprawia ich jakość i odporność na przeciążenia.

Takie rozwiązanie eliminuje zasadnicze problemy związane z jakością i powtarzalnością elementów używanych do budowy tradycyjnych mechanizmów wagi, obniżając jednocześnie koszty ich wykonania oraz podnosząc ich jakość. Nasuwa się tu praktyczne porównanie budowy mechanicznej wagi do innych rozwiązań stosowanych w budowie maszyn np. silnika spalinowego stosowanego w samochodach.

## Przykłady wykonania systemów kompaktowych w produktach Radwag:



Przykład systemu kompaktowego: 1 - waga APP; 2 – waga AS

Uzyskane w Radwagu efekty po ich wdrożeniu w wagach: analitycznych typu AS z rozdzielczością 3 mln. działek (przy  $d=0,1\text{mg}$ ) oraz wag precyzyjnych APP dla 800 tys. działek (przy  $d=0,01\text{g}$ ) w pełni potwierdziły celowość wybranego kierunku rozwoju. Uzyskano tą samą jakość, co w monoblokach, lecz przy mniejszych nakładach na ich wdrożenie a co najważniejsze przy niższych kosztach produkcji.

### Serwis monobloków i systemów kompaktowych

Dodatkową zaletą oferowanego obecnie przez Radwag rozwiązania jest sposób rozwiązywania problemów serwisowych. Uszkodzenia w wyniku przeciążenia wagi, udaru transportowego lub działania agresywnego środowiska ważonego w przypadku monobloku wymaga praktycznie wymiany całej wagi, gdyż serwis sprowadza się do zamontowania zupełnie nowego mechanizmu.

Dla wersji z systemem kompaktowym serwis jest znacznie prostszy niż przy mechanizmie tradycyjnym, gdyż wymieniamy jest kompletny podzespół dźwigni a wymiana odbywa się bez naruszenia struktury układu ważącego tj. siłownika i przetwornika A/C, współczynniki temperaturowe wagi pozostają, zatem bez zmian. Konieczna jest jedynie regulacja niecentryczności i korekcja liniowości. Koszt pojedynczej dźwigni jest oczywiście wielokrotnie niższy od całego kompletnego mechanizmu monobloku, co odzwierciedla się w cenie i usłudze serwisowej.

Nie bez znaczenia jest również aspekt ekologiczny. Podczas produkcji monobloku zużywa się znacznie więcej materiału wyjściowego przetwarzanego podczas obróbki na wióry podlegające utylizacji, szczególnie dla starszych rozwiązań monobloków. Znacznie mniej odpadów występuje w przypadku technologii odlewniczych, które dominują w systemie kompaktowym.

## Porównanie cech użytkowych różnych typów mechanizmów

Opis parametru		Ocena konstrukcji względem mechanizmu tradycyjnego	
		monoblok	System kompaktowy
Statyczne błędy ważenia (histereza, liniowość)	Ze względu na lepsze współczynniki wytrzymałościowe elementów łożysk sprężystych (zawieszek) dla poprawnie zmontowanego mechanizmu tradycyjnego można osiągnąć mniejsze błędy niż w monoblokach	-	+/-
Błędy temperaturowe (statyczne i dynamiczne)	Błędy temperaturowe statyczne są całkowicie kompensowane przez układy elektroniczne i ich udział można pominąć. Błędy dynamiczne zależą od poprawności rozwiązań poszczególnych konstrukcji mechanicznych i elektronicznych a ich wielkości nie można wiązać tylko i wyłącznie z typem mechanizmu tradycyjnego, monobloku czy kompaktowego	+/-	+/-
Czas ważenia	Czas ważenia zależy głównie od zastosowanych rozwiązań elektronicznych. Dla wag elektromagnetycznych czas ważenia w niewielkim stopniu zależy od mas elementów układu ważącego, który podczas ważenia nie przemieszcza się, co wynika z zasady pracy stosowanego systemu pomiaru masy.	+/-	+/-
Odporność na udary transportowe i przeciążenia	Teoretycznie lepsza wytrzymałość zawieszek powinna preferować wagi z mechanizmem tradycyjnym, lecz rozbudowane i stosowane powszechnie we wszystkich wykonaniach mechanizmów, dodatkowe elementy zabezpieczające, decydują o odporności danej wagi na udary i transport.	+/-	+/-
Pracochłonność montażu	Ze względu na ilość części i konieczność ich precyzyjnego montażu, czas montażu monobloku jest najkrótszy, czas montażu mechanizmu tradycyjnego jest najdłuższy a czas montażu systemu kompaktowego jest pośredni	+	+/-
Pracochłonność wykonania części	Generalnie koszt wykonania monobloku w porównaniu z mechanizmem tradycyjnym jest bardzo wysoki, ze względu na bardzo wysokie koszty eksploatacji drogich obrabiarek przeznaczonych od bardzo szybkiej i precyzyjnej obróbki metalu. W systemach kompaktowych w porównaniu do monobloków, precyzyjnej obróbce skrawaniem podlega mniej elementów, a korpus mechanizmu wykonywany jest jako odlew z aluminium w którym obróbce podlega jedynie jego niewielka część tzw. napki.	-	+/-
Koszty produkcji mechanizmu	Koszt produkcji jest sumą kosztów wykonania części i kosztów montażu. Przy wysokich kosztach pracy ręcznej, obszar starej UE, uzasadnione jest zastąpienie jej pracą maszyn (monobloki). Jednakże w ostatecznym bilansie, produkcja rozwiązania kompromisowego (system kompaktowy gwarantujący wysoką jakość wag) w realiach polskich płac jest najkorzystniejsza. Potwierdzają to ceny wag oferowanych na rynku..	+/-	+/-
Serwis	Koszty serwisu elementów mechanicznych są zdecydowanie najniższe dla systemów kompaktowych. Wymiana kompletu wahaczy jest szybka, nie wymaga specjalistycznych przyrządów ani nie pociąga za sobą konieczności korekty współczynników temperaturowych. W przypadku monobloków cały uszkodzony monoblok trzeba wymienić na nowy co jest proste dla serwisu, bardzo kosztowne dla klienta.	-	+
Zużycie materiałów i energii (ekologia)	Podczas produkcji monobloków szczególnie starszych wersji zużywa się znacznie więcej materiałów wyjściowych podlegających obróbce skrawaniem a dla nowszych wersji więcej energii na obróbkę w przypadku stosowania wypalania kształtu struną.	-	+

Wnioski:

1. W wyniku prowadzonych od ok. 30 lat prac nad modernizacją mechanizmów wag laboratoryjnych (głównie wag elektromagnetycznych) powstały różne koncepcje rozwiązań zastępujących mechanizmy tradycyjne. Głównym powodem wprowadzenia zmian była chęć obniżenia rosnących w Europie kosztów produkcji wag przy rosnących kosztach płac. Powodem bardzo długiego czasu oczekiwania na pozytywny efekt były kłopoty z jakością monobloków w porównaniu do rozwiązań tradycyjnych.
2. Wagi wyposażone w monobloki czy też systemy kompaktowe nie są z zasady lepsze lub gorsze od mechanizmów tradycyjnych. Wagi z monoblokami miały być z zasady tańsze, lecz nie znajduje to odzwierciedlenia w ich cenach rynkowych.
3. Koncepcja systemu kompaktowego wprowadzonego przez Radwag jest rozwiązaniem kompromisowym ograniczającym precyzyjną i drogą pracę montera nie zwiększając w istotny sposób kosztów produkcji części, co umożliwia konkurencję jakością i ceną swoich produktów.
4. Serwisowanie systemu kompaktowego RADWAG jest nieporównywalnie tańsze i szybsze od serwisu monobloku. Ma to istotne znaczenie dla tzw. „after sale service” kosztów klienta.
5. Wagi o bardzo wysokich rozdzielczościach: mikrowagi z  $d=1\mu\text{g}$ ;  $d=0,1\mu\text{g}$ ; czy też wagi analityczne z  $d=0,01\text{mg}$  są produkowane przez większość producentów w oparciu o mechanizmy tradycyjne, co burzy sztuczny wizerunek monobloku na rynku jako jak dokładniejszego i najstabilniejszego systemu ważącego.

Witold Lewandowski  
Dyrektor RADWAG

