

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2020-383

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01L 1/18 (2006.01)
B60D 1/04 (2006.01)
B60D 1/06 (2006.01)
B60D 1/62 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.06.2020**

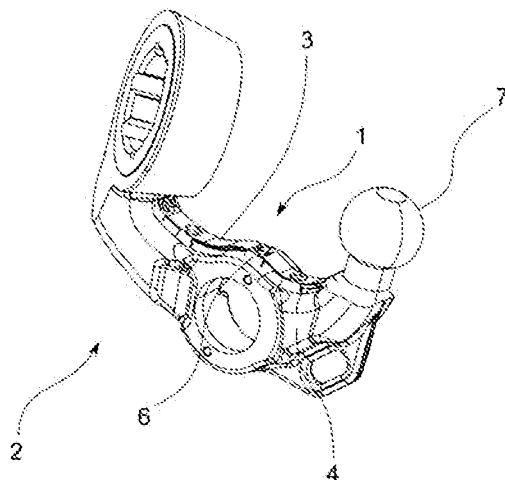
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **24.11.2021**
(Věstník č. 47/2021)

(71) Přihlašovatel:
ŠKODA AUTO a.s., Mladá Boleslav, Mladá
Boleslav II, CZ

(72) Původce:
Dominik Debef, Jihlava, CZ
Ladislav Kotrba, Jihlava, Helenín, CZ
Dušan Matěáško, Horní Branná, CZ
Miroslav Mejstnar, Vrchlabí, Podhůří, CZ
Tomáš Hadinec, Stará Paka, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob a zařízení pro měření svislého
zatížení a tažné zařízení**

(57) Anotace:
Předmětem vynálezu je zařízení (1) pro měření svislého zatížení na háku (4) vozidla, které zahrnuje pružný kovový pásek (3) a řídicí jednotku (8). Kovový pásek (3) je uzpůsoben k připevnění k jedné straně háku (4) a je na straně určené pro směřování k povrchu háku (4) opatřen třemi tenzometry (5), přičemž řídicí jednotka (8) je datově propojena s tenzometry (5) a je uzpůsobena pro určení svislého zatížení tažného zařízení (2) s využitím dat z tenzometrů (5). Výhodně kovový pásek (3) zahrnuje na straně pro směřování k povrchu háku (4) alespoň čtyři vystouplé kontaktní plochy (6), přičemž mezi každými dvěma sousedními kontaktními plochami (6) se nachází maximálně jeden tenzometr (5). Dále je předmětem vynálezu tažné zařízení (2) zahrnující zařízení (1) pro měření svislého zatížení a způsob měření svislého zatížení realizovaný tímto zařízením (1) pro měření svislého zatížení.



Způsob a zařízení pro měření svislého zatížení a tažné zařízení

Oblast techniky

Předkládaný vynález se týká zařízení pro měření svislého zatížení působícího na tažné zařízení vozidla. Toto zařízení zahrnuje pružný kovový pásek s tenzometry připevněný k tažnému zařízení. Dále se vynález týká tažného zařízení s takovým zařízením pro měření svislého zatížení a dále způsobu měření svislého zatížení, který je realizován zařízením pro měření svislého zatížení.

Dosavadní stav techniky

V současném stavu techniky jsou známá zařízení pro měření svislého zatížení na tažném zařízení. Měření a následná signalizace tohoto zatížení například umožňuje informovat řidiče, že je jeho přívěs přetížený, a tím předejít poškození přívěsu, tažného zařízení nebo tažného vozidla.

Například dokument US 20170334256 A1 popisuje tažné zařízení se senzorem, který umožňuje měřit zatížení ve vertikální ose. Tento senzor je však umístěn přímo v háku, který připevňuje tažnou kouli k vozidlu, takže pro měření zatížení v již existujícím tažném zařízení je nutné vyměnit celý hák. Další měřicí zařízení pro tažné zařízení popisuje dokument DE 202011105552 U1, v tomto zařízení je senzor opět umístěn přímo do konstrukce tažného zařízení.

Dokument US 20190033150 A1 popisuje způsob měření zatížení na tažném háku. Tento způsob zahrnuje umístění zdroje vibrací a senzoru pro zaznamenávání vibrací na nosník tažného zařízení. Na nosník je tedy nutné připevnit alespoň dva oddělené objekty, a to komplikuje montáž i demontáž daného zařízení.

Kromě nutnosti značného zásahu do konstrukce tažného zařízení je nevýhodou výše popsaných známých řešení to, že jedním senzorem je obtížné přesně změřit zatížení v jednom konkrétním směru. Takový senzor musí být umístěn v místě, kde je tažné zařízení namáháno pouze v požadovaném směru, takové místo však nemusí na tažném zařízení existovat.

Bylo by proto vhodné přijít s řešením, které by umožnilo měřit svislé zatížení na tažném zařízení, a přitom by nevyžadovalo výrazný zásah do konstrukce tažného zařízení, takže by bylo možné ho snadno připevnit k existujícímu tažnému zařízení.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky do jisté míry odstraňuje zařízení pro měření svislého zatížení na tažném zařízení vozidla zahrnující pružný kovový pásek a řídicí jednotku. Tažné zařízení přitom zahrnuje hák připevněný k vozidlu a kovový pásek je připevněn k jedné straně háku a je na straně směřující k povrchu háku opatřen třemi tenzometry. Řídicí jednotka je datově propojena s tenzometry a je uzpůsobena pro určení svislého zatížení tažného zařízení s využitím dat z tenzometrů. Připevnění kovového pásku k háku je výhodně realizováno šroubovými spojeními, může však dále být realizováno svařením, slepením nebo jiným známým způsobem. Výhodně je kovový pásek přišroubován a zároveň přilepen. Lepidlo zvýší tření mezi kovovým páskem a povrchem háku a tím zlepší přenos napětí na tenzometry, a tedy zpřesní měření.

Využití kovového pásku jako nosiče pro tenzometry značně zjednodušuje montování tenzometrů na hák tažného zařízení, protože není nutné tenzometry připevňovat jednotlivě a není nutné nijak zásadně upravovat konstrukci tažného zařízení, například může být jen potřeba připravit závitové otvory pro šrouby. Hodnoty napětí, resp. deformací, z háku jsou pak páskem přenášeny na tenzometry. Materiál kovového pásku je zvolen dostatečně pružný, aby přenášel napětí z háku

k tenzometrům, aniž by ho výrazně tlumil.

Výhodně je řídicí jednotka navíc uzpůsobena pro určení vodorovného zatížení v ose X a/nebo ose Y s využitím dat z tenzometrů. Osou X je vodorovná osa orientovaná ve směru jízdy vozidla, tj. rovnoběžně s podélnou osou vozidla, a zatížením v ose X je tedy složka zatížení působící rovnoběžně s podélnou osou vozidla. Osou Y je vodorovná osa kolmá na osu X, tedy osa vedoucí z jedné boční strany vozidla na druhou. Třetí osou je svislá osa Z.

Výhodně jsou tenzometry umístěny dostatečně daleko od sebe, například alespoň 2 cm, výhodněji alespoň 3 cm. Tím je zajištěno, že každý tenzometr měří přetvoření v jiném místě, takže měří při určitém zatížení tažného zařízení alespoň částečně odlišné hodnoty. Každý z tenzometrů pak tedy dodává do řídicí jednotky určité informace, které ostatní tenzometry nedodávají, a kombinací hodnot ze všech tenzometrů je následně možné určit hodnotu skutečného svislého zatížení, přestože žádný z tenzometrů sám o sobě data, ze kterých by bylo možné určit skutečné zatížení v konkrétní ose, neposkytuje. Jinými slovy je výhodné, když data z různých tenzometrů určují různé křivky namáhání, zjednodušeně řečeno, když ve stejný okamžik pro určité zatížení tažného zařízení naměří různé hodnoty, a tedy z nich do řídicí jednotky přichází různý signál (např. s jinou frekvencí nebo amplitudou).

Ještě výhodněji jsou pozice tenzometrů na kovovém pásku, které po připevnění kovového pásku k háku určují pozici tenzometrů vůči háku, zvoleny tak, aby první tenzometr byl nejvíce citlivý na zatížení v ose X, druhý tenzometr na zatížení v ose Y a třetí tenzometr na zatížení v ose Z. Tedy například při zatížení tažného zařízení pouze v ose X budou nejvyšší hodnoty napětí/deformace naměřeny prvním tenzometrem, při zatížení pouze v ose Z budou nejvyšší hodnoty naměřeny třetím tenzometrem apod. Výrazy první, druhý a třetí tenzometr zde pouze odlišují jednotlivé tenzometry, nemusí nijak reflektovat pořadí tenzometrů od jednoho konce kovového pásku na druhý. Kovový pásek je výhodně před připevněním vytvarován tak, aby alespoň přibližně kopíroval tvar háku, takže je omezeno napětí vzniklé v pásku jeho připevněním a zároveň je tvarem kovového pásku určena jeho poloha na háku.

Tyto pozice tenzometrů je možné určit například počítačovým simulováním zatížení pomocí metody konečných prvků, kdy se pro konkrétní podobu tažného zařízení naleznou místa na povrchu háku s nejvýraznějšími deformacemi v jednotlivých osách. Možné je rovněž měřit deformace při různých zatíženích na větším množství různých míst na háku a následně zvolit místa s vyššími deformacemi při zatížení v jednotlivých osách.

Výhodně zařízení pro měření svislého zatížení dále zahrnuje kryt částečně obklopující kovový pásek. Kryt může být plastový nebo kovový a může být připevněn přímo ke kovovému pásku nebo k povrchu háku. Kryt poskytuje kovovému pásku, zejména tenzometrům a případně šroubům, ochranu proti mechanickému nebo chemickému poškození.

Výhodně je kovový pásek připevněn k horní straně háku. Bylo experimentálně zjištěno, že na horní straně háku se alespoň pro některé, nejběžnější, typy háků nejvíce projevují deformace způsobené zatížením háku, a tedy umístění tenzometrů na vrchní stranu zajistí nejpresnější měření. Vrchní stranou háku je přitom ta část povrchu háku, které je viditelná při pohledu shora na hák, tj. část povrchu, kde mají normály k povrchu vystupující ven z háku kladnou složku svisle nahoru.

Výhodně kovový pásek zahrnuje na straně směřující k povrchu háku alespoň čtyři vystouplé kontaktní plochy, přičemž mezi každými dvěma sousedními kontaktními plochami se nachází maximálně jeden tenzometr. Kontaktní plochy tedy realizují dotyk mezi kovovým páskem a hákem, takže je skrze ně přenášeno napětí z háku na tenzometry. Zároveň je každý tenzometr skryt mezi vystouplými kontaktními plochami, takže je lépe chráněn proti mechanickému poškození, např. rozdrčení při připevňování kovového pásku k háku. Díky umístění maximálně jednoho tenzometru mezi dvě sousední kontaktní plochy je zajištěno, že na každý tenzometr je napětí přenášeno v nejvyšší míře alespoň z části různými kontaktními plochami, tj. těmi plochami, mezi

kterými je daný tenzometr umístěn. Různé kontaktní plochy jsou v kontaktu s různými částmi povrchu háku, takže je jimi přenášeno jiné napětí z jiného místa, a tedy je zajištěno, že různé tenzometry měří dostatečně různé hodnoty napětí.

- 5 Nedostatky stavu techniky dále do jisté míry odstraňuje tažné zařízení zahrnující hák a kouli a dále zahrnující zařízení pro měření svislého zatížení popsané výše.

Dále nedostatky stavu techniky alespoň částečně řeší způsob měření svislého zatížení na tažném zařízení vozidla realizovaný zařízením pro měření svislého zatížení popsaným výše a/nebo
10 realizovaný tažným zařízením s takovým zařízením pro měření svislého zatížení. Zařízení pro měření svislého zatížení dále zahrnuje paměť a tento způsob zahrnuje kroky:

- měření hodnot napětí alespoň třemi tenzometry,
- 15 • odeslání dat z tenzometrů do řídicí jednotky,
- dosazení hodnot naměřených tenzometry řídicí jednotkou za nezávisle proměnné do v paměti uložené polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení tažného zařízení, přičemž koeficienty polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení jsou regresní koeficienty získané regresní
20 analýzou, kde závisle proměnnou je skutečná hodnota svislého zatížení a nezávisle proměnné jsou hodnoty naměřené tenzometry během série modelových zatížení tažného zařízení rozložených v celém rozsahu předpokládaného zatížení tažného zařízení, a
- vyčíslení polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení pro získání hodnoty svislého zatížení
25 působícího na tažné zařízení.

V zásadě tedy samotnému způsobu měření, který se opakuje pokaždé, když je třeba určit hodnotu svislého zatížení na tažném zařízení, předchází několik kroků kalibrace zařízení, které proběhnou alespoň jednou pro určitý typ tažného zařízení a zařízení pro měření svislého zatížení, tj. zejména
30 tvar háku, materiál a tvar kovového pásku, typ použitých tenzometrů atd. Kalibrace pro určité zařízení pro měření svislého zatížení na určitém tažném zařízení tedy mohla proběhnout na jiném kusu stejně provedeného zařízení pro měření svislého zatížení na stejně provedeném tažném zařízení. Drobné odchylky v měření stejně provedenými zařízeními mohou být po montáži odstraněny kalibrací pro odstranění drobných nepřesností, při které je tažné zařízení zatíženo
35 známou silou a výstup z tenzometrů je v řídicí jednotce následně násoben konstantami tak, aby vypočtené zatížení bylo stejné jako skutečné, známé zatížení.

V důsledku kalibrace je v paměti zařízení pro měření svislého zatížení uložena polynomiální funkce vyjadřující hodnotu svislého zatížení tažného zařízení. Za neznámé v této polynomiální funkci jsou během měření dosazeny hodnoty z tenzometrů a vyčíslením této polynomiální funkce
40 je vypočtena hodnota svislého zatížení. Tato polynomiální funkce je přitom určena koeficienty, které jsou získány regresní analýzou na datech získaných měřením napětí tenzometry na kovovém pásku při sérii modelových zatížení, tj. při zatěžování tažného zařízení různými známými silami. Tato modelová zatížení jsou přitom zvolena tak, aby s určitými rozestupy pokrývala celý
45 předpokládaný rozsah zatěžování tažného zařízení, tj. jinými slovy, aby data měřená při modelových zatíženích, představující v podstatě trénovací množinu, přibližně vystihovala situace, které skutečně nastanou při měření svislého zatížení za provozu vozidla.

Při každém měření, tj. každém proběhnutí způsobu popsaného výše, řídicí jednotka do této polynomiální funkce dosadí hodnoty napětí, které získá z tenzometrů, a výsledkem je hodnota
50 zatížení, která byla příčinou daných měřených hodnot napětí.

Výhodně způsob měření svislého zatížení dále zahrnuje kroky:

- 55 • dosazení hodnot naměřených tenzometry řídicí jednotkou do dvou dalších polynomiálních

funkcí vyjadřujících zatížení tažného zařízení ve dvou vzájemně kolmých vodorovných osách X a Y, přičemž koeficienty polynomiální funkce vyjadřující zatížení v ose X jsou regresní koeficienty získané regresní analýzou, kde závisle proměnnou je skutečná hodnota zatížení v ose X, a koeficienty polynomiální funkce vyjadřující zatížení v ose Y jsou regresní koeficienty získané regresní analýzou, kde závisle proměnnou je skutečná hodnota zatížení v ose Y, přičemž nezávislé proměnnými jsou v obou případech hodnoty naměřené tenzometry během série modelových zatížení tažného zařízení rozložených v celém rozsahu předpokládaného zatížení tažného zařízení, a

- vyčíslení polynomiálních funkcí vyjadřujících vodorovné zatížení v osách X a Y pro získání hodnot vodorovného zatížení působícího na tažné zařízení.

Způsobem dle vynálezu je pak tedy získána nejen hodnota svislého zatížení působícího na tažné zařízení, ale i vodorovných zatížení působících na toto tažné zařízení. Při kalibraci jsou tedy regresní analýzou na datech získaných při sérii modelových zatížení zjištěny regresní koeficienty pro tři různé polynomiální funkce se stejnými nezávisle proměnnými, každá tato polynomiální funkce vyjadřující zatížení v některé ose. Řídící jednotka potom dosadí stejné, tenzometry naměřené, hodnoty do těchto tří polynomiálních funkcí a tyto polynomiální funkce vyčíslí, čímž jsou získány hodnoty zatížení v jednotlivých osách.

Výhodně způsob měření svislého zatížení dále zahrnuje krok:

- odeslání hodnoty svislého zatížení a/nebo hodnoty vodorovného zatížení v osách X a/nebo Y do výstupního zařízení.

Výstupním zařízením je například displej na palubní desce, smartphone, zdroj světla umístěný za zadním sklem vozidla, svítidla automobilu, klakson nebo dodatečná houkačka nebo reproduktor na nebo ve vozidle atd. V důsledku odeslání hodnot do výstupního zařízení může pak být například zastaveno nakládání, zapnuto upozornění řidiči, že je přetížený přívěs nebo je na něm nevhodně rozložen náklad, nebo mohou být hodnoty zatížení tažného zařízení ukládány pro další analýzu.

Objasnění výkresů

Podstata vynálezu je dále objasněna na příkladech jeho uskutečnění, které jsou popsány s využitím připojených výkresů, kde na:

obr. 1 je znázorněno zařízení dle vynálezu v pohledu zespodu, přičemž jsou viditelné kontaktní plochy s otvory pro šrouby a jsou viditelné tři tenzometry umístěné mezi kontaktními plochami a přičemž řídící jednotka není zobrazena,

obr. 2 je zobrazen perspektivní pohled na tažné zařízení opatřené zařízením pro měření svislého zatížení dle vynálezu, přičemž toto zařízení pro měření svislého zatížení je připevněno k horní straně háku,

obr. 3 je schematicky znázorněno zařízení pro měření svislého zatížení, přičemž kromě kovového pásu s tenzometry z obr. 1 jsou znázorněny i A/D převodník, řídící jednotka a výstupní zařízení,

obr. 4 je znázorněn vývojový diagram pro způsob, kterým je na modelových zatíženích získána funkce vyjadřující závislost skutečného zatížení v jednotlivých osách na hodnotách měřených tenzometry, a na

obr. 5 je znázorněn vývojový diagram způsobu měření svislého zatížení dle vynálezu zahrnujícího měření napětí tenzometry a dosazení naměřených hodnot do funkcí vyjadřujících závislost hodnoty skutečného zatížení v jednotlivých osách na hodnotách měřených tenzometry.

Příklady uskutečnění vynálezu

5 Uvedená uskutečnění znázorňují příkladné varianty provedení vynálezu, která však nemají z hlediska rozsahu ochrany žádný omezující vliv.

Předmětem předkládaného vynálezu je zařízení 1 pro měření svislého zatížení na tažném zařízení 2. Toto zařízení 1 pro měření svislého zatížení zahrnuje pružný kovový pásek 3, který je opatřen třemi tenzometry 5 a pěti kontaktními plochami 6, a dále zahrnuje řídicí jednotku 8
10 uzpůsobenou pro skrytí v prostoru zásuvky na tažném zařízení 2. Tato řídicí jednotka 8 je datově propojena s tenzometry 5 a je uzpůsobena pro výpočet svislého zatížení na základě dat přijatých z tenzometrů 5. Výsledná hodnota svislého zatížení je pak libovolným způsobem sdělena řidiči a/nebo palubnímu počítači vozidla. Řídicí jednotkou 8 může být samostatné výpočetní zařízení, nebo může být například součástí palubního počítače vozidla.

15 Kovový pásek 3 je vyroben z libovolného kovu, který je dostatečně pružný na to, aby přenášel deformace z háku 4 na tenzometry 5, například z oceli, výhodně s povrchovou úpravou proti korozi, nebo z nerezové oceli apod. Výhodně je kovový pásek 3 před připevňováním na hák 4 vytvarován tak, aby alespoň přibližně kopíroval tvar háku 4 v daném místě na povrchu háku 4, kam
20 má být zařízení 1 pro měření svislého zatížení připevněno. Tímto vytvarováním je zredukováno napětí, které by v rovném kovovém pásku 3 vznikalo při připevnění na zahnutý hák 4 a mohlo by do určité míry zkreslovat naměřené hodnoty. Vliv tohoto napětí je však alternativně nebo navíc možné zredukovat softwarově kalibrací řídicí jednotky 8. Kovový pásek 3 před připevněním k háku 4 je zobrazen na obr. 1, a na obr. 2 je tento kovový pásek 3 zobrazen připevněný k háku 4
25 tažného zařízení 2.

Místo na povrchu háku 4, kam je připevněno zařízení 1 pro měření svislého zatížení, může být v zásadě libovolné místo, kde se projevují deformace háku 4 při jeho svislém zatížení. Výhodně je však zvoleno místo na horní straně háku 4, kde se tyto deformace projevují nejvýrazněji. Konkrétní
30 poloha tenzometrů 5 vůči háku 4 je pak určena, mimo jiné, polohou tenzometrů 5 na kovovém pásku 3, která je volena tak, aby různé tenzometry 5 měřili různé hodnoty, což je v nejjednodušším provedení zajištěno alespoň tím, že různé tenzometry 5 nejsou těsně vedle sebe, ale jsou od sebe odsazeny.

35 Výhodněji je poloha tenzometrů 5 na kovovém pásku 3 volena tak, aby každý z uvedených tří tenzometrů 5 byl umístěn v místě, kde se nejvíce projevuje některá ze složek zatížení v osách X, Y a Z, kde Z je svislá osa a X a Y jsou vzájemné kolmé vodorovné osy. Takovou polohu je možné zjistit počítačovou simulací s využitím metody konečných prvků, jak je známo odborníkům v oboru, nebo je možné provést zkušební měření tenzometry na velkém množství různých míst na
40 háku 4 a/nebo na kovovém pásku 3 připevněném k háku 4 při zatížení háku 4, a následně zvolit tři místa s nejvýraznějšími složkami v ose X pro jeden tenzometr 5, v ose Y pro druhý a v ose Z pro třetí.

45 Z hodnot měřených třemi tenzometry 5, kde každý tenzometr 5 měří alespoň trochu odlišné hodnoty, je pak možné řídicí jednotkou 8 vypočítat hodnotu svislého zatížení, přestože ani jeden z tenzometrů 5 sám o sobě k určení svislého zatížení nestačí, protože se v naměřených hodnotách vždy projevují složky napětí ve všech směrech. Způsob měření svislého zatížení realizovaný řídicí jednotkou 8 bude detailněji popsán níže.

50 V zobrazeném provedení zahrnuje kovový pásek 3 pět vystouplých kontaktních ploch 6, jak je zobrazeno na obr. 1. Tyto kontaktní plochy 6 realizují kontakt mezi kovovým páskem 3 a povrchem háku 4, tedy je jimi přenášeno napětí z háku 4 k tenzometrům 5. V zobrazeném provedení navíc každou kontaktní plochou 6 prochází otvor pro šroub, tedy je kovový pásek 3 k povrchu háku 4 přišroubován. Alternativně nebo navíc může být kovový pásek 3 přilepen.
55 K přenosu deformací z háku 4 na tenzometry 5 pak může napomáhat kromě kontaktních ploch 6 i

lepidlo. Alternativně je možné zařízení dle vynálezu k háku 4 například přivařit.

Jak je patrné z obr. 1, mezi dvěma sousedními kontaktními plochami 6 se vždy nachází jeden nebo žádný tenzometr 5. Vzhledem k tomu, že různé kontaktní plochy 6 jsou v kontaktu s různými místy na povrchu háku 4, je pak k různým tenzometrům 5 přenášeno rozdílné napětí, protože v každém místě na povrchu háku 4 se jeho zatížení projevuje jinak, a tedy je možné z dat z tenzometrů 5 vypočítat svislé zatížení.

V zobrazeném provedení byla místa na kovovém pásku 3, kam jsou nalepeny tenzometry 5, určena metodou konečných prvků tak, aby se v každém z těchto míst jedna složka (jiná než v jiných místech) napětí projevovala více než ostatní. Jeden z tenzometrů 5 je v blízkosti koule 7, kde se nejvíce projevuje zatížení v ose X, která je rovnoběžná s podélnou osou vozidla, a tedy se směrem jízdy. Druhý tenzometr 5 je umístěn v oblasti zásuvky, tj. nad průchozím otvorem ve středu háku 4 viditelným na obr. 2, kde se nejvíce projevuje zatížení v ose Y, která je kolmá k podélné ose vozidla. Poslední tenzometr 5 je umístěn v blízkosti otočného kloubu pro připojení háku 4 k vozidlu, kde se nejvíce projevuje zatížení ve svislé ose Z. Pro jiný tvar háku 4 by však tato umístění mohla být odlišná a výhodně je tak pro každý typ háku 4 stanoveno individuální výhodné rozmístění tenzometrů 5, které pak může být využito pro zařízení 1 pro měření svislého zatížení na všech hácích 4 takového typu. Kovový pásek 3 je přitom výhodně předem tvarován tak, aby jeho tvar odpovídal jedné pozici na povrchu háku 4, takže poloha kovového pásku 3 na háku 4 je jednoznačně určena tvarem obou těchto součástí, a nemusí se při montáži zvlášť určovat. Drobné odchylky v poloze kovového pásku 3 a/nebo tenzometrů 5 je možné kompenzovat kalibrací, jak bude uvedeno níže.

Hodnoty naměřené tenzometry 5 jsou odesílány do řídicí jednotky 8 opatřené pamětí, přičemž obvykle je mezi tenzometrem 5 a řídicí jednotkou 8 dále poskytnut A/D převodník 9, využit může být například i zesilovač signálu. Do paměti řídicí jednotky 8 jsou uloženy regresní koeficienty, s jejichž pomocí je dopočítáno zatížení v jednotlivých osách z hodnot napětí (respektive deformací) měřeného tenzometry 5. Způsob pro získání těchto koeficientů bude důkladněji popsán níže, zjednodušeně jsou však regresní koeficienty zjištěny regresní analýzou dat získaných při modelových zatěžováních háku 4 se zařízením 1 pro měření svislého zatížení. Při samotném měření jsou pak hodnoty z tenzometrů 5, získané všemi tenzometry 5 v určitý stejný okamžik, odeslány do řídicí jednotky 8 a dosazené do vzorce polynomu s danými regresními koeficienty, a výstupem z řídicí jednotky 8 jsou pak tři hodnoty zatížení ve třech osách X, Y a Z.

Vypočtené hodnoty zatížení jsou z řídicí jednotky 8 odeslány na vhodné výstupní zařízení 10, například na displej ve vozidle, na smartphone, do reproduktorů atd., a/nebo jsou odeslány do palubního počítače pro další zpracování. Například může palubní počítač vyhodnotit, že přívěs je přetížen, a následně upozornit řidiče. Možné je i využití například houkačky nebo zdroje světla umístěného na zadní části vozidla, např. sestavy LED za zadním oknem, pro signalizaci řidiči při nakládání přívěsu, že bylo dosaženo maximálního povoleného zatížení. Alternativně je k signalizaci možné využít zadní svítilnu automobilu, klakson atd. Datová komunikace řídicí jednotky 8 s tenzometry 5 a/nebo s výstupním zařízením 10, jako jsou displeje, reproduktory a zdroje světla, může být realizována kabelovým spojením nebo bezdrátově.

Zařízení 1 pro měření svislého zatížení dle vynálezu je schematicky znázorněno na obr. 3, kde je zobrazen kovový pásek 3 s tenzometry 5, z nichž jsou data odesílána do A/D převodníku 9 a následně do řídicí jednotky 8. Vypočtené hodnoty zatížení jsou z řídicí jednotky 8 v zobrazeném provedení odesílány do výstupního zařízení 10, kterým je zde tablet, nebo případně dotykový displej k zabudování do palubní desky.

Počet tenzometrů 5 na kovovém pásku 3 může být alternativně vyšší než tři, jiný může být i počet kontaktních ploch 6, výhodně je však kontaktních ploch 6 alespoň o jednu více než tenzometrů 5. V alternativním provedení nemusí kovový pásek 3 zahrnovat žádné kontaktní plochy 6 a na povrch háku 4 je pak přitisknut a připevněn celou svou stranou.

V dalším alternativním provedení není kovový pásek 3 před připevněním na hák 4 vytvarován, takže se konkrétnímu tvaru háku 4 přizpůsobí až během připevňování. Toto provedení je vhodné zejména pro umístění na rovnější povrchy háku 4. Zařízení 1 pro měření svislého zatížení může být umístěno na jinou stranu háku 4, např. tedy zboku nebo zespodu.

V některých provedeních může zařízení 1 pro měření svislého zatížení dále zahrnovat kryt, který částečně obklopuje kovový pásek 3 s tenzometry 5. Například kryt obklopuje kovový pásek 3 z boků a shora, přičemž zespodu je otevřen, aby nebránil kontaktu mezi kovovým páskem 3 a/nebo tenzometry 5 a povrchem háku 4. Kryt může být například kovový nebo plastový a zvyšuje odolnost zařízení dle vynálezu proti korozi nebo mechanickému poškození. V některých provedeních může být kryt připevněn ke kovovému pásku 3 před připevněním na hák 4, v jiných provedeních může být kryt umístěn k zařízení až po připevnění kovového pásku 3 k povrchu háku 4. Kryt může být například přilepen, ať už ke kovovému pásku 3 a/nebo k povrchu háku 4, může být přišroubován stejnými šrouby jakými je kovový pásek 3 připevněn k háku 4 nebo jinými, může být k háku 4 připevněn objímkou vhodného tvaru atd.

Předmětem předkládaného vynálezu je dále tažné zařízení 2, které zahrnuje hák 4 a kouli 7 připevněnou k háku 4, přičemž hák 4 je připevnitelný k vozidlu. Toto tažné zařízení 2 zahrnuje zařízení 1 pro měření svislého zatížení popsané výše. Tažné zařízení 2 je zobrazeno na obr. 2. V zobrazeném provedení je hák 4 k vozidlu připevnitelný otočně, ale alternativně může být využit hák, který je vůči vozidlu nepohyblivý.

Předmětem vynálezu je dále způsob měření svislého zatížení. Tento způsob je realizován výše popsaným zařízením 1 pro měření svislého zatížení a/nebo výše uvedeným tažným zařízením 2. Součástí zařízení pro provedení tohoto způsobu je paměť, která je například součástí řídicí jednotky 8, ale může alternativně být i samostatným zařízením.

Tento způsob v příkladném provedení zahrnuje kalibrační kroky, které probíhají jednou pro konkrétní tažné zařízení 2, např. během vývoje takového tažného zařízení 2, a jsou realizovány kalibrační řídicí jednotkou s kalibrační pamětí, které mohou a nemusí být stejnou řídicí jednotkou 8 a pamětí, které jsou součástí zařízení 1 pro měření svislého zatížení. Během kalibračních kroků je kovový pásek 3 s tenzometry 5 umístěn na háku 4 tažného zařízení 2 a tento hák 4 je zatížen sérií modelových zatížení působících v osách X, Y a/nebo Z, kde Z je svislá osa a X a Y jsou dvě vzájemně kolmé vodorovné osy. Při každém zatížení z této série jsou do kalibrační paměti uloženy hodnoty F_X, F_Y a F_Z , které vyjadřují známé zatížení v jednotlivých osách, a hodnoty T_1, T_2 a T_3 , které vyjadřují hodnoty naměřené prvním, druhým a třetím tenzometrem 5. Hodnoty měřené tenzometry 5 vyjadřují napětí, resp. deformace, háku 4 zaznamenané daným tenzometrem 5. Z tenzometrů 5 tedy vychází elektrický signál, který může projít například A/D převodníkem 9, do kalibrační řídicí jednotky. Hodnoty měřené tenzometry 5 při nulovém zatížení jsou výhodně odečítány od všech ostatních měřených hodnot (tzv. tárování).

Zatížení ze série modelových zatížení jsou volena tak, aby pokrývala celý rozsah předpokládaného zatížení tažného zařízení 2. Například tedy, pokud se pro dané tažné zařízení 2 očekává v každé z os zatížení maximálně 100 kg, mohou být daná zatížení odstupňována například po 20 kg, takže vektor zatížení (F_X, F_Y, F_Z) má pro konkrétní modelové zatížení hodnoty

$$(F_X, F_Y, F_Z) = (a, b, c), \text{ kde } a, b, c \in \{0, 20, 40, 60, 80, 100\}.$$

Každá složka nabývá tedy šesti různých hodnot, takže celkem je v tomto provedení možných až $6^3 = 216$ různých zatížení. Uvedené rozsahy a velikosti kroků při odstupňování mohou být i jakékoliv jiné a mohou být i různé pro různé osy.

Všechna tato zatížení jsou aplikována na tažné zařízení 2 a jsou pro ně naměřeny hodnoty napětí všemi tenzometry 5. V kalibrační paměti je tedy následně uložena tabulka s 216 řádky, kde každý

řádek obsahuje hodnotu zatížení pro každou z os a hodnotu napětí měřenou každým z tenzometrů 5. Následně se s využitím regresní analýzy určí funkce vyjadřující závislost zatížení v ose X, Y a/nebo Z na hodnotách měřených tenzometry 5. Tato funkce má tedy podobu polynomu se třemi proměnnými, tj. třemi nezávisle proměnnými, výhodně polynomu prvního nebo druhého stupně pro lineární nebo parabolickou regresi. Výpočet regresních koeficientů určujících danou polynomiální funkci vyjadřující svislé nebo vodorovné zatížení je odborníkům v oboru známý, například je k němu možné využít známé softwarové nástroje, které automaticky vypočítají regresní koeficienty pro dodanou tabulku hodnot. V případě využití parabolické regrese může tabulka navíc obsahovat druhé mocniny hodnot měřených tenzometry 5. Závisle proměnnou je pro danou funkci hodnota svislého zatížení (resp. vodorovného zatížení), která je při výpočtu koeficientů vždy známá a při následném měření zatížení na tažném zařízení 2 je neznámou, jejíž získání je cílem předkládaného způsobu.

Na konci výše popsaných kalibračních kroků jsou tedy v kalibrační paměti uloženy polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení tažného zařízení 2 v ose Z a vodorovné zatížení v osách X a Y. Tato funkce, tj. její vzorce, zejména koeficienty získané regresní analýzou, je následně uložena do paměti zařízení 1 pro měření svislého zatížení, pokud není stejná jako kalibrační paměť. Výše popsané kroky kalibrační části způsobu dle vynálezu jsou shrnuty ve vývojovém diagramu na obr. 4. Obecně může rovnice funkce vyjadřující zatížení F_i tažného zařízení 2 v jedné z os $i \in \{X, Y, Z\}$ při měření třemi tenzometry 5 vypadat takto:

$$F_i = D_i + \sum_{j=1}^n A_{i,j} T_1^j + B_{i,j} T_2^j + C_{i,j} T_3^j, \text{ kde } i \in \{X, Y, Z\}.$$

$A_{i,j}$, $B_{i,j}$, $C_{i,j}$ a D_i jsou tedy regresní koeficienty, hodnota D_i může být získána a/nebo upravena i mimo regresní analýzu, například pro kompenzaci napětí v kovovém pásku 3 způsobeného jeho připevněním na hák 4. Nezávisle proměnné T_1^j , T_2^j a T_3^j jsou tedy hodnoty měřené tenzometry 5 umocněné na j . Konstanta n vyjadřuje stupeň výsledného polynomu, výhodně je rovna jedné, takže se jedná o lineární regresi, nebo dvěma pro parabolickou regresi. V případě využití více než tři tenzometrů 5 by výše uvedená rovnice zahrnovala další členy zahrnující další regresní koeficient a hodnotu měřenou dalším tenzometrem 5 umocněnou na j .

Způsob dle vynálezu může zahrnovat ještě další kalibrační kroky pro odstranění drobných odchylek pro konkrétní tažné zařízení 2, pro konkrétní kovový pásek 3 nebo způsobených nepřesnostmi v měření jednotlivých tenzometrů 5 atd. Tyto kroky mohou proběhnout jednou, zejména při montáži na tažné zařízení 2, nebo opakovaně, např. dle pokynů řidiče, při každém nastartování, po překročení určitého zatížení, ujetí určité vzdálenosti atd. Tyto kroky zahrnují zejména zatížení tažného zařízení 2 opatřeného zařízením 1 pro měření svislého zatížení známým modelovým zatížením. Pokud se hodnota zatížení vypočtená výše popsanými polynomiálními funkcemi liší od skutečného zatížení, jsou hodnoty měřené tenzometry 5 vynásobeny určitou konstantou zvolenou tak, aby hodnoty vypočteného zatížení při dosazení hodnot z tenzometrů 5 vynásobených konstantou do polynomiální funkce odpovídaly skutečným hodnotám modelového zatížení. Při probíhání měření, jak bude popsáno níže, jsou pak hodnoty měřené tenzometry 5 vždy vynásobeny uvedenou konstantou nebo konstantami. Konstanta může být stejná pro všechny tenzometry 5, nebo pro každý jiná. Konstanta může být stejná (resp. konstanty mohou být stejné, je-li jich více) pro všechny tři polynomiální funkce, tj. pro počítání zatížení ve všech třech osách, nebo se pro různé osy mohou tyto konstanty lišit.

Kromě kalibračních kroků, které tedy slouží zejména k získání (koeficientů) polynomiálních funkcí vyjadřujících zatížení tažného zařízení 2 v osách X, Y a Z, zahrnuje způsob měření svislého zatížení dle provedení předkládaného vynálezu dále kroky měření. V krocích měření dochází k měření hodnot napětí tenzometry 5 a odeslání těchto hodnot do řídicí jednotky 8. Řídicí jednotka 8 tedy přijímá signál ze tří tenzometrů 5, výhodně zpracovaný A/D převodníkem 9 nebo převodníky a případně zesilovači signálu. Řídicí jednotkou 8 jsou následně tři hodnoty

z tenzometrů 5 (měřené ve stejný okamžik) dosazený do polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení tažného zařízení 2, polynomiální funkce vyjadřující vodorovné zatížení tažného zařízení 2 v ose X a polynomiální funkce vyjadřující vodorovné zatížení tažného zařízení 2 v ose Y.

- 5 Koeficienty těchto polynomů jsou regresní koeficienty získané výše popsány kalibračními kroky, tedy jsou získané regresní analýzou na základě série modelových zatížení tažného zařízení 2 a měření tenzometry 5 při těchto zatíženích. Závisle proměnnou při regresní analýze je pro každou z polynomiálních funkcí hodnota zatížení v jedné ose, nezávisle proměnnými jsou hodnoty měřené tenzometry 5. Koeficienty všech tří polynomiálních funkcí jsou tedy výhodně získány regresní analýzou stejných dat, tj. na základě stejné série modelových zatížení. Možné je však alternativně naměřit pro každou z polynomiálních funkcí jiná data a provést regresní analýzy zvlášť. To může být vhodné například pro provedení, kdy je pro přesné stanovení polynomiálních funkcí pro vyjádření zatížení v různých osách výhodné vycházet z dat měřených při různých modelových zatíženích.

- 15 Po dosazení do uvedených polynomiálních funkcí jsou tyto funkce řídicí jednotkou 8 vyčísleny a tím jsou získány hodnoty zatížení v jednotlivých osách, zejména hodnota svislého zatížení, působícího na tažné zařízení 2. Následně jsou vypočtené hodnoty odeslány do palubního počítače a/nebo výstupního zařízení 10, kterým může být například displej na palubní desce, reproduktory, smartphone, klakson, různé zdroje světla, např. zadní svítidlo automobilu nebo kontrolky na palubní desce, atd. Prostřednictvím výstupního zařízení 10 je řidič informován o hodnotách zatížení, takže například ví, kdy naložil přívěs na jeho maximální povolenou kapacitu, takže přestane nakládat, nebo že kvůli nevhodnému rozložení váhy na přívěsu působí na tažné zařízení 2 moc velké síly.

- 25 Výše popsané kroky způsobu pro měření svislého zatížení jsou znázorněny ve vývojovém diagramu na obr. 5. Kroky měření z obr. 5 jsou prováděny při každém měření, zatímco kalibrační kroky z obr. 4 jsou prováděny méně často, obvykle jen jednou při vývoji určitého typu tažného zařízení 2 a zařízení 1 pro měření svislého zatížení. Kalibrační kroky pro odstranění drobných odchylek nemusí být prováděny před každým měřením, ale výhodně jsou provedeny alespoň po montáži kovového pásku 3 na hák 4.

- 35 Z hodnoty svislého zatížení může řídicí jednotka 8 dopočítat například hmotnost přívěsu nebo hmotnost nákladu, zejména pokud má řídicí jednotka 8 k dispozici informace o naklonění vozidla a přívěsu. Hodnoty zatížení v ose X mohou například indikovat, že brzděný přívěs má poškozené nebo špatně seřazené brzdy.

- 40 V alternativním provedení způsobu měření svislého zatížení dle vynálezu je v paměti uložena pouze polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení, a nikoliv funkce vyjadřující vodorovné zatížení. Během regresní analýzy jsou tedy získány koeficienty pouze jedné funkce. Ostatní znaky vynálezu jsou přitom realizovány, jak je popsáno výše.

Průmyslová využitelnost

- 45 Výše popsané zařízení 1 pro měření svislého zatížení, tažné zařízení 2 a způsob měření svislého zatížení je možné využít pro měření svislého, a případně i vodorovného, zatížení působícího na tažné zařízení 2 libovolného vozidla, zejména automobilu, a případně i například nákladních vozidel.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení (1) pro měření svislého zatížení na tažném zařízení (2) vozidla zahrnující pružný kovový pásek (3) a řídicí jednotku (8), přičemž tažné zařízení (2) zahrnuje hák (4) připevněný k vozidlu, **vyznačující se tím**, že kovový pásek (3) je připevněn k jedné straně háku (4) a je na straně směřující k povrchu háku (4) opatřen třemi tenzometry (5), přičemž řídicí jednotka (8) je datově propojena s tenzometry (5) a je uzpůsobena pro určení svislého zatížení tažného zařízení (2) s využitím dat z tenzometrů (5).
2. Zařízení (1) pro měření svislého zatížení podle kteréhokoliv z nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje kryt částečně obklopující kovový pásek (3).
3. Zařízení (1) pro měření svislého zatížení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že kovový pásek (3) je připevněn k horní straně háku (4).
4. Zařízení (1) pro měření svislého zatížení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že kovový pásek (3) zahrnuje na straně směřující k povrchu háku (4) alespoň čtyři vystouplé kontaktní plochy (6), přičemž mezi každými dvěma sousedními kontaktními plochami (6) se nachází maximálně jeden tenzometr (5).
5. Zařízení (1) pro měření svislého zatížení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje paměť.
6. Tažné zařízení (2) zahrnující hák (4) a kouli (7), **vyznačující se tím**, že zahrnuje zařízení (1) pro měření svislého zatížení podle kteréhokoliv z předcházejících nároků.
7. Způsob měření svislého zatížení na tažném zařízení (2) vozidla zařízením (1) pro měření svislého zatížení podle kteréhokoliv nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že zahrnuje kroky:
- měření hodnot napětí alespoň třemi tenzometry (5),
 - odeslání dat z tenzometrů (5) do řídicí jednotky (8),
 - dosazení hodnot naměřených tenzometry (5) řídicí jednotkou (8) za nezávisle proměnné do v paměti uložené polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení tažného zařízení (2), přičemž koeficienty polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení jsou regresní koeficienty získané regresní analýzou, kde závisle proměnnou je skutečná hodnota svislého zatížení a nezávisle proměnné jsou hodnoty naměřené tenzometry (5) během série modelových zatížení tažného zařízení (2) rozložených v celém rozsahu předpokládaného zatížení tažného zařízení (2), a
 - vyčíslení polynomiální funkce vyjadřující svislé zatížení pro získání hodnoty svislého zatížení působícího na tažné zařízení (2).
8. Způsob měření svislého zatížení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje kroky:
- dosazení hodnot naměřených tenzometry (5) řídicí jednotkou (8) do dvou dalších polynomiálních funkcí vyjadřujících zatížení tažného zařízení (2) ve dvou vzájemně kolmých vodorovných osách X a Y, přičemž koeficienty polynomiální funkce vyjadřující zatížení v ose X jsou regresní koeficienty získané regresní analýzou, kde závisle proměnnou je skutečná hodnota zatížení v ose X, a koeficienty polynomiální funkce vyjadřující zatížení v ose Y jsou regresní koeficienty získané regresní analýzou, kde závisle proměnnou je skutečná hodnota zatížení v ose Y, přičemž nezávisle proměnnými jsou v obou případech hodnoty naměřené tenzometry (5) během série modelových zatížení tažného zařízení (2) rozložených v celém rozsahu předpokládaného zatížení tažného zařízení (2), a

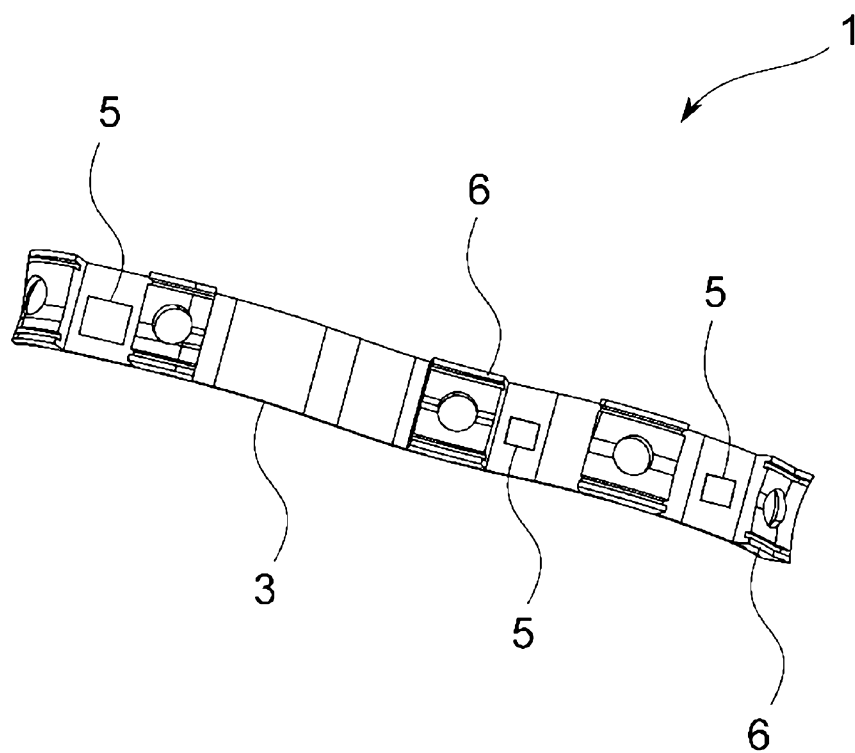
- vyčíslení polynomiálních funkcí vyjadřujících vodorovné zatížení v osách X a Y pro získání hodnot vodorovného zatížení působícího na tažné zařízení (2).
- 5 9. Způsob měření svislého zatížení podle kteréhokoliv z nároků 7 a 8, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje krok:
- odeslání hodnoty svislého zatížení a/nebo hodnoty vodorovného zatížení v osách X a/nebo Y do výstupního zařízení (10).

10

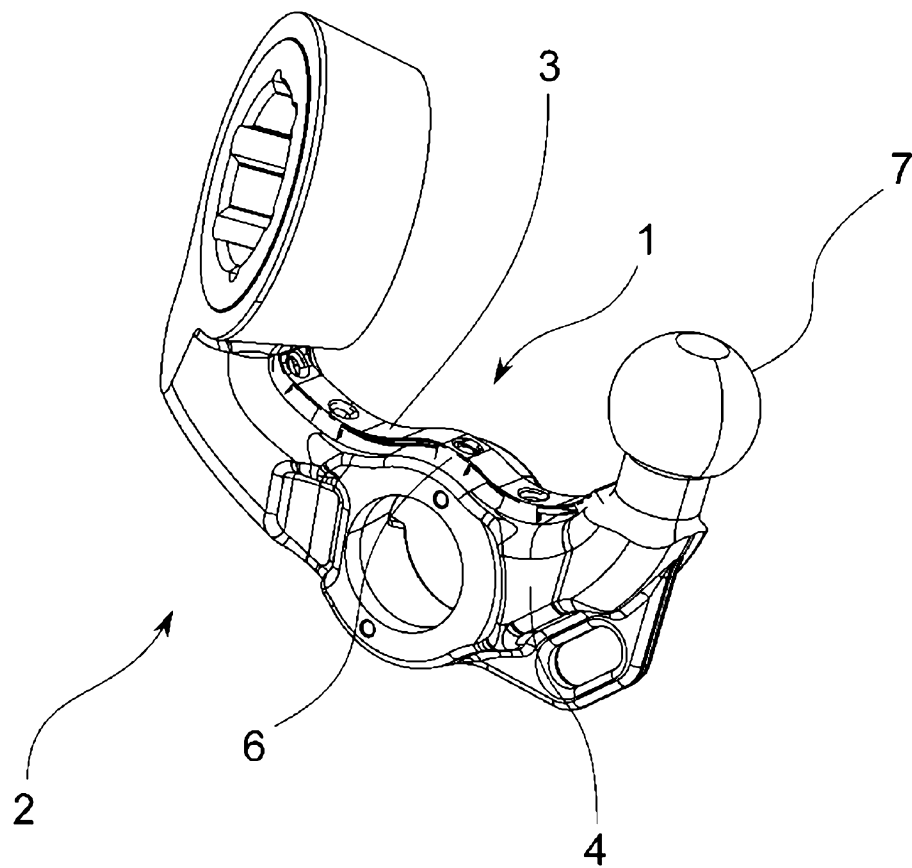
5 výkresů

Seznam vztahových značek

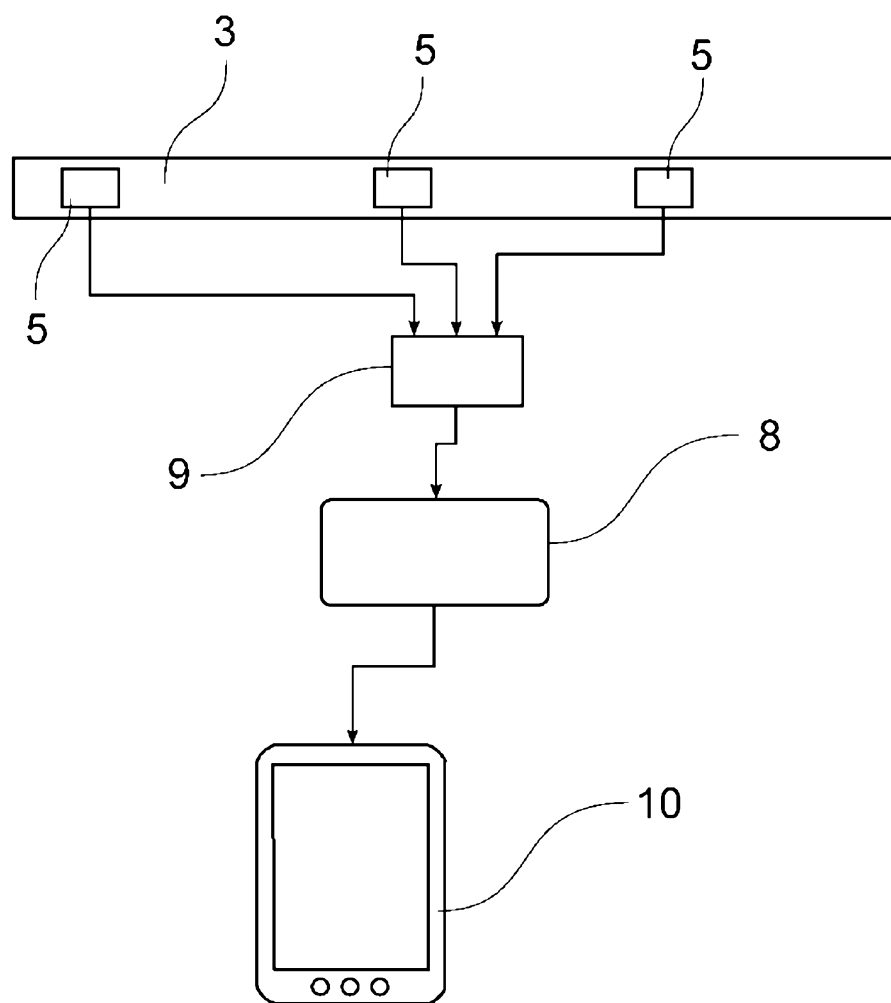
- 1 - zařízení pro měření svislého zatížení
- 2 - tažné zařízení
- 3 - kovový pásek
- 4 - hák
- 5 - tenzometr
- 6 - kontaktní plocha
- 7 - koule
- 8 - řídicí jednotka
- 9 - A/D převodník
- 10 - výstupní zařízení



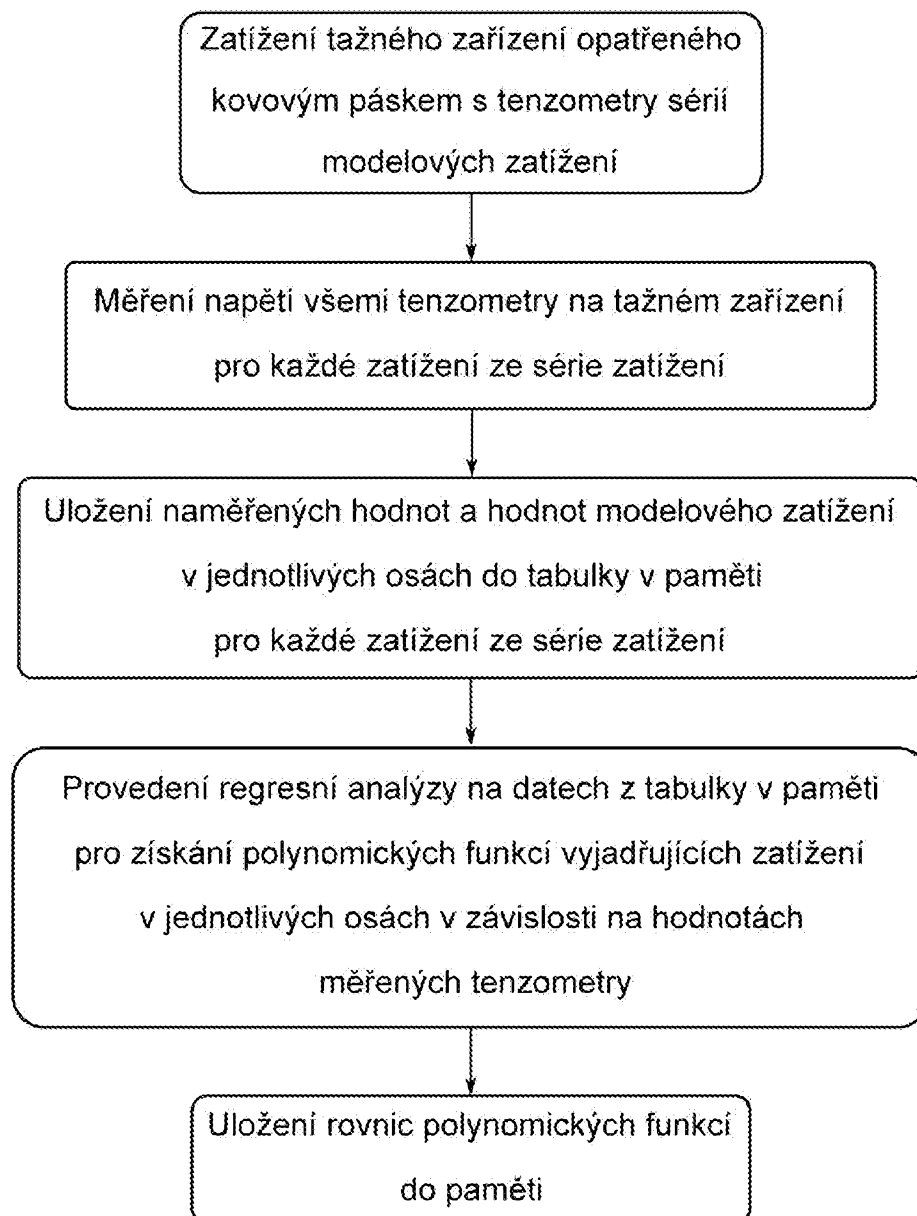
Obr. 1



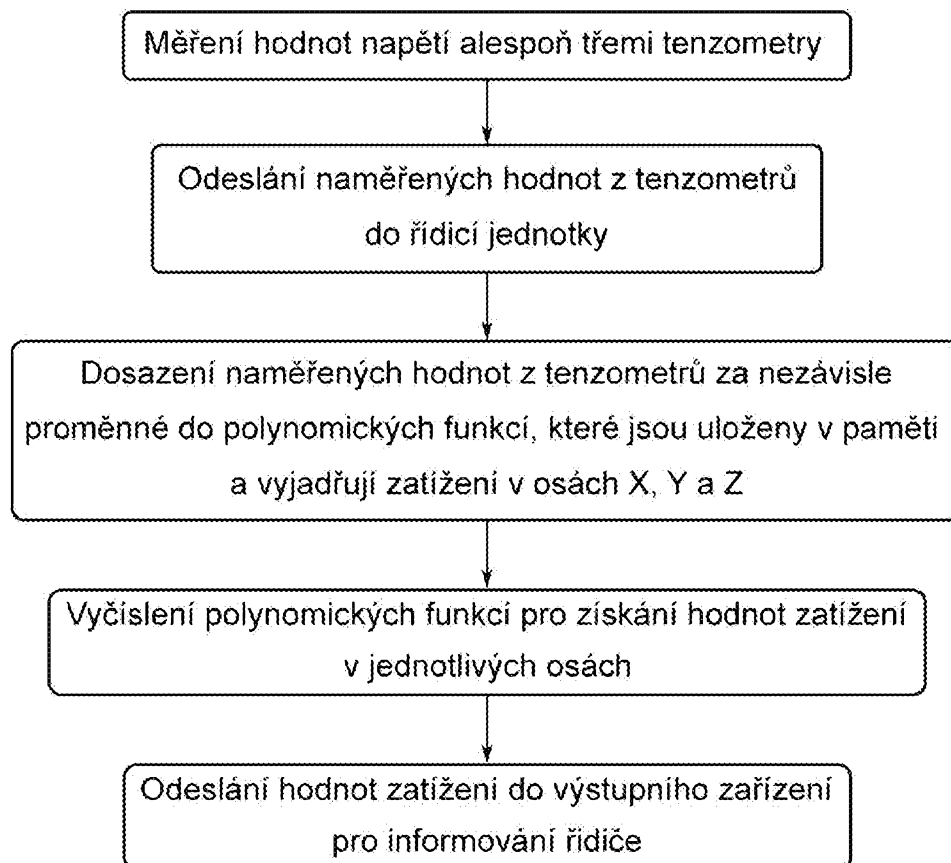
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5