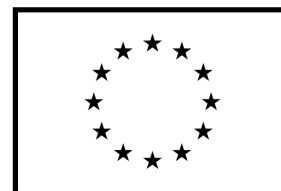




mpc
METODICKO-PEDAGOGICKÉ CENTRUM



Európska únia
Európsky sociálny fond

Moderné vzdelávanie pre vedomostnú spoločnosť / Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ

Ing. Zuzana Tkáčová

Robotický model STM mikroskopu

Osvedčená pedagogická skúsenosť edukačnej praxe

Košice, 2012

Vydavateľ: Metodicko-pedagogické centrum, Ševčenkova 11,
850 01 Bratislava

Autor OPS/OSO: Ing. Zuzana Tkáčová

Kontakt na autora: Stredná priemyselná škola dopravná, Hlavná 113, Košice
tkacovaz@gmail.com

Názov OPS/OSO: Robotický model STM mikroskopu

Rok vytvorenia OPS/OSO: 2012

Odborné stanovisko vypracoval: PhDr. Richard Pisarský

Táto osvedčená pedagogická skúsenosť edukačnej praxe/osvedčená skúsenosť odbornej praxe bola vytvorená z prostriedkov projektu Profesionálny a kariérový rast pedagogických zamestnancov. Projekt je financovaný zo zdrojov Európskej únie.

Kľúčové slová

LEGO Mindstorms NXT, projektové vyučovanie, školská robotika, STM mikroskop

Anotácia

Prezentovaná osvedčená pedagogická skúsenosť predstavuje príklad na využitie projektového vyučovania na strednej škole v rámci všeobecných aj odborných technických predmetov. Zahŕňa proces motivácie študentov, riešenia problému, prezentácie výsledného produktu ako aj jeho využitie ako učebnej pomôcky pre ďalšie predmety. Podobne zamerané robotické LEGO projekty môžu byť inšpiráciou aj pre učiteľov iných predmetov.

OBSAH

Úvod

1 Edukačná robotika v intenciách moderného vyučovania.....	strana
1.1 LEGO Mindstorms NXT.....	strana
2 Základný prehľad	strana
2.1 Špecifikácia cieľovej skupiny.....	strana
2.2 Prehľad cieľov.....	strana
2.3 Organizácia práce.....	strana
3 Robotický model STM mikroskopu.....	strana
3.1 Teoretické východiská projektu – reálny STM mikroskop.....	strana
3.2 Konceptia konštrukcie modelu.....	strana
3.3 Inšpirácie a alternatívy.....	strana
3.4 Stavba modelu.....	strana
3.5 Programovanie modelu.....	strana
3.6 Realizácia a vyhodnotenie experimentov.....	strana
3.7 Prezentácia výsledkov projektu.....	strana
3.8 Hodnotenie projektu.....	strana
4 Hodnotenie výsledkov z pedagogickej praxe.....	strana
Záver	strana
Zoznam príloh	strana

ÚVOD

S projektovým vyučovaním som sa stretla ešte na univerzite. S touto „prevratnou“ metódou dorazil jeden náš profesor po svojom študijnom pobyte v USA, rozhodnutý odskúšať ju hneď v praxi – a prvá v poradí bola nič netušiaci skupina študentov predmetu Neurofuzzy systémy (medzi nimi aj ja). Po rokoch strávených v socialistickom a narýchlo upravenom postsocialistickom školskom systéme nás čakal šok: Zrazu od nás nikto nechcel naučiť sa siahodlhé fakty z prednášok a poctivo si odsedieť raz za týždeň 90 minútovku cvičení!!! Rozdelení do päťčlenných tímov (virtuálnych firiem) s pevne stanovenými funkciami a povinnosťami každého člena sme si museli nájsť vlastný námet na náš projekt s využitím neurofuzzy systémov uplatniteľný v praxi, spoločnými silami ho zrealizovať do úspešného konca a v závere semestra odprezentovať výsledky nášho snaženia – „predať“ náš produkt. Nikto nám nič neposkytol (okrem priebežných termínov na webe na povinnú kontrolu dosiahnutého pokroku), expertov z praxe aj potrebné informácie sme si zhľadali sami a sami sme napokon (po niekoľkých neprespatých nociach) vytvorili – inteligentný skleník.

Nedávno som spomínaného profesora náhodou stretla a aj keď si nespomenul na moje meno, identifikoval ma ako „inteligentný skleník“... To bola moja prvá skúsenosť s projektovým vyučovaním. Vtedy som ešte netušila, že moja profesionálna kariéra sa bude uberať učiteľským smerom a že sa k tejto metóde opäť dostanem, že budem rovnaké šoky spôsobovať mojim nič netušiacim študentom, odchovancom tradičnej školy...

Ako učiteľka odborných elektrotechnických predmetov a informatiky som začala využívať vo vyučovaní edukačné robotické stavebnice LEGO Mindstorms NXT. Doteraz sa stretávam medzi kolegami s rozpačitými názormi, prečo by sa mali žiaci, obzvlášť stredoškóci, na vyučovacích hodinách hrať s LEGOm. Áno, väčšinou to na hodinách vyzerá, že „len“ staviame autíčka, „len“ vytvárame zo starých škatúl prekážky v miestnosti, „len“ naháňame robotov, prípadne ich zatúlaných vyťahujeme spod lavíc. Áno, pri letmom pohľade to naozaj vyzerá, že sa „len“ hráme a aktivity počas hodiny nemajú temer vôbec nič spoločné s tradičným vyučovaním. Pravdou však zostáva fakt, že edukačná robotika v pedagogickom procese mení atmosféru na hodinách na priateľskú a tvorivú, umožňuje žiakom zapojiť predstavivosť, analytické aj syntetické myslenie, vytvárať vlastné a originálne riešenia problémov rôznej obtiažnosti.

Nespornou výhodou využívania týchto stavebníc vo vyučovaní je tak možnosť rozvoja tvorivosti mládeže, ich spolupráce pri riešení úloh v skupinách, ako aj možnosť diferenciacie úloh v závislosti od zručností a pokročilosti žiakov. Prezentovaná osvedčená pedagogická skúsenosť vychádza z projektového vyučovania, pri ktorom žiaci plnohodnotne využívajú medzipredmetové vzťahy (informatika, elektrotechnika, fyzika, strojnictvo) a problémový prístup k riešeniu zadanej úlohy. Výsledok takéhoto komplexného žiackeho projektu môže byť ďalej využiteľný pre ďalšie predmety – v našom prípade je výsledkom funkčný robotický model skenovacieho tunelového mikroskopu, ktorý v súčasnosti využívame aj ako učebnú pomôcku na skúmanie materiálových vlastností v rámci cvičení v predmete elektrotechnika.

1 EDUKAČNÁ ROBOTIKA V INTENCIÁCH MODERNÉHO VYUČOVANIA

Zavádzaním moderných digitálnych technológií do vyučovacieho procesu sa otvára cesta pre nové formy, prostriedky a metódy práce na hodinách. V klasickom chápaní predstavujú digitálne technológie cieľ vzdelávania, kedy sa žiaci učia o fungovaní hardvéru a softvéru, ako aj ovládanie bežných aplikácií. Nemenej dôležité je však využitie týchto technológií ako prostriedku učenia, ako nástroja na rozvoj myslenia žiakov, zdokonaľovanie ich sociálnych zručností a na vytváranie príležitostí pre aktívne získavanie skúseností s riešením problémov. Nezastupiteľnú úlohu tu zohráva edukačná robotika, špecificky školské robotické stavebnice. Ich implementácia do vyučovania zahŕňa procesy analýzy problémov, dizajnu, konštrukcie, programovania a testovania vlastných riešení. Interaktívny, konštruktivistický prístup podporuje motiváciu žiakov, ochotu skúmať a objavovať, ako aj formulovať hypotézy a riešenia na základe vlastných schopností a možností, čím plne rešpektuje individuálny prístup k žiakom. Aktivity v rámci edukačnej robotiky rozvíjajú kompetencie potrebné k osvojeniu si princípov a návrhu konštrukcie, ako aj následnej stavbe funkčného robota, používaniu senzorov, zberu a interpretácii experimentálnych dát, porozumeniu princípom pohybu objektov, plánovaniu, testovaniu, vyhodnocovaniu a odstraňovaniu chýb v riešeníach.

Spoločnou črtou edukačných robotických stavebníc je možnosť vytvoriť rôzne prototypy mobilného, počítačom programovateľného robota. Aj keď kúpa robotických stavebníc nie je lacnou záležitosťou (pre zaradenie do výučby je potrebné rátať s jednou stavebnicou na cca. 4 žiakov), na trhu existujú aj finančne menej náročné stavebnice, najmä od firmy LEGO (obrázok 1) a Fischertechnik (obrázok 2).



Obrázok 1 LEGO Mindstorms NXT

Prameň: <http://mindstorms.lego.com/>



Obrázok 2 Fischertechnik ROBO TX

Prameň: <http://www.fischertechnik.de/>

Samotný proces tvorby funkčného robotického modelu spravidla pozostáva z etapy návrhu a realizácie konštrukcie robota (žiaci zohľadňujú špecifikum zadanej témy a prispôbujú mu konštrukčné riešenie robota, riešia prevody, páky, osi, kolesá a pohon, stabilitu a pevnosť konštrukcie, zároveň môžu využívať doplnkové stavebné materiály na vytvorenie prostredia pre robota), z etapy návrhu a ladenia programu (žiaci sú nútení rozdeliť si problém na čiastkové úlohy, na základe opakovaných testov vylepšovať jednotlivé programové časti alebo aj spätne meniť konštrukciu robota), ako aj etapu prezentácie výsledného robotického modelu (slovne opísať zvolenú konštrukciu, štruktúru a činnosť programových blokov, vytvoriť dokumentáciu k stavbe a obsluhu robota, eventuálne aj poster alebo prezentáciu). Spektrum rôznorodých aktivít tak rozvíja širokú škálu kľúčových kompetencií žiakov, predovšetkým:

- sociálne komunikačné kompetencie,
- kompetencie uplatňovať matematické myslenie a poznávanie v oblasti vedy a techniky,
- kompetencie v oblasti informačných a komunikačných technológií,
- kompetencia riešiť problémy,
- sociálne a personálne kompetencie.

Štátny vzdelávací program umožňuje začlenenie edukačnej robotiky jednak do oblasti „Postupy, riešenie problémov, algoritmické myslenie“ v predmete informatika (ISCED 2, ISCED 3A), príp. pri jednoduchších stavebniciach aj do predmetu informatická výchova (ISCED 1), jednak do predmetov prevažne prírodovedného charakteru (matematika, fyzika, chémia, biológia) formou tematických žiackych projektov alebo úlohami zameranými na zber a spracovanie experimentálnych dát prostredníctvom rôznych senzorov (Kabátová, 2010). V podmienkach SPŠ dopravnej v Košiciach je od školského roka 2009/2010 zavedená výučba na báze robotických stavebníc LEGO Mindstorms NXT aj v odborných predmetoch aplikovaná informatika v prvom ročníku a automatizácia v treťom ročníku.

Okrem nevyhnutného materiálneho vybavenia je potrebné pre efektívne zavedenie do výučby zabezpečiť aj procesúalnu stránku vyučovania – zvoliť vhodné metódy a postupy práce žiakov v rámci hodiny. Efektívnou sa ukazuje technika kolaboratívneho učenia sa (Kalaš, 2010), pri ktorej sa žiaci učia v skupinách spoločnou tvorbou, objavovaním a riešením problémov. Tento postup vedie žiakov k tomu, aby sami prišli na to, ako niečo funguje a k objasneniu princípu, čo je základom konštruktivistického myslenia. Učiteľ neposkytuje žiakom hotové poznatky, ale ponúka im úlohy, ktoré zahŕňajú neznáme poznatky a na hodine žiakov len motivuje a usmerňuje pri hľadaní riešení. Tento prístup vytvára na hodine otvorenú, pracovnú a tvorivú atmosféru.

Plynulým pokračovaním využívania edukačnej robotiky vo vyučovaní sú mimovyučovacie aktivity – robotické súťaže (First Lego League, RoboCup Junior, Istrobot, Trenčiansky robotický deň, Eurobot a iné), v rámci ktorých si môžu šikovní žiaci ďalej rozvíjať svoje zručnosti (Hrušecký, 2009). V podmienkach SPŠ dopravnej aktívne pôsobí od školského roka 2009/2010 robotický krúžok E-team robotics*SK, ktorý umožňuje žiakom realizovať vlastné robotické projekty aj nad rámec bežného vyučovania a riešiť jednotlivé súťažné úlohy v rámci spomínaných robotických súťaží (obrázok 3).

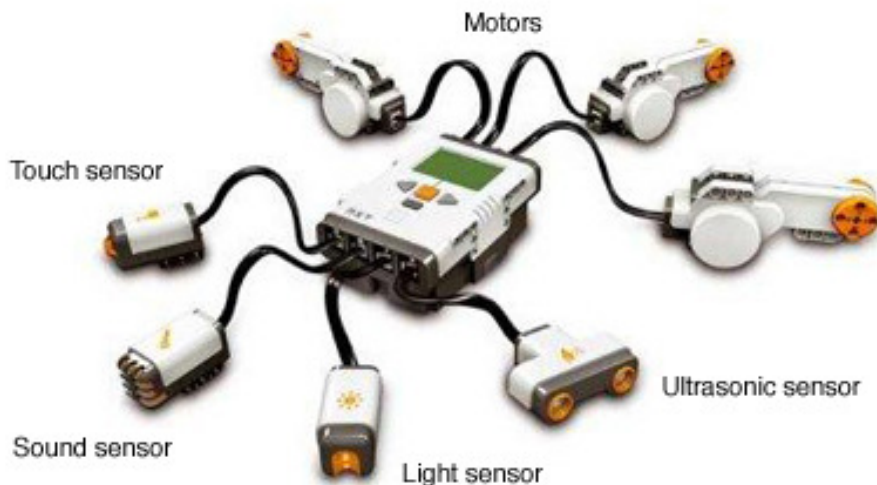


Obrázok 3 First Lego League

Prameň: archív E-team Robotics*SK

1.1 LEGO Mindstorms NXT

V slovenských školách v súčasnosti je aj vďaka projektu Infovek asi najrozšírenejšou stavebnicou LEGO Mindstorms NXT. Stavebnica vychádza z pôvodnej staršej koncepcie stavebnice LEGO RCX, ktorá bola v roku 2006 nahradená novou koncepciou NXT (v súčasnosti dostupná verzia 2.0). Okrem bežných stavebných LEGO dielikov jadrom stavebnice je programovateľná NXT kocka (obrázok 4) na báze procesora ATMEL, ku ktorej je možné pripojiť senzorké vstupné prvky (štandardne dodávané sú dotykové, zvukové, ultrazvukové a svetelné senzory) a interaktívne servomotory ako výstupné prvky (so zabudovanými rotačnými senzormi). Základnú sadu je možné rozšíriť ďalšími špeciálnymi senzormi (fyzikálnych a chemických veličín), pneumatickými prvkami¹ alebo doplnkami využívajúcimi obnoviteľné zdroje energie².



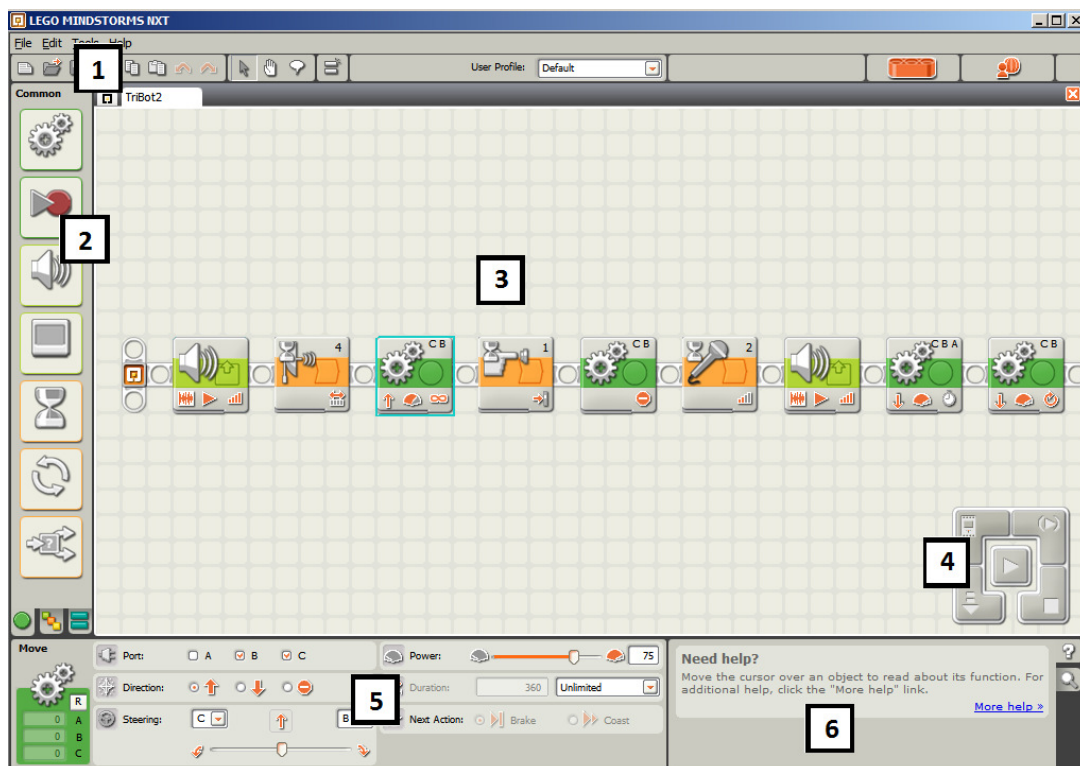
Obrázok 4 Základné prvky LEGO Mindstorms NXT

Prameň: http://www.legorobotik.ch/legoEnglish/home/bilder/nxt_sensoren1.jpg

¹ <http://education.lego.com/en-gb/lego-education-product-database/machines-and-mechanisms/9641-pneumatics-add-on-set/>

² http://www.legoeducation.us/eng/product/renewable_energy_add_on_set/2101

Programovanie je možné buď štandardne v ikonografickom prostredí (obrázok 5) alebo v alternatívnych programovacích prostrediach v textovom režime (RobotC³, BrixCC⁴, NXT Python⁵ a pod.).



Obrázok 5 Programovacie prostredie LEGO Mindstorms NXT a jeho základné prvky: panel nástrojov (1), programovacie palety (2), pracovná plocha (3), riadiaca jednotka (4), konfiguračný panel (5), malé pomocné okno (6)

Prameň: vlastný návrh

Výhodou ikonografického programovania je jednoduchá a prehľadná syntax programu, intuitívne značenie jednotlivých tzv. NXT-G blokov a nastavovanie ich parametrov, čo umožňuje veľmi rýchle napredovanie žiakov bez nutnosti štúdia detailov programovacieho jazyka. Už po niekoľkých hodinách vlastných pokusov a objavovania možností stavebnice a programovacieho prostredia sú žiaci schopní riešiť aj pomerne zložité robotické úlohy, čo je základnou myšlienkou konštruktivistického prístupu k edukačnej robotike. Pri vyučovaní často vystačíme aj so základnou paletou nástrojov, ktorá poskytuje prostriedky pre prácu so senzormi, servomotormi, akustickými a grafickými výstupmi, časovačmi, cyklami a vetveniami, ako aj paralelným vykonávaním jednotlivých činností. Stručný prehľad základnej programovacej palety je v prílohe 1.

³ <http://www.robotc.net/>

⁴ <http://bricxcc.sourceforge.net/>

⁵ <http://code.google.com/p/nxt-python/>

2 ZÁKLADNÝ PREHLAD

Osvedčená pedagogická skúsenosť (OPS) predstavuje projektové vyučovanie, v rámci ktorého žiaci v skupinách riešia úlohu – zostrojenie funkčného modelu skenovacieho tunelového mikroskopu. Projektové vyučovanie bolo realizované v podmienkach SPŠ dopravnej v Košiciach so študentami tretieho ročníka v rámci predmetu automatizácia. Projekt je postavený medzipredmetovo. Po odbornej stránke vychádza z predmetu elektrotechnika, resp. fyzika, z tém venovaných zloženiu hmoty. Žiaci participujúci na projekte už nadobudli základné vedomosti, zručnosti a praktické skúsenosti s edukačnou robotikou v rámci predmetov informatika a aplikovaná informatika v prvom a druhom ročníku. OPS zachytáva všetky podstatné kroky riešenia – od prvotnej motivácie, cez hľadanie inšpirácie, vlastný návrh a stavbu konštrukcie, vytvorenie a odladenie programu, získavanie a spracovanie experimentálnych dát, prezentáciu výsledkov a záverečné hodnotenie projektového vyučovania. Celková potrebná časová dotácia musí byť prispôsobená možnostiam a podmienkam daného vyučovacieho predmetu, no v základnej verzii je projekt možné vyriešiť počas 8-10 vyučovacích hodín.

2.1 Špecifikácia cieľovej skupiny

Navrhované projektové vyučovanie je realizovateľné už aj so žiakmi 8. alebo 9. ročníka ZŠ, aj keď prioritne je určené študentom gymnázií a stredných škôl technického zamerania. U študentov sa predpokladá základná znalosť konštruovania a programovania LEGO Mindstorms NXT.

Od učiteľa sa očakáva taktiež aspoň základná znalosť konštruovania a programovania spomínanej stavebnice, ako aj potrebné teoretické východiská z problematiky skenovacích tunelových mikroskopov (viď kapitola 3.1). Odporúčaná aprobácia je fyzika, informatika alebo odborné elektrotechnické predmety, ale s istými modifikáciami sa dá projekt upraviť aj pre iné prírodovedné predmety v rámci stupňa ISCED 2 alebo ISCED 3A.

2.2 Prehľad cieľov

Žiaci v skupine majú:

- navrhnuť vhodnú konštrukciu modelu,
- postaviť navrhnutú konštrukciu modelu,
- programovo zabezpečiť pohyb konštrukcie modelu,
- programovo zabezpečiť obsluhu senzorov na ovládanie pohybu motorov,
- otestovať a vyladiť funkčnosť modelu,
- zrealizovať experimenty s rôznymi vzorkami a graficky spracovať získané dáta,
- pripraviť poster na prezentáciu vlastného riešenia a dosiahnutých výsledkov.

2.3 Organizácia práce

Základom úspechu pri riešení zložitejších technických projektov je tímová práca. Ak tím pracuje efektívne, vie vyriešiť zložitejšie úlohy za kratší čas než jednotlivci. Veľká skupina žiakov nevyrieši úlohu rýchlejšie ako malá skupina žiakov. Ukazuje sa, že optimálny počet žiakov v skupine pri projektovom vyučovaní je 3 - 4. Pred začatím práce je potrebné špecifikovať úlohy a zodpovednosť každého člena tímu (vedúci tímu, technik, programátor,

dizajnér posteru). Ku kľúčovým aspektom tímovej práce je potrebné zaradiť (Kabátová, 2010):

- rozdelenie úloh podľa schopností jednotlivých členov tímu,
- zdieľanie nápadov, myšlienok a diskusia o nich,
- rozvíjanie komunikácie, schopnosti dohodnúť sa a počúvať nápady ostatných členov tímu.

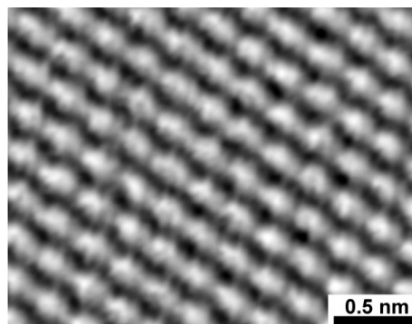
Pri práci v tíme však môžu nastať aj problémy v súvislosti s nerovnomerným rozdelením úloh a problémami s komunikáciou v rámci tímu (všetci chcú robiť všetko, nevedia sa dohodnúť na spoločnom ciele, nevedia si jednoznačne rozdeliť úlohy a zodpovednosť za ich vyriešenie). Je preto potrebné, aby učiteľ vedel operatívne zasiahnuť a usmerniť žiakov počas práce na projekte a napomohol tak dosiahnutiu cieľa.

3 ROBOTICKÝ MODEL STM MIKROSKOPU

Samotné riešenie úlohy zadanej v projekte vychádza z reálneho objektu, teda najlepšou motiváciou pre žiakov je vidieť ho najprv naživo. S mojimi žiakmi sme na úvod absolvovali exkurziu na Oddelení fyziky nízkych teplôt Ústavu experimentálnej fyziky SAV v Košiciach, kde sa oboznámili s použitím STM mikroskopu priamo v laboratórnych podmienkach.

3.1 Teoretické východiská projektu – reálny STM mikroskop

Skenovací tunelový mikroskop (Scanning Tunneling Microscope, STM) patrí do skupiny neoptických mikroskopov skenujúcich povrch materiálu sondou, využívajúc pri tom kvantový tunelový jav, pri ktorom dochádza k tunelovaniu elektrónov z elektricky vodivej vzorky do hrotu sondy. Táto technika predstavuje jednu z mála metód poskytujúcich až atomárne rozlíšenie povrchu $\sim 0,1$ nm (obrázok 6) a je jednou zo základných charakterizačných techník v oblasti nanotechnológií, pomocou ktorých vieme zistiť lokálne vlastnosti skúmaných vzoriek, ako napríklad povrchovú morfológiu, lokálnu magnetizáciu, odrazivosť a absorpciu svetla, elektrickú či tepelnú kapacitu, vodivosť atď. Prvý STM mikroskop vyvinuli v roku 1981 Gerd Binnig a Heinrich Rohrer a za tento objav získali Nobelovu cenu.



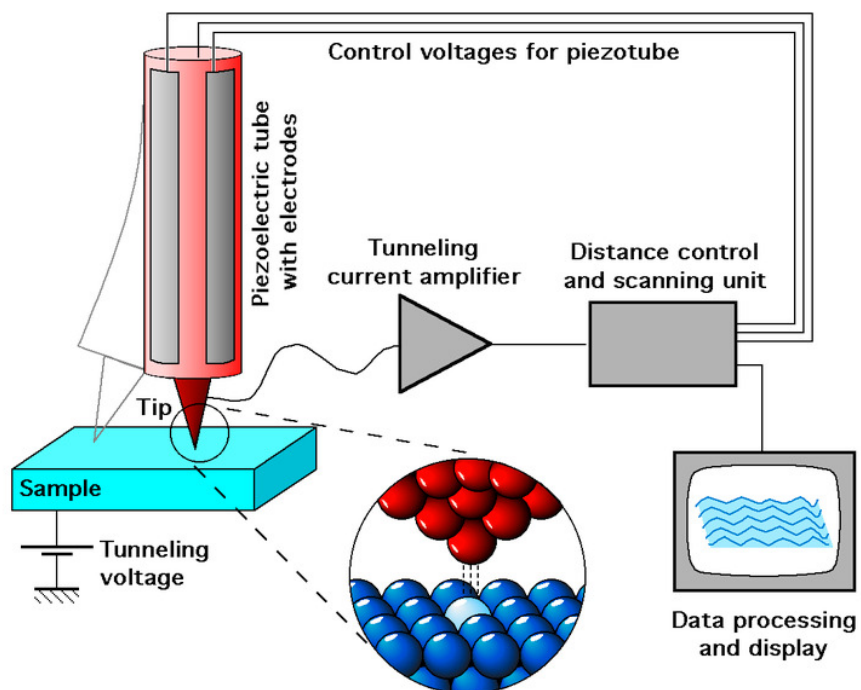
Obrázok 6 Atómy grafitu zachytené STM mikroskopiou

Prameň: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Graphite_ambient_STM.jpg

STM mikroskop je tvorený wolfrámovým alebo platinovo-irídiovým hrotom, piezoelektrickým ovládaním výšky a posunom v smere osí x a y , mechanizmom na hrubé priblíženie hrotu k vzorke, systémom na odstránenie vibrácií a počítačom, ktorý mikroskop riadi a zabezpečuje spracovanie získaných dát (obrázok 7).

Pri práci sa hrot sondy pohybuje nad povrchom vzorky postupne najprv v smere osi x a potom v smere osi y , skenuje vzorku postupne po riadkoch. Hrot sníma tunelový prúd, ktorý pri priblížení k vzorke vzrastá a pri oddialení klesá. Na základe hodnoty tunelového prúdu dôjde k posunu sondy v smere osi z . Pri pohybe sondy vznikne v piezoelektrickom snímači napätie, na základe ktorého je možné vytvoriť obraz materiálu.

Tento režim práce sa nazýva režim konštantného prúdu, pretože riadiaci mechanizmus udržiava hrot v konštantnej vzdialenosti od povrchu práve vďaka kontrole tunelovým prúdom. Iný režim práce je režim konštantnej výšky, kedy sa nerealizuje pohyb sondy v smere osi z a pri skenovaní sa len snímajú hodnoty meniaceho sa tunelového prúdu a umožňujú tak zrekonštruovať obraz povrchu vzorky. STM mikroskop však umožňuje aj manipulovať s jednotlivými atómami, presúvať ich do preddefinovaných útvarov alebo uvoľňovať ich z povrchu vzorky (tzv. nanolitografia).

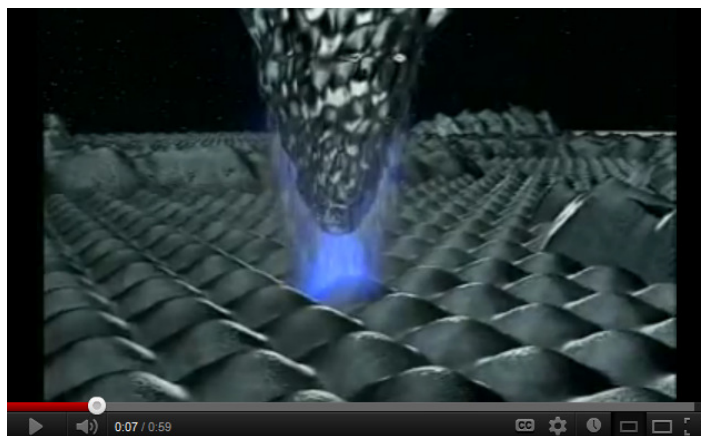


Obrázok 7 Zloženie a princíp práce STM mikroskopu

Prameň:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f9/ScanningTunnelingMicroscope_schematic.png/732px-ScanningTunnelingMicroscope_schematic.png

Nakoľko pochopenie princípu fungovania reálneho STM mikroskopu je kľúčové k vytvoreniu návrhu vlastného modelu žiakmi, na zlepšenie názornosti sme využili na hodine voľne dostupné videá na internete (obrázok 8).




Obrázok 8 Animovaná ukážka práce STM mikroskopu

Prameň: <http://www.youtube.com/watch?v=47UgMpXFVj4&feature=related>

Šikovnou pomôckou pre oboznámenie sa s virtuálnym STM mikroskopom je online tutoriál so simulátorom, v ktorom si žiaci môžu vyskúšať základné operácie a nastavovanie parametrov pri práci s STM mikroskopom pri skenovaní zvolenej vzorky (obrázok 9).

MICROSCOPES BACK



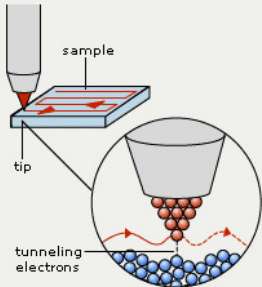
The Scanning Tunneling Microscope

The scanning tunneling microscope (STM) is a type of electron microscope that shows three-dimensional images of a sample. In the STM, the structure of a surface is studied using a stylus that scans the surface at a fixed distance from it.

Currents Control the Surface
An extremely fine conducting probe is held close to the sample. Electrons tunnel between the surface and the stylus, producing an electrical signal. The stylus is extremely sharp, the tip being formed by one single atom. It slowly scans across the surface at a distance of only an atom's diameter. The stylus is raised and lowered in order to keep the signal constant and maintain the distance. This enables it to follow even the smallest details of the surface it is scanning. Recording the vertical movement of the stylus makes it possible to study the structure of the surface atom by atom. A profile of the surface is created, and from that a computer-generated contour map of the surface is produced.

Important in Many Sciences
The study of surfaces is an important part of physics, with particular applications in semiconductor physics and microelectronics. In chemistry, surface reactions also play an important part, for example in catalysis. The STM works best with conducting materials, but it is also possible to fix organic molecules on a surface and study their structures. For example, this technique has been used in the study of DNA molecules.

Try the Simulator! »
You need Macromedia Shockwave Player 8.5 to drive the microscope. Go to the help page to download the plug-in.



Related Laureates:
The Nobel Prize in Physics, 1986
- Gerd Binnig and Heinrich Rohrer »

Obrázok 9 Základné predstavenie STM mikroskopu s online simulátorom
Prameň: <http://www.nobelprize.org/educational/physics/microscopes/scanning/index.html>

3.2 Konceptia konštrukcie modelu

Po dôkladnom oboznámení sa s reálnym objektom mohli žiaci pristúpiť k etape návrhu konštrukcie modelu, ktorý by sa priblížil reálnemu STM mikroskopu. Keďže bolo potrebné realizovať pohyb v troch osiach, jednoznačným riešením bolo vytvorenie portálovej konštrukcie. Posuny v jednotlivých osiach zabezpečovali tri servomotory (maximálny možný počet pripojiteľný k NXT programovateľnej kocke). Využitie výstupných portov:

- port A: servomotor pre pohyb v smere osi y
- port B: servomotor pre pohyb v smere osi z
- port C: servomotor pre pohyb v smere osi x

Nakoľko v robotickom modeli nebolo fyzikálne možné pracovať s tunelovým prúdom, žiaci navrhli najprv využitie dotykového senzora na vytvorenie kontaktu so vzorkou, no dotykový senzor poskytoval na výstupe len dva logické stavy (stlačený/nestlačený). Riešením sa ukázala kombinácia so štandardne zabudovaným rotačným senzorom v servomotore, ktorý mal za úlohu riadiť posun sondy v smere osi z. Toto riešenie predstavovalo veľmi

zjednodušenú podobu režimu práce s konštantným prúdom. Výmenou dotykového senzora za magnetický senzor⁶ priechneho magnetického poľa žiaci získali možnosť snímať hodnoty veličiny, meniace sa spojito a v prepojení na poznatky z predmetu elektrotechnika, kde sa naučili, že pri prechode prúdu vodičom vzniká v jeho okolí magnetické pole, navrhli riešenie pre režim s konštantnou výškou, kedy mala byť vzorka preskenovaná sondou bez vertikálneho pohybu v smere osi z.

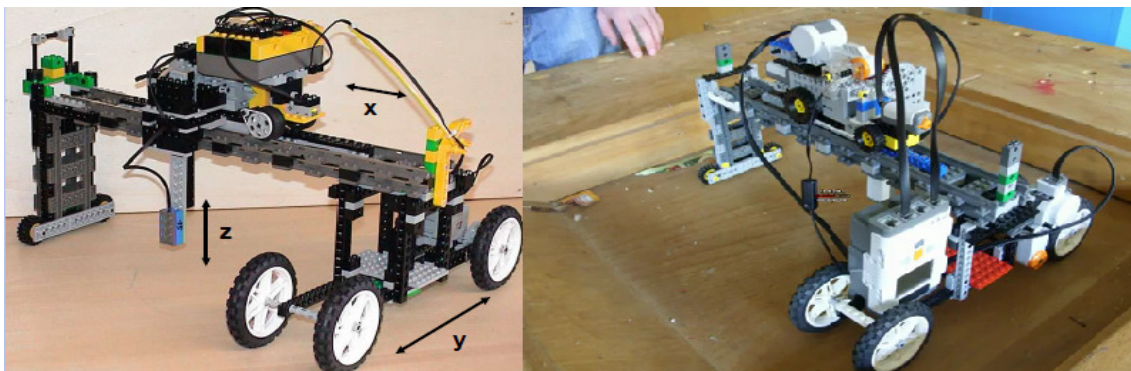
Okrem riešenia pohybu a práce sondy bolo potrebné vyriešiť aj postupný pohyb v smere ďalších dvoch osí. V smere osi x medzné hodnoty mali byť zabezpečované krajnými dotykovými senzormi. V smere osi y žiaci navrhli riešenie na automatické zistenie konca sledovanej vzorky pomocou ultrazvukového senzoru. Využitie vstupných portov:

- port 1: pripojenie sondy čítacej hlavice (magnetický senzor alebo dotykový senzor)
- port 2: pripojenie krajného dotykového senzora pre pohyb plošiny v horizontálnom smere (pozícia ŠTART)
- port 3: pripojenie ultrazvukového senzora na detekciu konca vzorky
- port 4: pripojenie krajného dotykového senzora pre pohyb plošiny v horizontálnom smere (pozícia KONIEC)

Prípadná manipulácia s jednotlivými atómami by bola realizovateľná využitím pneumatických prvkov⁷, no nakoľko NXT programovateľná kocka už mala plne obsadené všetky porty, rozhodli sa žiaci riešiť len problematiku skenovania.

3.3 Inšpirácie a alternatívy

Spomínané nápady vznikali hlavne na papieri, a tak následne vyvstala otázka – ako to celé zostrojiť z LEGA. V snahe pomôcť si, začali žiaci hľadať inšpirácie na internete. Podarilo sa im nájsť niekoľko iných podobných modelov, avšak každý predstavoval iné riešenie (obrázok 10). K žiadnemu z týchto modelov nebola k dispozícii dokumentácia, či návod na stavbu, takže žiaci sa s týmto problémom napokon museli popasovať sami.



Obrázok 10 Dve podobné alternatívy konštrukčného riešenia STM mikroskopu z LEGA

Prameň:

<http://mv-sirius.fh-offenburg.de/Robotik/TMMaterial/LPMScienceDaysPoster2002.pdf>

<http://www.youtube.com/watch?v=GRkRQSR0kII>

⁶ <http://www.hitechnic.com/cgi-bin/commerce.cgi?preadd=action&key=NMS1035>

⁷ <http://education.lego.com/en-gb/lego-education-product-database/machines-and-mechanisms/9641-pneumatics-add-on-set/>

3.4 Stavba modelu

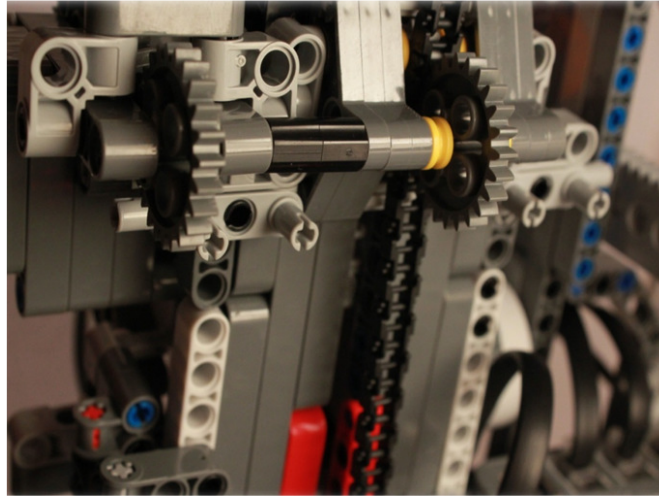
Samotná stavba modelu z LEGO dielikov je na spoluprácu žiakov azda najnáročnejšia časť riešenia projektu. Potreba dohodnúť sa a skordinovať činnosť jednotlivých členov tak, aby spolu dokázali v stanovenom čase vytvoriť konštrukčne naozaj náročný model, vedie žiakov k otvorenosti, spolupráci, ochote načúvať iným, ale aj k trpezlivosti, pretože modely bolo potrebné viackrát prestavať.

Bolo nutné navrhnuť konštrukciu a prevody, ktoré by plne vyhovovali prevádzke modelu. Portálová konštrukcia spĺňa potrebné požiadavky, no prevodové časti spravidla prešli niekoľkonásobným vývojom, kde postupne boli zmenené prevodové pomery, počet prevodových koliesok a rôzne spôsoby riešení na pohyb jednotlivých častí portálovej konštrukcie. Problémy spôsobovali hlavne dátové káble, ktoré nesmú zasahovať do skenovanej oblasti, nesmú sa zaseknúť, ani zamotať.

Vertikálny pohyb zabezpečili žiaci tyčou s ozubením a jednoduchým prevodom. Na konci tyče umiestnili sondu s dotykovým senzorom (obrázok 11) alebo snímačom magnetického poľa. Po zhotovení plošiny nasledovala portálová konštrukcia, ktorá musela uniesť celú plošinu, zabezpečiť pohyb vpred/vzad a umožniť zhotovenie ďalšieho pohonu tj. zľava doprava. Základom boli dva identické podvozky, na ktoré boli pridané nadstavby, aby sa zabránilo nechcenej pružnosti konštrukcie. Na jednu stranu portálu umiestnili NXT programovateľnú kocku. S postupným nedostatkom ozubených častí v stavebnici bolo nutné hľadať iný spôsob zaistenia pohybu celej plošiny. Riešením bola reťaz, ktorú žiaci umiestnili na spodnú časť mostu medzi podvozkami (obrázok 12).

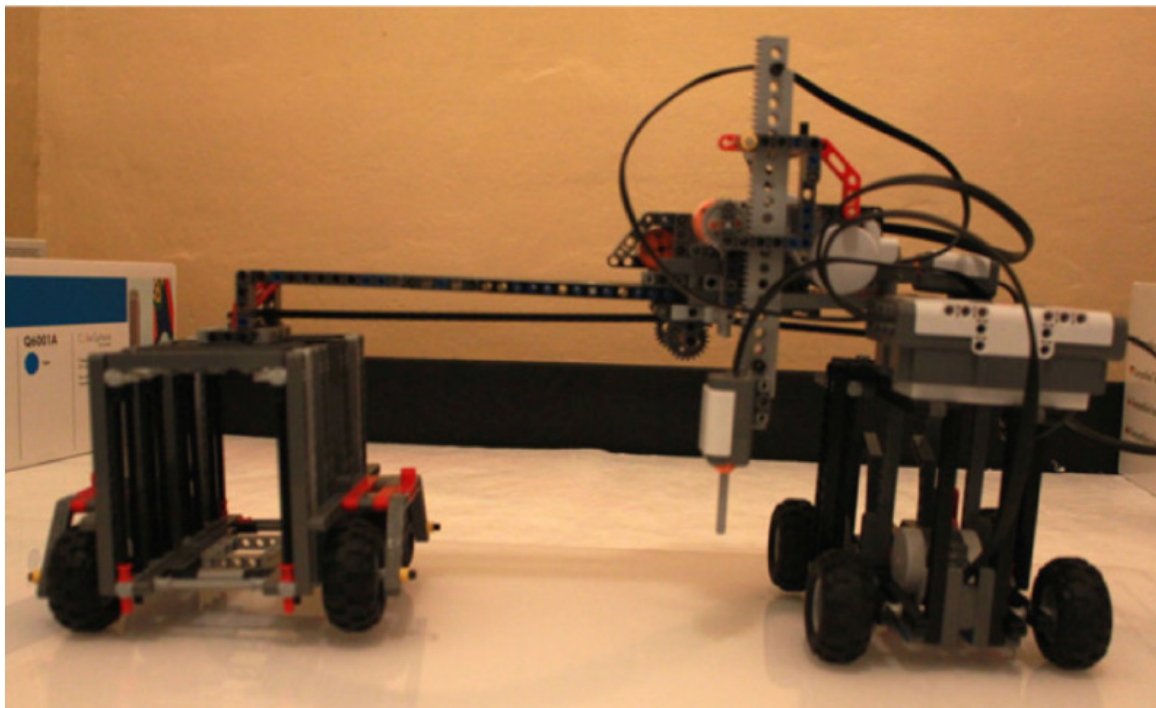


Obrázok 11 Detail navrhnutého mechanizmu pre posun sondy vo vertikálnom smere
Prameň: archív E-team Robotics*SK



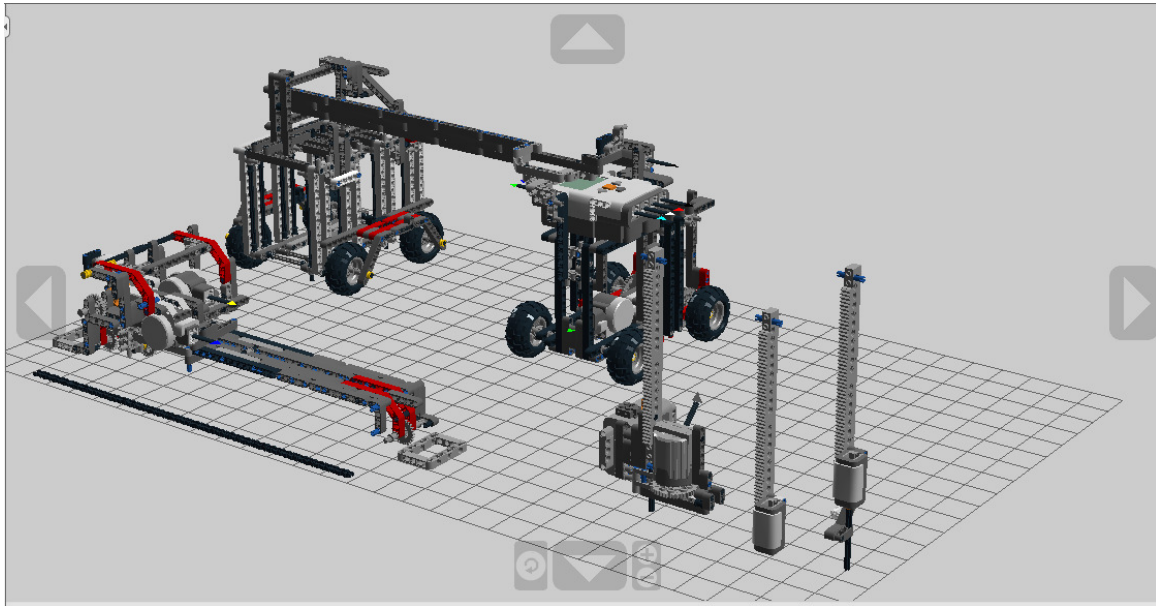
Obrázok 12 Detail navrhnutého mechanizmu pre posun celej plošiny
Prameň: archív E-team Robotics*SK

Okrem fyzickej stavby modelu (obrázok 13) bolo potrebné zároveň zachytiť jednotlivé kroky postupu, aby tento žiacky „produkt“ bolo možné kedykoľvek zopakovať. Táto zdanlivá nepotrebnosť však vedie žiakov k systematickosti pri práci, k potrebe vytvárania technickej dokumentácie k výrobkom, ako aj k priestorovej predstavivosti. Výsledkom bol animovaný návod pre výstavbu modelu v 3D v programe LEGO Digital Designer⁸ (obrázok 14).



Obrázok 13 Pohľad na výslednú konštrukciu modelu (verzia s dotykovým sensorom)
Prameň: archív E-team Robotics*SK

⁸ <http://ldd.lego.com/>



Obrázok 14 Ukážka výsledného modelu v programe LEGO Digital Designer
Prameň: archív E-team Robotics*SK

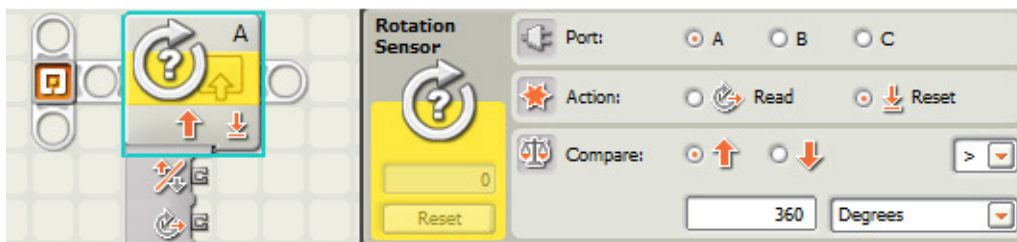
3.5 Programovanie modelu

Po zostrojení celej konštrukcie modelu bolo potrebné jej „oživenie“ v nasledovných krokoch:

- pohyb sondy v smere osi z, nadol riadený dotykovým senzorm a naspäť do pôvodnej pozície riadený rotačným senzorm v motore,
- pohyb čítacej hlavice v smere osi x, riadený po krajoch dotykovými senzormi,
- pohyb konštrukcie v smere osi y, riadený ultrazvukovým senzorm na detekciu konca vzorky.

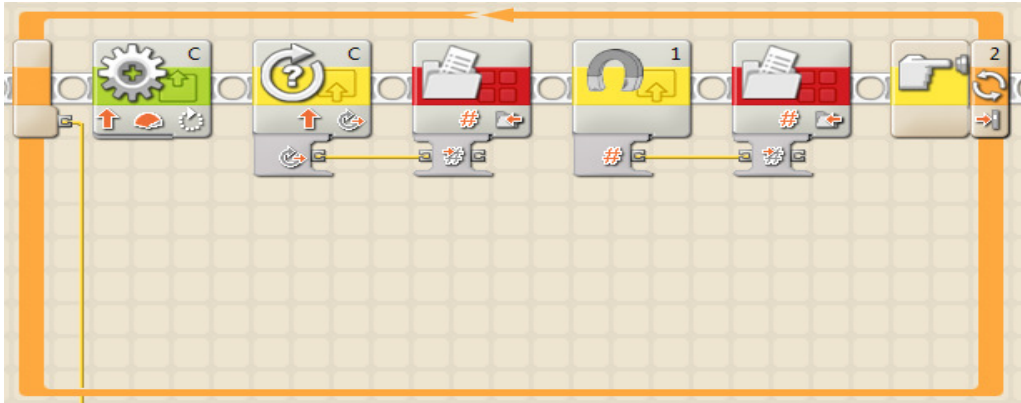
Dôležitou časťou programovej časti riešeného modelu bola práca s dátami z rotačného senzora (obrázok 15), nakoľko táto problematika nepatrí k štandardne preberaným témam pri výučbe programovania LEGO stavebníc. Pri jeho použití bolo potrebné dodržať nasledovné kroky:

- vyresetovať hodnotu senzora,
- po spustení motora sa hodnota načítaná senzorm začala sama inkrementovať,
- po zastavení motora bolo potrebnú hodnotu uložiť do premennej,
- pri spustení motora v opačnom smere sa načítala uložená hodnota z premennej a vložila ako hodnota pre trvanie práce motora.



Obrázok 15 Blok rotačného senzora a konfiguračný panel pre nastavenie jeho parametrov
Prameň: vlastný návrh

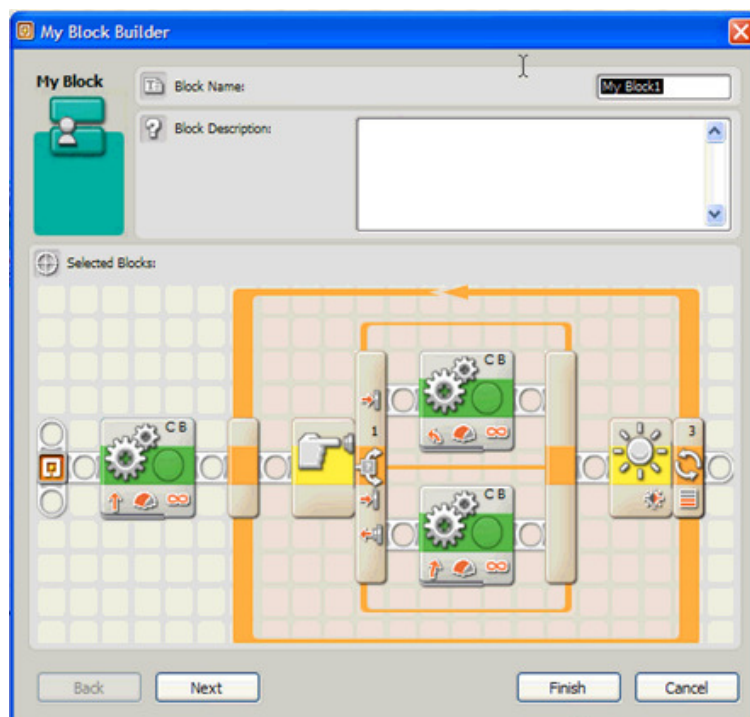
Okrem práce s rotačným senzorom bolo potrebné vyriešiť aj zápis dát do externého dátového súboru, čo bola taktiež pôvodne úloha nad rámec bežnej výučby. Za pomoci internetu a po vlastnom experimentovaní zvládli žiaci aj túto časť programu (obrázok 16). Blok pre prácu so súborom sa nachádza na kompletnej programovacej palety v knižnici ADVANCED. Po jeho vložení je potrebné nastaviť akciu (čítanie, zápis, mazanie, uzavretie) a názov pracovného súboru, ako aj jeho typ (textový alebo numerický).



Obrázok 16 Programová obsluha zápisu dát do externého súboru - ukážka

Prameň: vlastný návrh

Na zjednodušenie manipulácie a sprehl'adnenie programového kódu je vhodné vyskúšať navrhnuť vlastné bloky realizujúce niektoré funkcie. Na vytvorenie vlastného bloku je potrebné z menu EDIT vybrať akciu MAKE A NEW MY BLOCK (obrázok 17).



Obrázok 17 Konfiguračný panel pre vytvorenie vlastného NXT bloku

Prameň: vlastný návrh

Celkový program pre navrhnutý robotický model s magnetickým senzorom je v prílohe 2. Na začiatku sa vymažú dátové súbory, aby v nich nezostali predošlé nasnímané hodnoty. Plošina sa presunie do počiatočnej krajnej polohy. V závislosti od hodnoty z ultrazvukového senzora,

snímajúceho koniec vzorky, prebieha cyklus pre pohyb plošiny v smere osi y a v závislosti na dotykovom krajnom senzore sa realizuje pohyb plošiny v smere osi x a zápis nameraných dát do súborov.

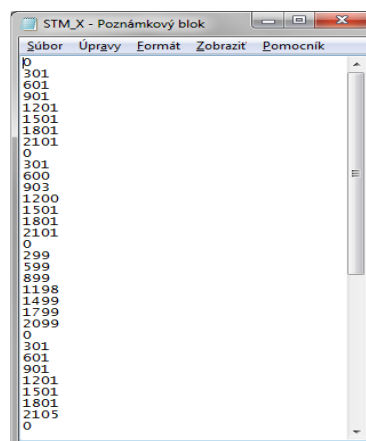
3.6 Realizácia a vyhodnotenie experimentov

Pri realizácii samotných experimentov bolo potrebné dodržať nasledovný postup:

- do priestoru pod plošinou umiestniť vzorku,
- zvoliť príslušný program šípkami (pre dotykový alebo magnetický senzor),
- na riadiacej jednotke nastaviť polohu senzora podľa veľkosti vzorky,
- podľa členitosti zvoliť vhodnú výšku hrotu nad vzorkou,
- oranžovým tlačidlom spustiť skenovaciu sekvenciu.

Plošina sa presunie do základnej polohy a začne mapovať povrch vzorky.

Dáta boli po skončení skenovania uložené v NXT programovateľnej kocke a do počítača boli stiahnuté pomocou originálneho programu po pripojení kocky USB káblom. K dispozícii boli tri dátové súbory (z každého rotačného senzora jeden súbor) – pre dáta v smere osí x, y, z (obrázok 18).



Obrázok 18 Ukážka obsahu dátového súboru z jedného rotačného senzora

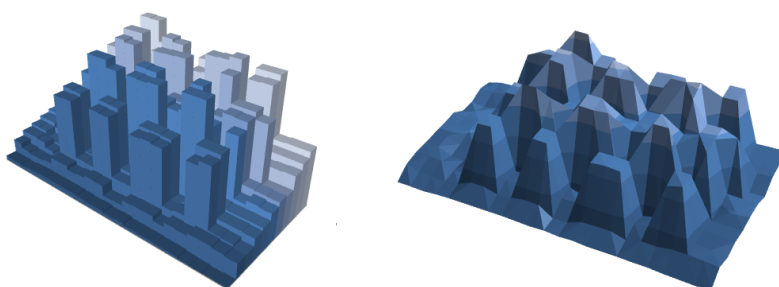
Prameň: vlastný návrh

Vývojové prostredie LEGO Mindstorms NXT neposkytuje možnosť grafickej interpretácie nasnímaných dát, preto je potrebné vyriešiť to v inom vhodnom softvéri. Zaujímavým riešením bolo načítanie dát do prostredia MS Excel, kde sa z nich vytvorila dvojrozmerná matica, ktorá pre dané hodnoty x (riadky) a y (stĺpce) obsahuje hodnoty v smere osi z, teda výšku povrchu (obrázok 19). Nakoľko dáta zo senzorov sú zapisované od nulovej hodnoty, bolo potrebné upraviť výšku tak, že sa našla minimálna hodnota z, o ktorú boli všetky ostatné hodnoty zmenšené, čím sa pri následnom zobrazení posunula celá rovina nižšie. Pre 3D zobrazenie bol použitý (v závislosti od druhu skenovanej vzorky) 3D plošný graf, prípadne stĺpcový graf (obrázok 20).

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1											
2	110	220	330	440	550	660	770	880	990	1100	1210
3	406	385	376	371	365	360	353	362	357	343	343
4	406	393	376	372	365	360	354	356	361	344	337
5	407	395	378	383	373	361	353	362	356	341	336
6	405	395	387	384	373	372	360	359	345	341	337
7	404	392	390	374	371	362	355	355	351	252	331
8	404	381	286	279	368	268	261	352	348	242	247
9	404	381	285	280	368	267	262	353	349	241	250
10	404	387	375	373	227	357	351	219	210	333	200
11	404	385	376	372	227	358	352	222	210	335	201
12	405	381	284	278	238	266	270	356	346	240	232

Obrázok 19 Ukážka dátovej matice v MS Excel

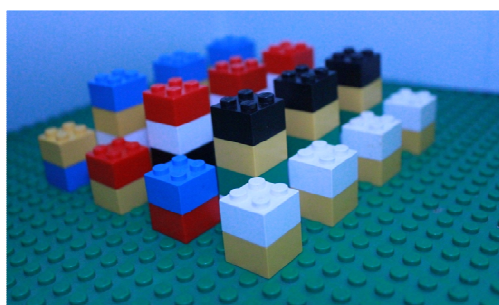
Prameň: vlastný návrh



Obrázok 20 Porovnanie vizualizácie 3D stĺpcovým a plošným grafom

Prameň: vlastný návrh

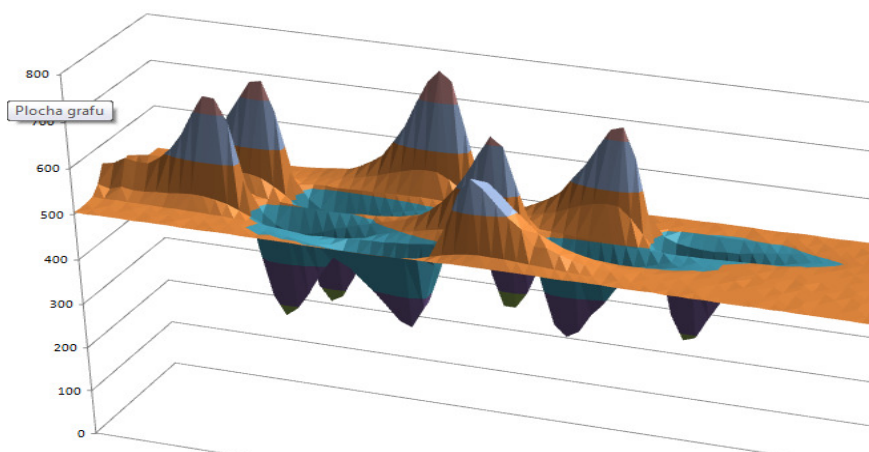
Pre realizáciu experimentov je potrebné použiť vhodné vzorky. Pre dotykový senzor je možné vybudovať vzorku z LEGO dielcov (obrázok 21). Problémy môžu spôsobiť mäkké povrchy alebo zakrivené (šikmé, prípadne guľaté) povrchy, kedy dochádza k najväčším skresleniam. Žiaci môžu experimentovať s rôznym nastavením skenovacích parametrov a získať tak rôzne presné výsledky. Najkvalitnejšie výsledky je možné získať pri veľmi malom kroku, čím sa získa veľké rozlíšenie. Nevýhodou je, že jedno skenovanie trvá až niekoľko desiatok minút.



Obrázok 21 Ukážka vhodnej vzorky pre dotykový senzor

Prameň: vlastný návrh

Pre magnetický senzor je potrebné použiť magnetickú vzorku, prípadne ju vyskladať z niekoľkých magnetov usporiadaných vo vhodnom obrazci. Podľa sily magnetov je potrebné prispôsobiť výšku senzora nad skenovanou vzorkou. Rýchlosť skenovania je pri magnetickom senzore veľmi veľká, čo umožňuje použiť aj veľmi malý krok a zachytiť tak jednotlivé magnetické póly (obrázok 22).



Obrázok 22 Vizualizácia magnetického poľa permanentných magnetov a ich pólov
Prameň: vlastný návrh

3.7 Prezentácia výsledkov projektu

Záverečnou časťou projektového vyučovania by mala byť prezentácia výsledkov riešeného projektu. Okrem predvedenia funkčného modelu a vysvetlenia programového riešenia bolo v tomto prípade súčasťou prezentácie aj vytvorenie žiackeho vedeckého posteru, ktorého cieľom bolo zhrnúť potrebné teoretické východiská, ako aj navrhované riešenia a dosiahnuté experimentálne výsledky. Nakoľko v rámci hodín informatiky sa žiaci väčšinou stretávajú len s metodikou tvorby multimediálnej premietanej prezentácie, je potrebné žiakov oboznámiť aj so základnými pravidlami pre tvorbu posteru. Poster by mal obsahovať:

- názov prezentovaného projektu,
- cieľ/účel projektu,
- abstrakt,
- postup a zoznam použitého materiálu,
- dáta, grafy, fotografie,
- výsledky,
- záver,
- bibliografické odkazy.

Efektívny dizajn posteru by mal byť dobre organizovaný, farebný a atraktívny, ľahko čitateľný z diaľky, s vhodne rozmiestnenými obrázkami alebo slovami, samozrejme bez gramatických chýb (Ristvej, 2012). Na ukážku možno použiť niekoľko efektných ukážok, ktoré možno vyhľadať na internete (napr. pri zadaní hesiel „poster template“). Pre samotný návrh posteru postačí využiť MS Powerpoint, v ktorom možno nastaviť potrebnú veľkosť a formát stránky. Poster by určite nemal byť zložený z jednotlivých papierov formátu A4 pozliepaných do väčšieho formátu. Je lepšie viesť žiakov k vytvoreniu veľkoformátovej posterovej prezentácie (napr. formátu A2), aj keď z finančných dôvodov nebude možné tieto postery vytlačiť (cena za jeden poster vychádza pri kvalitnej tlači od 15€) a žiaci ju odprezentujú za pomoci dataprojektora. Pokiaľ uprednostníme tlačenú verziu, tak „cvičný“ poster môže byť riešený aj na formáte A3, ktorý sa dá vytlačiť aj čiernobiely na školskej kopírke (pokiaľ škola takéto zariadenie vlastní). Prezentácia pri tlačenom posteri je pre žiakov určite zaujímavou skúsenosťou, nakoľko sa do istej miery odlišuje od premietanej prezentácie. Ukážka nášho žiackeho posteru (určená pre súťažné účely) je v prílohe 3.

3.8 Hodnotenie projektu

Nakoľko riešenie projektu trvá spravidla viacero vyučovacích hodín, je vhodnou pomôckou pre žiakov tzv. projektový denník, do ktorého zapisuje vedúci tímu na konci každej vyučovacej hodiny úlohy, ktoré boli riešené, ako aj úlohy, ktoré je potrebné na najbližšej hodine vyriešiť. Žiaci sa tak naučia viesť priebežnú dokumentáciu svojej práce. Projektový denník sa tak stáva dôležitou súčasťou hodnotenia tímu na záver projektu. V najjednoduchšej podobe môže byť spracovaný formou záznamového hárku (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Ukážka záznamového hárku pre projektový denník

Projektový denník		
Názov tímu:		
Členovia tímu:	1. 2. 3. 4.	
Dátum	Na čom sme pracovali	Najbližšie úlohy

Prameň: vlastný návrh

Záverečné hodnotenie projektu a práce žiakov v rámci tímu završuje celé projektové vyučovanie, umožňuje žiakom objektívne porovnať ich riešenie s ostatnými skupinami; malo by ukázať, v čom sa môžu žiaci zlepšiť a pre učiteľa slúži ako kontrola naplnenia vyučovacích cieľov (Kabátová, 2010). Hodnotenie výsledného produktu by nemalo byť subjektívne a povrchné, ale malo by sa opierať o vopred určené kritériá, napríklad konštrukcia, návrh, programové riešenie robotického modelu, grafické spracovanie výsledného posteru, obsahová náplň posteru. Bodové ohodnotenie podľa týchto kritérií môžu urobiť aj samotní žiaci navzájom medzi skupinami.

4 HODNOTENIE VÝSLEDKOV Z PEDAGOGICKEJ PRAXE

Vytvorený robotický model STM mikroskopu predstavuje komplexný príklad projektového vyučovania a svojou modularitou a možnosťou rozvíjať chápanie u žiakov, napomáha pri postupnom osvojovaní preberanej látky aktívnou a tvorivou cestou. Výsledný model je možné ďalej pretvárať a vylepšovať myšlienkami žiakov alebo si prakticky na ňom môžu vyskúšať ktorúkoľvek z funkcií.

Na základe uváženia učiteľa a s ohľadom na časovú dotáciu je možné využiť hotovú konštrukciu a zamerať sa len na jej programovanie, prípadne ďalšiu modifikáciu, nakoľko portálová konštrukcia ponúka široké možnosti riešenia ďalších robotických úloh v informatike alebo odborných predmetoch.

Napokon niekoľko praktických poznámok a odporúčaní z praxe pre učiteľov, ktorí zvažujú prechod na projektové vyučovanie:

- Skôr než sa pustíte do projektového vyučovania, experimentujte na hodinách s kratšími tvorivými aktivitami. Otestujete si reakcie a prístup žiakov, ako aj vlastné sily pri zvládaní divergentných riešení.
- Pracujte na vlastných IKT zručnostiach. Projektové vyučovanie s IKT je pre žiakov príťažlivejšie, ale učiteľ, ktorý nemá dokonale zvládnuté všetky technológie z projektu, pôsobí viac rozpačito ako motivačne.
- Hľadajte inšpirácie. Pozrite si prácu iných, ktorí sa projektovému vyučovaniu venujú, vyskúšajte spočiatku adaptovať ich projekty na svoje podmienky.
- S projektovým vyučovaním začnite u mladších žiakov alebo študentov – tí sa prispôbia skôr. Ak začínate so staršími študentami, percento neúspechu môže byť vyššie.
- Nebojte sa žiadať od svojich žiakov VIAC. Vyššie nároky po čase prinesú vyšší štandard pri odovzdávaných žiackych prácach. Spočiatku sa žiaci možno budú aj trochu sťažovať (je to normálne!!!), ale onedlho prídu k poznaniu, že ich zručnosti pri práci s počítačom sa zlepšujú od projektu k projektu.
- Buďte tvoriví a naučte sa akceptovať tvorivých žiakov. Umožnite žiakom vnieť do výsledného produktu projektového vyučovania „kúsok zo seba“ – lepšie ich spoznáte, aj oni sa lepšie navzájom spoznajú.
- Pripravte sa NA VŠETKO. Pri projektovom vyučovaní (viac ako kdekoľvek inde) musíte mať pripravené úlohy pre tých šikovnejších žiakov. Rovnako musíte byť pripravení na fakt, že to prosto NEVYJDE a ako budete riešiť takúto situáciu...
- Majte pripravený výstupný štandard – minimum, ktoré musia žiaci v projekte splniť a špecifikujte konkrétnu podobu a technické prevedenie. Najhoršie je, keď žiak nemá presnú predstavu, čo ho čaká a čo sa od neho očakáva. Zverejnite preto tento štandard, ako aj podrobné inštrukcie k projektu na nástenke alebo (optimálne) na webe.
- Nepreháňajte to s projektmi. Príprava a realizácia projektového vyučovania je náročná tak pre učiteľa ako aj pre žiaka. Aj v modernej škole sa dá príležitostne odučiť „oddychová“ klasická hodina.
- Naučte sa tešiť z vlastných vydarených vyučovacích hodín, zaujímavých výsledkov a tvorivého ducha, ktorý objavíte u svojich žiakov!

ZÁVER

Cieľom tejto osvedčenej pedagogickej skúsenosti z edukačnej praxe bolo načrtnúť možnosti ako zatraktívniť a modernizovať vyučovanie všeobecnovzdelávacích, ale aj odborných predmetov, a poukázať na fakt, že pri efektívnom využívaní informačných a komunikačných technológií sa občas aj moderná škola stáva „hrou“. V súčasnosti prebiehajúca reforma na Slovensku by mohla byť tým správnym odrazovým mostíkom k uplatňovaniu moderných metód a prístupov v praxi.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ZDROJOV

1. Hrušecký, R. et al. 2009. Ďalšie vzdelávanie učiteľov základných a stredných škôl v predmete informatika: Moderné digitálne technológie v edukačnom procese. Štátny pedagogický ústav. Bratislava. 2009. ISBN: 978-80-8118-019-4
2. Kabátová, M. et al. 2010. Ďalšie vzdelávanie učiteľov základných a stredných škôl v predmete informatika: Didaktika robotických stavebníc. Štátny pedagogický ústav. Bratislava. 2010. ISBN: 978-80-8118-070-5
3. Kalaš, I. et al. 2010. Ďalšie vzdelávanie učiteľov základných a stredných škôl v predmete informatika: Digitálne technológie menia poznávací proces. Štátny pedagogický ústav. Bratislava. 2010. ISBN: 978-80-8118-099-6
4. Ristvej, J. et al. 2012. Ako vyhrať vedeckú súťaž (pre mladých vedcov a ich rodičov). AMAVET. Bratislava. 2012. ISBN: 978-80-88953-44-9

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1 Základná programovacia paleta LEGO Mindstorms NXT

Príloha 2 Program pre riadenie robotického modelu - ukážka

Príloha 3 Ukážka vytvoreného žiackeho posteru

Príloha 4 Ukážka prípravy na vyučovaciu hodinu s podporou navrhnutého robotického modelu

Príloha 5 Prehľad využiteľnosti navrhnutého robotického modelu ako učebnej pomôcky

Príloha 1 Základná programovacia paleta LEGO Mindstorms NXT



Move (pohyb)

Tento blok ovláda motory a synchronizuje jeho pohyby. Pomocou tohto bloku je možné robota nastaviť, aby šiel dopredu alebo dozadu, v rovnom smere alebo po krivke, rýchlo alebo pomaly.



Record/Play (nahrávanie/prehrávanie)

Tento blok umožní nahrat' fyzicky pohyb robota a potom ho prehrať v programe.



Sound (zvuk)

Tento blok slúži na prehratie zvukového súboru alebo vlastnej melódie.



Display (zobrazenie)

Tento blok sa používa na zobrazenie obrázku, napísanie textu alebo nakreslenie ľubovoľného tvaru na displeji NXT kocky.



Wait (čakanie)

Tento blok umožní robotovi zistiť špecifické okolnosti vo svojom okolí, skôr než bude program pokračovať (napríklad ak chceme, aby program počkal na špecifický zvuk, dotyk, farbu, vzdialenosť alebo určitú dobu, a až potom pokročil ďalej).



Loop (opakovanie)

Tento blok sa používa, ak je potrebné, aby robot opakoval rovnakú aktivitu stále dookola (stanovený počet opakovaní, dobu alebo do splnenia požadovanej podmienky).



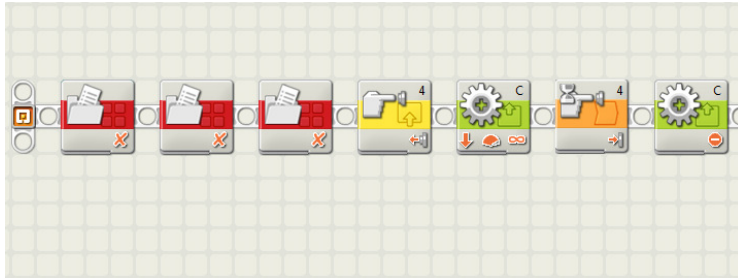
Switch (prepínanie)

Týmto blokom umožníme robotovi, aby sa sám rozhodol na základe stanovenej podmienky (hodnota alebo stav senzora).

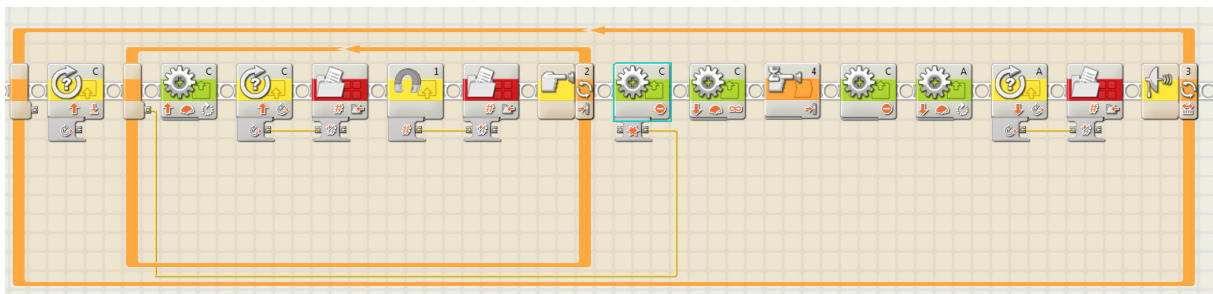
Príloha 2 Program pre riadenie navrhnutého robotického modelu - ukážka

Skenovanie s magnetickým senzorom: časť (A) + časť (B) + časť (C)

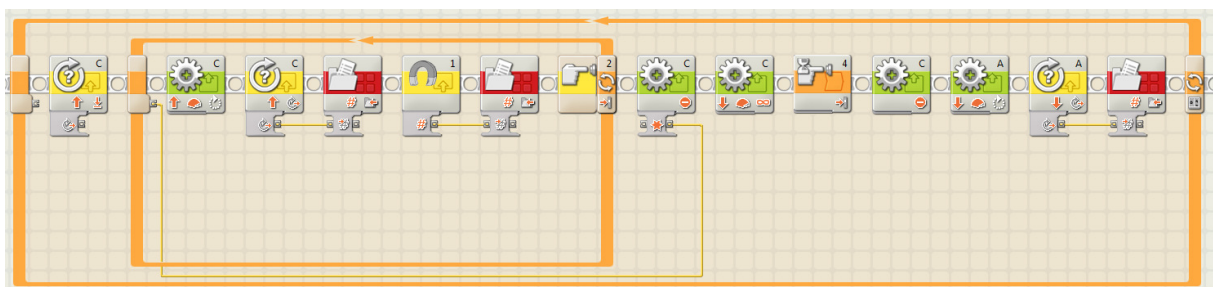
(A)



(B)



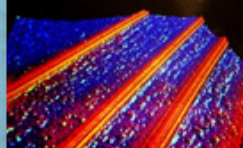
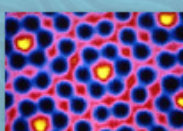
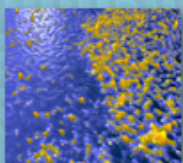
(C)



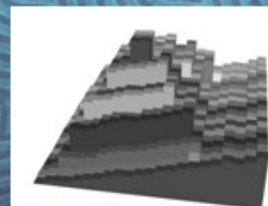
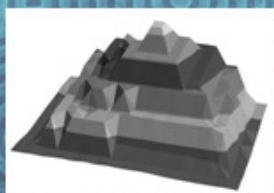
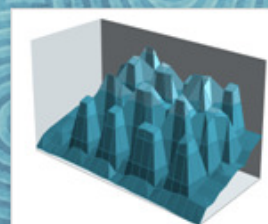
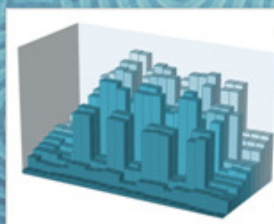
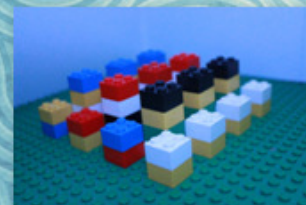
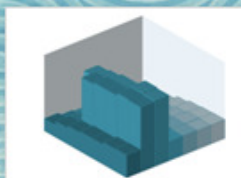
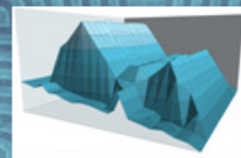
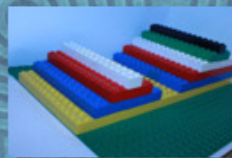
STM

Je to prístroj pomocou ktorého je možné merať jednotlivé elektrické veličiny a kvantové stavy. Vďaka týmto hodnotám je ďalej možné sledovať topologické štruktúry materiálov ale nie však v optickej podobe ale iba ako grafické zobrazenie grafu alebo topologickej bit mapy. Ďalej je možné snímať elektrónovú hustotu materiálov a ak sa jedná o supravodivé materiály je jednoduché zobrazit ich interakciu a prípadné vzniknuté zhluky a víri elektrónov čiže vortexy. V súčasnosti na používajú dva druhy meraní a to meranie prúdu a meranie napätia. Ak sa jedná o prvú spomínanú metódu špeciálne navrhnutý hrot z olova alebo volfrámu sleduje povrch skúmanej vzorky a udržiava konštantnú vzdialenosť od povrchu vzorky pomocou hodnôt tunelového prúdu ktorá sa výrazne mení so vzdialenosťou hrotu od povrchu vzorky. Preto sa táto vzdialenosť upravuje napätím na kryštáloch ovládajúcich zdvih hrotu a takto namerané hodnoty prúdu a hodnoty použitého napätia sa spolu s hodnotami polohy hrotu zaznamenávajú do tabuľky ktorá je zdrojom údajov pre grafické vykreslenie a ďalšie použitie. Druhou metódou je možné merať iba menej členitú vzorky nakoľko hrot neupravuje hodnotu svojej vzdialenosti od povrchu vzorky. Pri tomto meraní je hrot v konštantnej vzdialenosti od povrchu vzorky čo znamená, že napätia ktoré túto hodnotu ovláda sa nemení ale mení sa samotná vzdialenosť hrotu vďaka členitosti vzorky. Takto sú zaznamenané rôzne hodnoty prúdu ktoré sú následne zapísané v tabuľke spolu s hodnotami polohy hrotu nad vzorkou. Meranie tohto typu je vhodné na meranie elektrónovej hustoty. Pohyb hrotu je ovládaný napätím na kryštáloch ktoré sa jeho pôsobením rozpinajú a takto je možné veľmi presne určiť polohu hrotu. Spôsob pohybu sú podobne ako spôsoby skenovania dát dvojaké. Jednoduchší avšak menej presný sa prevažne používa kôli jeho rýchlosti skenovania a je to pohyb podobný skeneru. Hrot sa pohybuje zo strany na stranu bez toho aby sa vzdaloval no pri druhom type pohybu sa hrot vždy vráti do pôvodnej polohy na vzorky a až potom nasleduje jeho pohyb do strán. Tento spôsob je vhodný na skenovanie príliš členitých vzoriek kde je vysoká pravdepodobnosť, že hrot sa môže zachytiť o časť vzorky a znemožniť ďalšie skenovanie.

Grafické výstupy z STM mikroskopu



Naše grafické výstupy



Príloha 4 Ukážka prípravy na vyučovaciu hodinu s podporou navrhnutého robotického modelu

Typ školy	Stredná škola
Predmet	Elektrotechnika
Ročník	1., resp. 2.
Téma vyučovacej hodiny	Magnetické vlastnosti látok
Vyučovacie ciele	Rozdeliť látky na základe ich magnetických vlastností. Zakresliť a vysvetliť priebeh magnetizačnej charakteristiky u látok s rôznymi magnetickými vlastnosťami.
Metódy	Demonštračná metóda, žiaci experiment, heuristický rozhovor
Pomôcky	Model mikroskopu s magnetickou sondou a PC, vzorky materiálov s rôznymi magnetickými vlastnosťami, permanentné magnety, chladničkové magnety

Motivácia:

Žiaci dostanú do skupiniek vzorky 6 neznámych materiálov označených číslami 1 až 6 a ich úlohou je odhadnúť, ako sa budú správať v magnetickom poli. Svoje odhady si zapíšu do pripravenej tabuľky. Následne dostanú do skupiniek po jednom permanentnom magneti a svoje odhady experimentálne overia. Výsledky experimentu si zapíšu do tabuľky. V čom sa líšili ich odhady od reality?

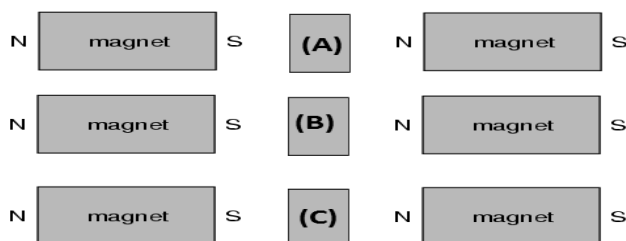
Vzorka	1	2	3	4	5	6
Odhad						
Experiment						

Expozícia:

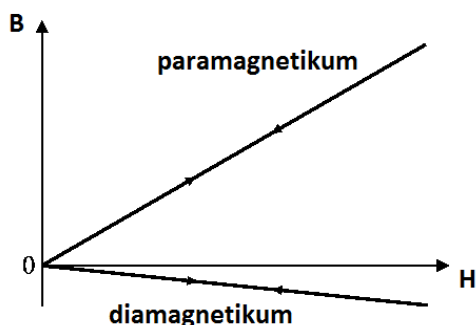
Na základe úvodného experimentu vidno, že látky majú rôzne magnetické vlastnosti, ktoré závisia od hodnoty ich permeability μ_r . **Diamagnetiká** magnetické pole zoslabujú ($\mu_r < 1$) – sem patrí napr. bizmut, zlato, striebro, ortuť, meď, olovo, voda. **Paramagnetiká** magnetické pole neovplyvňujú ($\mu_r \geq 1$) - sem patrí napr. vzduch, platina, hliník. **Feromagnetiká** magnetické pole zosilňujú ($\mu_r \gg 1$) – sem patrí napr. kobalt, železo, nikel, rôzne druhy ocele, Heuslerove zliatiny.

Úloha:

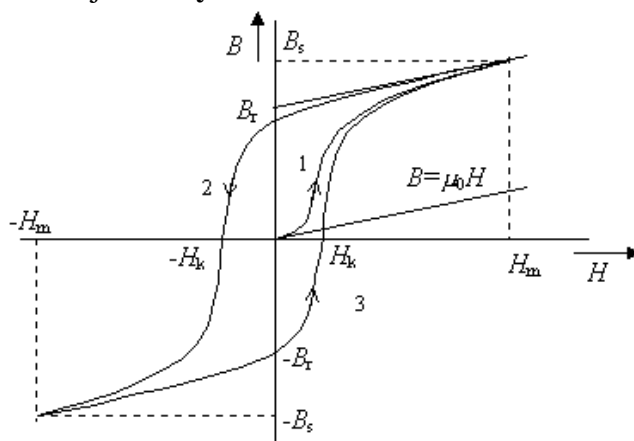
Ako budú vyzerat' siločiaru magnetického poľa pri vložení diamagnetika (A), paramagnetika (B) a feromagnetika (C) ?



Permeabilitu μ_r možno graficky znázorniť ako závislosť magnetickej indukcie B od magnetickej intenzity H (nakoľko $B = \mu \cdot H$). V paramagnetikách a diamagnetikách je závislosť B od H lineárna (μ_r je konštantná):



Vo feromagnetikách nie je závislosť $B = \mu \cdot H$ lineárna, nakoľko permeabilita feromagnetických látok sa mení nelineárne so zmenami intenzity magnetickeho poľa – grafickú závislosť predstavuje tzv. **hysterézná slučka**



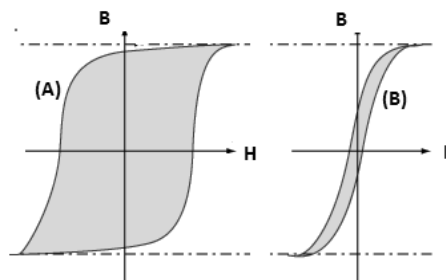
Časť „1“ sa nazýva **krivka prvej magnetizácie** alebo **magnetizačná charakteristika**. Pozostáva z 3 častí. Pri nízkych hodnotách H sa B zvyšuje len pomaly. V ďalšej oblasti rastie B v závislosti od H veľmi rýchlo až dôjde k nasýteniu látky a ďalším zvyšovaním H rastie B už len veľmi pomaly.

Časť „2“ sa nazýva **demagnetizačná charakteristika** a predstavuje správanie feromagnetika od stavu jeho nasýtenia - pri znižovaní H klesá B , avšak nie podľa magnetizačnej charakteristiky. Nakoľko vo feromagnetiku vznikne remanentný magnetizmus, pri nulovej hodnote intenzity magnetickeho poľa bude hodnota indukcie B_r (**remanentná indukcia**). Ďalšie postupné znižovanie remanentnej indukcie môžeme vyvolať len zápornými hodnotami H – nulová hodnota indukcie sa dosiahne až pri tzv. **koercitívnej sile** H_k .

Časť „3“ predstavuje opätovné magnetizovanie feromagnetika, pričom postupným zvyšovaním H už rastie B pomalšie, než by rástla v uvedenom smere pri prvej magnetizácii.

Úloha:

Na obrázkoch sú hysterézne slučky magnetickej tvrdých látok (A) a magnetickej mäkkých látok (B). V čom sa líši (podľa týchto priebehov) ich správanie?



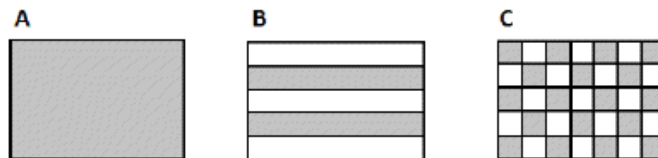
Ako by sa dali využiť v praxi špecifické vlastnosti diamagnetík, paramagnetík a feromagnetík?

Problémová úloha - experiment:

Žiaci dostanú do skupiniek dva chladničkové magnety. Pri prechádzaní jedným magnetom po povrchu druhého magnetu zistia, že magnety sa správajú nezvyčajne. Na základe opätovného skúmania si zakreslia predpokladanú štruktúru magnetu.



Na vyšetrovanie zloženia magnetických materiálov využijeme model mikroskopu s magnetickou sondou. Ktorý z predložených obrázkov zachytáva štruktúru skúmaného magnetu?



Fixácia:

1. Ako rozdeľujeme látky podľa ich magnetických vlastností? Ku každej skupine uveďte príklad materiálu.
2. Zakreslite hysteréznú slučku a slovne popíšte jej oblasti.
3. V čom sa líšia magneticky tvrdé a magneticky mäkké materiály?

Príloha 5 Prehľad využiteľnosti navrhnutého robotického modelu ako učebnej pomôcky

ISCED 2 (2. stupeň ZŠ) – predmety:

FYZIKA

tematický okruh: Magnetické a elektrické javy (7. - 8. ročník)

CHÉMIA

tematický okruh: Zloženie látok, stavba atómu (6. ročník)

TECHNIKA

tematický okruh: Človek a technika (7. ročník)

ISCED 3A (gymnázium) – predmety:

FYZIKA

tematický okruh: Magnetické a elektrické javy (2. ročník)

CHÉMIA

tematický okruh: Zloženie látok, stavba atómu (1. ročník)

INFORMATIKA

tematický okruh: Postupy, riešenie problémov, algoritmické myslenie (1. - 3. ročník)

ISCED 3A (odborné školy) – vzdelávacie oblasti:

ELEKTROTECHNICKÉ VZDELÁVANIE

témy: stavba látok – elektrotechnika (1. ročník)

metódy riadenia vlastností elektrotechnických materiálov – elektrotechnológia (2. ročník)

aplikácia mikropočítačových systémov pre rôzne druhy riadenia – automatizácia (3. - 4. ročník)

ČLOVEK A PRÍRODA

témy: elektrické a magnetické javy – fyzika (2. ročník)

atómy, molekuly a periodická sústava prvkov – chémia (1. ročník)