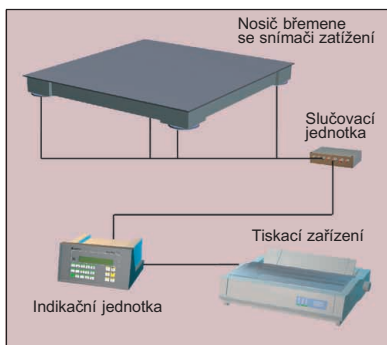


Diskontinuální váhy



Obr. 8 Příklad uspořádání diskontinuální váhy

Spolehlivost a přesnost diskontinuální váhy vychází již z elementárních stavebních prvků, z nichž je tato elektromechanická váha sestavena. Příklad typického uspořádání diskontinuální váhy je znázorněn na **obr. 8**. Podle typu aplikace nabývají jednotlivé prvky váhy různých forem a funkcí, ale principiálně lze definovat charakteristické uspořádání následovně:

Obr. 9 Mostová váha pro silniční vozidla



a) Vážený předmět je umístěn na **nosiči břemene**, jehož rozměry a tvar jsou tomuto předmětu přizpůsobeny. Pro vážení kusového zboží slouží obvykle různé plošiny, vážení celých silničních nebo kolejových vozidel se provádí na jednom nebo několika mohutných vážních mostech (**obr. 9**) a pro kapaliny a sypké materiály jsou určeny vážicí zásobníky (**obr. 10**).

Pro speciální, většinou technologické aplikace jsou obvykle konstruována vážicí zařízení, která se od výše popsaných klasických někdy značně liší.

Vedle speciálních jeřábových vah s váhami v kočce, traverze nebo závěsu bývají mnohdy i diskontinuální váhy integrovány přímo do dopravních cest jako jsou dopravní pásy nebo válečkové tratě.

b) Centrované, axiální a bezmomentové zavedení zatěžovací síly z nosiče nebo nosičů břemene do



Obr. 10 Zásobníková váha se třemi snímači zatížení



Obr. 11 Uložení snímače zatížení typu VKN

snímačů zatížení umožňují různé prvky nazývané nejčastěji ložiska. Neméně důležité jsou i prvky omezující horizontální pohyby nosičů břemene a jejich případné klopení (**obr. 11**).

c) Pro převod mechanického zatížení na elektrický signál slouží nejčastěji snímače zatížení s kovovými tenzometry, jejichž princip a vlastnosti byly popsány dříve. Mohou být vyráběny pro jmenovitá zatížení 1 kg až 1 000 t.

d) Vyhodnocení a zobrazení údajů o hmotnosti včetně dalších doplňkových informací umožňují vážicí a automatizační elektronické jednotky nazývané často jednotkami

indikačními. Tyto jednotky obsahují analogové a číslicové obvody pro vyhodnocování měřicího signálu ze snímačů zatížení a realizaci základní vážicí a řídicí inteligence váhy.

Na **obr. 12** je uveden příklad kompaktní vyhodnocovací a automatizační jednotky Schenck – DISOMAT® B plus, která umožňuje realizaci řady vážicích a řídicích funkcí u silničních, kolejových, plošinových, zásobníkových, jeřábových a dalších diskontinuálních vah. Díky modernímu řešení s využitím špičkových elektronických prvků a dosaženým parametrům představuje tato jednotka v současné době světovou špičku.



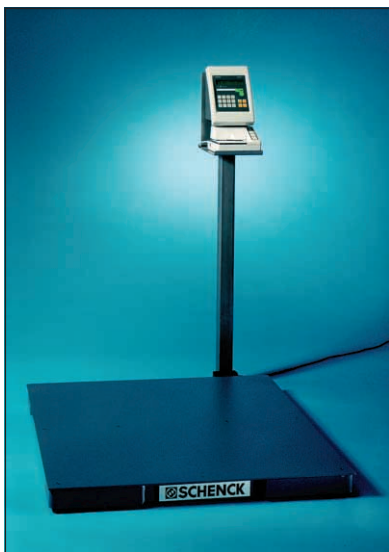
Obr. 12 Vyhodnocovací a řídicí jednotka DISOMAT® B plus

Plošinové váhy

V mnoha průmyslových odvětvích je nutno denně vážit množství různých surovin, polotovarů a hotových výrobků při vstupu do podniku, v provozu a v expedici. K tomu se velmi často používají plošinové (podlahové) váhy různých rozměrů a tvarů, u kterých je požadována vysoká přesnost, robustnost, odolnost proti přetížení, vlhkosti, prachu, proti různým chemikáliím

a nezávislost výsledků na změnách teploty. Jsou určeny jak pro technologické, tak i pro obchodní vážení a to v automatickém nebo ručním provozu.

Plošinové váhy jsou dodávány ve dvou základních variantách – nadúrovňové (**obr. 13**) a zapuštěné v úrovni podlahy (**obr. 14**). Tvar některých nosičů břemene bývá způsoben tvarem váženého předmětu,



Obr. 13 Plošinová váha s vyhodnocovací jednotkou DISOMAT® F

jako například váha typu Big-Bag pro plnění velkých pytlů na paletách (obr. 15). Běžné rozměry plošin se obvykle pohybují v rozmezí 500 × 500 mm až 4 000 × 4 000 mm.

Obr. 14

Plošinová váha zapuštěná v úrovni podlahy



Vyhodnocovací a řídicí elektronické systémy umožňují zpravidla vážení, tisk vážních dokladů, nálepek (často s čárovým kódem) či potisk obalů. V řadě případů bývají obaly přímo na plošinových vahách plněny na předem stanovenou hmotnost, která je zadávána ručně nebo z nadřídzeného řídicího systému. Samozřejmě se stává i bilancování výroby či spotřeby jednotlivých substrátů a kontrola výrobního procesu.

V chemických a potravinářských provozech se obvykle používají mechanické díly plošinových vah v antikorozním provedení. Pro provozy s nebezpečím výbuchu, z nichž nelze vážení přesunout do nevýbušného prostředí, jsou dodávány speciální vyhodnocovací systémy se sníženým napájením a ochrannými bariérami.

Obr. 15 Modifikace plošinové váhy pro plnění obalů Big-Bag



Zásobníkové váhy

Většina kapalných a sypkých materiálů je odvažována přímo v zásobnících nejrůznějších tvarů a konstrukcí s vestavěnými snímači zatížení napojenými na vyhodnocovací jednotky různých typů.

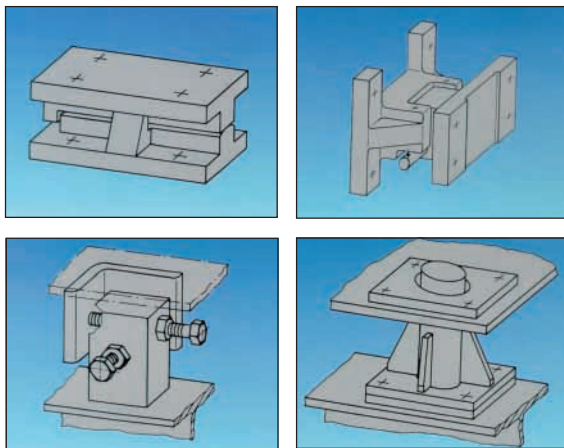
Zásobníkové váhy se uplatňují ve více odvětvích, nejvíce však v chemickém a potravinářském průmyslu, hutnictví a stavebnictví.

Základními stavebními prvky mechaniky zásobníkových vah jsou nosiče břemene pro ukládání váženého materiálu a tedy příjem zatížení, prvky pro optimální přenos a zavedení zatížení do měřicích

os snímačů zatížení a soustava omezovačů horizontálních sil a ochran proti nežádoucímu klopení (**obr. 16**).

Zásobníky bývají nejčastěji opatřeny třemi nebo čtyřmi snímači zatížení. Pro vytvoření staticky určité soustavy (což ostatně platí u většiny typů elektromechanických vah) je optimální použití tří snímačů zatížení. Praxe však ukazuje, že i u staticky neurčitých soustav s více snímači zatížení lze dosáhnout uspokojivých výsledků. Většina existujících zásobníků, do nichž byly snímače zatížení dodatečně vestavěny, je zpravidla uložena na čtyřech nebo i více opěrách.

Volba jmenovitého zatížení navrhovaných snímačů musí zohledňovat tzv. mrtvou hmotnost prázdného zásobníku a maximální hmotnost jeho obsahu. Uvažujme např. zá-



Obr. 16 Mechanické prvky pro omezení horizontálních a klopných sil

sobník s mrtvou hmotností celé konstrukce 8 t (zahrnující i hmotnost všech armatur a agregátů, které jsou vázenou součástí nosiče břemene) a maximální hmotnosti náplně zásobníku 10 t. Požadovaný vážicí rozsah je stanoven na 10 t a zásobník bude umístěn na čtyřech snímačích zatížení. Za předpokladu volby čtyř snímačů celkového jmenovitého zatížení 40 t (4×10 t) a vážicího rozsahu váhy 10 t bude maximální zatížení jednoho snímače 4,5 t (při symetrickém rozložení mrtvé a užitečné hmotnosti) a využití jmenovitého rozsahu 25 %. To lze považovat za optimální řešení.

Volba jmenovitých hodnot použitých snímačů musí vždy vycházet z doporučení výrobců snímačů specifikovaných pro jednotlivé typové řady.

Při výpočtech jmenovité hodnoty použitých snímačů zatížení je třeba zohlednit i možnost nesymetrického zatížení zásobníku nerovnoměrným rozložením jeho obsahu, případný vznik rázů při jeho plnění či při rozběhu mísících zařízení a povětrnostní vlivy.

Správná funkce zásobníkové váhy je podmíněna vyloučením všech přídatných rušivých sil vznikajících dalším mechanickým propojením vážené části s okolím. Všechna přívodní a odvodní potrubí musí být opatřena pružnými prvky, tzv. kompenzátory. Záludné chyby mohou vzniknout změnami podtlaku nebo přetlaku v přívodních a odvodních potrubích ve vertikálních směrech. Zásobníky určené pro lepidlové materiály, vyznačující se klenbováním (vytváření ztuhlé části materiálu ve tvaru klenby bránící rovnoměrnému průtoku materiálu) v konických částech, mohou být vybaveny pružnými límcí s vibračními zařízeními. Elektronické systémy určené pro tyto typy vah musí být opatřeny účinnými vstupními filtry pro zajištění správné funkce váhy při jejím vynuceném vibrování zamezujícím klenbování.

Elektronické vyhodnocovací jednotky pro zásobníkové váhy sdružují téměř vždy funkce vážení a řízení vážicího procesu. Základní funkcí těchto jednotek je automatické plnění nebo vyprazdňování na předem zvolenou hodnotu, často i kombinace obou postupů. Proces

řízeného plnění nebo vyprazdňování na předem zvolenou hodnotu probíhá obvykle ve dvou krocích, při kterých je nejprve plněno nebo vyprazdňováno ventilem s velkým průtokem (tzv. hrubým proudem) a při dosažení určité meze je přepnuto na ventil s malým průtokem (tzv. jemný proud) a přesně doplněno či vyprázdněno na nastavenou mez. Inteligentní řídicí systémy také následně kontrolují hmotnost po uklidnění váhy (včetně případné další opravy) a automaticky nastavují prahové hodnoty a jejich korekce po vyhodnocení skutečného stavu naplnění nebo vyprázdnění zásobníku.

Váhy mohou řídit celý technologický proces, jako např. naplnění, ohřev s mísením, prodlevu a vyprázdnění bez zásahu obsluhy. Podle počtu mísených komponent lze systémy rozdělit na systémy pro jednokomponentní a vícekompo-

Obr. 17 Vizualizace vícekomponentního dávkování na osobním počítači





Obr. 18 Vyhodnocovací a řídicí jednotka DISOMAT® S v nerezové skříni s funkčními tlačítky

mentní navažování. U vícekomponentního navažování bývají jednotlivé vážicí jednotky doplněny nadřízeným systémem umožňujícím správu receptur, vizualizaci technologického procesu, protokolování a bilancování výroby a spotřeby navažovaných komponent.

Na **obr. 17** je příklad nadřízeného systému pro vizualizaci a bilancování dávkovacího systému se dvěma váženými reaktory pro mísení a ohřev směsí vytvářených ze 4 komponent.

Vyhodnocovací a řídicí jednotky (například podle **obr. 18**) bývají umístěny buď v blízkosti vah nebo ve velínu. Váhy umístěné přímo v provozech musí být chráněny proti všem vlivům prostředí (krytí IP 65 a vyšší). V některých provozech je nutno váhy umístit do pro-

středí s nebezpečím exploze a opatřit obvyklými ochranami. Elektronické vyhodnocovací jednotky je obvykle možno umístit mimo prostředí s nebezpečím exploze. Ochrany umístěné na rozhraní mezi normálním a explozivním prostředím pak zajistí, aby energie vstupující do výbušného prostředí (napájení snímačů zatížení) nemohla v případě poruchy za žádných okolností zažehnout výbušný proces.

V řadě případů se však umístění elektronického systému do explozivního prostředí nelze vyhnout a jednotky je pak nutno umístit do hermetického pouzdra odolného proti vznícení uvnitř pouzdra (**obr. 19**). Toto řešení je technicky i finančně velmi náročné.

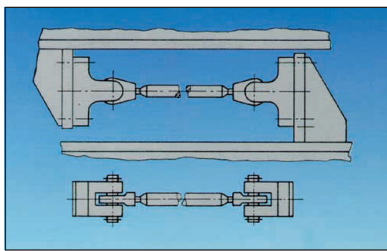
Řada zásobníkových vah musí být umístěna ve velmi agresivním prostředí, což klade zvýšené nároky na všechny mechanické i elektronické komponenty včetně kabeláže. Použité snímače zatížení musí v těchto případech splňovat podmínky krytí IP 67.

Obr. 19 Vyhodnocovací jednotky v prostředí s nebezpečím exploze



Váhy ve válečkových tratích

Pro vážení kusového zboží a polotovarů transportovaných po válečkových tratích jsou používány speciální váhy vestavěné přímo do úseku trati. Část válečkového dopravníku bývá mechanicky oddělena a opatřena opěrnou rámovou konstrukcí spočívající obvykle na čtyřech nebo více snímačích zatížení.



Obr. 20 Vodicí tyč s kloubovým zakončením pro omezení horizontálních rušivých sil

Při rozjezdu, dalším pohybu a brzdění dopravovaných předmětů je celá konstrukce včetně snímačů zatížení vystavena značnému horizontálnímu rázovému namáhání.

Protože tyto rázy mohou vést k poškození snímačů nebo výraznému snížení jejich životnosti, musí být pohyb nosiče břemene v horizontálním směru omezen v definovaném rozmezí. Jako omezovače lze použít některé již dříve popsané prvky (**obr. 16**). Nejvhodnější se jeví vestavba nejméně tří speciálních vodicích tyčí s kloubovým zakončením podle **obr. 20**, které umož-

ňují volný pohyb ve vertikálním směru, ale eliminují rušivé horizontální rázy.

Proces vážení na vahách ve válečkových tratích může probíhat s ručním ovládáním nebo s automatickým řízením inteligentní vážicí jednotkou. Při plně automatickém provozu je pohyb váženého břemene po trati kontrolován optickými nebo mechanickými čidly. Při dosažení jeho optimální polohy vůči vážicímu úseku trati je pohyb břemene zastaven a po jeho uklidnění provedeno vážení. Potom je břemeno znovu uvedeno do pohybu. Údaje o jeho hmotnosti lze zobrazovat a tisknout na samolepicí etikety, razit na kovové štítky, předávat do nadřízeného systému apod. Na **obr. 21** je příklad plně automatizované linky se dvěma váhami ve válečkové trati. Vážení prázdných a plných palet, jejich pohyb po trati a tisk samolepicích etiket s čárovým kódem probíhá plně automaticky a výsledky vážení jsou předávány do nadřízeného systému.

Obr. 21 Automatizovaný vážní systém ve válečkové trati



Váhy pro silniční vozidla

Různé druhy zboží jsou často váženy již při vstupu či výstupu z podniku přímo na ložných plochách silničních vozidel. Váhy vyráběné pro tyto účely, nazývané též váhami mostovými, jsou velmi rozšířeny a jejich používání tvoří nedílnou součást různých obchodních transakcí. Podobně jako u ostatních typů vah bývá i u moderních silničních vah proces vážení doplněn o sběr a zpracování dat, případně řízené plnění vozidel a často jsou tyto váhy začleňovány do rozsáhlejších vážních systémů.

Silniční váhy mohou být koncipovány jako nájezdové nebo úroňové. Váhy v nájezdovém provedení (**obr. 22**), které nejsou součástí komunikace, blokují příjezdové trasy a tak komplikují celý provoz zařízení. Váhy tohoto typu se vyznačují menšími stavebními náklady a rychlejší výstavbou. Tím však obvykle končí radost uživatele z jejich ná-

Obr. 22 Váha pro silniční vozidla v nájezdovém provedení



kupu, neboť v každodenním provozu jsou mnohem problematictější než váhy úroňové (**obr. 23**), které lze provozovat téměř bez údržby. Rozměry vážních mostů u běžných vah se pohybují v rozmezí 8×3 m až 22×3 m. Za evropský standard lze považovat rozměr 18×3 m.



Obr. 23 Váha pro silniční vozidla DFT v úroňovém provedení

Váživost vah lze volit v rozmezí 30 až 60 t.

Snímače zatížení, jejichž počet se většinou pohybuje od čtyř do deseti kusů, se jmenovitým zatížením v rozsahu od 22 t do 47 t, jsou uloženy ve speciálních ložiskách, která ve spojení s prvky vymezujícími horizontální pohyb, eliminují rušivé síly a rázy. Všechny snímače jsou zpravidla paralelně propojeny a tvoří jedno vážní pole. Silniční váhy se dvěma nebo více vážními poli jsou pořizovány zřídka, obvykle jen pro speciální účely, například pro měření osových tlaků.



Obr. 24 Montáž prefabrikované vany váhy pro silniční vozidla

Vážní mosty, vyráběné dříve převážně z oceli, jsou nyní téměř výhradně odlévány z betonu v ocelových formách. Tím je docíleno přesných rozměrů a dokonalého povrchu hotových betonových dílů. Základové vany lze vystavět buď z místního betonu nebo dodat rovněž hotové ve formě prefabrikátů, což se projeví zejména v kvalitě jejich povrchu, tvaru a v rychlosti výstavby celé váhy (**obr. 24**). Zvláštní pozornost při konstrukci silniční váhy musí být věnována omezení a tlumení horizontálních sil, vznikajících při rozjezdu a brzdění vozidel. Možné řešení s použitím elastomero-
vých dorazových desek je naznačeno na **obr. 25**. Potřebnou vůli nosiče břemene lze v tomto případě měnit vkládáním vymezovacích podložek z nerezového plechu.

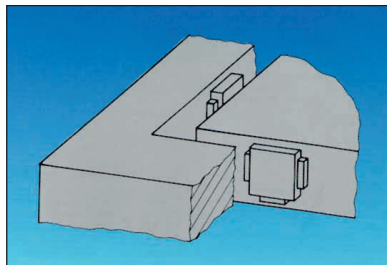
Základním problémem při výrobě a montáži mechanické části silniční váhy je dodržení rozměrů a zejména celkové rovinnosti. Všechny odchylky se později projeví obtížemi při kalibraci váhy a ověřování metrologických parametrů. U vah s deformovanými mosty nelze vyrovnat

rohové nesymetrie, což způsobuje, že váha váží předmět o stejné hmotnosti v každém místě nosiče břemene jinak.

Při častých přejezdech váhy znečištěnými vozidly dochází k zanášení vážního mostu a spáry mezi mostem a vanou.

Nalepováním

nečistot dochází ke značnému zvyšování tzv. mrtvé hmotnosti vážního mostu a může dojít k překročení povoleného rozsahu nulování váhy (u vah s neautomatickou činností je stanoven na 4 % vážicího rozsahu), takže váhu nezátíženou břemenem už nelze vynulovat. Ještě nebezpečnější je zanášení obvodové spáry,



Obr. 25 Omezení pohybu vážního mostu pružnými dorazovými deskami

při kterém může dojít ke snížení nezbytné vůle nosiče břemene nebo dokonce k jeho zablokování. Váha pak obvykle vykazuje značnou chybu linearity a hystereze. Proto je čištění vážního mostu a obvodové spáry základním prvkem údržby silniční váhy.

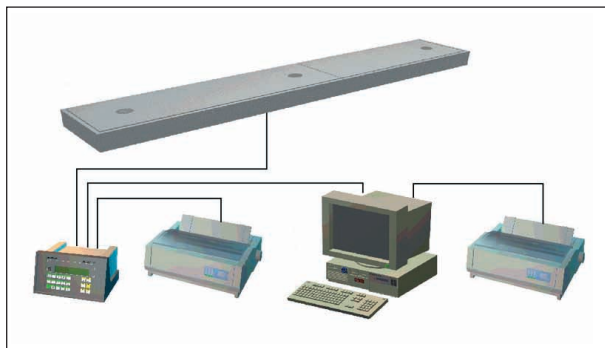
Typické uspořádání silniční váhy je patrné z **obr. 26**. Vyhodnocovací jednotka, tiskárny a vážný procesor bývají často doplněny světelnými semaforem pro řízení provozu na váze a přilehlé komunikaci, snímači magnetických karet pro identifikaci vozidel a videookruhy pro jejich sledování. Toto uspořádání bývá často nahrazeno modernějším a hlavně úspornějším řešením, kde vyhodnocovací jednotka je přímo integrována v osobním počítači

(**obr. 27**) a „alibi“ tiskárna (tiskne při každém vážení a podléhá metrologickému doзору) je nahrazena speciálním tzv. chráněným software. Tento software umožňuje zaměnit povinný klasický tisk za spolehlivější archivaci přímo na disku osobního počítače. O dalších aspektech chráněného software bude pojednáno později.

Obr. 27 Osobní počítač s integrovanou vyhodnocovací jednotkou DISOMAT® F



Počet vah, jejich umístění vzhledem ke komunikaci a vážnému domku, proces vážení a celková koncepce vážního systému jsou závislé na místních podmínkách. Při projektování zástavby mechanické



Obr. 26 Principální schéma systému silniční váhy

části silniční váhy je třeba navrhnout optimální prostorové uspořádání polohy váženého vozidla a stanoviště obsluhy váhy tak, aby umožňovalo rychlou komunikaci mezi řidičem a vážným a jeho dobrý výhled na váhu. Vážný je povinen kontrolovat SPZ vozidla, jeho správnou polohu vůči nosiči břemene a nezřídka i jeho náklad. Pohledem z okna váž-

ního domku to ve většině případů nelze zjistit a systém je třeba doplnit jednou nebo více videokamerami.

Většina uživatelů provádí tzv. dvojí vážení vozidel při vstupu a výstupu. Netto hmotnost nákladu vozidla je pak získána výpočtem. Lze tak zpravidla dosáhnout vyšší přesnosti než při jednorázovém

vážení s občas kontrolovanou tzv. pevnou tárou vozidla. U tohoto způsobu vážení dochází k řadě chyb, např. při úbytku obsahu palivové nádrže vozidla mezi vážením táry a jednotlivými váženími. Při dvojitým vážení je třeba vhodným provozním řádem zajistit shodné podmínky pro vstupní a výstupní vážení a to zejména shodnou pozici řidiče, jehož hmotnost buď je nebo není v obou případech součástí táry vozidla.

V provezech s velkým počtem vážených vozidel je třeba použít dvou nebo více vah vyčleněných pro vstupní a výstupní vážení. Tento systém je podmíněn sdílením souboru dat o prvním vážení vozidla všemi dalšími váhami. Při výstupním vážení jsou nejprve vyhledána data o prvním vážení a posléze doplněna o druhé vážení a vypočtenou netto hmotnost nákladu. Propojení dvou a více vah bývá nejčastěji realizováno formou lokální počítačové sítě.

Vyhodnocovací jednotka a „alibi“ tiskárna (**obr. 26**) patří do tzv. chráněné oblasti podléhající legálnímu metrologickému dozoru.

Tato oblast je při pravidelném ověřování metrologických parametrů (u silničních vah je stanovena platnost ověření na 2 roky) opatřena státními ověřovacími značkami – pečeti, které brání jakékoliv manipulaci v této části vážicího systému.

„Alibi“ tiskárna, jejíž použití je v některých evropských zemích povinné, tiskne prvotní protokol o každém provedeném vážení. Je dodávána ve dvou variantách – jako blízká tiskárna nebo vzdálená tiskárna. Vzdálená tiskárna je vybavena zpětnou vazbou, která při poruše tisku zablokuje celý vážný systém. U blízké tiskárny je obsluha povinná po každém vážení ověřit shodnost údaje vyhodnocovací jednotky a provedeného tisku. Jak bylo již zmíněno, lze vzdálenou „alibi“ tiskárnu v plném rozsahu nahradit chráněným softwarem, který umožňuje zápis dat na pevný disk osobního počítače ověřitelným způsobem. V České republice je používání „alibi“ tiskárny pouze doporučeno.

Jak bylo popsáno v předchozím odstavci, patří nosič břemene, prvky pro zavedení zatěžovací síly, snímače zatížení, vyhodnocovací jednotka, případně tiskárna a další zobrazovací jednotka do oblasti legálního dozoru. Nařízení Rady Evropy 90/384/EEC z 20. 6. 1990 obsahuje některé zásadní požadavky na ochranu proti změnám, manipulaci, nebo podvodnému zneužití vah s neautomatickou činností – NAWI (Non Automatic Weighing Instrument). Tyto požadavky se vztahují a musí být aplikovány i na programové vybavení, které řídí činnost těchto zařízení.

Váhy pro vážení silničních vozidel za pohybu

Vážní mosty těchto vah (**obr. 28**) s typickým rozměrem $3 \times 0,5$ m bývají opatřeny klasickými snímači zatížení. Vyhodnocovací jednotka umožňuje jednak automatické zjišťování zatížení jednotlivých os a následně i celkové hmotnosti vozidla po jeho přejezdu. Jednotka zároveň kontroluje dodržování maximální povolené rychlosti při vážení (5 km/h) a plynulosti přejezdu. Váhy tohoto typu si počátkem 90. let získaly v České republice řadu příznivců, i když jejich nasazení v obchodním styku bylo v mnoha případech v rozporu s platnými předpisy. Podle nové legislativy (doporučení OIML), jejíž první návrh se objevil v roce 1996, je tyto váhy nyní možno používat bez omezení. Ironií osudu však jejich popularita v současné době značně poklesla a pro zjišťování hmotnosti celých vozidel jsou pořízovány téměř výhradně nové váhy mostové.

Posuzujeme-li objektivně celkové pořizovací náklady obou typů vah, dojdeme k závěru, že to, co u dynamické váhy ušetříme na vlastní technologii, jsme nuceni investovat do úpravy betonových přibližovacích úseků komunikace, na jejichž rovinnost a tuhost jsou kladeny vysoké požadavky. Tyto náročné požadavky jsou však oprávněné, neboť nerovnosti v přibližovacích úsecích jsou příčinou vzniku významných chyb při vážení za pohybu. Další nevýhodou těchto typů vah je

značná závislost výsledků vážení a případných chyb na způsobu jízdy vozidla. Lze dokonce říci, že po nabytí určitých zkušeností je řidič schopen výsledky vážení ovlivňovat.



Obr. 28 Váha pro vážení silničních vozidel za pohybu

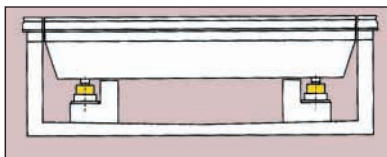
Snahy o zvýšení rychlosti procesu vážení použitím váhy pro vážení za pohybu jsou rovněž značně problematické, neboť případy, kdy vážené vozidlo projede prostorem vážení bez nutnosti zastavit za účelem rozhovoru nebo výměny dokumentů s obsluhou váhy, se vyskytují jen velmi zřídka.

Hlavní uplatnění těchto vážicích zařízení je při kontrole osových a nápravových tlaků silničních vozidel. V této oblasti je jejich používání plně oprávněné a případné chyby vážení jsou pro dané využití akceptovatelné. Vážicích zařízení pro vážení silničních vozidel za pohybu jistě mají svá opodstatnění, ale stále ještě je hledáno jejich efektivní uplatnění a to jak z hlediska legislativy, tak z hlediska uživatelů.

Váhy pro kolejová vozidla

Platná legislativa umožňuje vážit na železnici buď staticky – vagón se nachází na váze v klidu, nebo za pohybu vážené soupravy vagónů přejíždějící přes váhu.

Obdobně jako u silničních vah je i u konvenčních typů vah pro kolejová vozidla základem jeden nebo několik vážných mostů uložených v základové vaně prostřednictvím snímačů zatížení včetně prvků pro optimální zavedení zatěžovacích sil a tlumení příčných sil a rázů. V průběhu mnohaletého kontinuálního vývoje vznikla řada různých variant vážných mostů a základových van.



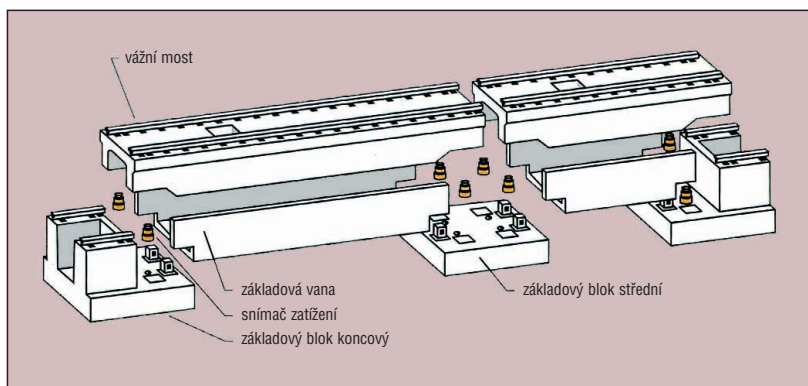
Obr. 29 Mechanika kolejové váhy s hlubokou základovou vanou

Na **obr. 29** je schematicky znázorněno klasické uspořádání váhy pro kolejová vozidla s hlubokou základovou vanou betonovanou většinou na místě a s mohutným ocelovým nebo betonovým základovým mostem. Toto uspořádání bylo jediné možné v dobách výroby mechanických vah s pákovými mechanizmy a dnes se s ním u nově budovaných vah setkáváme zřídka. Výstavba hluboké základové vany je finančně a zejména časově velmi náročná vzhledem k rozsahu prováděných prací a k nutným technologickým přestávkám pro dosažení odpovídající pevnosti betonu.

Na konci sedmdesátých a v průběhu osmdesátých let byla populární tzv. bezzákladová konstrukce mechaniky vah pro kolejová vozidla. Tento byt nepatřičný pojem se velmi vžil a stal se synonymem pro modernost konstrukce. Nový koncept byl opakem klasické hluboké konstrukce vah se základovou vanou z místního betonu. Sestával z plochého ocelového rámu s vloženým vážným mostem s oddělenými pásy pro levou a pravou kolejnici. Rám byl pak uložen přímo do vyrovnaného a zhutněného šterkového lože.

Velkou předností vah pokládáných přímo do zhutněného šterkového lože je snadná a rychlá zástavba, kterou lze provést v průběhu několika dnů, takže provoz trati je montáží váhy omezen jen minimálně. Hlavní nevýhodou tohoto řešení je nutnost častého vyrovnavání úseku trati v oblasti váhy jejím podbíjením spojeným s kontrolou kalibrační křivky. Nosič břemene této váhy tvořený oddělenými nosníky stále zůstává mostní konstrukcí a v některých evropských zemích, také v České republice, se dostává do rozporu s předpisy o tzv. dohledací službě u mostů a konstrukcí mostům podobných. Ta totiž předepisuje pravidelné prohlídky ložisek a spodní části nosné konstrukce, což lze u této váhy zajistit pouze demontáží celého nosiče břemene.

Od počátku devadesátých let se začaly prosazovat kompromisní konstrukce se středně hlubokými základovými vanami montovanými

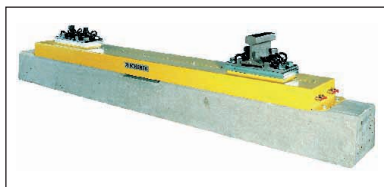


Obr. 30 Mechanika kolejové váhy Schenck DGW-B

z betonových prefabrikovaných dílů a s ocelovými nebo betonovými vázními mosty se stavební výškou do jednoho metru.

Typickým příkladem tohoto vývoje je stavebnicová konstrukce váhy Schenck s typovým označením DGW-B, která je v dvoumostové variantě znázorněna na **obr. 30**. Flexibilní konstrukce s vázními mosty v délkách 4,5 až 10 m dovoluje sestavit jednomostové i vícemostové váhy podle konkrétní potřeby. Montáž váhy lze provést v průběhu několika dnů, přičemž betonáž na místě je téměř vyloučena. Vyšší hmotnost vázního mostu zajišťuje vynikající tlumení kmitů vyvolávaných přejíždějícími vozy. S takovou vahou lze bez problémů dosáhnout vyšších tříd přesnosti při vážení za pohybu. Nutný volný pohyb vázních mostů v horizontálním směru je omezen, obdobně jako u silničních vah Schenck, elastomery a dorazovými deskami podle **obr. 25**. Prostor pod vázním mostem je přístupný otvorem mezi kolejnicemi po odstranění krycího poklopu.

Kolejové váhy, které lze oprávněně označit oním magickým názvem bezzákladové, patří většinou do kategorie tzv. vah s přímo vážícími prvky. Na **obr. 31** je uveden příklad takové konstrukce, kterou lze jako celek nazvat „vážící kolej“. Mezi oběma kolejnicemi a prázem jsou vloženy speciální tenzometrické snímače zatížení optimálního tvaru.



Obr. 31 Vážící prázec systému Multirail®

Takto vytvořené „vážící prázce“ seskupené v požadované délce tvoří nosič břemene. Vážící úseky kolejnic jsou od ostatního úseku trati odděleny obvykle šikmými řezy. Ve vývoji je i varianta bez přerušené kolejnice, kde jsou rušivé podélné síly měřeny dalšími speciálními snímači umístěnými přímo v kolejnicích a následně kompenzovány. Použití tohoto principu se předpo-

kládá nejen pro váhy technologické, ale zejména obchodní všech délek a typů.

Na **obr. 32** je další typ bezzákladové váhy, u které je deformační člen s tenzometry vytvořen přímo ze stojiny kolejnice a tvoří tzv. vážicí kolejnici.

Tyto snímače měří zatížení kolejnice jednotlivými koly vagónu při jeho přejezdu a jeho celková hmotnost je pak dána součtem jejich zatížení. Uvedený princip lze

použít výhradně pro vážení za pohybu a váha Schenck s obchodním označením Newton je dodávána pro vážení ve třídě přesnosti 0,5 (OIML pro vážení za pohybu).

U vah využívajících obdobných nestandardních principů nebyl základní výzkum ještě zdaleka ukončen i přesto, že již dosahují požadovaných přesností. Při jejich praktickém a dlouhodobém provozování se objevuje řada obtížně definovatelných vlivů prostředí, které mnohdy výrazně zhoršují reprodukovatelnost výsledků vážení a tedy i provozuschopnost.

U kolejových vah s klasickým nosičem břemene ve formě vážního mostu mají zásadní význam jeho geometrické tvary a to jak pro váhy

statické, tak pro váhy určené k vážení za pohybu.

Nosiče břemene – mosty váhy pro statické vážení – musí být navrženy tak, aby na nich vážený vagón při vážení stál celý, neboť vážit staticky

po částech se dle platné normy nesmí. Určení optimální kombinace počtu a délky vážných mostů, která by respektovala celé spektrum vážených vozů a zohledňovala četnost jejich výskytu, je vždy hlavním problé-

mem návrhu statické váhy. Bezhlavá volba pouze celkové maximální délky váhy podle nejdelšího vozu neřeší problém rušivých os sousedních vagónů při vážení vagónů kratších a neřeší ani problémy spojené s jejich nezbytným rozvěšováním a posouváním.

V oblasti kolejových vah se poprvé setkáváme s pojmem tzv. sdružené váhy. Jsou to váhy sestávající ze dvou a více nosičů břemene, které tvoří jednotlivá vážná pole. Tato vážná pole lze různými způsoby sdružovat, takže se potom jeví jako jeden celek představující další samostatnou váhu. Jako samostatná váha je i toto sdružení nosičů břemene prezentováno na vyhodnocovací jednotce včetně vlastní kalibrační křivky.



Obr. 32 Vážicí kolejnice váhy NEWTON

Dvoumostová sdružená váha tedy obsahuje tři váhy: váha 1 (most 1), váha 2 (most 2) a váha 3 (součet hmotnosti na obou mostech). Sdružování vah musí být vždy realizováno v oblasti podléhající metrologickému dozoru – tzv. úředně ověřitelné oblasti, protože se jedná o další váhy včetně vlastní převodní charakteristiky a pod. Je nepřipustné zaměňovat tento princip za prosté sčítání hodnot ze dvou vyhodnocovacích jednotek např. v nadřazeném počítači (PC), není-li počítač jako celek nebo jeho významné části umístěny do chráněné oblasti s povinným metrologickým dozorem.

Nutnou podmínkou statického vážení a to nejen na železnici, je dosažení tzv. **klidového stavu váhy**, při kterém změna hmotnosti indikovaná vyhodnocovací jednotkou nepřekročí v určitém časovém intervalu zvolenou mez. Stav uklidnění váženého předmětu je třeba při statickém vážení vždy vyčkat, neboť jedině tak je zaručen odečet správné hmotnosti s nejvyšší přípustnou chybou odpovídající normě pro statické vážení. Celý cyklus vážení, který sestává z polohování vagonů na váze, jejich rozvážení, uklidnění, odečtu hmotnosti a opětovného svážení, je samozřejmě časově mnohem náročnější, než vážení za pohybu. Zejména u cisteren naplněných kapalinami bývá proces uklidňování někdy až dramaticky dlouhý a to zejména v případech, kdy vagon není zcela naplněn.

Už z principu vážení za pohybu nazývaného též dynamické vážení vyplývá, že čas vyhrazený pro vážení jednoho vagonu je zde podstatně

kratší než u vah statických. Váhy pro vážení za pohybu lze rozdělit do dvou základních skupin:

a) **Váhy s krátkým mostem** o délkách 4,5 až 6,5 m, na kterých jsou vagóny váženy nadvakrát a celková hmotnost vagonu je dána součtem hmotnosti předního a zadního podvozku. Tyto váhy jsou mezi váhami pro vážení za pohybu nejlevnější, ale nesmí být používány pro vážení vagonů s kapalinami, u kterých při jízdě dochází vlivem přelévání ke změně polohy jejich těžiště. Vzhledem k délce vážního mostu jsou váhy tohoto typu nepoužitelné pro statické vážení, při kterém, jak již bylo uvedeno, nelze vážit po částech.

b) **Váhy vícemostové**, na kterých lze za pohybu vážit vagóny vcelku i po částech. Vzhledem k celkové délce váhy (minimálně 14 m) lze bez problémů vážit i staticky. Délky jednotlivých mostů se volí podle rozměrů vagonů celého vagonového spektra.

U vah pro vážení za pohybu je návrh optimálních rozměrů vážních mostů a jejich kombinace mnohem komplikovanější, než u vah statických. Doba pobytu vagonu na váze není limitována jen rozměry mostu a váženého vagonu, ale i rozměry vagonů, které s váženým vagonem sousedí. Tím je definován problém tzv. rušivých os.

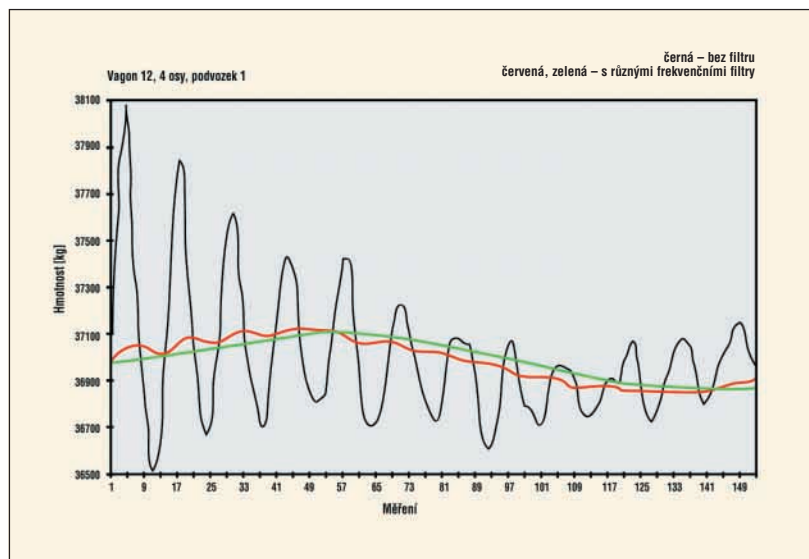
Každá váha určená pro vážení za pohybu je vybavena systémem pro rozpoznávání vagonů, který na základě signálů ze soustavy kolových kontaktů určí osové vzdálenosti vážených vagonů. Dále tato jednotka definuje počátek a konec časového intervalu, ve kterém se na vážním mostě nebo na kombinaci vážních

mostů nachází právě jen vážený vagon (při vážení celých vagonů) nebo jeho podvozek (při vážení po částech).

U vah, které váží vagony po částech, není problém délky mostů a rušivých os tak kritický a na váze o délce mostu 5 až 6 m lze vážit téměř všechny dvou, čtyř a šestiosé vagony. Časový interval, ve kterém lze vážit, se v závislosti na typu vagonu a přejezdové rychlosti pohybuje v rozmezí 0,6 až 1,5 s. Při konstrukci vah určených pro metodu vážení celých vagonů je nutno vycházet ze spektra všech vážených vagonů a z četnosti jejich výskytu. Zvolíme-li minimální časový interval pro vážení alespoň 0,5 s, platí následující pravidlo: Neexistuje univerzální seskupení dvou až čtyř vážených mostů, které by umožnilo zvážit všechny vagony! Vždy se jedná o kompromisní řešení.

Proces vážení za pohybu, přesněji odečet údajů hmotnosti, se zdokonaloval s rozvojem elektroniky. První pokusy o vážení za pohybu vycházely z předpokladu, že plně postačuje rozpoznat okamžik, kdy se vagon nachází na váze, posečkat až se uklidní a pak provést vážení. Na **obr. 33** je vynesena graf průběhu odečtu hmotnosti předního podvozku vagonu (osa y) pro jednotlivá vážení (osa x) při četnosti vzorkování 76 měření za sekundu. Jak ukazuje tato křivka sejmutá na váze typu Schenck DGW-B, je předpoklad uklidnění vozu více než optimistický i přesto, že se jedná o váhu s betonovým mostem s vynikajícím tlumením kmitů. Na tomto grafu, který je pro posouzení chování váženého vagonu velmi reprezentativní, je vidět, že s jedním vážením zdaleka nevystačíme.

Obr. 33 Průběh naměřených hodnot hmotnosti při vážení za pohybu



Řada testů prokázala, že u komparačních metod A/D převodu se pro úspěšné zvážení v obchodních třídách přesnosti pohybuje minimální počet vzorků v rozmezí 30 až 60. Jak tedy probíhá celý cyklus určení hmotnosti vagónu? Systém pro rozpoznávání vagónů určí časový okamžik, kdy se vagón či jeho část nachází na váze bez rušivých os, a spustí proces vzorkování. Měřené hodnoty jsou až do doby ukončení vážení (při opuštění váhy váženým vagónem nebo při vstupu rušivé osy) ukládány do paměti. Po ukončení odečtu jsou hodnoty hmotnosti vyhodnoceny podle více kritérií a systém vydá výsledný údaj o celkové hmotnosti vagónu. Moderní vážicí (indikační) jednotka pro vážení za pohybu musí tedy umožnit minimálně 30 až 40 měření za sekundu s následným vyhodnocením.

Uvedená fakta umožňují stanovit kritérium rychlosti vážení. U vah s krátkým mostem s vážením po částech umožňují poměrně dlouhé intervaly pobytu na váze vážení při rychlostech vážených vagónů 2 až 12 km/h. U vah s kvalitními uklidňovacími úseky před váhou a za váhou a u vagónu v dobrém mechanickém stavu lze dosáhnout uspokojivých výsledků i při rychlostech do 15 km/h. U vah vážících metodou vážení celých vagónů je jejich polohování vždy problematictější, neboť vnější osové vzdálenosti celých vagónů jsou mnohem rozdílnější než rozměry jedno-, dvou- a tříosých podvozků. Jako charakteristickou hodnotu lze uvést rozsah rychlostí 2 až 7 km/h.

Váhy pro vážení železničních vozidel za pohybu patří mezi váhy

s automatickou činností a jejich metrologické aspekty jsou specifikovány v doporučení OIML R 106. Vážení za pohybu není nikdy tak přesné jako vážení statické, neboť je zatíženo celou řadou nahodilých chyb. Požadavky na tyto váhy používané v obchodním styku jsou mnohem benevolentnější než na váhy statické. Největší chyby vznikají vzájemným působením sousedních vagónů, při kterém dochází k přenosu hmotnosti sousedních vagónů na vagón vážený. Toto působení nelze dostupnými elektronickými systémy identifikovat a tedy ani eliminovat. Již při výstavbě váhy je vhodné dodržet 40 m dlouhé přímé uklidňovací úseky před váhou i za váhou, bez zataček, výhybek, křížení a výškových změn. V případě, že se předpokládá vážení pouze v jednom směru jízdy, postačuje pouze uklidňovací úsek před váhou.

Nekompromisním předpokladem řádného dynamického vážení je technologická kázeň. Šroubové spoje vagónů musí být před vážením uvolněny a při vážení je třeba dodržovat konstantní rychlost, případné mírné zrychlení. Prudké brzdění či zrychlování je vyloučeno. Kdo prezentuje vážení za pohybu jako snadnější ve srovnání s vážením statickým, hluboce se mýlí. Možnost vzniku nahodilých chyb a chyb obsluhy je zde mnohonásobně vyšší. V **tabulce 4** jsou ve zjednodušené formě uvedeny povolené chyby pro jednotlivé třídy přesnosti vážení za pohybu.

Povolené chyby jsou vztaženy k celkové hmotnosti váženého vagónu. V reálném provozu lze u vah

Třída přesnosti	Povolená chyba při ověřování [%]	Povolená provozní chyba [%]
0,2	0,1	0,2
0,5	0,25	0,5
1	0,5	1
2	1	2

Tab. 4 Povolené chyby při vážení za pohybu

pro vážení za pohybu renomovaných firem očekávat pro vážení metodou celých vagónů dosažení tříd přesnosti 0,2 až 0,5, pro vážení po částech pak tříd přesnosti 0,5 až 1,0.

Zvláštním typem vah, který je jistým hybridem mezi statickým vážením a vážením za pohybu, jsou váhy umístěné ve svážním pahrbku, určené pro vážení jednotlivých rozpojených vagónů při jejich rozřazování. Jsou stavěny výhradně jako váhy jednomostové s extrémně dlouhým mostem 20 až 30 m. Vážené vagóny najíždějí na váhy vždy jednotlivě, bez působení rušivých os předchozího nebo následujícího vagónu. Systém automatického rozpoznávání vagónů, obvykle vycházející z předem známých počtů jejich os, kontroluje pouze, zda nedošlo k najetí kola následujícího vagónu před okamžikem ukončení vážení vagónu předchozího. Doba, která je u vah ve svážním pahrbku pro uklidnění a vážení vozu k dispozici, je mnohem delší než

u klasických vah pro vážení za pohybu a tak tyto váhy dosahují přesnosti vážení statických vah. Nové váhy tohoto typu jsou budovány jen zřídka, většinou je prováděna pouze přestavba starého

mechanického provedení na elektromechanické.

Čím se tedy řídit při **výběru vhodného typu váhy** pro konkrétní provoz? Klasické a spolehlivé vážení vagónů je vážení statické. Pouze v případě, že množství vagónů pro vážení a hustý provoz v kolejišti statické vážení neumožní, je namístě vážení za pohybu. Pro rychlé vážení pevných substrátů (uhlí, ruda, šrot) je vhodná váha jednomostová s vážením po částech, kde zejména při kontrolním vstupním vážení je její provoz plně opodstatněný a efektivní. Nepříjemným omezením u této váhy je zákaz vážení tekutých substrátů zakotvený v normě. Více-mostová dynamická váha, umožňující všechny typy vážení, je určena pro větší podniky. Pokud to programové vybavení umožňuje, lze výhodně kombinovat rychlé vážení po podvozcích s vážením metodou celých vagónů, případně s nejspolehlivějším vážením statickým.

Modernizace mechanických vah

V řadě provozů se stále ještě vyskytují více či méně zachovalé mechanické váhy, které však již nesplňují nároky na moderní vážení. Tyto váhy lze ve většině případů přestavět na elektromechanické váhy a přitom ušetřit značné finanční prostředky. Přestavbu lze provést dvěma způsoby. Při přestavbě hybridním způsobem zůstane zachována základová vana, vážní most a veškeré pákové mechanismy. Na poslední táhlo pákového systému je umístěn snímač zatížení jmenovitých hodnot 0,1 až 0,5 t, který převádí síly v tomto rameni na elektrický signál úměrný tíze břemene nacházejícího se na nosiči břemene. Na ten je pak napojena klasická vyhodnocovací jednotka, tiskárna, počítač, případně i další periferní zařízení. Přestavba na plně elektromechanickou váhu spočívá v kompletní demontáži pákového mechanismu a náhradě odpovídajícím počtem snímačů v původních opěrných bodech.

Výhody a nevýhody obou způsobů jsou zřejmé. Při přestavbě váhy hybridním způsobem se k mechanickým chybám pákové soustavy přidají další chyby elektroniky, takže přesnost této váhy je vždy horší. Rozumným důvodem pro tuto přestavbu je vynikající mechanický stav pákového soustrojí a potřeba počítačového zpracování. Kompletní přestavbou lze získat plnohodnotnou elektromechanickou váhu.

Při rozhodování, zda stávající váhu přestavět nebo nahradit váhou novou, jsou rozhodující dva faktory. Prvním je mechanický stav základové vany a mostní konstrukce. Obvykle stačí odstranit korozi ocelového mostu nejlépe otryskáním a nanést ochranný nátěr. Druhým předpokladem jsou vyhovující rozměry původního mostu s ohledem na spektrum vážených vozidel. Jakékoliv délkové úpravy nosiče břemene nejsou obvykle vůbec možné, případně jsou spojeny s nepřiměřenými náklady.

Kombinované silniční a kolejové váhy

U některých firem se vstup vlečky nachází v blízkosti vstupu komunikace pro silniční vozidla. V řadě provozů se nakládka volně ložených produktů na auta provádí v místě nakládky vagonů. V těchto případech pak bývá diskutována otázka možnosti vybudovat společnou kombinovanou váhu pro auta i vagony. Ještě v nedávné minulosti byly tyto váhy velmi populární. Jak tedy postupovat při posuzování tohoto návrhu?

Obr. 34 Kombinovaná váha pro vážení silničních a kolejových vozidel



Šířka vážního mostu standardní silniční váhy činí 3 m. Zatížení koly silničních vozidel je nižší než koly vozidel železničních, avšak silniční vozidla mohou zatěžovat váhu takřka po celé ploše, kdežto vagóny pouze v osách kolejnic. Z toho vyplývá značně náročná konstrukce

vážního mostu respektující různé formy zatěžování. Jedná se vždy o speciální konstrukci a jednorázovou unikátní výrobu (**obr. 34**). Cena mechaniky takové speciální váhy mnohdy převyší součet cen standardní kolejové a silniční váhy v prefabrikovaných provedeních.

Elektronické vyhodnocovací a řídicí jednotky vah



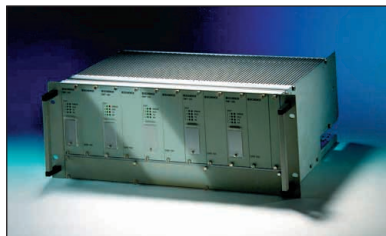
Obr. 35 Vyhodnocovací jednotka DISOMAT® T

Vyhodnocovací jednotky diskontinuálních vah byly již obecně charakterizovány v úvodní části. Jako příklad univerzální jednotky byl uveden DISOMAT® B plus (**obr. 12**). Podle nároků na použití jednotky jsou základní vážní funkce rozšířeny o další prvky umožňující realizaci dalších úloh, které s procesem vážení bezprostředně souvisejí. Pro jednoduché technologické aplikace je určen DISOMAT® T (**obr. 35**), jehož konstrukční řešení umožňuje například montáž a libovolné seskupování v 19" rozvaděčových skříních (**obr. 36**).

Plošinové, silniční a kolejové váhy pro obchodní účely jsou často vybaveny osobním počítačem, který přebírá většinu funkcí vyhodnocovací jednotky kromě těch, které podléhají legálnímu metrologickému dozoru. Pro tyto typy vah vyvinula firma Schenck speciální vyhodnocovací jednotku DISOMAT® F, kterou je možno vestavět přímo do skříně běžného osobního počítače (**obr. 27**). Pro dynamické kolejové váhy, vícemístové sdružené váhy a pro řešení náročných úloh z oblasti automatizace nakládky nebo řízení technologického procesu je určen DISOMAT® S (**obr. 37**).

Programová vybavení elektronických jednotek jsou stále komfortnější a rozsáhlejší. Parametrizování a programování těchto jednotek pouze s použitím klávesnice a displeje přístroje bývá často zdlouhavé

Obr. 36 Jednotky DISOMAT® T v 19" skříní



a nepřehledné. Proto dodávají přední světoví výrobci nejrůznější programovací nástroje pro grafické prostředí WINDOWS, s jehož použitím je možno na osobním počítači připojeném přes sériové rozhraní velmi pohodlně zadat soubor parametrů a vytvořit uživatelský program. Tato konfigurace je pak přenesena do vážicí jednotky. Další předností je i možnost zálohování mnohdy pracně vytvořené konfigurace a její přenesení na další jednotky. Firma Schenck nabízí tyto programy pro



Obr. 37 Vyhodnocovací jednotka DISOMAT® S ve stolním provedení

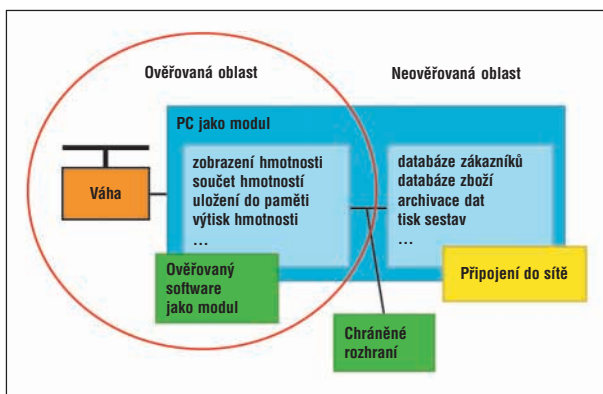
všechny vyhodnocovací jednotky a dodává je pod obchodním názvem DISOPLAN.

Software v osobním počítači jako modul vážicího systému

V posledním desetiletí 20. století zaznamenala výpočetní technika bouřlivý rozvoj a to zejména platforma osobních počítačů (PC). Osobní počítače, dříve používané výhradně v kancelářské praxi, se stále více prosazují i v průmyslových aplikacích. Souvisí to nejen se vzestupem kvality, spolehlivosti a výkonnosti, ale i se snižováním cen dříve velmi drahých tzv. průmyslových PC. Možnosti nasazení v technologických aplikacích výrazně vzrostly nástupem stabilnějšího a bezpečnějšího operačního systému WINDOWS NT. Pro osobní počítače a operační systém WINDOWS existuje záplava komfortních vývojových nástrojů, které umožňují relativně snadný vývoj náročných aplikací s grafickým rozhraním, schopných provozu v síti a s lokálními či centrálními databázemi. Příchod nových technologií (např. DDE, OLE, Active X) umožňuje vytvářet komponenty a moduly s univerzálním použitím.

Tento vývoj v oblasti osobních počítačů vedl řadu výrobců a dodavatelů vážicí techniky a vážných systémů ke snahám o jejich častější nasazování. U aplikací určených pro řízení a vizualizaci technologických procesů si osobní počítače rychle a oprávněně vydobýly dominantní postavení. Mnohem svízelnější situace se vyvinula v oblasti vah podléhajících legálnímu metrologickému dozoru, kde bylo nutno provést i některé legislativní změny.

Při prvních pokusech se výrobci snažili vyrobit v rámci platné legislativy z osobního počítače vyhodnocovací jednotku ve smyslu indikační jednotky. To se sice po překonání mnoha úskalí zdařilo, ale ve finále se počítač změnil v zapečetěnou bednu se zablokovaným přístupem do operačního systému. Takové řešení však degraduje hlavní přednosti PC v porovnání s jednoúčelovým zařízením a proto se tato řešení neprosadila.



Obr. 38 Modulární členění programového vybavení NAWI

Přední výrobci, ke kterým patří i Schenck, pochopili, že jediné možné řešení je tvorba speciálního chráněného a ověřitelného software, který je instalován na běžném a pro ostatní aplikace volně přístupném počítači. Když pak byl zhruba v polovině devadesátých let navíc v Evropě nastartován proces legislativních změn (WELMEC 2.3 – Software pro volně programovatelné přístroje a WELMEC 2.5 – Modulární přístup), objevily se i první aplikace s chráněným software.

Dokument WELMEC 2.3 popisuje pouze nezbytné vlastnosti software a nezabývá se ani způsobem jeho ochrany a nepřináší ani žádná technická řešení. Přináší jen nový pohled na modulární přístup k zařízení NAWI, který je vyznačen na **obr. 38** a vymezuje pojem účinné ochrany proti manipulaci s částmi software podléhajícími legálnímu

metrologickému doзору.

Programové vybavení osobního počítače sestává ze dvou částí. První část realizující funkce podléhající legálnímu metrologickému doзору je blokována a musí být chráněna proti poškození nebo záměrné mani-

pulaci běžnými softwarovými produkty (obvyklé textové editory a vývojová prostředí). Toto zabezpečení lze realizovat dvěma způsoby – zabráněním jakémukoliv přístupu do této části programu nebo kontrolním číslem chránit zdrojový kód. Jakýkoliv zásah do této oblasti se pak projeví změnou kontrolního čísla, která vede k zablokování kompletní funkce programu.

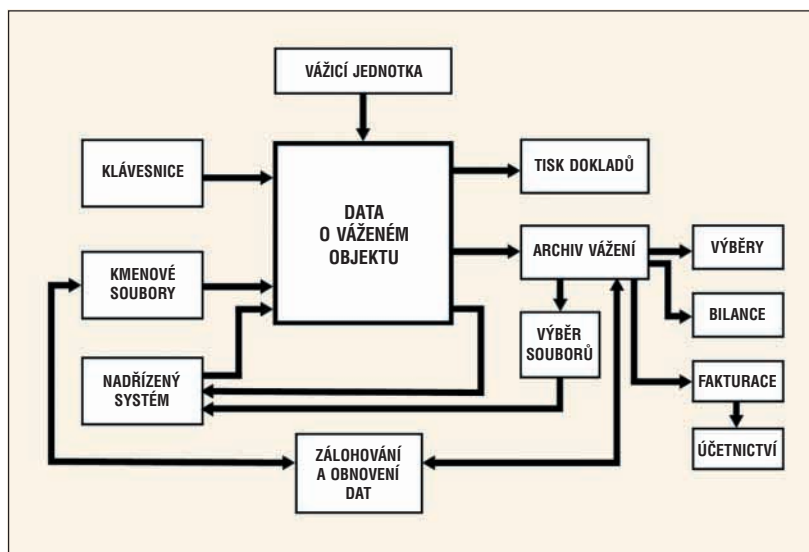
Zásah do programu jinými, dle tohoto předpisu tzv. nestandardními prostředky, nelze na 100 % zablokovat. Tyto zásahy nelze nikdy vyloučit. Jejich vědomé provádění je kvalifikováno jako trestný čin a proti původcům je postupováno v souladu s trestním řádem.

Typickým příkladem chráněného software vytvořeným firmou Schenck je software DISOSAVE pro náhradu „alibi“ tiskárny, který byl již dříve zmíněn.

Programové vybavení pro silniční a kolejové váhy

Součástí provozu moderní silniční nebo kolejové váhy je i vkládání doprovodných dat a jejich další zpracování. Součástí takové moderní váhy bývá výpočetní technika včetně speciálního programového vybavení. Nezřídka se pak takto vybavená váha stává součástí celopodnikového informačního systému.

nejčastěji připojen přes sériové rozhraní RS 232 (RS 485, RS 422). U vah s komfortním vážním procesorem probíhá veškerá komunikace s obsluhou váhy pouze prostřednictvím klávesnice a monitoru procesoru. Na monitoru je trvale zobrazován údaj o hmotnosti, poruchová hlášení váhy a další údaje.



Obr. 39 Blokové schéma toku dat vážního procesoru

Převážná většina vahařských firem využívá pro řešení těchto úkolů počítače typu PC IBM – kompatibilní, neboť jsou i u většiny provozovatelů vah nejrozšířenější a umožňují i snadnou komunikaci se středními a velkými počítači.

Osobní počítač s programovým vybavením, který bývá obvykle nazýván „procesorem vážních dat“, je k vyhodnocovací a řídicí jednotce

Klávesnicí procesoru jsou vkládána doprovodná data k váženým objektům, prováděno vážení a archivace dat a celá řada dalších činností spojených se zpracováním dat. Na **obr. 39** je blokově znázorněn základní mechanismus toku dat ve vážním procesoru. Veškerá dostupná data jsou směřována do bloku dat o váženém objektu. Jsou to zejména data jednorázově vkládaná z klá-

vesnice, dále pak opakující se údaje připravené v kmenových souborech. Tyto soubory obsahují například data o známých substrátech, dodavatelích, odběratelích, přepravcích, ale i o opakujících se vozidlech nebo vagónech. Data z těchto souborů jsou uživatelem pouze vybírána a přiřazována více či méně důmyslnými vyhledávacími mechanismy. Dalším zdrojem informací o váženém objektu může být i nadřazený systém. Z vážící jednotky je doplněn údaj o datu, čase a hmotnosti a celá takto vytvořená věta o váženém objektu je přenesena do archivu, proveden tisk požadovaných dokladů, případně i přenos do nadřazeného systému. Přenos do nadřazeného systému je často prováděn až z archivu vážení po dávkách, například formou výběru vážení za určitý časový interval. Obsluha zadá výběrové kritérium, vytvoří přenosový soubor a provede jeho přenos.

Nad souborem dat v archivu vážení lze provádět různé operace, jako jsou výběry podle zadaných

podmínek, sestavování bilančních přehledů, fakturací a pod. Významný je i blok umožňující rychlé a snadné zálohování dat z kmenových souborů a archivu vážení a jejich spolehlivé obnovení v případě poruchy paměťového média.

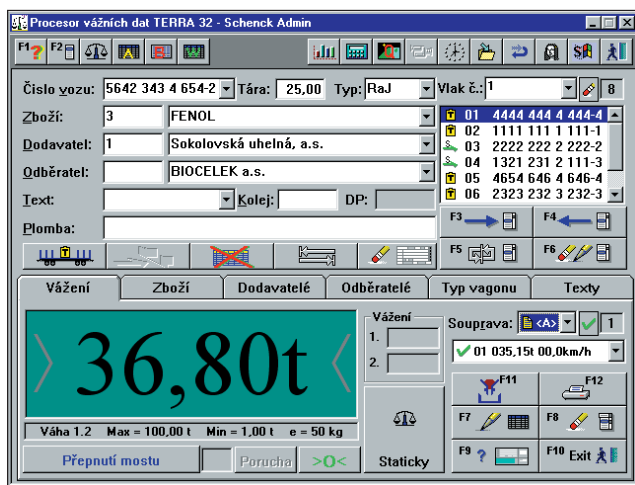
U procesorů používaných u kolejových vah pro statické vážení a vážení za pohybu je důležité, aby procesy přípravy dat, vážení a archivace byly odděleny a mohly probíhat paralelně a nezávisle. Situace, kdy má obsluha k dispozici data o vážených vagónech, přičemž vagóny nejsou doposud k dispozici, nebo naopak souprava včetně netrpělivého strojevodčího čeká na vážení, ale chybí průvodní data o vlaku, je na železnici obvyklá. Vhodný obslužný systém musí zajistit, aby bylo možno provést statické vážení či vážení za pohybu s připravenými daty o vážené soupravě včetně archivace, ale i pouhé zvažení soupravy s identifikací vozů jen jejich pořadovými čísly v soupravě.

Na **obr. 40** je příklad masky vážení standardního programového vybavení SQL Delta 32 firmy Schenck určeného pro silniční váhy „vstup – výstup“.

Maska umožňuje výběr známých vozidel, zboží, dodavatelů, odběratelů a přepravců z kmenových souborů, vlastní správu kmenových souborů, jednorázové vkládání dat, kom-

Obr. 40 Maska vážení programu SQL Delta 32

fortní obsluhu váhy, přepínání semaforů a celou řadu dalších funkcí. Typ vážení je přehledně zobrazen ve spodní části obrazovky. Program dále umožňuje tisk celé řady dokladů a sestav, volnou úpravu tiskových vzorů, tvorbu sestav definovaných uživa-



Obr. 41 Maska statického vážení programu SQL Terra 32

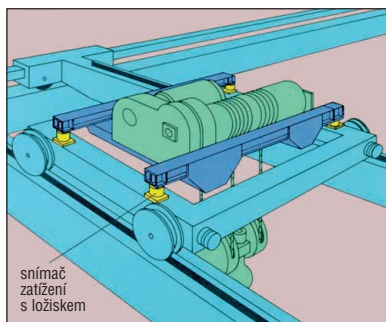
telem, vedení hotovostní pokladny, fakturaci a podobně. Program určený pro prostředí MS WINDOWS '95 a MS WINDOWS NT poskytuje obsluhu značný komfort jak v ovládání, tak i v rozsahu poskytovaných služeb. SQL Delta 32 je k dispozici v české, německé a anglické verzi. Příklad masky vážení kolejové váhy pro oba typy vážení je na **obr. 41**.

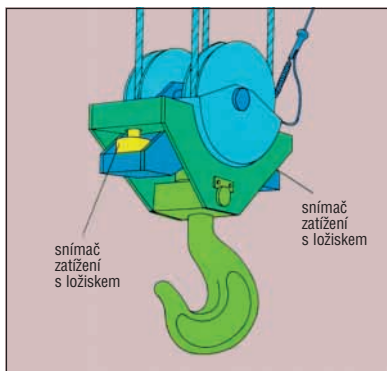
Jeřábové váhy

Při překládání kusového zboží a při nejrozličnějších technologických operacích prováděných jeřáby je nutno vážit zavěšené předměty. Sílu vyvozanou zavěšeným předmětem lze měřit na několika místech. Nejčastější je umístění snímačů zatížení do kočky jeřábu s dvojitým rámem, znázorněné na **obr. 42**. Navíjecí bubny a pohonné ústrojí je umístěno na speciálním rámu uloženém na snímacích zatížení. Přenos signálu z kočky jeřábu kabelem

Význam informačních systémů v oblasti vážicí techniky sice vzrůstá, ale stále bývá provozovateli při nákupu vah značně podceňován. Typický zákazník je při nákupu rozsáhlého vážního systému v ceně několika milionů korun ochoten bez zaváhání vydat 100 000 Kč za několik metrů výkopu, ale stejnou cenou za speciální programové vybavení je šokován.

Obr. 42 Snímače zatížení v kočce jeřábu s dvojitým rámem

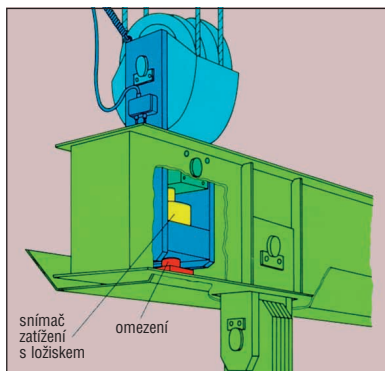




Obr. 43 Snímače v háku jeřábu

Lze mechanicky provést použitím shrnovacího kabelu nebo navíjecího bubnu. Horizontální pohyb horního rámu musí být vhodným způsobem tlumen a omezen, neboť možnost poškození snímačů zatížení rázy vznikajícími rozjezdy a brzděním kočky jeřábu nebo šikmým tahem je značná.

Snímače lze umístit i do blízkosti závěsného háku, jak ukazuje **obr. 43**, kde však může často docházet k problémům s poškozováním přírodního kabelu. Detail zástavby jednoho z dvojice snímačů v traverze jeřábu je na **obr. 44**. Na hák jeřábu lze zavěsit i kompletní speciální váhy včetně elektronické vyhodnocovací jednotky nazývané



Obr. 44 Detail zástavby snímače zatížení ve vážicí traverze

váhami závěsnými, které jsou vhodné zejména pro občasně vážení na několika různých jeřábech. Nevýhodou těchto vah je možnost jejich snadného mechanického poškození a nutnost trvalé péče o napájecí baterie.

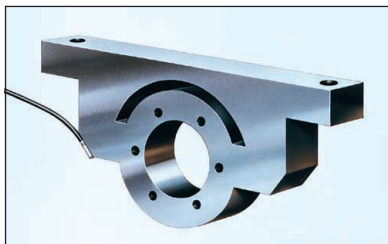
Většina jeřábových vah bývá doplněna o velkoplošné zobrazovací jednotky, na kterých lze pozorovat údaje o měřené hmotnosti i z větší vzdálenosti. Jedním z největších problémů u jeřábových vah je přenos dat z vyhodnocovací jednotky umístěné nejčastěji přímo na jeřábu do pozemní části systému. Pro obvykle obousměrný transfer dat je využíván nejčastěji infra-, popř. radiový přenos.

Váhy s přímo vážicími prvky

V řadě případů je umístění snímačů zatížení klasického tvaru a rozměrů problematické nebo nemožné. Pak je nutno tenzometry implementovat přímo do některých stávajících částí zařízení nebo vyvinout speciální tvar deformačního členu. Tato moderní a do budoucna orientovaná technologie umožňuje vážit i v případech, kde

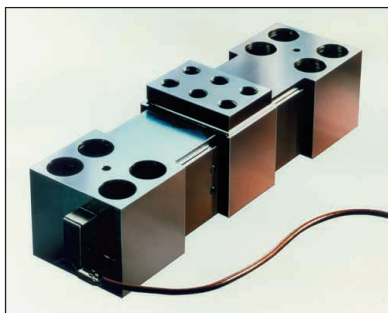
to doposud bylo s využitím klasických stavebních prvků neproveditelné. Některé případy použití přímo vážicích prvků byly popsány již v částech věnovaných mechanickým konstrukcím kolejových vah a dříve.

Pro přiblížení možností, které tato nová technologie přináší, je v dalším uvedeno několik typických aplikací.



Obr. 45 Válcíci pouzdro typu DWN

Na **obr. 45** je válcíci pouzdro typu DWN, které tvoří plnohodnotný spojovací prvek mezi rámem a osou u speciálního kolejového vozidla určeného pro vysoká zatížení používaného například v ocelárnách. Tento stavební prvek zajišťuje přenos sil mezi osou a rámem vozidla a zároveň jejich měření. Pro extrémní podmínky v ocelárnách a pro vysoká zatížení byl



Obr. 46 Válcíci nosník typu DWB

koncepován válcíci nosník typ DWB (**obr. 46**). Po zástavbě do otočné věže určené pro vkládání licích pánví tvoří velmi robustní a odolnou váhu. Tenzometrické snímače jsou umístěny bez nároku na jakoukoliv změnu tvaru nosníku, přičemž pro měření hmotnosti je využíváno původní rozložení mechanického napětí v tělese.

Pro orientační měření obsahu zásobníku byl firmou SCHENCK vyvinut snímač zatížení speciálního

tvaru, tzv. měřicí oko (**obr. 47**). Tyto snímače o vnějším průměru 18 mm jsou vyrobeny z nerezové oceli a hermeticky uzavřeny laserovou technikou (krytí IP 67). Při provozu nevyžadují údržbu. Tenzometry ve snímačích jsou uspořádány jako poloviční nebo úplný Wheatstoneův most. Verze s polovičním mostem je méně citlivá, ale cenově příznivější.



Obr. 47 Měřicí oko typu DMA

Měřicí oka bývají nalisována do vertikálních nebo horizontálních částí ocelových podpěrných konstrukcí zásobníků (**obr. 48**). Působením zatížení vyvolaného tíhou zásobníku dochází k deformaci jeho nosné konstrukce. Tato deformace je snímána jedním nebo několika měřicími oky. Změna hmotnosti zásobníku je pak úměrná velikosti změny výstupního napětí jednoho nebo soustavy měřicích ok. Měřicí oka bývají nejčastěji dodávána ve spojení s jednotkou DISOMAT® T.

Obr. 48 Umístění měřicích ok v konstrukci zásobníku

