

Snímače a Receptory

Senzor alebo **snímač** je citlivý prvok **prístroja** alebo **bio-logického orgánu**. Prevádza informáciu z oblasti meranej veličiny do inej oblasti, ktorú sme schopní vnímať a ďalej spracovávať.

V technike sa snímače používajú prakticky vo všetkých druhoch priemyselných výrobkov a systémov. Snímanie, či meranie nám umožňuje následnú reguláciu, alebo procesnú automatizáciu. **Akčné členy**, meranie ich pôsobenia pomocou **snímačov** a záporná **spätná väzba** tak spolu umožňujú vytvárať stabilné spoľahlivo pracujúce automaty.

Stretávame sa s nimi v medicíne - lekárske prístroje, v priemysle a priemyselnej výrobe, v robotike,

u spotrebnej elektroniky, pri rôznych výrobkoch pre domácnosť, ale aj v dopravných prostriedkoch a automobiloch.

Snímače buď aj priamo zobrazujú hodnoty (napr. ortuťové teplomery) alebo sú spojené s indikátorom (displejom, či iným prevodníkom), aby boli pre človeka čitateľné.

Senzory, ktoré voláme **receptory** sa nachádzajú **na našom tele**. Sú základnými jednotkami našich **zmyslových orgánov**. Poskytujú nášmu mozgu informácie

o vonkajšom prostredí, tak aby sme sa vedeli orientovať a vykonávať rôzne činnosti. Je len na nás ako následne za pomoci získaných informácií riadime svoje "akčné členy".

Receptory sú buď jednoduché voľné nervové zakončenia, alebo sa vytvárajú špeciálne zoskupenia s rôzne zložitou

stavbou. Každý receptor prijíma iba špecifické podnety (napr. svetlo, farbu). Rozlišujeme receptory všeobecnej citlivosti (tlak, bolesť a pod.) a receptory špeciálnej citlivosti. Vnemy zachytené zmyslovými orgánmi sa vedú dostrednými dráhami do centrálnej nervovej sústavy a až tu vzniká pocit, vnem a poznatok.

U človeka rozlišujeme nasledovné zmyslové orgány:

Zrak

Sluch

Čuch

Chuť

Hmat a

Rovnováha.

Hmat a Receptory TLAKU

Kožné receptory citlivé na tlak a vzruchy voláme tiež **mechanoreceptory**.

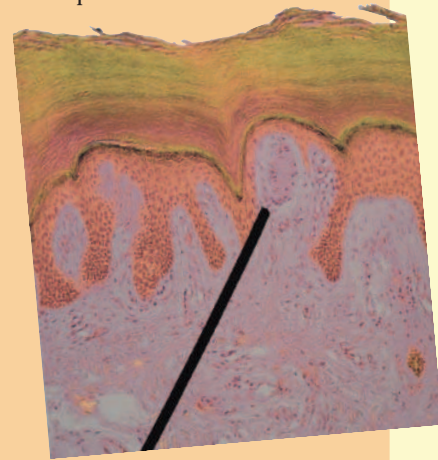
Hoci tieto receptory sú pre nás nepostrádateľné, presnú informáciu o absolútnej veľkosti tlaku nám neposkytujú.

Ich podstatnou vlastnosťou je, že informáciu o tlaku, či bolesti vedľa veľmi rýchlo preniesť do nášho centra. Na pichnutie tak vieme reagovať takmer okamžite.

Okrem priamych nervových zakončení ako mechanoreceptory rozpoznávame štyri špecifické druhy nachádzajúce sa na hladkej koži bez ochĺpenia:

Meissnerove telieska rozpoznávajú aj slabé dotyky. Sú hlavne na končekoch prstov, perách, či tvári. Ich hustota na koži sa s vekom znižuje a preto vekom strácame svoju citlivosť rozpoznať blízke vpichnutia.

Paciniho telieska sú citlivé na hlboký tlak - pichnutia a rýchlejšie vibrácie. Sú oválneho tvaru o veľkosti cca 1mm. Patria medzi rýchlo sa adaptujúce receptory, t.j. sú citlivé na zmeny a na stály tlak nereagujú.



Merkelove zakončenia sú osobitne citlivé na pomalé vibrácie 5-15Hz. Patria medzi pomaly adaptujúce sa receptory.



Chuť a Receptory pH

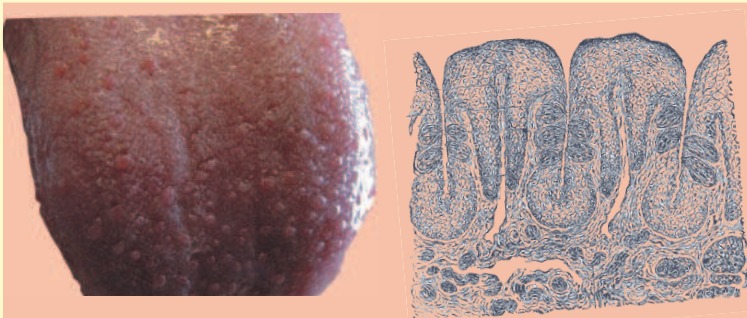
Chuť nám umožňuje správny výber potravy, ochranu pred škodlivými látkami, či jedmi, ale aj zahájenie reflexného vylučovania slín, či tráviacich štiav.

Chuťovými receptormi rozlišujeme základné 4 chute. **Sladkú** vnímame najmä na hrote jazyka, **kyslú** a **slanú** po jeho stranách a **horkú** chuť v zadnej časti jazyka. V súčasnosti sa chuť považuje aj chuť umami a tučná chuť. Ich kombináciou vieme rozpoznať veľké množstvo rôznych chutí.

Na povrchu jazyka majú receptory rôzny tvar: listovitý, nitkovitý, hubovitý a ohradený.

Kyslosť vnímame na jazyku tzv. iónovými kanálmi, ktoré reagujú na prítomnosť katiónov H_3O^+ .

V ľudskom tele sa nachádzajú kyslé aj zásadité roztoky v širokom rozsahu. Od žalúdočných kyselín s $pH = 1$ až po šťavy pankreasu s $pH = 8,1$. Krv má pH okolo 7,4.



Exteroreceptory, sú receptory, ktoré prijímajú podnety z vonkajšieho prostredia. Medzi ne patria kožné receptory citlivé na dotyk, tlak, bolesť, teplo a chlad.

Meranie TLAKU

Tlakomer alebo manometer je zariadenie slúžiace na meranie tlaku v plyne alebo v tekutine. Špeciálne druhy tlakomerov môžu mať svoje vlastné názvy.

Ako **barometer**, sa označuje meradlo atmosférického (barometrického) tlaku. Teda tlaku horných vrstiev vzduchu v gravitačnom poli zeme. Ortuťový barometer prvýkrát zostrojil v roku 1643 taliansky vedec Evangelista Torricelli. Meria absolútnu hodnotu tlaku. Skladá sa z trubice na jednom konci zatavenej a naplnenej ortuťou, na druhý zahnutý koniec pôsobí atmosférický tlak. Ortuťovému barometru stačí na meranie štandardného atmosférického tlaku $1 \text{ atm} = 1013 \text{ hPa}$ výška ortuťového stĺpca 760 mm ($1 \text{ mm} = 1,33 \text{ hPa}$). Meranie týmto typom barometra je ovplyvnené aj teplotou v dôsledku teplotnej rozťažnosti ortuti.

Keďže tlak v atmosfére klesá s nadmorskou výškou aj výška ortuťového stĺpca v barometri s výškou klesá a to cca 9 mm na 100 m . Štandardný tlak vo výške 200 m tak vytlačí hladinu ortuti do výšky len 742 mm .

Pretlak a podtlak sú relatívne vyjadrenia tlaku, obvykle ako tlak v nejakom uzavretom priestore voči tlaku v okolitom priestore (často atmosférickom). Pretlak znamená vyšší tlak než referenčný, podtlak nižší než referenčný tlak.

Kovový manometer - aneorid je typický tlakomer, ktorý meria deformáciu kovu (pružiny, tenkostenného pásika alebo krabičky). Veľkosť deformácie sa prenáša na ručičku a ukazuje na stupnici pretlak, či podtlak. Aneroid vynášiel v roku 1843 Lucien Vidie.

Týmto spôsobom meriame napríklad tlak v pneumatikách automobilov.

Hustenie pneumatík na tlak 2 atm (odčítaný manometrom), znamená, že vnútri pneumatiky je absolútny tlak 3 atm .



Podľa zmeny atmosférického tlaku môžeme predpovedať krátkodobé zmeny počasia:

Pomalý a trvalý POKLES

škaredé počasie

Výrazný POKLES - 6-10 mm za 4-5 hod.

búrky, víchrica, nárazový vietor

Rýchly NÁRAST

krátkodobo pekné počasie

Rovnomerný trvalý NÁRAST

pekné suché počasie

Meranie pH

Kyslosť alebo **pH** (z lat. potencia hydrogeni - sila vodíka) je číslo, ktoré vyjadruje či vodný roztok reaguje kyslo alebo zásadito. Chemicky čistá voda má $\text{pH} = 7$, kyseliny od 0 do 6, hydroxidy od 8 do 14. Koncept merania pH uviedol v roku 1909 Søren Peder Lauritz Sørensen.

Vo vodnom roztoku je vždy okrem molekúl H_2O tiež určité množstvo kladných iónov vodíka H_3O^+ a zároveň záporných aniónov OH^- . Súčin koncentrácií oboch týchto iónov je vo vodných roztokoch vždy konštantný a má hodnotu 10^{-14} . V čistej vode je látková koncentrácia oboch iónov rovnaká: 10^{-7} . To zodpovedá $\text{pH} = 7$.

Kyslosť vzniká prebytkom kationov H_3O^+ . Zvýšeniu ich koncentrácie stonásobne (100 -krát), čiže na hodnotu 10^{-5} , zodpovedá $\text{pH} = 5$.

Zásaditosť je prebytok hydroxylových iónov OH^- na úkor oxóniových H_3O^+ . Ak je v roztoku napríklad

$10\,000$ -krát viac OH^- ako v čistej vode, klesne koncentrácia iónov kyslosti H_3O^+ na 10^{-10} , čo zodpovedá $\text{pH} = 10$.

Kyseliny sú teda zlúčeniny

schopné poskytnúť iným látkam vodíkové kationy (H^+). Na ich elimináciu používame zásady. Napríklad na včelie, či mravčie kyslé uštipnutie preto dávame sódu.

Pre hrubú orientáciu o kyslosti meraného roztoku sa na meranie pH používa lakmusový papierik, čo je prúžok papierika napustený lakmusom. Lakmus prechádza z kyslej červenej farby na zásaditú modrú. Tak ako lakmus aj listy červenej kapusty menia svoju farbu v závislosti od pH.

Pre presné merania pH hodnôt vodných roztokov sa v súčasnej dobe používa prakticky výlučne iba potenciometria, pričom ako merný člen sa využíva sklenená elektróda. Podstatou uvedenej metódy je veľmi presné meranie rozdielu elektrických potenciálov medzi merajúcou sklenenou elektródou a referenčnou elektródou. Základnú časť sklenenej elektródy tvorí tenká stena miniatúrnej banky zo špeciálneho skla. Vnútny objem banky je naplnený pufrom, teda roztokom o konštantnej pH. Komerčne dodávané prístroje merané napätia medzi elektródami zobrazujú priamo hodnotami pH a digitálne ich zobrazujú na displeji.



Zrak a jeho Fotoreceptory

Zrak je zmyslový orgán umožňujúci vnímať svetlo a jeho rôzne farby. Svetlocitlivé fotoreceptory oka voláme **tyčinky** a **čapíky**. Na sietnici sa nachádza zhruba 120 miliónov tyčieniek a 6 miliónov čapíkov.

Tyčinky sú citlivejšie aj na slabé osvetlenie. Ich prah citlivosti je na úrovni

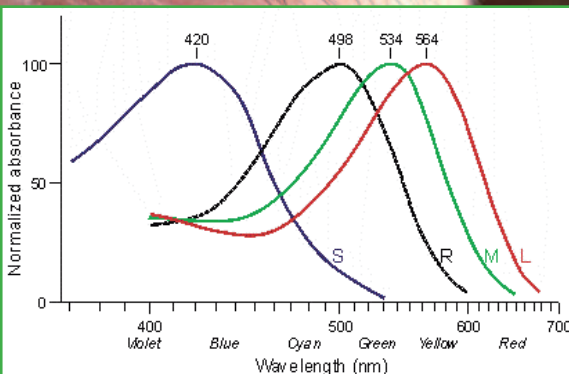
10^{-7} J, čo odpovedá energii jedného fotónu. Slúžia na orientáciu aj za slabého osvetlenia, avšak farby nedokážu rozpoznať. Vlastné vnímanie svetla je založené na citlivosti zrkavého pigmentu - **rodopsinu** na svetlo. Dopadajúcim svetlom sa tento pigment rozkladá za vzniku elektrického signálu a tento vzruch sa prenáša do zrakových centier mozgu. Spätá chemická reakcia vzniká pri prechode zo svetla do tmy, z rozložených látok vzniká opäť rodopsin. Táto reakcia vyžaduje prítomnosť vitamínu A. Preto je dôležitý karotén (či mrkva) na dobré videnie.

Sprostredkovanie informácie o farbe je úlohou čapíkov. V ľudskom oku existujú tri druhy čapíkov, ktoré sa líšia farebnými pigmentami. Čapíky tak vnímajú červenú, zelenú a modrú farbu. Normálne videnie ľudí je teda trichromatické, vyskladané z týchto troch farieb.

K dokonalosti videnia je potrebný ešte **optický systém oka: rohovka** zvlažovaná vrstvou slz, **šošovka** obklopená komorovou vodou a **sklovec**. Touto optikou sa dopadajúci svetelný lúč láme tak, že na sietnici oka sa premieta ostrý, zmenšený a prevrátený obraz pozorovaného predmetu.

Vzdialenosťou fotoreceptorov na sietnici je daná zraková ostrosť, t.j. schopnosť rozpoznať dva body v priestore. Minimálny zorný uhol je v **žltej škvrne**, kde je najväčšie množstvo čapíkov. Najväčšia ostrosť je tu

1 uhlová minúta, keď vzdialenosť obrazov týchto dvoch bodov na sietnici je iba 5 μ m. Medzi dvoma podráždenými svetlocitlivými bunkami je tak jedna nepodráždená.



Hmat a Receptory TEPLOTY

Kožné receptory citlivé na teplo a chlad voláme tiež **termoreceptory**. Reagujú na absolútnu a relatívnu zmenu teploty.

Receptory citlivé na dodávané teplo sú na nervový systém napojené pomalšie ako receptory reagujúce na chlad. Informácie z nich sú dôležité pre mozog, ktorý zabezpečuje aby naše telo bolo na stálej optimálnej teplote a správne reagovalo na zmeny vonkajšej teploty, či na iné vnútorné pochody produkujúce teplo.

Receptory citlivé na chlad sú všade na povrchu tela, hlavne však na tvári, jazyku, ale aj na rohovke. Prvou reakciou človeka na chlad býva tzv. husia koža - postavenie sa chlpo. Vytvára sa tak dodatočná izolčná vrstva. Následnou reakciou býva svalová triaška, keď telo dodatočným pohybom svalov získava potrebné teplo na zohriatie sa. Niektoré receptory citlivé na chlad však tiež reagujú rýchlou odozvou aj na teploty prevyšujúce 45°C.



Meranie OSVETLENIA

Svetlo vychádza zo zdroja, alebo sa odráža od predmetov (sekundárne zdroje), takže môžeme rozoznávať tvar, veľkosť, priestorové usporiadanie, vzdialenosť a pohyb týchto zdrojov. Zároveň vnímame farbu a intenzitu tohto svetla.

Schopnosť svetelných zdrojov vyžarovať svetlo je z fyzikálneho hľadiska charakterizovaná svietivosťou I. Jej jednotkou v sústave SI je kandela (1 cd).

Svetelná energia dopadajúca na povrch ľubovôleho predmetu sa prejaví jeho osvetlením. Množstvo dopadajúceho svetelného toku Φ na jednotku plochy (1m²) voláme OSVETLENOSŤ E (Illuminance). Hovorovo je to osvetlenie, ktorým má byť osvetlená napr. pracovná plocha. Jednotkou osvetlenia je 1 lux [lx]. Veľkosť 1 lx je definovaná ako svetelný tok o veľkosti 1 lm [lúmen] dopadajúci na plochu 1m².

So vzdialenosťou plochy od svetelného zdroja osvetlenosť plochy klesá. Svetlo sa totiž šíri všetkými smermi do priestorového uhla. Celkové osvetlenie guľovej plochy vo vzdialenosti 1m od zdroja musí byť teda rovnaké ako celkové osvetlenie guľovej plochy vo vzdialenosti 2m. Veľkosť plochy je tu však 4krát väčšia ($\pi 2^2 / \pi 1^2$). Preto aj osvetlenie 1m² je v tejto vzdialenosti 4krát menšie.

Napríklad klasická 100W žiarovka má svetelný tok 1400 lúmenov. Výsledné osvetlenie plochy vo vzdialenosti od tohto zdroja je nasledovné:

	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
lx	1400	350	155	87	56	39	28	22	17	14

Meranie TEPLOTY

Zariadenie slúžiace na meranie teploty nazývame teplomer. Prvý bol zostrojený až v 17. Storočí.

Tradične je princíp teplomeru založený na tepelnej rozťažnosti niektorých látok, ktorých objem je výrazne závislý na teplote. Tieto teplomery sa volajú **dilatačné teplomery**. Typický predstaviteľ je ortuťový lekársky teplomer. Objemová rozťažnosť ortuti sa výrazne prejavuje v tenkej kapiláre, ktorá je kalibrovaná stupňami Celsia (35 až 42 °C). Kapilára je pri nádobke s ortuťou tak zúžená, že sa v tomto mieste pri poklese teploty ortuťový stĺpec pretrhne a teplomer tak stále ukazuje maximálnu nameranú teplotu (pred ďalším použitím sa musí teplomer „preklepať“). Okrem ortuti sa u dilatačných teplomeroch používa tiež lieh.

V súčasnosti však existujú aj ďalšie metódy zisťovania teploty:

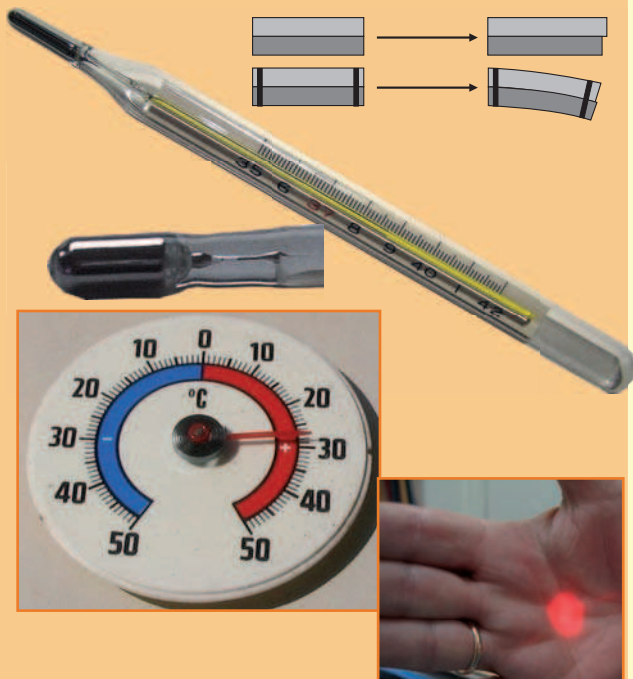
Bimetalový teplomer - využíva bimetalový (dvojkový) pásik zložený z dvoch kovov s rôznymi teplotnými rozťažnosťami. Pri zmene teploty sa pásik ohýba a tento pohyb sa prenáša na ručičku prístroja,

Odporový teplomer - závislosť elektrického odporu vodiča alebo polovodiča sa mení s teplotou, meranie tejto zmeny sa vyhodnocuje citlivou elektronikou,

Termoelektrický teplomer (termočlánok) - využíva termoelektrický jav. Na spojení dvoch rôznych kovov sa mení s teplotou veľkosť vytvoreného termoelektrického napätia medzi kovmi.

Radiačný teplomer (Infrateplomer) - meria žiarenie vysielané telesom do okolia (napr. svetelné infračervené pasívne senzory).

Teplomer z tekutých kryštálov - pásik s teplotne závislými tekutými kryštálmi, ktoré menia svoje optické vlastnosti - farbu v závislosti od teploty.



Pri meraní teploty je potrebné pamätať na rýchlosť odovzdávania tepla a na tepelnú kapacitu meracieho čidla (jeho zotrvačnosť). Spolu tieto vlastnosti ovplyvňujú rýchlosť merania teploty. Bez ohľadu na rýchle vyhodnocovanie meranej teploty teplomerom tak nemusíme hneď namerať skutočnú teplotu meraného predmetu. Preto sa pri meraní lekárskeho ortuťového teplomerom meria aspoň 5 min.

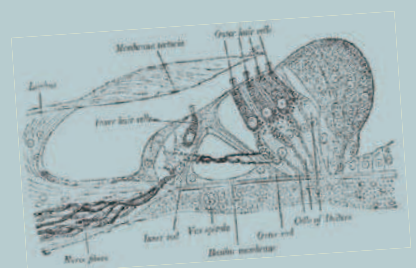
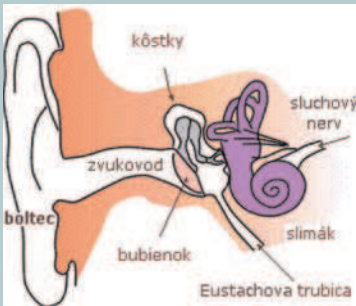


Sluch a receptory zvuku

Medzi mechanoreceptory patria aj receptory sluchu. Slúžia nám na vnímanie zvukových mechanických vln šíriacich sa vzduchom alebo vodou. Okrem orientácie v prostredí ich využívame aj ako prostriedok komunikácie.

Podnetom pre sluch sú **zvukové vlny**, t.j. **pozdlžné kmitanie molekúl vzduchu**. Sluchom sme schopní rozoznať zvuky a tóny, ich **intenzitu**, **výšku (frekvenciu)**, zafarbenie, ako aj smer odkiaľ prichádzajú. Pri strednej hlasitosti človek počuje a rozlišuje tóny od kmitočtu (frekvencie) 16 Hz asi do 20 000 Hz. Maximálna citlivosť sluchu je pre tóny 1000-3000 Hz.

To, že počujeme je dôsledkom nasledovného procesu: Zvukové vlny rozochvievajú bubienok na konci vonkajšieho zvukovodu. Z neho sa kmity prenesú kostičkami stredného ucha na tekutiny vnútorného ucha, rozvlnenie tekutín rozkmitá membrány Cortiho orgánu v **slimáku** (cochlea). Týmto mechanickým podnetom sa podráždia **vláskové bunky Cortiho orgánu** a tie potom aktivujú dostredivé vlákna sluchového nervu. Sluchové pocity a vnemy vznikajú v spánkovom laloku mozgovej kôry.



Meranie INTENZITY ZVUKU

Hlasitosť zvuku popisujeme fyzikálnou veličinou **INTENZITA ZVUKU**. Jednotkou intenzity zvuku, ktorá sa v praxi používa, je **decibel (dB)**. 1 decibel je definovaný ako desaťnásobok dekadického logaritmu pomeru výkonov. Alebo inak:

20 db je zvuk o výkone 102-krát väčšom ako referenčná hodnota. Za referenčnú hodnotu 0 db sa zobral **prah počuteľnosti** (akustický tlak 2×10^{-5} Pa, alebo bzukot komára zo vzdialenosti 3m).

Hoci decibely sa zdajú pomerne ťažké na predstavu, dobre sa s nimi počíta v prípadoch ak sa jedná o veľké rozsahy porovnávaných hodnôt. Napr. výkonu 1 mld. krát väčšiemu ako referenčný odpovedá hodnota 90 db. Zväčšiť výkon

2-krát znamená prirátať 3 db, zväčšeniu 5-krát odpovedá +7 db.

Rozsah intenzít zvuku, ktoré môžeme vnímať sluchom, je veľký. Zvuku, ktorý môže poškodiť naše ucho, tzv. **prah bolesti**, odpovedá intenzita

120 dB. Ľudská reč má približne 60 decibelov, je teda 106-krát väčšia ako hranica počuteľnosti a

106-krát menšia ako prah bolesti.

Často sa **intenzita zvuku** chápe ako **HLASITOSŤ**. Popravde hlasitosť je subjektívna miera závislá od dispozície konkrétneho človeka. Okrem intenzity je závislá aj na frekvencii zvuku a dĺžke jeho trvania. Človek pri vnímaní zvuku totiž spracováva podnety v časovom okne 600 - 1000 ms. Až integrovaná hodnota v tomto čase je vyhodnocovaná mozgom.