



ČESKÁ REPUBLIKA
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ



PATENTOVÁ LISTINA

Josef Kratochvíl
předseda
Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví
udělil podle § 34 odst. 3 zákona č. 527/1990 Sb., v platném znění,

PATENT

číslo

306627

na vynález uvedený v přiloženém popisu.

V Praze dne 30.3.2017

Za správnost:

Ing. Jan Mrva
vedoucí oddělení rejstříků

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 627

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

A61B 5/11

(2006.01)

G05B 13/00

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-820**
 (22) Přihlášeno: **19.11.2015**
 (40) Zveřejněno: **05.04.2017**
(Věstník č. 14/2017)
 (47) Uděleno: **23.02.2017**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **05.04.2017**
(Věstník č. 14/2017)

(56) Relevantní dokumenty:
<http://www.utb.cz/fame/struktura/workshop-venovany-mereni-drobne-svalove-zateze> (20. 2. 2015); https://www.profilzadavatele.cz/profil-zadavatele/moravskoslezsky-automobilovy-klastr-o-s_846/n1-ergonomie-v-amp-v-drobne-svalove-zateze_9295/n1-smlouva_55648/stazeni-souboru/.
 19. 10. 2014.
 JP 2014054483; CN 203564250.

(73) Majitel patentu:
 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, CZ
 Moravskoslezský automobilový klastr, o.s., Ostrava
 – Poruba, CZ
 Vysoká škola báňská – Technická univerzita
 Ostrava, Ostrava – Poruba, CZ
 Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava, CZ
 PREVENTADO medical s.r.o., Zlín, CZ

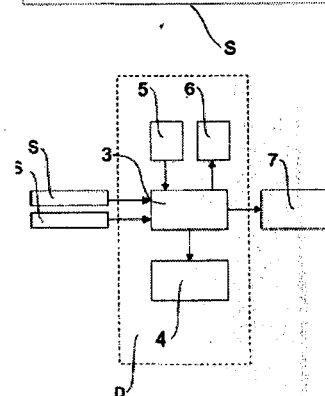
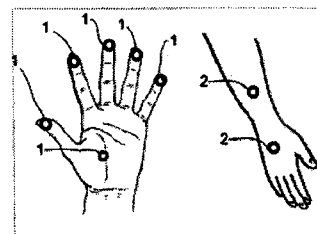
(72) Původce:
 doc. Ing. David Tuček, Ph.D., Otrokovice, CZ
 Ing. Pavlína Pivodová, Zlín, CZ
 Ing. Barbora Dombeková, Zábřeh, CZ
 Ing. Martin Jurásek, Zlín, CZ
 Ing. Martin Kovářik, Ph.D., Zlín, CZ
 Ing. Ladislav Glogar, Bernatice nad Odrou, CZ
 Ing. Dominik Kovalčík, MBA, 03601 Martin, SK
 Ing. Jaromír Konečný, Ph.D., Kopřivnice, CZ
 Ing. Michal Prauzek, Ph.D., Polanka nad Odrou,
 Ostrava 25, CZ
 Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D., Nový Jičín, CZ
 Mgr. Filip Javůrek, Moravská Ostrava, CZ
 Mgr. Radim Pektor, Bílovice, CZ

(74) Zástupce:
 Ing. Dana Kreizlová, UTB ve Zlíně, UNI, nám. T.
 G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín

(54) Název vynálezu:
**Ergonomické zařízení pro monitorování
 lokální svalové zátěže**

(57) Anotace:
 Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže je vytvořeno na bázi jedné nebo více měřicích sestav (S), z nichž každá obsahuje 3 až 8 odporových tlakových senzorů (1) (FSR) s citlivostí 0,010 až 10 kp/m² (~ 0,1 až 100 Pa) a nejméně dva senzory (2) polohy, a zařízení dále obsahuje datalogger (D), který je

prostřednictvím své řídicí jednotky (3) propojen s oběma měřicími sestavami (S), přičemž řídicí jednotka (3) je v dataloggeru (D) propojena s paměťovým médiem (4), ovládacím panelem (5) a signalizačním zařízením (6), a současně datalogger (D) má řídicí jednotku (3) propojenou s PC jednotkou (7). Toto ergonomické měřicí zařízení má s výhodou řídicí jednotku (3) dataloggeru (D) tvořenou mikrokontrolerem pro řízení snímání dat z měřicí sestavy/sestav (S) a pro předávání přijatých dat paměťovému médiu (4) a vybavenou výstupem na PC jednotku (7).



CZ 306627 B6

Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže

Oblast techniky

5

Vynález se týká ergonomického zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže. Zařízení je využitelné na pracovištích, kde dochází ke zvýšenému namáhání, především namáhání rukou při četných/opakovaných pohybech, často spojených s vynakládáním zvýšené svalové síly. Jde v prvé řadě o ruční pracoviště montážního, ale i jiného charakteru.

10

Dosavadní stav techniky

Na vzniku úžinového syndromu karpálního tunelu se podílí celá řada faktorů. Významnou roli zde kromě genetických faktorů hrají faktory pracovní, související s typem a charakterem práce, která je spojena s dlouhodobým lokálním přetížením svalstva horní končetiny. Toto dlouhodobé přetížení způsobuje mimo jiné poruchy prokrvení v dané oblasti s lokálním překyselením, vznik bolestivých „spoušťových bodů“ v daných svalech, kloubních blokad, změnou svalového napětí, vznikem svalových nevyvážeností a dalších funkčních reflexních změn jako ochrannou reakci organismu. Tyto funkční změny jsou ovlivnitelné a při včasné zásahu (ve smyslu ergonomických opatření a dostatečné regenerace) lze zabránit vzniku daného úžinového syndromu, který již bývá spojen s organickou poruchou nervu a projevuje se jeho sníženou vodivostí, iritačními a zánikovými nervovými příznaky. Funkční změny nebývají snadno detekovatelné pomocí přístrojových vyšetření, bývají spíše nenápadné, ale projevují se zvýšeným nástupem svalové únavy, nepřesností výkonu, zvýšenou chybovostí, později zvýšenou bolestivostí přetěžovaných svalů a poruchou drenáže, projevující se otokem.

Proto je žádoucí v rámci prevence a ochrany zdraví mapovat zatížení lokálních svalových skupin, které vede nebo může vést k popsaným funkčním změnám a s nimi spojeným poruchám a problémům, které mohou být řešitelné často pouze chirurgicky nebo při pozdním odhalení stavu se mohou ukázat i jako nevratné.

Inspiraci k řešení zařízení pro monitorování nežádoucích zatížení částí lidského těla lze hledat v oblasti ergonomicky zaměřených zařízení. Ergonomická zařízení nebo prostředky využívající senzorické systémy zaměřené na lidské tělo jsou dnes k dispozici v mnoha rozmanitých aplikacích a používaná s odlišnými cíli a v různých vzájemných souvislostech.

Jednu skupinu těchto zařízení a prostředků představují typy, kdy je například pohyb ruky využíván k iniciaci nebo řízení dalšího kroku. Příkladem může být ergonomická rukavice pro dálkové ovládání elektronického zařízení používaného ve vojenství. Zařízení obsahuje čidla pohybu – gyroskopická čidla – a je orientováno na detekci pohybu, či gesta rukou. Pohybem ruky, snímaným gyroskopickými senzory, se ovládá vojenské zařízení, a to i dálkově. Toto zařízení sleduje pohyb ruky, případně i gesta závislá na vzájemném pohybu prstů, přičemž tento pohyb je pro daný úkon jednorázový a sleduje se pouze kinetika a výsledná pozice, nikoliv související silové poměry, a sledování už vůbec není zaměřeno na opakované pohyby či zatěžování jednotlivých prstů. Nelze je tedy využít pro monitorování lokální svalové zátěže.

Dále do této skupiny zařízení patří také tzv. „digitální chytré rukavice“, vyvíjené pro U. S. Air Force, které umožňují pilotovi a posádce pomocí pohybu rukou komunikovat, realizovat rozličné operace, spínat spínače a přeložit tyto do hlasových nebo textových příkazů. To umožní posádce sledovat očima let či bojovou situaci, a ne nutně sledovat ovladače komunikačního zařízení či některé spínače. Jde o komunikační a ovládací zařízení v jednom, ruka je zde akční element, zařízení není určeno pro měření svalových dějů podílejících se na vzniku úžinových syndromů.

Na podobné bázi pracují přenosné přístroje pro provádění vybraných uživatelských příkazů na základě elektronických signálů (dat). Mohou fungovat po drátě či bezdrátově, nicméně tyto přístroje není možno využít pro měření lokální svalové zátěže, protože jsou stejně jako předchozí zařízení orientovány na následnou akci a pohyb ruky je pouze iniciátorem této akce, nikoliv samotným předmětem sledování.

Do oblasti přenosu informací patří také zařízení umožňující vkládání informací prostřednictvím čidel umístěných na prstech (s využitím rukavice). Zařízení má také datové rozhraní pro fyziologické parametry ruky, aby bylo možno tyto vlivy eliminovat. Zde se jedná o přenos informací zvenčí skrz prsty ruky a navazující senzory, kde výstupy z těchto senzorů skrze datové rozhraní zpětně poskytují předávané informace v žádané podobě. Ruka či prsty jsou zde pouze prostředníkem, nikoliv předmětem měření/sledování. Použitá čidla neposkytují údaje o zátěžových parametrech samotné ruky nebo prstů.

V oblasti přenosu informací se vyskytuje také zařízení fungující pro snímání a následnou transformaci znakové řeči (gest) do řeči či písemné podoby – textu. Zařízení má pohybové sensorické komponenty, jako např. senzory zrychlení (gyroskopické) připojené na mikroprocesor. Nicméně má řadu dalších čidel na detekci ohýbání lokte, zdvíhu ramene ad. Podrobné mapování pohybů ruky s cílem zachycení znakové řeči má sice účel jiný, než je úloha řešený vynálezem, ale technické prostředky se sledovaným tématem již částečně souvisí. Jde však spíše o senzory polohy či pohybu než tlakové, které by mapovaly namáhání, zejména dynamické a cyklické namáhání. Středem zájmu u tohoto řešení není ruka jako taková, ale informace, kterou svým pohybem sděluje.

Ve srovnání s již uvedenými zařízeními představuje poněkud specifický typ sensorická rukavice, která umožňuje řídit pohyb prstů probanda např. při hře na hudební nástroje apod. Takové sensorické rukavice neslouží k pouhému přenosu informace, ale jsou primárně určeny a uzpůsobeny k ovlivnění pohybu prstů a následné zvýšení kvality vykonávané činnosti. Nejsou však schopné monitorovat zatížení jednotlivých částí ruky, zejména opakované působení tohoto zatížení.

Aktivní složka působení se ještě více uplatňuje u zařízení na bázi rukavice, vyvinutého pro oblast léčebné rehabilitace, speciálně pro návrat pohyblivosti kloubů prstů (ruky). Rukavice obsahuje samotné tělo, vodiče a spojovací prvky, dále pak řadič s pěti elektrickými teleskopickými tyčemi, který je uspořádán na koncové části. Elektronicky je pak možné pacientovi pomoci při otevírání a zavírání dlaně, specifických pohybech prstů atd., a usnadnit tyto pohyby při rehabilitaci. Cílem zařízení tedy není měření, ale mechanické působení na ruku, vyvolání (posílení) pohybu, nikoliv jeho monitoring.

Do skupiny ergonomických zařízení či pomůcek s aktivní složkou rozhodně patří zařízení fungující jako nástavec na ruku, který nemá podobu klasické rukavice, umožňuje však realizaci příkazových (elektronických) signálů vydávaných pohybem ruky resp. prstů ruky. Přitom každý pohyb ruky (dlaně, či prstů) způsobí jistý konkrétní pohyb objektu. Výsledkem jsou tedy mechanické úkony, ne měření nebo monitorování ruky nebo prstů.

Všechna dosud uvedená řešení mají jeden základní společný rys – ruka je zde akčním prvkem, buď pro přenos signálů či informací nebo pro zprostředkované vyvození mechanických účinků, sama o sobě není předmětem měření.

Vedle již uvedených sensorických zařízení zaměřených na danou oblast z hlediska kinetiky existuje celá řada dalších, sledujících jiné parametry. Jako příklad je možno uvést rukavici snímající teplotu na konečcích prstů. Na rozdíl od předchozích typů zařízení je zde již monitorování zaměřeno na ruku jako takovou. Snímanou veličinu – teplotu – nelze však využít pro měření lokální svalové zátěže a hodnocení vlivů na vznik úžínových syndromů.

Ze stavu techniky jsou dále známé senzorické rukavice, které umožňují hodnotit fyziologické parametry ruky, konkrétně sledování reaktivních a adaptačních fyziologických změn teploty a prokrvení rukou. Nicméně toto zařízení nedokáže měřit veličiny, které by charakterizovaly velikost a typ lokální svalové zátěže.

5

Jiná veličina, již bližší sledované aplikaci, je v praxi hodnocena pomocí zařízení/ rukavice určené pro realizaci goniometrických měření, tzn. měření rozsahu kloubní pohyblivosti, které patří k základním vyšetřovacím metodám pohybového aparátu. Zařízení je upraveno jako lékařské zařízení pro použití při hodnocení mobility či imobility rukou, speciálně pro atypicky tvarované ruce. Měření je statické, výstupem jsou mezní hodnoty úhlů, většinou z 3D pohledu, zařízení nemonitoruje dynamickou či opakovanou zátěž ani z hlediska samotné geometrie pohybů, tím méně s ohledem na působící síly. Toto zařízení tedy nedokáže měřit hodnoty veličin charakteristických pro zachycení lokální svalové zátěže.

15

Z hlediska sledovaných aplikací je v centru zájmu zařízení zahrnující rukavici a rukáv na ruku, které mají senzory síly na jednotlivých prstech (CONTROL OF A GLOVE-BASED GRASP ASSIST DEVICE). Zařízení je schopno měřit aktuální uchopovací síly aplikované na objekt, který ruka drží. V tomto smyslu je zařízení zaměřeno shodně se sledovanou aplikací, dokonce měří úchopové síly nikoliv jen z konečků prstů, ale z jeho článků. Rukavice může fungovat v různých režimech. Vyhodnocení jednotlivě naměřených údajů na základě měření síly příslušného úchopu zahrnuje výpočet tažné síly, kterou proband vytváří. Využívá mechanického koncentrátoru tažné síly, která se však neměří přímo na prstech, ale ohyb jednotlivých prstů se přenáší na mechanická táhla. To vše ovlivňuje výsledek měření a promítá se i do složitosti zařízení a jeho životnosti. Toto zařízení navíc neumožňuje kontinuální zachycování zejména opakované lokální svalové zátěže (LSZ), proto není využitelné pro účely průběžného měření - monitorování - a následného vyhodnocování LSZ. Nelze je tedy použít k měření opakovaného namáhání a zjišťování dlouhodobých vlivů na vznik úžinových syndromů.

20

25

30

Zařízení dodávané společností GETA CENTRUM S.R.O., nabízející služby v oblasti ergonomie, je doposud k dispozici jako jediné relevantní zařízení pro měření a vyhodnocení lokální svalové zátěže a jejího vlivu na výskyt syndromu karpálního tunelu v podmínkách české (i slovenské) legislativy. Pouze toto zařízení dosud umožňuje požadovaná měření, a to metodou integrované nebo povrchové elektromyografie (EMG). EMG patří k elektrodiagnostickým metodám. Dělí se na integrovanou a povrchovou EMG. Integrovaná EMG je invazivní, snímá elektrickou aktivitu svalů prostřednictvím jehlových elektrod a může ji provádět pouze specialista (lékař). Její výhodou je především vysoká přesnost, nevýhodou pak invazivní charakter a vysoké provozní náklady i nároky na obsluhu.

35

40

45

Povrchová EMG je neinvazivní, je dostupnější, avšak méně přesná. Tato EMG snímá elektrickou aktivitu svalů prostřednictvím snímacích elektrod, umístěných nad sledované svaly. Během měření dochází ke snímání elektrofyziologických biopotenciálů z měřených svalových skupin. Výsledkem je poměrná hodnota udávající procento vynakládané síly z maximální svalové síly (% F_{max}). Každá elektroda je připojena do sběrnice. Dílčí sběrnice se sbíhají do centrálního přístroje, tzv. holteru. Odtud se přenáší data do počítače, kde jsou pomocí speciálního software zpracovány tzv. pracovní snímky. Získané křivky jsou vyjádřením aktuální elektrické aktivity svalů v milivoltech v čase (sekundy). Data jsou dále zpracovávána do tabulek. Pro každý EMG záznam jsou zobrazeny tři sloupce: procentuální vyjádření, absolutní počty pro zvolený časový interval a přečtené absolutní počty na směnu. V rámci programu lze nastavit i počítání pohybů. Z toho je vidět, že metoda je poměrně složitá.

50

Podstatnou nevýhodou metod EMG měření obojího typu je skutečnost, že jsou schopny odhalit až důsledek nežádoucího působení lokální svalové zátěže - zhoršenou vodivost nervu jako výslednici jeho dlouhodobého útlaku. Cílem vynálezu přitom je, aby k tomuto stavu vůbec nedošlo, neboť nežádoucí zatížení drobných svalových skupin má být monitorováno již v jeho průbě-

hu a na základě toho pak provedena prevence snižující riziko vzniku syndromu karpálního tunelu (například úpravou pracoviště, četnosti pohybů, či nutnosti vynakládání nižší svalové síly).

5 Posledním typem dosud vytvořených zařízení, zaměřeným na sledovanou problematiku, je tzv. datová rukavice. Jde o datové zařízení/ rukavici, jejímž základem je běžná rukavice do „taneč-
ních“. Tato rukavice je poměrně elastická a zajistí tak dobrou přilnavost k ruce v celém rozsahu
pohybu. Nad místy, která mají být snímána, je našita stuha o šířce 8 mm. Tím se vytvoří kapsa,
do které je zasunut ohybový senzor. Každý senzor je pojištěn proti vysunutí přešitím v místě při-
10 pojení konektoru a všechna získaná data odchází do datové sběrnice. Nicméně na všech prstech
je snímán jeň ohýb základního kloubu a kloubu mezi prvním a druhým článkem prstu. Ohýb třetího
článku prstu je uvažován v závislosti na ohýbu druhého článku prstu.

15 Popsané zařízení je zaměřeno pouze kinematicky - snímá ohýby kloubů, ze kterých je možné
určit úhly sevření, například pro potřeby analýzy (simulace) pohybů ruky či úchopů, rozhodně
však ne vynakládané tlakové síly prstů. Toto zařízení tedy nedokáže měřit a zachycovat namáhá-
ní prstů a pohyby rukou pro následné hodnocení LSZ, tedy není schopno využití ve sledované
aplikaci.

20 Zařízení Ergopack vyvinuté společností Hoggan scientific LLC má již některé parametry, které
najdou uplatnění při měření a vyhodnocování LSZ. Například využívá tlaková čidla, umožňuje
výstup surových dat do CSV formátu, má volitelné senzory pro měření krouticího momentu.
Je uživatelsky přívětivé a snadno použitelné, nicméně poskytuje relevantní výsledky až ve vyš-
ších rozsazích vynakládaných sil. Jeho nevýhodou je tedy nižší citlivost na tlaky, to znamená, že
25 je možno je díky tloušťce rukavic využívat jen při silově náročnějších operacích, nikoliv u opera-
cí drobné montáže a kompletace výrobků, tedy v oblastech vynakládaných sil do 10 N na jeden
prst. Je to i díky poměrně robustní textilií, ze které se rukavice skládá a do které se čidla zasouva-
jí. Zařízení sice umožňuje výstup surových dat do CSV formátu, nikoliv však jejich grafický
výstup. Zařízení dává možnost i bezdrátového přenosu dat pro zpracování, nicméně tento přenos
30 je v praxi často rušen. Největší slabinou tohoto zařízení ale je chybějící systém zachycení a vy-
hodnocení dlouhodobého a opakovaného namáhání ve vztahu k přípustnému limitnímu zatížení
horních končetin danému s platnou legislativou, která stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

Podstata vynálezu

35 Uvedené nevýhody a nedostatky dosud známých ergonomických zařízení pro měření pohybové-
ho zatížení částí lidského těla do značné míry odstraňuje ergonomické zařízení pro monitorování
lokální svalové zátěže podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že zařízení je vytvořeno
na bázi jedné nebo více měřicích sestav, z nichž každá obsahuje 3 až 8 odporových tlakových
40 senzorů (FSR) s citlivostí 0,010 až 10 kp/m² (~ 0,1 až 100 Pa) a nejméně dva senzory polohy,
a zařízení dále obsahuje datalogger, který je prostřednictvím své řídicí jednotky propojen s obě-
ma měřicími sestavami, přičemž řídicí jednotka je v dataloggeru propojena s paměťovým mé-
diem, ovládacím panelem a signalizačním zařízením, a současně datalogger má řídicí jednotku
propojenou s PC jednotkou.

45 Zařízení podle vynálezu má s výhodou řídicí jednotku dataloggeru tvořenou mikrokontrolerem
pro řízené snímání dat z měřicí sestavy/sestav a pro předávání přijatých dat paměťovému médiu,
přičemž tato řídicí jednotka je vybavena výstupem na PC jednotku. Měřicí sestava pro jednu ruku
obsahuje s výhodou 6 tlakových senzorů a dva senzory polohy.

50 Senzory polohy u zařízení podle vynálezu jsou s výhodou tříosé inerciální měřicí jednotky
(IMU), které integrují akcelerometr, gyroskop a magnetometr.

55 Hlavní výhodou zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže podle vynálezu je schopnost
bezprostředního zachycení mnohočetných silových impulzů působících ve sledovaném období

v dynamickém režimu na zátěžové body drobných svalových skupin, integrovaná s přenosem a zpracováním získaných dat, jejich vyhodnocením s možností zobrazení a uložení těchto dat. K tomu přistupuje také možnost uplatnění zpětné vazby na režim měření vyhodnocením a nastavením časové optimalizace režimu měření díky na míru vytvořenému softwarovému vybavení.

5

Jednoduchost fyzického provedení zařízení s sebou nese mimo jiné výhody i nižší pravděpodobnost poruch a tedy vyšší spolehlivost i životnost. K ní přispívá i volba senzorů zachycujících silové impulzy a odolávajících cyklickému namáhání lépe než například ohybové senzory použité u srovnatelných známých řešení. Výhodou je i přesnost prováděných měření, dosahovaná díky měření silové zátěže bezprostředně v místě jejího vzniku a také díky integrovaným senzorům polohy, které navíc minimalizují chybu měření využitím kombinace tří měřících systémů.

10

Velmi důležitou předností zařízení podle vynálezu je skutečnost, že získané výstupy jsou snadno porovnatelné s mezními parametry zatížení dle platných legislativních norem. Tyto výstupy tedy ve své závěrečné fázi poskytují již přímo informaci o tom, zda je monitorované pracovní zatížení tedy lokální svalová zátěž (LSZ) vyhodnoceno jako podlimitní (první či druhá kategorie) nebo nadlimitní (třetí kategorie). Při vyhodnocení ve třetí kategorii číselná hodnota (míra překročení limitu) informuje o naléhavosti potřeby přijmout vhodná opatření a předejít tak co možná nejvíce zdravotním rizikům u osob provádějících monitorované pracovní operace.

15

20

Další výhoda zařízení podle vynálezu spočívá v úspoře času měření – oproti řádově hodinám měření zařízení umožní podstatně kratší dobu měření řádově nejvýše desítky minut).

25 Objasnění výkresů

Uskutečnitelnost vynálezu a příkladná provedení znázorňují přiložené výkresy, kde značí:

30

- obr. 1 – umístění senzorů měřicí sestavy pro jednu ruku – základní provedení;

- obr. 2 – umístění senzorů měřicí sestavy pro jednu ruku – redukované provedení;

- obr. 3 – blokové schéma zařízení podle vynálezu;

- obr. 4 - výstupní formát dat – srovnání přesnosti měření zařízení podle vynálezu (senzory) s doposud jediným používaným EMG zařízením (flexory).

35

Příklady uskutečnění vynálezu

40 Příklad 1

45

Jak je vidět z obr. 1, jedna měřicí sestava S v základním provedení obsahuje 6 tlakových senzorů 1 a dva senzory 2 polohy. Tlakové senzory 1 jsou při aplikaci uchyceny na konečcích všech prstů a jeden další tlakový senzor 1 je umístěn na velkém kloubu palce zvnitřní stany dlaně. Senzory 2 polohy jsou umístěny na vnější straně zápěstí a předloktí. Měřicí sestava S obsahuje výstupy ze všech tlakových senzorů 1 a senzorů 2 polohy (výstupy neznázorněny). Zařízení podle schématu na obr. 3 obsahuje dvě takové měřicí sestavy S – jednu pro pravou a jednu pro levou ruku – a dále obsahuje datalogger D, který je prostřednictvím své řídicí jednotky 3 propojen s oběma měřicími sestavami S. Řídicí jednotka 3 je pak v dataloggeru D propojena s paměťovým médiem 4, dále také s ovládacím panelem 5 a signalizačním zařízením 6. Datalogger D má řídicí jednotku 3 současně propojenou i s PC jednotkou 7.

50

Toto zařízení pracuje tak, že po nastavení výchozí frekvence snímání měřených hodnot (v řádu sekund) snímá během pracovní činnosti hodnoty opakovaně měřené pomocí jednotlivých tlako-

vých senzorů 1 a obou senzorů 2 polohy, a to oběma měřicími sestavami S – pro pravou i pro levou ruku. Všechny postupně naměřené hodnoty jsou odesílány a adresně zachyceny v řídicí jednotce 3 dataloggeru D. Datalogger D snímá data frekvencí 100 Hz, je tedy schopen změřit signál s nejvyšší obsaženou frekvencí 50 Hz. Při vyhodnocení se provádí filtrace na 1 Hz a méně.

5

Tato tzv. surová data jsou potom po načtení z řídicí jednotky 3 tzv. klouzavým průměrem upravena, opět zvlášť pro pravou a levou ruku. Po načtení dat řídicí jednotka 3 stanoví optimální frekvenci snímání měřených hodnot (vzorkování), v níž implementovaná softwarová aplikace následně zobrazí lineární regresní model, na jehož základě uvedený SW při zohlednění četnosti pohybů (min⁻¹) vyhodnotí rozhodující údaje pro posouzení míry zátěže měřené práce (operace) a její zařazení do kategorie 3 (nadlimitní zátěž v oblasti nad křivkou „Norma“), nebo 1. či 2. kategorie (podlimitní zátěž v případě, že je výsledek pod křivkou „Norma“). K zařízení je při vyhodnocení dat připojen PC s nainstalovaným SW, který po zpracování surových dat poskytuje relevantní výstup požadovaný praxí v podobě, kterou zároveň požaduje i legislativa.

15

V průběhu testování zařízení podle vynálezu byla při kontrolních (ověřovacích) měřeních vyhodnocena i míra korelace mezi hodnotami naměřenými zařízením podle vynálezu s hodnotami naměřenými dosud používanou metodou pomocí zařízení EMG pro jednotlivé frekvence snímání mezi 1 a 60 s. Toto porovnání ukazuje obr. 4. Díky vysoké míře korelace byla potvrzena validita měření zařízením podle vynálezu, které proto může v praxi zcela nahradit dosavadní měření pomocí zařízení EMG.

20

Příklad 2

25

Jak je vidět z obr. 2, jedna měřicí sestava S v redukovaném provedení obsahuje 3 tlakové senzory 1 a dva senzory 2 polohy. Tlakové senzory 1 jsou při aplikaci uchyceny na konečcích prvních tří tzv. úchopových prstů (tridigitální úchop) počínaje od palce. Senzory 2 polohy jsou opět umístěny na vnější straně zápěstí a předloktí. Činnost senzorů 2 polohy je stejně jako v předchozím příkladu založena na snímání relativní změny polohy obou těchto senzorů vůči sobě.

30

Měřicí sestava S v provedení podle příkladu 2 je jednodušší, její činnost je však analogická s funkcí měřicí sestavy S v základním provedení, jak je popsáno v příkladu 1.

35

Průmyslová využitelnost

Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže podle vynálezu je využitelné na pracovištích, kde dochází ke zvýšenému namáhání, především namáhání rukou při četných/opakovaných pohybech, často spojených s vynakládáním zvýšené svalové síly. Jde o v první řadě o ruční pracoviště montážního, ale i jiného charakteru, zvláště u sériových typů výrob, ale i jinde. Zařízení umožňuje jednoduché, neinvazivní a spolehlivé vyhodnocení míry souvisejících rizik. Přednostně je mohou využít zvláště personální, ergonomická či obdobná pracoviště daných podniků při analýze prevence či k predikci problémů způsobených LSZ na svých pracovištích.

45

PATENTOVÉ NÁROKY

5 1. Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže, **vyznačující se tím**, že je vytvořeno na bázi jedné nebo více měřicích sestav (S), z nichž každá obsahuje 3 až 8 tlakových senzorů (1), kterými jsou odporové senzory (FSR) s citlivostí 0,010 až 10 kp/m², 0,1 až 100 Pa, a nejméně dva senzory (2) polohy, a zařízení dále obsahuje datalogger (D), který je prostřednictvím své řídicí jednotky (3) propojen s oběma měřicími sestavami (S), přičemž řídicí jednotka (3) je v dataloggeru (D) propojena s paměťovým médiem (4), ovládacím panelem (5) a signalizačním zařízením (6), a současně datalogger (D) má řídicí jednotku (3) propojenou s PC jednotkou (7).

15 2. Ergonomické měřicí zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (3) dataloggeru (D) je tvořena mikrokontrolerem pro řízení snímání dat z měřicí sestavy/sestav (S) a pro předávání přijatých dat paměťovému médiu (4), a dále je řídicí jednotka (3) vybavena výstupem na PC jednotku (7).

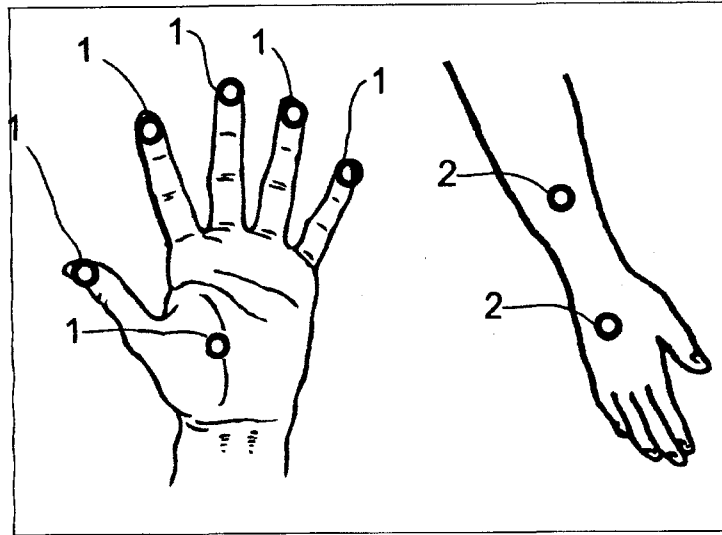
20 3. Ergonomické měřicí zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že měřicí sestava (S) pro jednu ruku obsahuje 6 tlakových senzorů (1) a dva senzory (2) polohy.

25 4. Ergonomické měřicí zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že senzory (2) polohy jsou tříosé inerciální měřicí jednotky (IMU), které integrují akcelerometr, gyroskop a magnetometr.

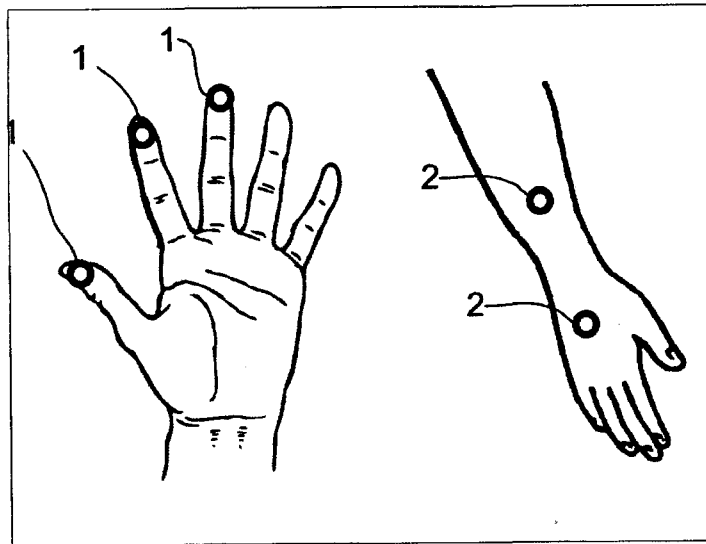
30 2 výkresy

Seznam vztahových značek:

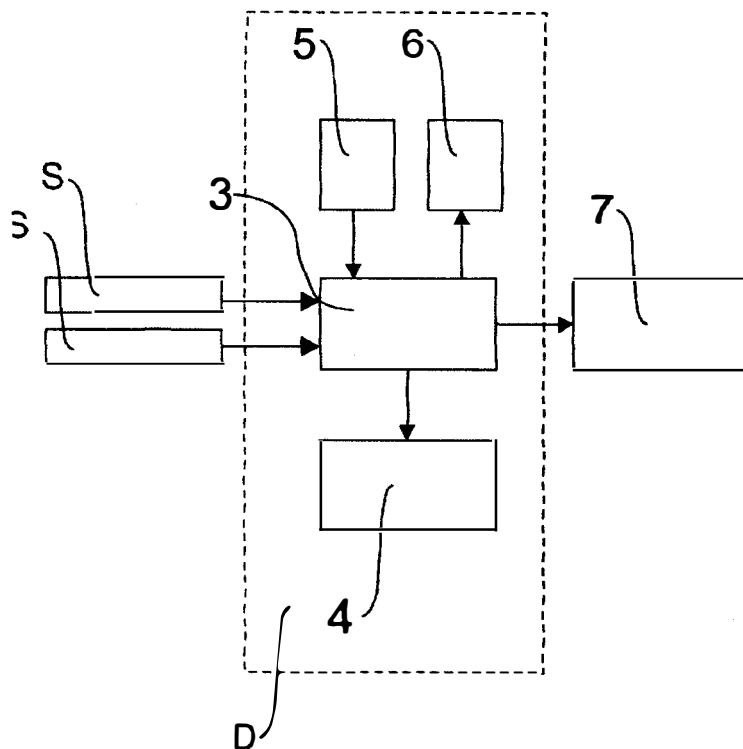
- 35 S – měřicí Sestavy (senzorů)
D – Datalogger
- 1 – Tlakové senzory (měřicí Sestavy S)
2 – Senzory polohy (měřicí Sestavy S)
- 40 3 – Řídicí jednotka (dataloggeru D)
4 – Paměťové médium (dataloggeru D)
5 – Ovládací panel (dataloggeru D)
6 – Signalizační zařízení (dataloggeru D)
- 45 7 – PC jednotka



Obr. 1

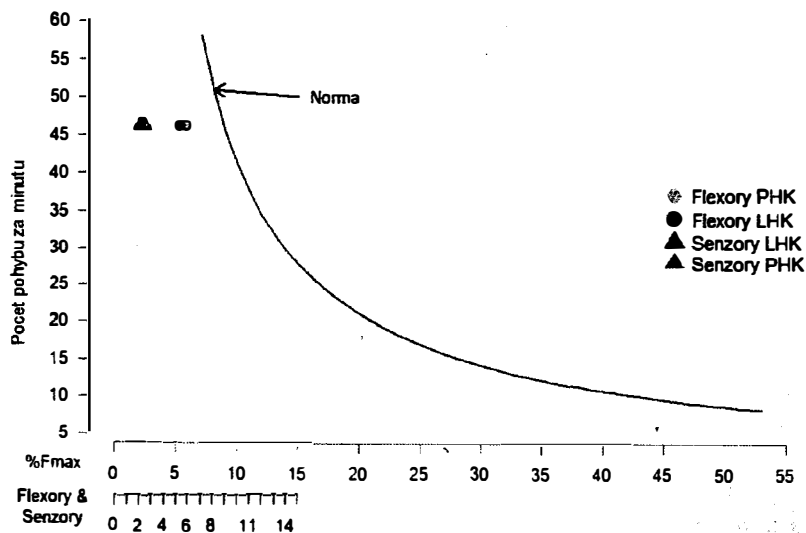


Obr. 2



Obr. 3

Porovnani nameru s normou



Obr. 4

Konec dokumentu



ČESKÁ REPUBLIKA
ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ



Josef Kratochvíl

předseda

Úřadu průmyslového vlastnictví

Úřad průmyslového vlastnictví

zapsal podle § 11 odst. 1 zákona č. 478/1992 Sb., v platném znění, do rejstříku

UŽITNÝ VZOR

číslo

29172

na technické řešení uvedené v příloženém popisu.

V Praze dne 16.2.2016

Za správnost:

Ing. Jan Mrva
vedoucí oddělení rejstříků

Číslo zápisu: 29172

Datum zápisu: 16.02.2016

Číslo přihlášky: 2015-31933

Datum přihlášení: 19.11.2015

MPT: A 61 B 5 22 (2006.01)

Název: Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže

Majitel: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín
Moravskoslezský automobilový klastr, o.s., Ostrava - Poruba
Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Ostrava - Poruba
Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava
PREVENTADO medical s.r.o., Zlín

Původce: doc. Ing. David Tuček, Ph.D., Otrokovice
Ing. Pavlína Pivodová, Zlín
Ing. Barbora Dombeková, Zábřeh
Ing. Martin Jurásek, Zlín
Ing. Martin Kovářik, Ph.D., Zlín
Ing. Ladislav Glogar, Bernatice nad Odrou
Ing. Dominik Kovalčík, MBA, Martin, SK
Ing. Jaromír Konečný, Ph.D., Kopřivnice
Ing. Michal Prauzek, Ph.D., Polanka nad Odrou - Ostrava 25
Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D., Nový Jičín
Mgr. Filip Javůrek, Moravská Ostrava
Mgr. Radim Pektor, Bilovice

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

29 172

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

A61B 5/22

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-31933**
(22) Přihlášeno: **19.11.2015**
(47) Zapsáno: **16.02.2016**

- (73) Majitel:
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, CZ
Moravskoslezský automobilový klastr, o.s., Ostrava
- Poruba, CZ
Vysoká škola báňská - Technická univerzita
Ostrava, Ostrava - Poruba, CZ
Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava, CZ
PREVENTADO medical s.r.o., Zlín, CZ
- (72) Původce:
doc. Ing. David Tuček, Ph.D., Otrokovice, CZ
Ing. Pavlína Pivodová, Zlín, CZ
Ing. Barbora Dombeková, Zábřeh, CZ
Ing. Martin Jurásek, Zlín, CZ
Ing. Martin Kovářik, Ph.D., Zlín, CZ
Ing. Ladislav Glogar, Bernatice nad Odrou, CZ
Ing. Dominik Kovalčík, MBA, Martin, SK
Ing. Jaromír Konečný, Ph.D., Kopřivnice, CZ
Ing. Michal Prauzek, Ph.D., Polanka nad Odrou -
Ostrava 25, CZ
Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D., Nový Jičín, CZ
Mgr. Filip Javůrek, Moravská Ostrava, CZ
Mgr. Radim Pektor, Bílovice, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Dana Kreizlová, UTB ve Zlíně, nám. T. G.
Masaryka 5555, 760 01 Zlín

CZ 29172 U1

- (54) Název užitého vzoru:
**Ergonomické zařízení pro monitorování
lokální svalové zátěže**

Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže

Oblast techniky

Technické řešení se týká ergonomického zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže. Zaří-
zení je využitelné na pracovištích, kde dochází ke zvýšenému namáhání, především namáhání
5 rukou při četných/opakovaných pohybech, často spojených s vynakládáním zvýšené svalové síly.
Jde o v prvé řadě o ruční pracoviště montážního, ale i jiného charakteru.

Dosavadní stav techniky

Na vzniku úžinového syndromu karpálního tunelu se podílí celá řada faktorů. Významnou roli
zde kromě genetických faktorů hrají faktory pracovní, související s typem a charakterem práce,
10 která je spojena s dlouhodobým lokálním přetížením svalstva horní končetiny. Toto dlouhodobé
přetížení způsobuje mimo jiné poruchy prokrvení v dané oblasti s lokálním překyslením, vznik
bolestivých „spoušťových bodů“ v daných svalech, kloubních blokáde, změnou svalového napětí,
vznikem svalových nevyvážeností a dalších funkčních reflexních změn jako ochrannou reakci
organismu. Tyto funkční změny jsou ovlivnitelné a při včasné zásahu (ve smyslu ergonomic-
15 kých opatření a dostatečné regenerace) lze zabránit vzniku daného úžinového syndromu, který již
bývá spojen s organickou poruchou nervu a projevuje se jeho sníženou vodivostí, iritačními
a zánikovými nervovými příznaky. Funkční změny nebývají snadno detekovatelné pomocí pří-
strojových vyšetření, bývají spíše nenápadné, ale projevují se zvýšeným nástupem svalové únavy,
nepřesností výkonu, zvýšenou chybovostí, později zvýšenou bolestivostí přetěžovaných svalů
20 a poruchou drenáže, projevující se otokem.

Proto je žádoucí v rámci prevence a ochrany zdraví mapovat zatížení lokálních svalových skupin,
které vede nebo může vést k popsáným funkčním změnám a s nimi spojeným poruchám a pro-
blémům, které mohou být řešitelné často pouze chirurgicky nebo při pozdním odhalení stavu se
mohou ukázat i jako nevratné.

25 Inspiraci k řešení zařízení pro monitorování nežádoucích zatížení částí lidského těla lze hledat
v oblasti ergonomicky zaměřených zařízení. Ergonomická zařízení nebo prostředky využívající
senzorické systémy zaměřené na lidské tělo jsou dnes k dispozici v mnoha rozmanitých aplika-
cích a používána s odlišnými cíli a v různých vzájemných souvislostech.

Jednu skupinu těchto zařízení a prostředků představují typy, kdy je například pohyb ruky využí-
30 ván k iniciaci nebo řízení dalšího kroku. Příkladem může být ergonomická rukavice pro dálkové
ovládání elektronického zařízení používaného ve vojenství. Zařízení obsahuje čidla pohybu -
gyroskopická čidla - a je orientováno na detekci pohybu, či gesta rukou. Pohybem ruky, sníma-
ným gyroskopickými senzory, se ovládá vojenské zařízení, a to i dálkově. Toto zařízení sleduje
35 pohyb ruky, případně i gesta závislá na vzájemném pohybu prstů, přičemž tento pohyb je pro
daný úkon jednorázový a sleduje se pouze kinetika a výsledná pozice, nikoliv související silové
poměry, a sledování už vůbec není zaměřeno na opakované pohyby či zatěžování jednotlivých
prstů. Nelze je tedy využít pro monitorování lokální svalové zátěže.

Dále do této skupiny zařízení patří také tzv. „digitální chytré rukavice“, vyvíjené pro U. S. Air
Force, které umožňují pilotovi a posádce pomocí pohybu rukou komunikovat, realizovat rozličné
40 operace, spínat spínače a přeložit tyto do hlasových nebo textových příkazů. To umožní posádce
sledovat očima let či bojovou situaci, a ne nutně sledovat ovladače komunikačního zařízení či
některé spínače. Jde o komunikační a ovládací zařízení v jednom, ruka je zde akční element, zaří-
zení není určeno pro měření svalových dějů podílejících se na vzniku úžinových syndromů.

Na podobné bázi pracují přenosné přístroje pro provádění vybraných uživatelských příkazů na
45 základě elektronických signálů (dat). Mohou fungovat po drátě či bezdrátově, nicméně tyto pří-
stroje není možno využít pro měření lokální svalové zátěže, protože jsou stejně jako předchozí
zařízení orientovány na následnou akci a pohyb ruky je pouze iniciátorem této akce, nikoliv sa-
motným předmětem sledování.

Do oblasti přenosu informací patří také zařízení umožňující vkládání informací prostřednictvím čidel umístěných na prstech (s využitím rukavice). Zařízení má také datové rozhraní pro fyziologické parametry ruky, aby bylo možno tyto vlivy eliminovat. Zde se jedná o přenos informací zvenčí skrze prsty ruky a navazující senzory, kde výstupy z těchto senzorů skrze datové rozhraní zpětně poskytují předávané informace v žádané podobě. Ruka či prsty jsou zde pouze prostředníkem, nikoliv předmětem měření/sledování. Použitá čidla neposkytují údaje o zátěžových parametrech samotné ruky nebo prstů.

V oblasti přenosu informací se vyskytuje také zařízení fungující pro snímání a následnou transformaci znakové řeči (gest) do řeči či písemné podoby – textu. Zařízení má pohybové sensorické komponenty, jako např. senzory zrychlení (gyroskopické) připojené na mikroprocesor. Nicméně má řadu dalších čidel na detekci ohýbání lokte, zdvihu ramene ad. Podrobné mapování pohybů ruky s cílem zachycení znakové řeči má sice účel jiný, než je úloha řešená v předmětu přihlášky užitého vzoru, ale technické prostředky se sledovaným tématem již částečně souvisí. Jde však spíše o senzory polohy či pohybu než tlakové, které by mapovaly namáhání, zejména dynamické a cyklické namáhání. Středem zájmu u tohoto řešení není ruka jako taková, ale informace, kterou svým pohybem sděluje.

Ve srovnání s již uvedenými zařízeními představuje poněkud specifický typ sensorická rukavice, která umožňuje řídit pohyb prstů probanda např. při hře na hudební nástroje apod. Takové sensorické rukavice neslouží k pouhému přenosu informace, ale jsou primárně určeny a uzpůsobeny k ovlivnění pohybu prstů a následně zvýšení kvality vykonávané činnosti. Nejsou však schopné monitorovat zatížení jednotlivých částí ruky, zejména opakované působení tohoto zatížení.

Aktivní složka působení se ještě více uplatňuje u zařízení na bázi rukavice, vyvinutého pro oblast léčebné rehabilitace, speciálně pro návrat pohyblivosti kloubů prstů (ruky). Rukavice obsahuje samotné tělo, vodiče a spojovací prvky, dále pak radič s pěti elektrickými teleskopickými tyčemi, který je uspořádán na koncové části. Elektronicky je pak možné pacientovi pomoci při otevírání a zavírání dlaně, specifických pohybech prstů atd., a usnadnit tyto pohyby při rehabilitaci. Cílem zařízení tedy není měření, ale mechanické působení na ruku, vyvolání (posílení) pohybu, nikoliv jeho monitoring.

Do skupiny ergonomických zařízení či pomůcek s aktivní složkou rozhodně patří zařízení fungující jako nástavec na ruku, který nemá podobu klasické rukavice, umožňuje však realizaci příkazových (elektronických) signálů vydávaných pohybem ruky resp. prstů ruky. Přitom každý pohyb ruky (dlaně, či prstů) způsobí jistý konkrétní pohyb objektu. Výsledkem jsou tedy mechanické úkony, ne měření nebo monitorování ruky nebo prstů.

Všechna dosud uvedená řešení mají jeden základní společný rys – ruka je zde akčním prvkem, buď pro přenos signálů či informací nebo pro zprostředkované vyvození mechanických účinků, sama o sobě není předmětem měření.

Vedle již uvedených sensorických zařízení zaměřených na danou oblast z hlediska kinetiky existuje celá řada dalších, sledujících jiné parametry. Jako příklad je možno uvést rukavici snímající teplotu na konečcích prstů. Na rozdíl od předchozích typů zařízení je zde již monitorování zaměřeno na ruku jako takovou. Snímanou veličinu – teplotu – nelze však využít pro měření lokální svalové zátěže a hodnocení vlivů na vznik úžinových syndromů.

Ze stavu techniky jsou dále známé sensorické rukavice, které umožňují hodnotit fyziologické parametry ruky, konkrétně sledování reaktivních a adaptačních fyziologických změn teploty a prokrvení rukou. Nicméně toto zařízení nedokáže měřit veličiny, které by charakterizovaly velikost a typ lokální svalové zátěže.

Jiná veličina, již bližší sledované aplikaci, je v praxi hodnocena pomocí zařízení/ rukavice určené pro realizaci goniometrických měření, tzn. měření rozsahu kloubní pohyblivosti, které patří k základním vyšetřovacím metodám pohybového aparátu. Zařízení je upraveno jako lékařské zařízení pro použití při hodnocení mobility či imobility rukou, speciálně pro atypicky tvarované ruce. Měření je statické, výstupem jsou mezní hodnoty úhlů, většinou z 3D pohledu, zařízení nemonitoruje dynamickou či opakovanou zátěž ani z hlediska samotné geometrie pohybů, tím

méně s ohledem na působící síly. Toto zařízení tedy nedokáže měřit hodnoty veličin charakteristických pro zachycení lokální svalové zátěže.

Z hlediska sledovaných aplikací je v centru zájmu zařízení zahrnující rukavici a rukáv na ruku, které mají senzory síly na jednotlivých prstech (CONTROL OF A GLOVE-BASED GRASP ASSIST DEVICE). Zařízení je schopno měřit aktuální uchopovací síly aplikované na objekt, který ruka drží. V tomto smyslu je zařízení zaměřeno shodně se sledovanou aplikací, dokonce měří úchopové síly nikoliv jen z konečků prstů, ale z jeho článků. Rukavice může fungovat v různých režimech. Vyhodnocení jednotlivě naměřených údajů na základě měření síly příslušného úchopu zahrnuje výpočet tažné síly, kterou proband vytváří. Využívá mechanického koncentrátoru tažné síly, která se však neměří přímo na prstech, ale ohyb jednotlivých prstů se přenáší na mechanická táhla. To vše ovlivňuje výsledek měření a promítá se i do složitosti zařízení a jeho životnosti. Toto zařízení navíc neumožňuje kontinuální zachycování zejména opakované lokální svalové zátěže (LSZ), proto není využitelné pro účely průběžného měření - monitorování - a následného vyhodnocování LSZ. Nelze je tedy použít k měření opakovaného namáhání a zjišťování dlouhodobých vlivů na vznik úžinových syndromů.

Zařízení dodávané společností GETA CENTRUM S.R.O., nabízející služby v oblasti ergonomie, je doposud k dispozici jako jediné relevantní zařízení pro měření a vyhodnocení lokální svalové zátěže a jejího vlivu na výskyt syndromu karpálního tunelu v podmínkách české (i slovenské) legislativy. Pouze toto zařízení dosud umožňuje požadovaná měření, a to metodou integrované nebo povrchové elektromyografie (EMG). EMG patří k elektrodiagnostickým metodám. Dělí se na integrovanou a povrchovou EMG. Integrovaná EMG je invazivní, snímá elektrickou aktivitu svalů prostřednictvím jehlových elektrod a může ji provádět pouze specialista (lékař). Její výhodou je především vysoká přesnost, nevýhodou pak invazivní charakter a vysoké provozní náklady i nároky na obsluhu.

Povrchová EMG je neinvazivní, je dostupnější, avšak méně přesná. Tato EMG snímá elektrickou aktivitu svalů prostřednictvím snímacích elektrod, umístěných nad sledované svaly. Během měření dochází ke snímání elektrofyziologických biopotenciálů z měřených svalových skupin. Výsledkem je poměrná hodnota udávající procento vynakládané síly z maximální svalové síly ($\% F_{max}$). Každá elektroda je připojena do sběrnice. Dílčí sběrnice se sbíhají do centrálního přístroje, tzv. holteru. Odtud se přenáší data do počítače, kde jsou pomocí speciálního software zpracovány tzv. pracovní snímky. Získané křivky jsou vyjádřením aktuální elektrické aktivity svalů v milivoltech v čase (sekundy). Data jsou dále zpracovávána do tabulek. Pro každý EMG záznam jsou zobrazeny tři sloupce: procentuální vyjádření, absolutní počty pro zvolený časový interval a přepočtené absolutní počty na směnu. V rámci programu lze nastavit i počítání pohybů. Z toho je vidět, že metoda je poměrně složitá.

Podstatnou nevýhodou metod EMG měření obojího typu je skutečnost, že jsou schopny odhalit až důsledek nežádoucího působení lokální svalové zátěže - zhoršenou vodivost nervu jako výslednicí jeho dlouhodobého útlaku. Cílem technického řešení přitom je, aby k tomuto stavu vůbec nedošlo, neboť nežádoucí zatížení drobných svalových skupin má být monitorováno již v jeho průběhu a na základě toho pak provedena prevence snižující riziko vzniku syndromu karpálního tunelu (například úpravou pracoviště, četnosti pohybů, či nutnosti vynakládání nižší svalové síly).

Posledním typem dosud vytvořených zařízení, zaměřeným na sledovanou problematiku, je tzv. datová rukavice. Jde o datové zařízení/ rukavici, jejímž základem je běžná rukavice do „tanečních“. Tato rukavice je poměrně elastická a zajistí tak dobrou přilnavost k ruce v celém rozsahu pohybu. Nad místy, která mají být snímána, je našita stuha o šířce 8 mm. Tím se vytvoří kapsa, do které je zasunut ohybový senzor. Každý senzor je pojištěn proti vysunutí přešitím v místě připojení konektoru a všechna získaná data odchází do datové sběrnice. Nicméně na všech prstech je snímán jen ohyb základního kloubu a kloubu mezi prvním a druhým článkem prstu. Ohyb třetího článku prstu je uvažován v závislosti na ohybu druhého článku prstu.

Popsané zařízení je zaměřeno pouze kinematicky - snímá ohyby kloubů, ze kterých je možné určit úhly sevření, například pro potřeby analýzy (simulace) pohybů ruky či úchopů, rozhodně však ne vynakládané tlakové síly prstů. Toto zařízení tedy nedokáže měřit a zachycovat namá-

hání prstů a pohyby rukou pro následné hodnocení LSZ, tedy není schopno využití ve sledované aplikaci.

Zařízení Ergopack vyvinuté společností Hoggan scientific LLC má již některé parametry, které najdou uplatnění při měření a vyhodnocování LSZ. Například využívá tlaková čidla, umožňuje
 5 výstup surových dat do CSV formátu, má volitelné senzory pro měření krouticího momentu. Je uživatelsky přívětivé a snadno použitelné, nicméně poskytuje relevantní výsledky až ve vyšších rozsazích vynakládaných sil. Jeho nevýhodou je tedy nižší citlivost na tlaky, to znamená, že je možno je díky tloušťce rukavic využívat jen při silově náročnějších operacích, nikoliv u operací drobné montáže a kompletace výrobků, tedy v oblastech vynakládaných sil do 10 N na jeden prst.
 10 Je to i díky poměrně robustní textilií, ze které se rukavice skládá a do které se čidla zasouvají. Zařízení sice umožňuje výstup surových dat do CSV formátu, nikoliv však jejich grafický výstup. Zařízení dává možnost i bezdrátového přenosu dat pro zpracování, nicméně tento přenos je v praxi často rušen. Největší slabinou tohoto zařízení ale je chybějící systém zachycení a vyhodnocení dlouhodobého a opakovaného namáhání ve vztahu k přípustnému limitnímu zatížení horních končetin danému s platnou legislativou, která stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
 15

Podstata technického řešení

Uvedené nevýhody a nedostatky dosud známých ergonomických zařízení pro měření pohybového zatížení částí lidského těla do značné míry odstraňuje ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže podle technického řešení. Podstata technického řešení spočívá v tom,
 20 že zařízení je vytvořeno na bázi jedné nebo více měřicích sestav, z nichž každá obsahuje 3 až 8 tlakových senzorů a nejméně dva senzory polohy, a zařízení dále obsahuje datalogger, který je prostřednictvím své řídicí jednotky propojen s oběma měřicími sestavami, přičemž řídicí jednotka je v dataloggeru propojena s paměťovým médiem, ovládacím panelem a signalizačním zařízením, a současně datalogger má řídicí jednotku propojenou s PC jednotkou.

25 Zařízení podle technického řešení má s výhodou řídicí jednotku dataloggeru tvořenou mikrokontrolerem pro řízené snímání dat z měřicí sestavy/sestav a pro předávání přijatých dat paměťovému médiu, přičemž tato řídicí jednotka je vybavena výstupem na PC jednotku. Měřicí sestava pro jednu ruku obsahuje s výhodou 6 tlakových senzorů a dva senzory polohy.

30 Tlakové senzory u zařízení podle technického řešení jsou s výhodou odporové senzory (FSR) s citlivostí 10 g až 10 kg.

Senzory polohy u zařízení podle technického řešení jsou s výhodou tříosé inerciální měřicí jednotky (IMU), které integrují akcelerometr, gyroskop a magnetometr.

Hlavní výhodou zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže podle technického řešení je schopnost bezprostředního zachycení mnohočetných silových impulsů působících ve sledovaném
 35 období v dynamickém režimu na zátěžové body drobných svalových skupin, integrovaná s přenosem a zpracováním získaných dat, jejich vyhodnocením s možností zobrazení a uložení těchto dat. K tomu přistupuje také možnost uplatnění zpětné vazby na režim měření vyhodnocením a nastavením časové optimalizace režimu měření díky na míru vytvořenému softwarovému vybavení.

40 Jednoduchost fyzického provedení zařízení s sebou nese mimo jiné výhody i nižší pravděpodobnost poruch a tedy vyšší spolehlivost i životnost. K ní přispívá i volba senzorů zachycujících silové impulsy a odolávajících cyklickému namáhání lépe než například ohybové senzory použité u srovnatelných známých řešení. Výhodou je i přesnost prováděných měření, dosahovaná díky měření silové zátěže bezprostředně v místě jejího vzniku a také díky integrovaným sensorům polohy, které navíc minimalizují chybu měření využitím kombinace tří měřicích systémů.
 45

Velmi důležitou předností zařízení podle technického řešení je skutečnost, že získané výstupy jsou snadno porovnatelné s mezními parametry zatížení dle platných legislativních norem. Tyto výstupy tedy ve své závěrečné fázi poskytují již přímo informaci o tom, zda je monitorované pracovní zatížení tedy lokální svalová zátěž (LSZ) vyhodnoceno jako podlimitní (první či druhá
 50 kategorie) nebo nadlimitní (třetí kategorie). Při vyhodnocení ve třetí kategorii číselná hodnota

(míra překročení limitu) informuje o naléhavosti potřeby přijmout vhodná opatření a předejít tak co možná nejvíce zdravotním rizikům u osob provádějících monitorované pracovní operace.

Další výhoda zařízení podle technického řešení spočívá v úspoře času měření – oproti řádově hodinám měření zařízení umožní podstatně kratší dobu měření řádově nejvýše desítky minut).

5 Objasnění výkresů

Uskutečnitelnost technického řešení a příkladná provedení znázorňují přiložené výkresy, kde značí:

- obr. 1 – umístění senzorů měřicí sestavy pro jednu ruku – základní provedení;
- obr. 2 – umístění senzorů měřicí sestavy pro jednu ruku – redukované provedení;
- 10 - obr. 3 – blokové schéma zařízení podle technického řešení;
- obr. 4 – výstupní formát dat – srovnání přesnosti měření zařízení podle technického řešení (senzory) s doposud jediným používaným EMG zařízením (flexory).

Příklady uskutečnění technického řešení

Příklad 1

15 Jak je vidět z obr. 1, jedna měřicí sestava S v základním provedení obsahuje 6 tlakových senzorů 1 a dva senzory 2 polohy. Tlakové senzory 1 jsou při aplikaci uchyceny na konečcích všech prstů a jeden další tlakový senzor 1 je umístěn na velkém kloubu palce zevnitř stany dlaně. Senzory 2 polohy jsou umístěny na vnější straně zápěstí a předloktí. Měřicí sestava S obsahuje výstupy ze všech tlakových senzorů 1 a senzorů 2 polohy (výstupy neznázorněny). Zařízení podle schématu
20 na obr. 3 obsahuje dvě takové měřicí sestavy S – jednu pro pravou a jednu pro levou ruku – a dále obsahuje datalogger D, který je prostřednictvím své řídicí jednotky 3 propojen s oběma měřicími sestavami S. Řídicí jednotka 3 je pak v dataloggeru D propojena s paměťovým médiem 4, dále také s ovládacím panelem 5 a signalizačním zařízením 6. Datalogger D má řídicí jednotku 3 současně propojenou i s PC jednotkou 7.

25 Toto zařízení pracuje tak, že po nastavení výchozí frekvence snímání měřených hodnot (v řádu sekund) snímá během pracovní činnosti hodnoty opakovaně měřené pomocí jednotlivých tlakových senzorů 1 a obou senzorů 2 polohy, a to oběma měřicími sestavami S – pro pravou i pro levou ruku. Všechny postupně naměřené hodnoty jsou odesílány a adresně zachyceny v řídicí jednotce 3 dataloggeru D. Datalogger D snímá data frekvencí 100 Hz, je tedy schopen změřit
30 signál s nejvyšší obsaženou frekvencí 50 Hz. Při vyhodnocení se provádí filtrace na 1 Hz a méně.

Tato tzv. surová data jsou potom po načtení z řídicí jednotky 3 tzv. klouzavým průměrem upravena, opět zvlášť pro pravou a levou ruku. Po načtení dat řídicí jednotka 3 stanoví optimální frekvenci snímání měřených hodnot (vzorkování), v níž implementovaná softwarová aplikace následně zobrazí lineární regresní model, na jehož základě uvedený SW při zohlednění četnosti
35 pohybů (min^{-1}) vyhodnotí rozhodující údaje pro posouzení míry zátěže měřené práce (operace) a její zařazení do kategorie 3 (nadlimitní zátěž v oblasti nad křivkou „Norma“), nebo 1. či 2. kategorie (podlimitní zátěž v případě, že je výsledek pod křivkou „Norma“). K zařízení je při vyhodnocení dat připojen PC s nainstalovaným SW, který po zpracování surových dat poskytuje relevantní výstup požadovaný praxí v podobě, kterou zároveň požaduje i legislativa.

40 V průběhu testování zařízení podle technického řešení byla při kontrolních (ověřovacích) měřeních vyhodnocena i míra korelace mezi hodnotami naměřenými zařízením podle technického řešení s hodnotami naměřenými dosud používanou metodou pomocí zařízení EMG pro jednotlivé frekvence snímání mezi 1 a 60 s. Toto porovnání ukazuje obr. 4. Díky vysoké míře korelace byla potvrzena validita měření zařízením podle technického řešení, které proto může v praxi zcela
45 nahradit dosavadní měření pomocí zařízení EMG.

Příklad 2

Jak je vidět z obr. 2, jedna měřicí sestava S v redukovaném provedení obsahuje 3 tlakové senzory 1 a dva senzory 2 polohy. Tlakové senzory 1 jsou při aplikaci uchyceny na konečcích prvních tří tzv. úchopových prstů (tridigitální úchop) počínaje od palce. Senzory 2 polohy jsou opět umístěny na vnější straně zápěstí a předloktí. Činnost senzorů 2 polohy je stejně jako v předchozím příkladu založena na snímání relativní změny polohy obou těchto senzorů vůči sobě.

Měřicí sestava S v provedení podle příkladu 2 je jednodušší, její činnost je však analogická s funkcí měřicí sestavy S v základním provedení, jak je popsáno v příkladu 1.

Průmyslová využitelnost

Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže podle technického řešení je využitelné na pracovištích, kde dochází ke zvýšenému namáhání, především namáhání rukou při četných/opakovaných pohybech, často spojených s vynakládáním zvýšené svalové síly. Jde o v první řadě o ruční pracoviště montážního, ale i jiného charakteru, zvláště u sériových typů výrob, ale i jinde. Zařízení umožňuje jednoduché, neinvazivní a spolehlivé vyhodnocení míry souvisejících rizik. Přednostně je mohou využít zvláště personální, ergonomická či obdobná pracoviště daných podniků při analýze prevence či k predikci problémů způsobených LSZ na svých pracovištích.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Ergonomické zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je vytvořeno na bázi jedné nebo více měřicích sestav (S), z nichž každá obsahuje 3 až 8 tlakových senzorů (1) a nejméně dva senzory (2) polohy, a zařízení dále obsahuje datalogger (D), který je prostřednictvím své řídicí jednotky (3) propojen s oběma měřicími sestavami (S), přičemž řídicí jednotka (3) je v dataloggeru (D) propojena s paměťovým médiem (4), ovládacím panelem (5) a signalizačním zařízením (6), a současně datalogger (D) má řídicí jednotku (3) propojenou s PC jednotkou (7).

2. Ergonomické měřicí zařízení pro monitorování lokální svalové zátěže podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že řídicí jednotka (3) dataloggeru (D) je tvořena mikrokontrolerem pro řízené snímání dat z měřicí sestavy/sestav (S) a pro předávání přijatých dat paměťovému médiu (4), a dále je řídicí jednotka (3) vybavena výstupem na PC jednotku (7).

3. Ergonomické měřicí zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že měřicí sestava (S) pro jednu ruku obsahuje 6 tlakových senzorů (1) a dva senzory (2) polohy.

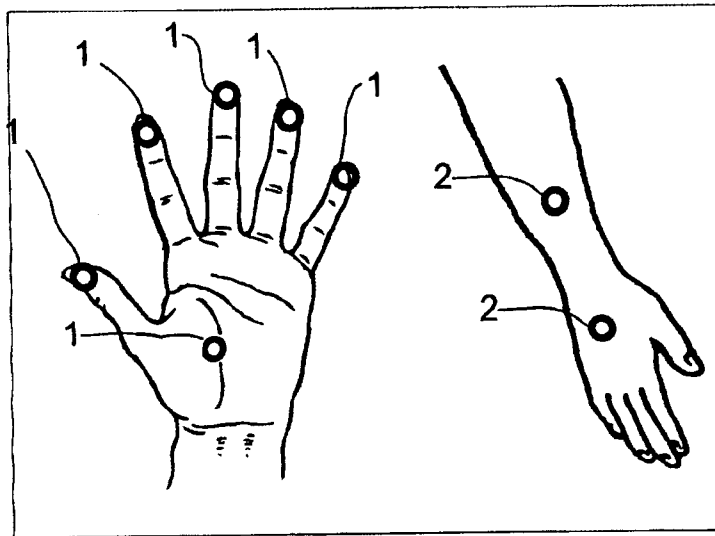
4. Ergonomické měřicí zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že tlakové senzory (1) jsou odporové senzory (FSR) s citlivostí 10 g až 10 kg.

5. Ergonomické měřicí zařízení podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že senzory (2) polohy jsou tříosé inerciální měřicí jednotky (IMU), které integrují akcelerometr, gyroskop a magnetometr.

2 výkresy

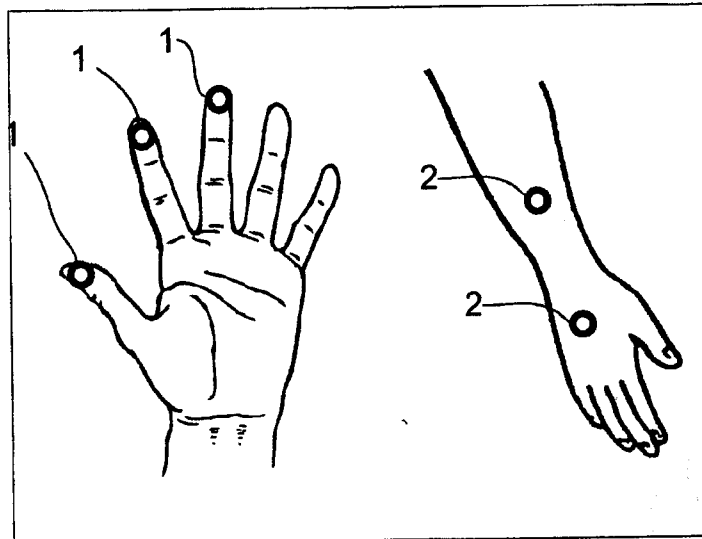
Seznam vztahových značek:

40	S – měřicí Sestavy (senzorů)	45	4 – Paměťové médium (dataloggeru D)
	D – Datalogger		5 – Ovládací panel (dataloggeru D)
	1 – Tlakové senzory (měřicí Sestavy S)		6 – Signalizační zařízení (dataloggeru D)
	2 – Senzory polohy (měřicí Sestavy S)		7 – PC jednotka.
	3 – Řídicí jednotka (dataloggeru D)		



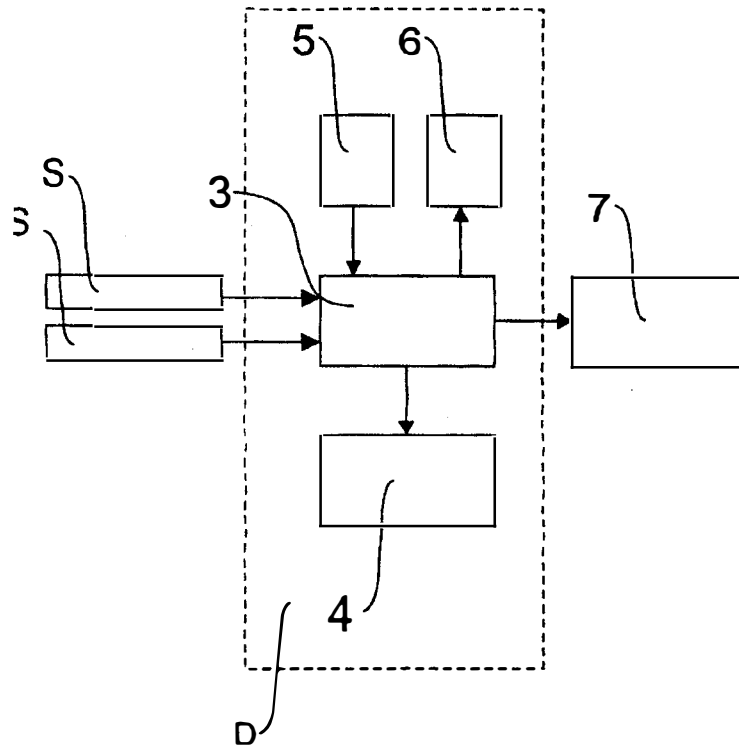
S

Obr. 1



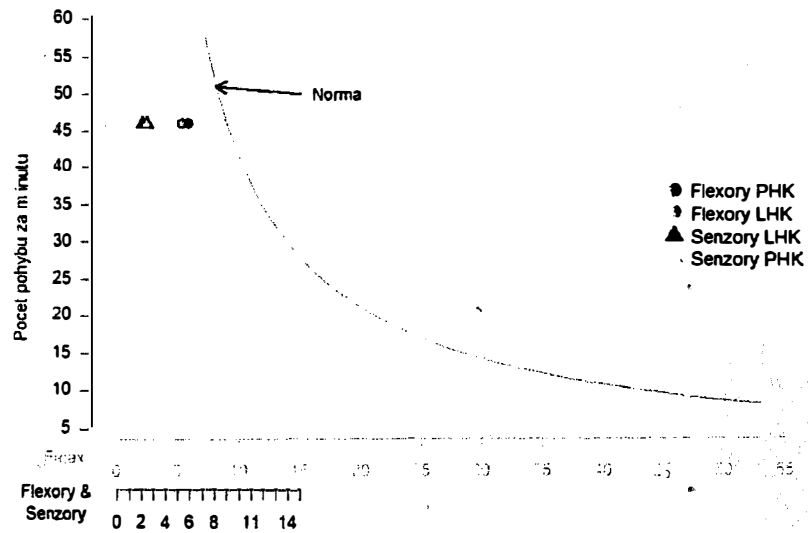
S

Obr. 2



Obr. 3

Porovnani nameru s normou



Obr. 4

Konec dokumentu