

ÚRAD  
PRIEMYSELNÉHO  
VLASTNÍCTVA  
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

# ÚŽITKOVÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

# 9819

(13) Druh dokumentu: Y1

(51) Int. Cl.:

**B23Q 1/01** (2006.01)  
**E04C 3/02** (2006.01)

- (21) Číslo prihlášky: **162-2022**  
 (22) Dátum podania prihlášky: **9. 12. 2022**  
 (30) Údaje o priorite:  
 (43) Dátum zverejnenia prihlášky: **29. 3. 2023**  
 Vestník ÚPV SR č.: **6/2023**  
 (45) Dátum oznámenia o sprístupnení dokumentu: **26. 7. 2023**  
 Vestník ÚPV SR č.: **14/2023**  
 (62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:  
 (67) Číslo pôvodnej patentovej prihlášky v prípade odbočenia:  
 (86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT:  
 (87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT:  
 (96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

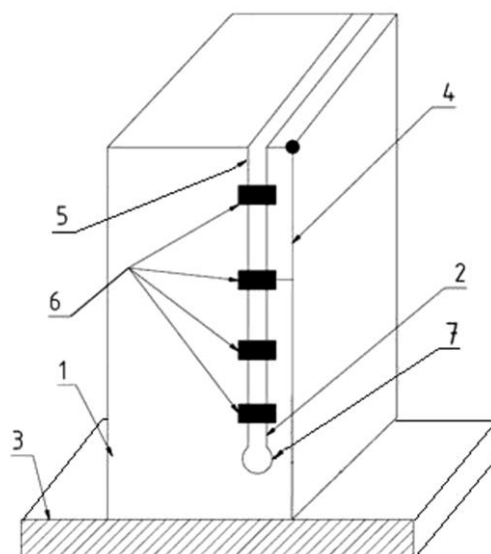
(73) Majiteľ: **Slovenská technická univerzita v Bratislave, Bratislava, SK;**  
**Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ;**

(72) Pôvodca: **Šooš Ľubomír, prof. Ing., PhD., Bratislava, SK;**  
**Žiaran Stanislav, prof. Ing., CSc., Rovinka, SK;**  
**Marek Jiří, prof. Dr. Ing., Ph.D. DBA, Kuřim, CZ;**  
**Hela Rudolf, prof. Ing., CSc., Brno, CZ;**  
**Chlebo Ondrej, Ing., Bratislava, SK;**  
**Šooš Marek, Bc., Bratislava, SK;**  
**Čačko Viliam, Ing., PhD., Bratislava, SK;**

(54) Názov: **Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti**

(57) Anotácia:

Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti je tvorený plným telesom (1), ktoré má slepú celopriestorovú štrbinu (2), pričom celopriestorová štrbina (2) rozdeľuje plné teleso (1) na náporovú časť (4) a tylovú časť (5). Hrúbka náporovej časti (4) musí byť menšia ako hrúbka tylovej časti (5), napr. v pomere od 1 : 5 do 4 : 5, pričom rovina celopriestorovej štrbiny (2) je rovnobežná s rovinou náporovej časti (4) plného telesa (1) a šírka celopriestorovej štrbiny (2) je rovnaká ako šírka plného telesa (1). V celopriestorovej štrbine (2) je umiestnená sústava riadených kompenzačných silových členov (6), ktorých teplotná rozťažnosť je väčšia, ako je teplotná rozťažnosť plného telesa (1), a ktoré sú jedným koncom v kontakte s náporovou časťou (4) a druhým koncom sú v kontakte s tylovou časťou (5) plného telesa (1). Na plné teleso (1) nadväzuje základňa (3), pričom celopriestorová štrbina (2) je na jednom alebo oboch dnoch slepej časti ukončená priebežnou dierou (7), ktorej priemer je väčší, ako je hrúbka celopriestorovej štrbiny (2). Plné teleso (1) je kovové, betónové alebo kompozitné. Kompenzačné silové členy (6) sú s riadenou termickou, mechanickou, pneumatickou alebo hydraulickou reguláciou. Počet, dĺžka a rozmiestnenie kompenzačných členov závisí od konkrétneho prípadu, pričom dĺžka kompenzačných silových členov (6) je najväčšia v otvorenej časti celopriestorovej štrbiny (2) a postupne sa znižuje smerom ku dnu slepej časti celopriestorovej štrbiny (2). Celopriestorová štrbina (2) je orientovaná vertikálne alebo horizontálne.



## Oblasť techniky

Technické riešenie sa týka konštrukcie inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti. Technické riešenie patrí do oblasti strojárstva a stavebných konštrukcií.

5

## Doterajší stav techniky

Kvalita obrábacieho stroja je závislá od mnohých parametrov. Najvyšší vplyv na kvalitu má výrobnosť a presnosť práce obrábacieho stroja. Pri obrábacích strojoch s hlavným rotačným pohybom závisí výrobnosť najmä od medzných frekvencií otáčania vretena a kmitania. Presnosť práce stroja je závislá od tuhosti sústavy stroj, nástroj, prípravok obrobok, teda stálosti polohy kontaktného bodu dotyku nástroja s obrobkom. V sektore ťažkých obrábacích strojov majú zákazníci neustále sa zvyšujúce požiadavky na výkonnosť, pracovnú presnosť, statickú a dynamickú tuhosť, prípadne teplotnú stabilitu stroja. Jedna z najdôležitejších podskupín ťažkého obrábacieho stroja je jeho lineárna os. Skracovanie strojového času zvyšovaním reznej rýchlosti a posuvu má za následok nárast reznej sily. Vyššie rezné sily a rýchlosti posuvu znamenajú aj vyššie príkony pre vretená a lineárne pohybové osi. S nárastom reznej sily sa zvyšuje statické a dynamické namáhanie obrábacieho stroja a rastie požiadavka na vyššiu statickú a dynamickú tuhosť stroja. Úplne najmarkantnejšie sa to prejavuje pri veľkých a ťažkých obrábacích strojoch, pri ktorých sú veľmi vysoké hodnoty síl. Ťažký obrábací stroj pozostáva z dvoch základných skupín – nosnej sústavy a lineárnych osí. Nosná sústava takýchto obrábacích strojov môže byť tvorená z kovových materiálov alebo napr. masívnym betónovým nosníkom obaleným hrubým kovovým plášťom. Lineárne osi sú tvorené mechanickou náhonovou sústavou a lineárnym vedením. Deformácia nosnej sústavy je závislá od zložiek reznej sily a podlieha nežiaducej deformácii častí prenášanej od kontaktného bodu nástroja s obrobkom. V prípade odchýlky kontaktného bodu nástroja s obrobkom sa logicky znižuje pracovná presnosť stroja v dôsledku nedostatočnej statickej a dynamickej tuhosti nosnej sústavy. Je to povaha rezných síl, ktoré spôsobujú nežiaduce statické a dynamické odchýlky kontaktného bodu nástroja od teoretickej trajektórie. V stave techniky sa tento problém rieši zvyšovaním masívnosti nosnej sústavy, čo len čiastočne eliminuje ohyb nosnej sústavy. V snahe znížiť náklady na klasické kovové materiály výrobcovia strojov pritom stále viac používajú špeciálne kompozitné betónové konštrukcie.

Výsledkom úsilia odborníkov v danej oblasti s cieľom minimalizovať odchýlku kontaktného bodu nástroja s obrobkom je ďalej opisovaná konštrukcia inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti podľa technického riešenia.

## Podstata technického riešenia

Nedostatky v stave techniky v oblasti ťažkých obrábacích strojov rieši navrhnutá konštrukcia inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti, ktorého podstata spočíva v tom, že je tvorený plným kovovým, betónovým alebo kompozitným telesom, ktoré má slepú celopriestorovú štrbinu. Pre ciele tohto technického riešenia je nutné pod termínom „plné teleso“ chápať jednak teleso ako monolit, v ktorom vyrezaná slepá celopriestorová štrbina rozdeľuje monolit na náporovú časť a tylovú časť. Ale taktiež pod termínom „plné teleso“ je nutné chápať aj teleso tvorené samostatnou náporovou časťou a samostatnou tylovou časťou, ktoré k sebe priliehajú len krátkym úsekom, čím vytvárajú slepú celopriestorovú štrbinu. V tomto krátkom priliehajúcom úseku je samostatná náporová časť a samostatná tylová časť mechanickým spojmom pevne spojená a spolu tvoria jedno plné teleso. Celopriestorová štrbina rozdeľuje plné teleso nosníka spolu aj s oplášťovaním na náporovú časť a tylovú časť. Nutnou podmienkou je, že hrúbka náporovej časti musí byť menšia ako hrúbka tylovej časti, napr. v pomere od 1 : 5 do 4 : 5. Rovina celopriestorovej štrbiny je rovnobežná s vonkajšou rovinou náporovej časti plného telesa. Šírka celopriestorovej štrbiny je rovnaká ako šírka plného telesa. V celopriestorovej štrbine je umiestnená sústava kompenzačných silových členov. Tieto kompenzačné členy môžu pracovať napríklad na mechanickom, pneumatickom, hydraulickom alebo termickom princípe. Kompenzačné silové členy jedným koncom zasahujú a pôsobia do náporovej časti a druhým koncom zasahujú a pôsobia do tylovej časti plného telesa. Aby sa predišlo deštrukcii náporovej časti plného telesa, je celopriestorová štrbina v slepej časti ukončená priebežnou valcovou dierou, ktorej priemer je väčší, ako je hrúbka celopriestorovej štrbiny. Je na technických možnostiach, ako riešiť kompenzačné silové členy. Počet, dĺžka a rozmiestnenie kompenzačných členov je variabilné a závisí od konkrétneho prípadu. Ak sú kompenzačné silové členy termické, je výhodné, aby boli vyrobené z kovových materiálov s vyššou teplotnou rozťažnosťou v  $\mu\text{m}/1\text{ m}/1\text{ }^\circ\text{C}$ , ako má napr. základný betónový kompozitný materiál.

55

Celopriestorová štrbina je pre jeden typ inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti orientovaná vertikálne a pre druhý typ inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti je orientovaná horizontálne. Z ohybového zaťaženia nosníka je zrejmé, že dĺžka kompenzačných silových členov je najväčšia v otvorenej časti celopriestorovej štrbiny a postupne sa znižuje smerom k slepej časti celopriestorovej štrbiny. Týmto riešením sa vytvoril originálny typ predpätého nosníka a keďže predpätie nosníka je riadené, tak vznikol inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti.

Výhody konštrukcie inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti podľa technického riešenia sú zjavné z jeho účinkov, ktorými sa prejavuje navonok. Účinky a originalita predloženej konštrukcie spočívajú v tom, že týmto technickým riešením sa minimalizuje nežiaduca deformácia nosníka od prenášanej sily z kontaktného bodu nástroja. Tým sa v dôsledku minimálnej odchýlky kontaktného bodu nástroja s obrobkom nástroja od teoretickej trajektórie logicky zvyšuje pracovná presnosť stroja. V stavebníctve sa minimalizuje priehyb predpätého nosníka.

## 15 Prehľad obrázkov na výkresoch

Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa technického riešenia je znázornený na výkresoch, kde na obr. 1 je na ilustráciu zobrazený štandardný nezaťažený nosník ťažkého pracovného stroja. Na obr. 2 je zobrazená deformácia zaťaženého štandardného nosníka zaťaženého v bode „A“ silou „F“ vyvedenou v kontaktnom bode pracovného nástroja. Na obr. 3 je zobrazený plošne rozrezaný nezaťažený nosník. Na obr. 4 je zobrazený plošne rozrezaný nosník so zaťažením bez pôsobenia kompenzačných silových členov. Na obr. 5 je zobrazený plošne rozrezaný nosník so zaťažením s pôsobením kompenzačných silových členov. Na obr. 6 je zobrazený inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti pre stavebnú konštrukciu.

25

## Príklady uskutočnenia

Jednotlivé uskutočnenia podľa technického riešenia sú predstavované na ilustráciu a nie ako obmedzenia technických riešení. Odborníci poznajúci stav techniky nájdu alebo budú schopní zistiť s použitím nie viac ako rutinného experimentovania mnoho ekvivalentov k špecifickým uskutočneniam technického riešenia. Aj takéto ekvivalenty budú patriť do rozsahu nárokov na ochranu.

Odborníkom znalým stavu techniky nemôže robiť problém optimálne navrhnutie konštrukcie, preto tieto znaky neboli detailne riešené.

### 35 Príklad 1

V tomto príklade konkrétneho uskutočnenia predmetu vynálezu je opísaná konštrukcia inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti ako stojana frézovacieho stroja, ako je znázornená na obr. 3. Základom inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti je štandardné plné betónové teleso 1, ktoré je znázornené na obr. 1. Toto štandardné plné betónové teleso 1 pri zaťažení vykazuje ohyb, čo je znázornené na obr. 2. Po úprave podľa technického riešenia je v plnom betónovom telese 1 vytvorená vertikálna celopriestorová štrbina 2 ukončená nad základňou 3 nosníka, čo je znázornené na obr. 3. Vertikálna celopriestorová štrbina 2 nad základňou 3 plného betónového telesa 1 je ukončená priebežnou valcovou dierou 7, ktorej priemer je väčší, ako je hrúbka vertikálnej celopriestorovej štrbiny 2. Plné betónové teleso 1 je oplášťované približne 5 mm oceľovým plechom. Vertikálna celopriestorová štrbina 2 rozdeľuje plné betónové teleso 1 nosníka spolu aj s oplášťovaním na náporovú časť 4 a tylovú časť 5. Nutnou podmienkou je, že hrúbka náporovej časti 4 musí byť menšia ako hrúbka tylovej časti 5, napr. v pomere od 1 : 5 do 4 : 5. Rovina vertikálnej celopriestorovej štrbiny 2 je rovnobežná s vonkajšou rovinou náporovej časti 4 plného betónového telesa 1. Šírka vertikálnej celopriestorovej štrbiny 2 je rovnaká ako šírka plného betónového telesa 1. Kompenzačné silové členy 6 jedným koncom pôsobia do náporovej časti 4 a druhým koncom pôsobia do tylovej časti 5 plného betónového telesa 1. Počet, dĺžka a rozmiestnenie kompenzačných členov je variabilné a závisí od konkrétneho prípadu. V tomto prípade kompenzačné silové členy 6 sú termické s riadeným termickým ohrevom vyrobené z ocele s teplotnou rozťažnosťou cca  $17 \mu\text{m}/1 \text{ m}/1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dĺžka kompenzačných silových členov 6 je najväčšia v hornej časti plného betónového telesa 1 a postupne sa znižuje smerom k základni 3.

Funkčnosť inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti podľa technického riešenia možno vysvetliť takto. Statická tuhosť nosníka je definovaná pomerom zaťažujúcej sily „F“ a deformácie „ $\Delta$ “ v kontaktnom bode „A“ nástroja s obrobkom v smere pôsobenia tejto sily:

$$C = \frac{F}{\Delta}$$

Pri konštantnej tuhosti rastie deformácia  $\Delta$  priamoúmerne so zväčšujúcou sa silou  $F$ .

5 Maximálny priehyb klasického plného nosníka je  $\Delta_1$ , čo je znázornené na obr. 2. Maximálny priehyb „rozrezaného“ nosníka s vertikálnou celoprierezovou štrbinou je  $\Delta_2$  a je väčší ako  $\Delta_1$ , čo je znázornené na obr. 4 a bude:

$$\Delta_2 = A_1 + A'_1$$

10 Teda tuhosť  $C_2$  rozrezaného nosníka bude nižšia ako tuhosť  $C_1$  pôvodného nerozrezaného nosníka.

Vplyvom sústavy kompenzačných silových členov v rozrezanej celopriestorovej štrbine pôsobia do obidvoch smerov rovnako veľké sily, čo je znázornené na obr. 5. V smere pôsobenia zložky reznej sily sa zväčší deformácia hrubšej „tylovej časti“ nosníka o hodnotu  $\Delta'_2$ . Teda celková deformácia tylovej časti v smere pôsobenia zaťažujúcej sily „ $F$ “ bude

$$15 \quad \Delta_3 = \Delta_2 + \Delta'_2$$

Súčasne ale nastane aj deformácia tenšej „náporovej časti“ nosníka  $\Delta_4$  v smere oproti pôsobeniu zaťažujúcej sily „ $F$ “ sily

$$20 \quad \Delta_4 = \Delta_3 - \Delta'_3$$

Pritom deformácia  $\Delta'_3$  náporovej časti v smere proti pôsobeniu zložky zaťažujúcej sily je určite väčšia ako deformácia  $\Delta'_2$  tylovej časti v smere tejto sily, pretože hrúbka „náporovej časti“ je užšia ako hrúbka „tylovej časti“. Teda celková deformácia v mieste pôsobenia kontaktného bodu „ $A$ “ nástroja s obrobkom bude nižšia a tuhosť sa zvýši. V konečnom dôsledku dôjde k posunu sledovaného kontaktného bodu „ $A$ “ proti smeru pôsobenia reznej zaťažujúcej sily.

30 Pri optimálnych rozmerových a silových pomeroch môže celkové posunutie  $\Delta_4$  kontaktného bodu „ $A$ “ dosiahnuť svoje minimum konvergujúce k nule, a teda tuhosť nosníka môže dosiahnuť svoje maximum. Veľkosť výsledného posunutia  $\Delta_4$  závisí od pomeru rozmerov náporovej a tylovej časti a veľkosti dilatácie jednotlivých kompenzačných silových členov.

#### Príklad 2

35 V tomto príklade konkrétneho uskutočnenia predmetu technického riešenia je opísaná analogická konštrukcia inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti, ako je znázornená na obr. 3. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti je v základe dostatočne opísaný v predchádzajúcom príklade. Rozdielnosť konštrukcie spočíva v tom, že kompenzačné silové členy 6 sú mechanické, pneumatické alebo hydraulické.

#### Príklad 3

40 V tomto príklade konkrétneho uskutočnenia predmetu technického riešenia je opísaná ďalšia analogická konštrukcia inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti je v základe dostatočne opísaný v príklade 1. Rozdielnosť konštrukcie spočíva v tom, že plné teleso 1 je kovové alebo kompozitné.

#### Príklad 4

45 V tomto príklade konkrétneho uskutočnenia predmetu technického riešenia je opísaná ďalšia analogická konštrukcia inteligentného nosníka s možnosťou zmeny tuhosti použiteľného v stavebníctve. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti je v základe dostatočne opísaný v príklade 1. Rozdielnosť konštrukcie spočíva v tom, že plné teleso 1 je betónové kovové alebo kompozitné a je uložené horizontálne na dvoch základniach, ako je to znázornené na obr. 6 a aj celopriestorová štrbina 2 je orientovaná horizontálne.

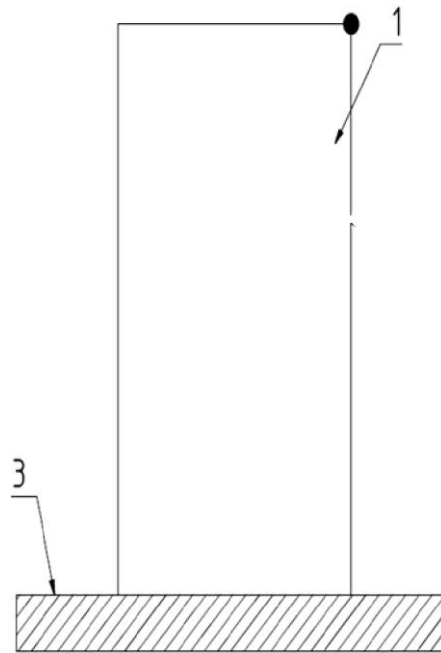
### Priemyselná využiteľnosť

55 Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa tohto technického riešenia je využiteľný v oblasti strojárstva a stavebných konštrukcií. Nosník môže byť polohovaný aj vo vodorovnej alebo šikmej polohe, napríklad ako most, preklad a portál žeriava.

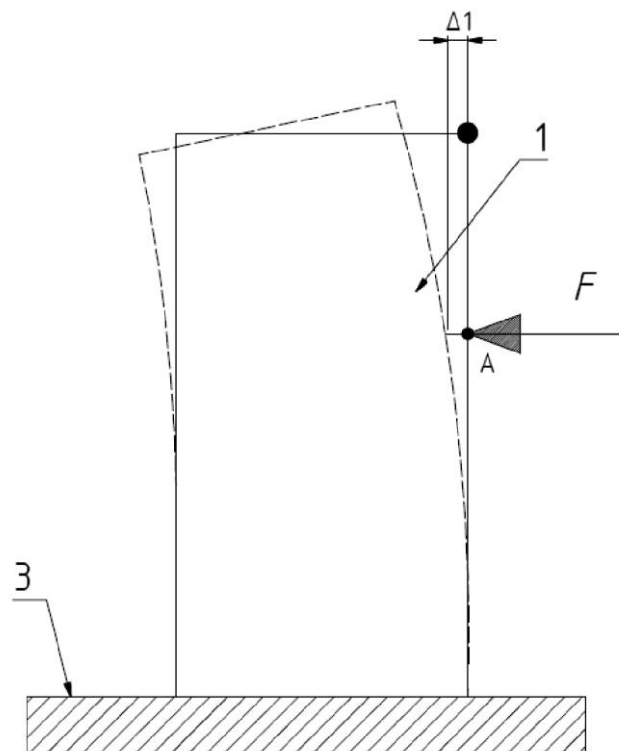
## NÁROKY NA OCHRANU

- 5 1. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že je tvorený plným telesom (1), ktoré má slepú celopriestorovú štrbinu (2), pričom celopriestorová štrbina (2) rozdeľuje plné teleso (1) na náporovú časť (4) a tylovú časť (5), ale hrúbka náporovej časti (4) je menšia ako hrúbka tylovej časti (5), pričom rovina celopriestorovej štrbiny (2) je rovnobežná s rovinou náporovej časti (4) plného telesa (1) a šírka celopriestorovej štrbiny (2) je rovnaká ako šírka plného telesa (1); v celopriestorovej štrbine (2) je umiestnená sústava riadených kompenzačných silových členov (6), ktorých teplotná rozťažnosť je väčšia, ako je teplotná rozťažnosť plného telesa (1), a ktoré sú jedným koncom v kontakte s náporovou časťou (4) a druhým koncom sú v kontakte s tylovou časťou (5) plného telesa (1).
- 10 2. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že na plné teleso (1) nadväzuje základňa (3), pričom celopriestorová štrbina (2) je slepá časť ukončená prieběžnou dierou (7), ktorej priemer je väčší, ako je hrúbka celopriestorovej štrbiny (2).
- 15 3. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa nárokov 1 a 2, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že plné teleso (1) je kovové, betónové alebo kompozitné.
4. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti nárokov 1 až 3, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že kompenzačné silové členy (6) sú s riadenou termickou reguláciou.
- 20 5. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa nárokov 1 až 3, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že kompenzačné silové členy (6) sú s riadenou mechanickou, pneumatickou alebo hydraulickou reguláciou.
6. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa nárokov 1 až 5, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že počet, dĺžka a rozmiestnenie kompenzačných členov je variabilné, pričom dĺžka kompenzačných silových členov (6) je najväčšia v otvorenej časti celopriestorovej štrbiny (2) a postupne sa zmenšuje smerom ku dnu (7) slepej celopriestorovej štrbiny (2).
- 25 7. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa nárokov 1 až 6, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že celopriestorová štrbina (2) je orientovaná vertikálne.
8. Inteligentný nosník s možnosťou zmeny tuhosti podľa nárokov 1 až 6, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že celopriestorová štrbina (2) je orientovaná horizontálne.

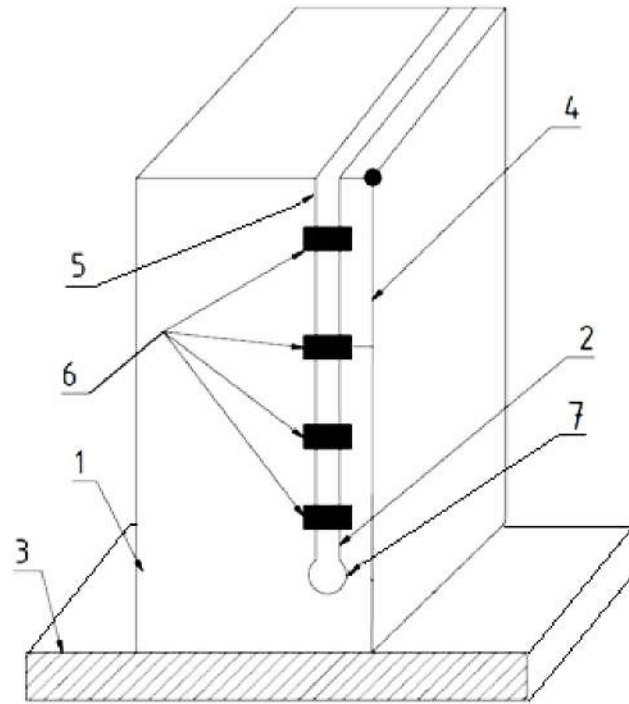
3 výkresy



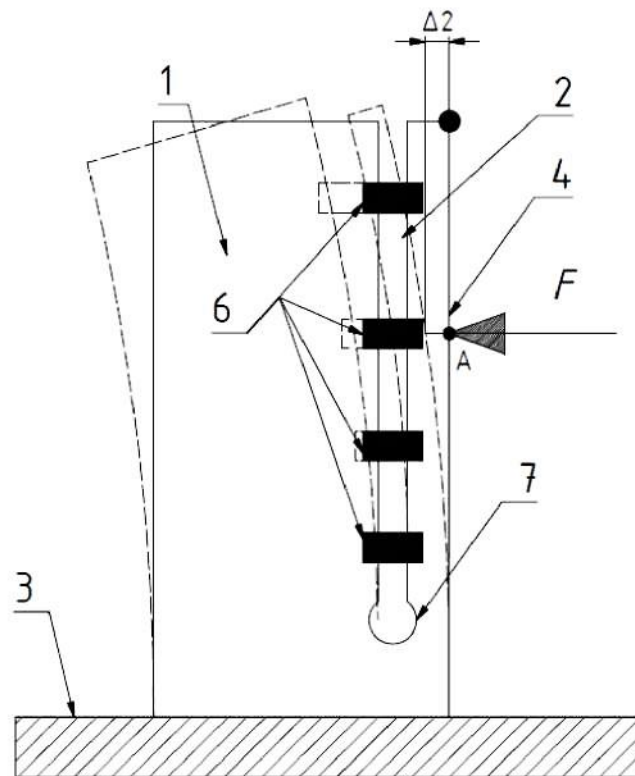
Obr. 1



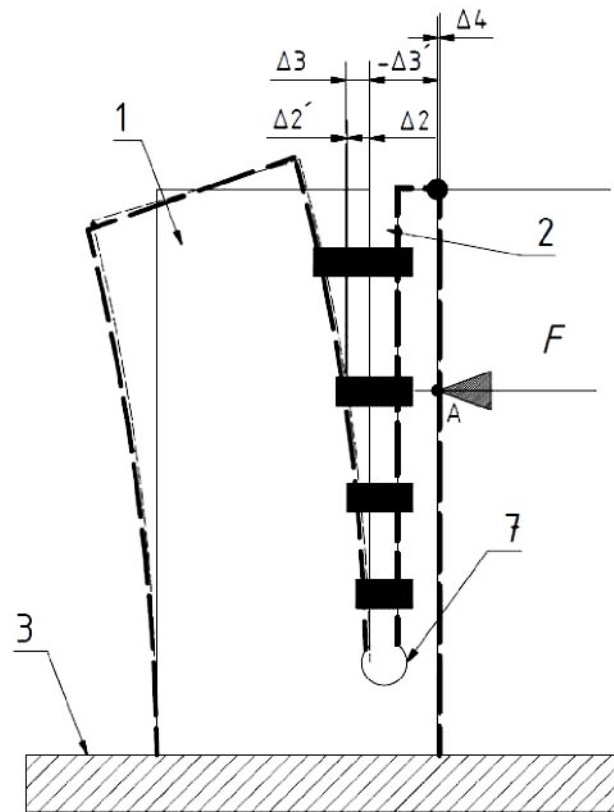
Obr. 2



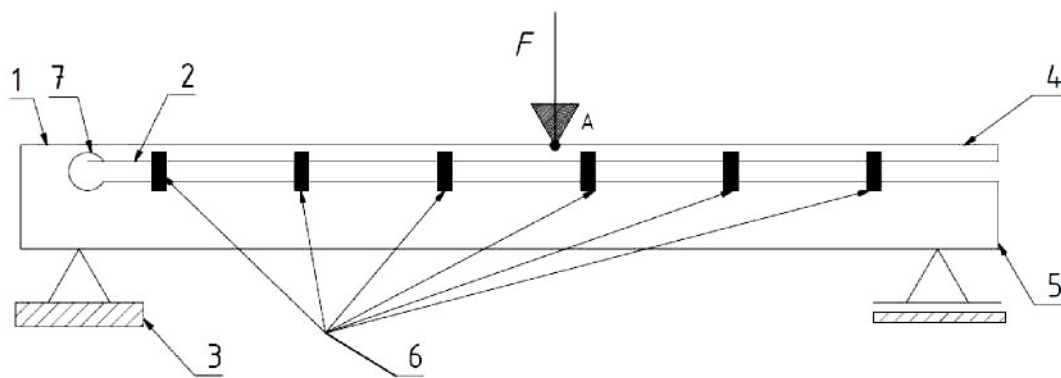
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

Koniec dokumentu