

MIKROKONTROLÉRY V INTERDISCIPLINÁRNEJ EDUKÁCII

Miroslav Šebo • Erik Krajínčák • Danka Lukáčová

UNIVERZITA KONŠTANTÍNA FILOZOFA V NITRE

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

MIKROKONTROLÉRY V INTERDISCIPLINÁRNEJ EDUKÁCII

Miroslav Šebo, Erik Krajínčák, Danka Lukáčová

Nitra 2025

Monografia mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii je výstupom projektu
KEGA č. 019UKF-4/2023

Názov: Mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii

Autori: Mgr. Miroslav Šebo, PhD.
 PaedDr. Erik Krajínčák, PhD.
 doc. PaedDr. Danko Lukáčová, PhD.

Recenzenti: prof. dr. hab. Henryk Noga, profesor UP
 prof. PhDr.PaedDr. Jiří DOSTÁL, Ph.D.

Editor: Mgr. Miroslav Šebo, PhD.

ISBN 978-80-558-2344-7

EAN 9788055823447

1	DIDAKTICKÝ POTENCIÁL MIKROKONTROLÉROV V INTERDISCIPLINÁRNOM VZDELÁVANÍ.....	6
2	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA REALIZOVANÝCH PROJEKTOV	17
2.1	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: MINI METEOROLOGICKÁ STANICA	18
2.1.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	19
2.2	MERANIE TEPLoty VODY A MERANIE VLHKOSTI VZDUCHU	21
2.2.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	22
2.3	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: AUTOMATIZOVANÉ AKVÁRIUM.....	24
2.3.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	24
2.4	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: AUTOMATIZOVANÉ TERÁRIUM PRE AFRICKÉHO SLIMÁKA	26
2.4.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	27
2.5	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: ČISTIČKA VODY	29
2.5.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	29
2.6	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: UHORKOMAT	31
2.6.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	32
2.7	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: LIAHEŇ NA PREPELICE	33
2.7.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	34
2.8	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: AUTOMAT NA PREPELIČIE VAJÍČKA	36
2.8.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	36
2.9	INTERDISCIPLINÁRNE PREPOJENIA VO VYUČOVANÍ NA TÉMU: AUTOMATICKÁ PRÁČKA.....	39
2.9.1	<i>Analýza interdisciplinárnych väzieb.....</i>	39
3	EMPIRICKÁ ČASŤ.....	42
3.1	CIELE VÝSKUMU	42
3.2	VZORKA VÝSKUMU.....	47
4	VYHODNOTENIE DOTAZNÍKA.....	48
4.1	PRÁCA S BBC: MICRO:BIT	48
4.1.1	<i>Komplexné vyhodnotenie výsledkov.....</i>	54
4.2	SPOLUPRÁCA PRI PRÁCI NA PROJEKTE	57
4.2.1	<i>Komplexné vyhodnotenie výsledkov – Spolupráca a podpora pri práci s BBC micro:bitom.....</i>	61
4.3	HODNOTENIE UČEBNICE, CVIČEBNICE A E-LEARNINGOVÉHO KURZU	64
4.3.1	<i>Vyhodnotenie učebnice.....</i>	64
4.3.1.1	<i>Komplexné vyhodnotenie výsledkov hodnotenia učebnice</i>	69
4.3.2	<i>Vyhodnotenie cvičebnice</i>	72
4.3.2.1	<i>Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka – percepcia cvičebnice.....</i>	77
4.3.3	<i>Vyhodnotenie E-learningu.....</i>	79
4.3.3.1	<i>Komplexné vyhodnotenie výsledkov e-learningového kurzu</i>	85
4.4	MEDZIPREDMETOVÉ VZŤAHY	87
4.4.1	<i>Komplexné vyhodnotenie výsledkov a zhrnutie bloku „Medzipredmetové vzťahy“..</i>	98
4.5	PROJEKTY A UČEBNÉ POMÔCKY POSTAVENÉ NA MICRO:BIT	101
4.5.1	<i>Mini meteorologická stanica</i>	101

4.5.1.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu Mini meteorologická stanica s BBC micro:bitom	111
4.5.2	<i>Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu</i>	114
4.5.2.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Meranie teploty a vlhkosti pomocou BBC micro:bitu“	124
4.5.3	<i>Automatizované akvárium</i>	126
4.5.3.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Riadenie akvária pomocou BBC micro:bitu“	135
4.5.4	<i>Automatizované terárium pre afrického slimáka</i>	137
4.5.4.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Automatizované terárium pre afrického slimáka“	147
4.5.5	<i>Čistička vody</i>	149
4.5.5.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Čistička vody“	155
4.5.6	<i>Uhorkomat</i>	156
4.5.6.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Uhorkomat“	162
4.5.7	<i>Liaheň na prepelice</i>	163
4.5.7.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Liaheň na prepelice“	168
4.5.8	<i>Automat na prepeličie vajčka</i>	170
4.5.8.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Automat na prepeličie vajčka“	176
4.5.9	<i>Automatická práčka</i>	177
4.5.9.1	Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Automatická práčka“	182
4.6	CELKOVÉ ZHODNOTENIE PRÁCE S MIKROKONTROLÉROM	184
4.6.1	<i>Komplexné vyhodnotenie výsledkov – Celkové hodnotenie a využiteľnosť BBC micro:bitu v praxi</i>	189
5	OVEROVANIE VÝSKUMNÝCH OTÁZOK	192
6	ODPORÚČANIA PRE PEDAGOGICKÚ PRAX A PEDAGOGICKÚ TEÓRIU - VÝCHODISKÁ A RÁMEC ZISTENÍ	213
6.1	ODPORÚČANIA PRE PEDAGOGICKÚ PRAX	213
6.2	ODPORÚČANIA PRE PEDAGOGICKÚ TEÓRIU	216
6.3	NÁMETY NA ĎALŠÍ VÝSKUM A INOVÁCIE	218
6.4	IMPLEMENTAČNÁ „ROADMAPA“ PRE ŠKOLU (ORIENTAČNÝ RÁMEC)	219
6.5	IMPLEMENTAČNÝ MODEL	220
ZÁVER		224
LITERATÚRA		226

Úvod

Školské vzdelávanie v 21. storočí stojí pred dvojitou výzvou: udržať pozornosť žiakov v prostredí presýtenom technológiami a zároveň rozvíjať kompetencie, ktoré budú použiteľné naprieč predmetmi aj reálnym životom. Mikrokontroléry – malé, cenovo dostupné a programovateľné zariadenia – predstavujú jeden z najperspektívnejších nástrojov, ako tieto výzvy prepájať s praxou. Využitie mikrokontrolérov umožňuje stavať mosty medzi poznatkami prírodných vied, technikou a informatikou a prinášať do triedy experiment, meranie, modelovanie i automatizáciu v podobe zmysluplných projektov. V tejto monografii zhromažďujeme empirické dôkazy, že takto navrhnuté aktivity dokážu posilniť motiváciu, porozumenie aj tvorivosť žiakov nižšieho stredného vzdelávania a že integrácia IKT má najväčší efekt vtedy, keď je spojená s projektovou prácou a reálnymi situáciami.

Monografia Mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii je zameraná na aplikovaný výskum implementácie mikrokontrolérov do vyučovania na základných školách. Jej cieľom je prezentovať výsledky overovania autorsky navrhnutých odborných materiálov priamo v pedagogickej praxi a ponúknuť tak podložené poznatky pre učiteľov a odbornú verejnosť. Ústrednou ideou je „blended“ ekosystém, ktorý spája učebnicu, cvičebnicu, e-learningový kurz a projektové vyučovanie s platformou BBC micro:bit – a to nie izolovane, ale v opakovateľných učebných cykloch, kde sa výklad, precvičovanie a praktická aplikácia navzájom posilňujú. Hlavným cieľom výskumu je komplexne overiť účinnosť tohto autorského ekosystému v podmienkach ZŠ a na základe dát pripraviť implementačný model a odporúčania pre prax a teóriu vrátane orientačnej „roadmapy“ zavádzania.

Teoretické východiská monografie stoja na predpoklade, že interdisciplinárne prepojenia a projektové učenie majú potenciál premeniť školu na priestor experimentovania, kde žiak nie je len príjemcom informácií, ale aktívnym tvorcom riešení. Projekty ako „Mini meteorologická stanica“, „Automatizované akvárium“ či „Liaheň na prepelice“ prepájajú fyziku, biológiu, chémiu, informatiku, matematiku a techniku – žiaci navrhujú, stavajú, programujú a analyzujú vlastné zariadenia, čím si rozvíjajú kritické myslenie, plánovanie, spoluprácu aj zodpovednosť voči prostrediu. V našom ekosystéme má každý prvok jasnú funkciu: učebnica znižuje vstupné bariéry a pomáha zorientovať sa, e-learning prináša mikro-výklady a autonómiu tempa, cvičebnica systematicky precvičuje kľúčové konštrukty a projekt vytvára kontext pre meranie, riadenie a interpretáciu dát v tíme.

Monografia sleduje súbor naviazaných cieľov: validovať kvalitu jednotlivých komponentov ekosystému, overiť dopad projektov na kľúčové STEM konštrukty (riadenie, senzorika/regulácia, algoritmické myslenie, plánovanie), potvrdiť medzipredmetové prepojenia a prenos do praxe, zhodnotiť organizačnú realizovateľnosť v reálnych podmienkach školy a syntetizovať implikácie pre prax aj teóriu do podoby implementačného modelu a „roadmapy“. Z toho vychádza rámec výskumných otázok: od

zrozumiteľnosti učebnice a prepojenia teórie s praxou, cez praktickosť cvičebnice a prehľadnosť e-learningu, až po otázky súladu „blended learningu“ a dopad projektov na porozumenie riadeným procesom, senzorike, regulácii a medzipredmetovým prepojeniam.

Výskum prebiehal v autentických podmienkach dvoch plnoorganizovaných základných škôl na nižšom strednom stupni (prevažne 8. a 9. ročník) v spolupráci s kvalifikovanými učiteľmi predmetu technika – členmi projektového tímu. Primárnym nástrojom bolo dotazníkové šetrenie po realizácii projektov; kombinovalo kategóriové položky (organizácia práce, trvanie, technické ťažkosti) a položky na päťstupňovej Likertovej škále (prínos, motivácia, zrozumiteľnosť). Takto koncipovaný nástroj umožnil hodnotiť zároveň realizovateľnosť úloh aj percepciu edukačného prínosu v kľúčových oblastiach. Položky boli operacionalizované do priamo pozorovateľných indikátorov a pri prakticky orientovaných otázkach sa použil prah súhlasu (napr. $\geq 80\%$) ako rozhodovacia hranica „splneného očakávania“.

Monografia mapuje a vyhodnocuje viacero vzdelávacích projektov: Mini meteorologická stanica; Meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu; Automatizované akvárium; Automatizované terárium pre afrického slimáka; Čistička vody; Uhorkomat; Liaheň na prepelice; Automat na prepeličie vajíčka; Automatická práčka. Pre každý projekt sa analyzujú predmetové väzby, organizačné aspekty, vzdelávací prínos a prenositeľnosť. Projekty sú navrhnuté tak, aby prirodzene vťahovali žiakov do základných princípov senzoriky a automatizácie – od schémy, cez kód, až po meranie a interpretáciu výsledkov – čím podporujú medzipredmetové prepájanie a zároveň kultivujú presné myslenie a postupovú disciplínu.

Základné posolstvo monografie je priamočiare: mikrokontroléry, ak sú didakticky uchopené ako súčasť dobre navrhnutého blended ekosystému a prepojené s projektovou prácou, dokážu zvyšovať zrozumiteľnosť učiva, prenášať poznatky do praxe a budovať kľúčové kompetencie žiakov – od algoritmického myslenia cez prácu so senzormi až po plánovanie a tímovú spoluprácu. Na nasledujúcich stranách preto ponúkame nielen dáta a interpretácie, ale aj konkrétny implementačný rámec, ktorý pomôže školám urobiť z mikrokontrolérov prirodzenú súčasť modernej interdisciplinárnej edukácie.

1 Didaktický potenciál mikrokontrolérov v interdisciplinárnom vzdelávaní

Každý učiteľ hľadá inovatívne pedagogické nástroje, ktoré nielenže zaujmú študentov, ale sú aj efektívne v rámci rôznych predmetov. Neustále sa objavujú nové vzdelávacie nástroje, ktoré vzbudzujú nádeje u učiteľov, rodičov a samotných žiakov. Predovšetkým informačné a komunikačné technológie (IKT) ponúkli vzdelávaniu obrovské služby, pričom niektorí vedci dokonca hovorili o úplnej revolúcii vo vzdelávaní. Je však jasné, že ich vplyv v triedach, najmä na úrovni základného vzdelávania, stále zaostáva za týmito veľkými očakávaniami. Napriek tomu je nesporné, že v súčasnosti je k dispozícii množstvo IKT nástrojov pre učiteľov aj žiakov. Kľúčová otázka v súčasných školách neznie: „Budeme používať IKT vo vzdelávaní?“, ale „Ako môžeme efektívne integrovať IKT do vzdelávania, aby sme dosiahli pozitívne výsledky?“

Negatívnou stránkou uplatňovania IKT vo vzdelávaní je doteraz skutočnosť, že v aktivitách, ktoré sa zameriavajú na IKT vo vzdelávaní, žiaci spočiatku prejavujú vysoký stupeň motivácie. S postupom času však úroveň motivácie zvyčajne klesá. V oblasti vzdelávania, ktoré je realizované v podobe projektov žiakov, je však motivácia žiakov dlhodobejšia. Preto je ideálne spojiť vybrané IKT prostriedky s projektovou prácou žiakov.

Žiaci, ktorí mesiac pracovali so stavebnicami Lego Mindstorms sa naučili stavať a konštruovať roboty, čím dosiahli vopred definovaný cieľ a počas projektu si jednoznačne zlepšili svoje zručnosti. To všetko sa dosiahlo prostredníctvom procesu učenia založeného na riešení reálnych problémov v zmysluplnom kontexte. Tieto aktivity pre žiakov veľa znamenali – boli pre nich silným motivačným faktorom, lebo chceli ukázať svoju prácu spolužiakom. Boli ochotní diskutovať o každom detaile projektu, ak aj najlepšej forme riešenia problémov (Costa, Ribeiro, Coutinho a Rocha, 2008).

Na robotické hračky a stavebnice sa dnes pozeráme ako na dôležitý nástroj, ktorý v deťoch buduje vzťah k technike a robotike. Sú skvelým pomocníkom už v materskej škole a pokračujú s deťmi na základných, stredných aj vysokých školách. Robotika sa stáva štandardom v školskom vzdelávaní nielen na Slovensku, ale aj vo svete. Už to nie je len spestrenie vyučovania, ale skutočný základ pre rozvoj zručností potrebných pre život v informačnej spoločnosti.

Učenie by malo byť spontánne a príjemné. Vzdelávanie hrou je jedným z najlepších spôsobov, ako zapojiť deti do učenia tak, aby si ani neuvedomili, že sa vlastne učia. Zážitok zmení bežné vyučovanie, pretože spája vedomosti s pozitívnymi emóciami, čo vedie k lepšiemu zapamätaniu.

Základy programovania by žiaci mali objavovať už v ranom veku. Hravý prístup ich motivuje k riešeniu problémov a rozvíja ich algoritmické a kritické myslenie ako aj kreativitu.

Jednou z najlepších možností, ako získať prvé skúsenosti s programovaním, sú programovateľné hračky a robotické stavebnice. Robotické hračky sú konštrukčne zostavené a je možné ich programovať. Z robotických stavebníc musíme najskôr roboty zostaviť ak tomu potrebujeme konštrukčné zručnosti. Počas práce s nimi žiaci musia mať základné manuálne zručnosti na to, aby sa následne mohli učiť rozkladať zložité problémy na menšie, logické kroky, čo im zároveň dáva priestor na hľadanie rôznych riešení a podporuje ich kreativitu. Žiaci okamžite vidia, ako ich program ovplyvňuje pohyb a činnosť robotov, čo pôsobí ako silný motivačný faktor. Viditeľné výsledky a interaktivita im prinášajú radosť z experimentovania a povzbudzujú ich v ďalšej práci.

Na súčasných slovenských školách sa využívajú rôzne robotické hračky a stavebnice. V materských a základných školách sa najčastejšie stretnete s týmito robotickými hračkami:

- Bee-Bot a Blue-Bot: Učitelia ich využívajú u detí vo veku od 4 do 9 rokov.
- Ozobot: S týmto robotom pracujú žiaci na 1. aj 2. stupni základnej školy, od 1. až do 9. ročníka (od 6 do 15 rokov).
- Ostatné hračky: Menej často sa na školách používajú aj hračky ako Sphero, Dash, Scottie Go!, Húsica Code alebo Cubetto (Hyksová, 2020)..

Ide o robotické hračky, ktoré sú už hotové, žiaci ich nemusia skladať. Ich hlavnou úlohou je naučiť sa ich programovať. Pri programovaní hračky žiaci vytvárajú algoritmus, čo je vlastne návod alebo postup na vyriešenie problému. Z tohto algoritmu potom poskladajú program, teda postupnosť príkazov, ktorým rozumie robot alebo počítač.

Medzi najpoužívannejšie robotické stavebnice na základných školách patria LEGO Mindstorms EV3, LEGO WeDo 2.0 a mBot. V menšej miere školy využívajú aj sady ako Makeblock, LEGO Boost, VEX IQ, Fischertechnik či Micro:bit. Stavebnice sú vhodné pre rôzne vekové kategórie:

- stupeň ZŠ: pre mladších žiakov sú ideálne stavebnice LEGO WeDo a mBot, prípadne VEX IQ.
- stupeň ZŠ: starší žiaci si lepšie poradia so zložitejšími súpravami, ako sú LEGO Mindstorms EV3 a BBC micro:bit, VEX IQ, prípadne VEX EDR.

Práca s robotickými stavebnicami si vyžaduje aj konštrukčné zručnosti. Žiaci si musia robota najprv správne poskladať a až potom ho programujú. K robotom následne pripájajú rôzne senzory, ktoré musia správne rozpoznať a zapojiť (Hyksová, 2020).

Takéto postupy používame aj v bežnom živote, napríklad keď si obliekame oblečenie, ideme do školy alebo píšeme domácu úlohu. Sú to činnosti, ktoré sa skladajú z niekoľkých krokov, teda príkazov. Robot, rovnako ako my, môže vykonať jeden alebo viacero príkazov naraz.

Podľa teórie Piageta sa učíme, keď si informácie sami aktívne spracúvame a vytvárame si svoje vlastné pochopenie. Konštruktivizmus zdôrazňuje, že sa neučíme pasívnym prijímaním faktov od učiteľa, ale aktívnym skúmaním prostredia a interakciou s predmetmi a ľuďmi. Keď učiteľ len odovzdáva informácie, žiaci nemusia okamžite pochopiť, ako ich použiť. Konštruktivistický prístup hovorí, že vyučovanie by malo byť nepriame a viesť žiakov k tomu, aby získavali vedomosti prostredníctvom reálnych situácií a praktických skúseností. Tento prístup zlepšuje u študentov pochopenie komplexných systémov, podporuje ich záujem a motiváciu, a to najmä vtedy, keď pracujú na autentických problémoch v tímoch (Jacobson and Wilensky, 2006.).

Používanie robotiky mení tradičné roly v triede. Učiteľ už nie je len ten, čo odovzdáva vedomosti, ale stáva sa skôr mentorom a sprievodcom. Študenti sa naopak stávajú aktívnejšími, pretože majú možnosť skúmať, experimentovať a spájať si získané skúsenosti s učebnými osnovami. Robotika tak podporuje konštruktivizmus tým, že umožňuje žiakom učiť sa praxou a vytvárať si vlastné riešenia.

Hoci má robotika bohatú históriu najmä v priemysle, v posledných desaťročiach si našla cestu aj do vzdelávania. Na Slovensku a v Česku sa začala objavovať na základných školách koncom minulého storočia, najskôr v rámci technickej výchovy ako konštrukčná stavebnica a neskôr ako prostriedok na osvojenie si základov programovania.

Už v matematike sa žiaci stretávajú s vývojovými diagramami, ktoré slúžia na znázornenie presného postupu riešenia problému. V skutočnosti je algoritmické myslenie a algoritimizácia každodennou súčasťou nášho života. Keď si ráno pripravujeme raňajky, plánujeme cestu do školy alebo hľadáme informácie na internete, podvedome používame presné postupy, teda algoritmy, aby sme dosiahli cieľ. Získanie týchto zručností by malo byť neoddeliteľnou súčasťou školských osnov, aby sa ľudia dokázali vyrovnáť s neustále rastúcim počtom technologických výziev.

Moderné vzdelávacie teórie zdôrazňujú, že úlohou školy je pripraviť žiakov na život, a to predovšetkým prostredníctvom riešenia problémov a rozvoja kritického a kreatívneho myslenia. Na základných školách túto úlohu plnia najmä predmety informatika a technika. Cieľom týchto predmetov je najmä naučiť deti premýšľať algoritmicky a pripraviť ich na budúcnosť, v ktorej budú technológie hrať kľúčovú rolu.

Podľa Paperta (1980, 1993) sú deti prirodzene zvedavé a ľahko sa učia nové veci. Je dôležité podporovať ich tvorivé myslenie a kreativitu tým, že ich necháme experimentovať a vytvárať si vlastné riešenia a pravidlá pomocou počítačových hier a aktivít. Takéto aktivity im pomáhajú budovať sebadôveru a logické myslenie. Papert uvádza, že učenie je najefektívnejšie vtedy, keď pri ňom deti aktívne vytvárajú niečo zmysluplné. Práve robotické aktivity majú potenciál túto myšlienku naplniť a výrazne zlepšiť výučbu. V takomto prístupe by sa zodpovednosť za získavanie vedomostí mala presunúť zo učiteľa na samotného žiaka.

Edukačná robotika spája rôzne predmety a učí žiakov premýšľať v širších súvislostiach. Podporuje tímovú prácu a dôležité zručnosti, ako je plánovanie, testovanie a odstraňovanie chýb. Programovanie robotov, či už reálnych alebo virtuálnych, má jedinečné výhody, ktoré z neho robia skvelý nástroj na rozvoj viacerých zručností:

- Presnosť v myslení: Robot robí presne to, čo mu prikázate, čo vás núti byť precízny a jasne formulovať inštrukcie. Neexistuje tu priestor pre nejednoznačnosť.
- Vizuálne myslenie: Pomocou robotov si žiaci vizualizujú abstraktné pojmy, ako sú funkcie alebo premenné. Na vlastné oči vidia, ako sa ich program prejaví v reálnom svete, čo im pomáha lepšie pochopiť, ako tieto koncepty fungujú.
- Riešenie problémov: Robotika učí, ako rozdeliť veľký problém na menšie, riešiteľné časti. Zároveň podporuje hľadanie rôznych riešení a inovatívne prístupy.
- Učenie sa z chýb: V programovaní nie sú chyby prekážkou, ale naopak, štartovacím bodom na zlepšenie riešenia. Vďaka tomu sa žiaci učia nebáť sa robiť chyby a vnímajú ich ako dôležitú súčasť procesu učenia.
- Rozvoj metakognitívnych schopností: Ide o proces, ktorý si vyžaduje, aby sme analyzovali a hodnotili rôzne alternatívy riešení. Vybrať to najlepšie riešenie je možné len vďaka hlbokému pochopeniu problému, čo nás núti premýšľať o svojom vlastnom myslení (Underwood and Underwood, 1990).

Programovanie je v 21. storočí kľúčovou zručnosťou pre každého, pretože podporuje logické myslenie a riešenie problémov. Podľa Engelhardtovej (2014) je súčasťou tohto procesu analýza a riešenie problému, vytvorenie algoritmu, overenie jeho správnosti a následná implementácia pomocou programovacieho jazyka. Jej prieskum, do ktorého bolo zapojených 20 európskych krajín, ukázal, že v 12 z nich bolo programovanie už súčasťou učebných osnov a ďalšie sa pridávajú. Hlavnými dôvodmi pre zavedenie programovania do výučby sú rozvoj logického a algoritmického myslenia, riešenie problémov a príprava na budúce zamestnanie.

Ackermannová (2012) zdôrazňuje, že digitálne technológie sú všade okolo nás a ich ovládanie je nevyhnutnou zručnosťou. Už malé deti sa hrajú s hračkami, ktoré môžu ovládať na diaľku, a tak získavajú kontrolu nad ich činnosťou. Dávajú im príkazy a sledujú ich aktivity, pričom sa učia interakcii a opravovaniu chýb. Už tu môžeme pozorovať prvé základy programovania, hoci si to dieťa neuvedomuje. Hra tak funguje nielen ako zábava, ale aj ako prostriedok na vytváranie súvislostí.

Ideálnym nástrojom, ktorý spája hru so vzdelávaním, sú programovateľné hračky a robotické stavebnice. Pri ich skladaní a programovaní sa deti zábavnou formou učia programovať a rozvíjajú si kritické a algoritmické myslenie a kreativitu.

Pri práci s robotmi riešia problémy tým, že si ich rozdelia na menšie kroky, čo im umožňuje vytvárať rôzne postupy a byť kreatívni. Okamžite vidia reálne výsledky svojej práce a môžu

sledovať, ako ich programovanie ovplyvňuje pohyby a správanie robota. Deti sa tak hrajú, a zároveň sa učia a rozvíjajú svoje schopnosti (Stoffová – Zboran, 2018).

Pri zavádzaní edukačnej robotiky do vyučovania je dôležité, aby učitelia vedeli, aké majú priority a čo chcú dosiahnuť. Robotika je náročná na čas a ponúka rozvoj vedomostí a zručností v mnohých oblastiach (Ganajová et al. 2021). Preto si učitelia musia stanoviť jasné ciele a určiť, čo je pre ich školu najdôležitejšie. Musia si premyslieť, aké vzdelávacie ciele chcú pomocou robotov a robotických stavebníc dosiahnuť (Harlen et al., 1992).

Výskum v oblasti jednoduchého programovania s uplatnením rôznych technologických platforiem v ostatných rokoch stúpa. V rokoch 2012 až 2022 bolo z databázy Scopus analyzovaných celkovo 842 článkov. Zistenia ukázali, že v roku 2021 bol zaznamenaný najvyšší objem publikácií, pričom Spojené štáty sa stali najproduktívnejšou krajinou, nasledované Indiou, Indonéziou, Brazíliou a Čínou. Medzi autormi získala najvyššiu frekvenciu citácií Yasmin B. Kafai, pričom Calin Galeriu, S. Kubínová, J. Šlégr a James P. Grinias boli tiež prominentne citovaní. Kľúčové slovo „Arduino“ vykazuje súvislosti s výrazmi ako „android“, „Bluetooth“, „dištančné vzdelávanie“, „e-learning“, „nízkonákladový“, „simulácia“ a „IoT“. Tento vznikajúci trend odhaľuje silné prepojenie medzi hardvérom Arduino, webovými stránkami elektronického vzdelávania a digitálnymi nástrojmi na rozvoj zručností žiakov (Sulimro, Santoso, Josephine a Prabowo, 2023).

Mikrokontroléry predstavujú populárnu technológiu našej doby. Zatiaľ čo pred niekoľkými desaťročiami sa zdalo mimoriadne ťažké naučiť neelektronických inžinierov programovať jednočipový počítačový systém, dnes neskúsení dizajnéri zdieľajú prototypy založené na mikrokontroléroch cez internet (Bolanakis, 2019).

V technologickom vzdelávaní je dôležité vstúpiť žiakom vedomosti o tom, ako sa prostredie vytvorené človekom vyvinulo a stále sa vyvíja prostredníctvom ľudskej činnosti. Vynaliezavosť, inovácia a riešenie problémov sú súčasťou základnej podstaty technológie (napr. Sparkes, 1993; Järvinen & Hiltunen, 2000; Järvinen, 2001). Preto je na hodinách technológie nevyhnutné umožniť deťom, aby prevzali zodpovednosť za svoje procesy navrhovania a výroby. Zároveň to neznamena, že od každého študenta by sa malo očakávať, že bude inovátorom. Dôležité je, aby každý študent bol schopný rozvíjať nápady, ktoré spĺňajú jeho osobné potreby, a tieto potreby by mohli byť uspokojené kopírovaním nápadu na projekt od iného študenta (Järvinen, Karsikas a Hintikka, 2007).

Farcas a Caltun realizovali výskum neformálnych aktivít realizovaných žiakmi základných škôl s cieľom oboznámiť ich s jednoduchými senzormi, akčnými členmi a mikrokontrolérmi BIT, ktoré je možné programovať pomocou jednoduchého softvéru. Aktivity sa realizovali v štyroch pracovných skupinách, organizovaných v triedach, pričom účastníkmi boli žiaci tretieho ročníka. Aktivity sa začali opisom pojmu „robotika“ a krátkym filmom, ktorý ukazoval význam vzdelávacích robotov. Po úvode do sveta robotiky stredoškólači, členovia klubu Nano Tech Robotics Club, realizovali interaktívne aktivity pre žiakov základných škôl s použitím mikrokontroléra Micro:Bit a jednoduchých

senzorov. Robotické aktivity, ktoré vykonávali študenti pracujúci v robotickom klube NanoTechFun, dokázali vzbudiť záujem žiakov základných škôl. Študenti stredných škôl, ktorí sú členmi robotického klubu, boli spokojní s aktívnou účasťou žiakov základných škôl na týchto aktivitách, považujú ich za úspešné a majú záujem o opakovanie takýchto podujatí pre žiakov (Farcas, a Caltun, 2021).

S cieľom udržateľne rozvíjať učiteľov 21. storočia vyvinuli aktivitu IoT PBL pre budúcich učiteľov základných škôl na Taiwane, aby sa zlepšil postoj učiteľov k programovaniu a rozšírili ich obsahové znalosti o výučbe programovania, vrátane konceptov výpočtového myslenia a vedomostí týkajúcich sa micro:bit a IoT. Cieľom tohto projektu bolo zapojiť budúcich učiteľov základných škôl do používania micro:bit a elektronických modulov na vytváranie kartónových hier s funkciami IoT. Predbežné hodnotenie sa uskutočnilo v rámci kurzu vzdelávania učiteľov na overenie uskutočniteľnosti projektu. V dôsledku toho mohli budúci učitelia základných škôl, ktorí sa zúčastnili tohto projektu, vyvíjať rôzne kartónové hry IoT prostredníctvom tímovej práce. Ich skóre v hodnotení konceptov výpočtového myslenia, znalostí o vývojových doskách a postoja k programovaniu sa po projektovej aktivite výrazne zlepšilo. Taktiež vyjadrili veľmi pozitívnu spätnú väzbu na projekt. Tieto zistenia potvrdzujú, že navrhovaná aktivita PBL by mohla byť uskutočniteľná pre vzdelávanie učiteľov na prvom stupni základných škôl (Tsai, 2024).

Učitelia čoraz častejšie používajú vo svojich triedach nízkonákladové mikrokontroléry, ale vedenie hodiny zameranej na používanie mikrokontroléra môže spôsobiť ťažkosti alebo problémy, či už pre študenta alebo pre inštruktora. Na vyriešenie týchto problémov bolo potrebné navrhnuť model výučby a učenia sa pre používanie nízkonákladových mikrokontrolérov v školách. Štúdia Lee (2020) kládla za cieľ vyvinúť model výučby a učenia sa pre používanie nízkonákladových mikrokontrolérov. V dôsledku tejto štúdie autor navrhol model výučby a učenia sa, ktorý pozostáva zo šiestich fáz: výber témy, skúmanie metód implementácie, experimentovanie, tvorba výučbových a vzdelávacích materiálov, implementácia plánov hodín a zlepšovanie.

Cieľom štúdie Lu, Hong, Chen a Maje bolo navrhnuť interdisciplinárne učebné osnovy pre vedu, techniku, inžinierstvo a matematiku (STEM) pre žiakov základných škôl s cieľom rozvíjať ich STEM gramotnosť. V tejto prípadovej štúdii bolo ako výskumná vzorka zahrnutých 54 žiakov z piateho až šiesteho ročníka základnej školy. Po vyhodnotení výsledkov výskumu autori zistili, že počas implementácie navrhnutých učebných osnov sa každá skupina žiakov naučila vytvoriť návrh programovania Arduino a zostaviť senzoricky riadené diela, vyberať vhodné materiály na objekt. Po výučbe si žiaci základných škôl zlepšili STEM gramotnosť v každej zložke, pričom miera experimentálneho efektu každej zložky STEM gramotnosti bola stredná až vysoká. Vedci predpokladajú, že programovanie Arduino na zostavenie senzoricky riadených diel by mohlo zlepšiť gramotnosť žiakov základných škôl v oblasti STEM: výučba predmetového prieskumu a výsledky štatistickej analýzy testu gramotnosti STEM ukázali, že žiaci

základných škôl, ktorí implementovali predmetový prieskum, sa vzdelávali v interdisciplinárnych oblastiach. Aplikácia programovania mikrokontrolérových dosiek na zostavovanie riadených senzorických projektov, ako sú napríklad environmentálne inteligentné konštrukcie, by mohla zlepšiť gramotnosť v STEM, ale aj interdisciplinárne znalosti a metakogníciu študentov .

Kvalitatívna prípadová štúdia skúmala príležitosti pre učiteľov rodinných a spotrebiteľských vied v Colorade začleniť mikrokontroléry, ako napríklad LilyPad Arduino, do učebných osnov módného návrhárstva a merchandisingu. Údaje z výskumu pomohli identifikovať dve oblasti, ktoré majú dramatický vplyv na schopnosť učiteľa implementovať mikrokontroléry: financovanie a profesionálny rozvoj učiteľov (Blatnick-Gagné, 2017).

Cieľom štúdie Ariyanto, Rohadi, Fahrur Rozi, Al Hadid Firdaus, Noprianto, et al. (2024) bolo navrhnuť a analyzovať vzdelávanie v oblasti IoT tabule pre žiakov základných škôl ako podporný nástroj na učenie sa programovacej logiky. Učebné osnovy v oblasti programovacej logiky boli implementované do výučby základných škôl s cieľom rozvíjať kritické myslenie žiakov. Štúdia použila metodiku pozostávajúcu z nasledujúcich fáz: analýza a požiadavky systému, návrh, vývoj, testovanie a implementácia. Výsledky výskumu ukázali, že 80 % žiakov bolo schopných systém dobre používať a prejavili záujem o vzdelávanie v oblasti IoT tabule a testovanie, ktoré preukázalo 100 % vhodnosť pre potreby školy. Záverom možno povedať, že vzdelávací systém IoT tabule je možné implementovať na základných školách na dosiahnutie cieľov výučby v oblasti programovacej logiky.

Výskum v oblasti prírodných vied na základnej škole, konkrétne v téme zameranej na riadenie výroby elektrickej energie a meranie a riadenie prostredníctvom praktickej práce realizovali autori výskumu Imai, Ueno a Kajihara (2019). Žiaci počas experimentálnej výučby skutočne riadili modely vlakov pomocou elektrickej energie generovanej ručným generátorom a uloženéj v kondenzátore. Prostredníctvom tejto praktickej skúsenosti sa naučili, že elektrinu je možné generovať ručným generátorom a že smer a sila elektrického prúdu sa mení v závislosti od otáčania rukoväte. Vo vzdelávaní v oblasti prírodných vied pre meranie a riadenie žiaci programovali samostatne metódou pokus-omyl. Dotazníkové prieskumy ukázali, že deti sa úlohy riešili s takým veľkým záujmom, že dokázali pochopiť vlastnosti a funkcie elektriny vrátane toho, že elektrinu je možné vyrábať, skladovať a premieňať. Zistenia z dotazníka ukazujú, že spoločné vzdelávanie v oblasti výroby energie pomohlo deťom viac si uvedomiť procesy merania a riadenia.

Na základných školách nielen na Slovensku je ťažké sklbiť obmedzený počet vyučovacích hodín plánovaných pre ten-ktorý ročník základných škôl a množstvo požiadaviek kladených na splnenie požadovaných cieľov na úrovni štátu vo všetkých predmetoch. V USA sa vedci pokúsili spoločne riešiť klesajúcu úroveň fyzickej aktivity žiakov a začlenenie výučby informatiky do základných škôl. Navrhli využitie projektu moveSMART,

ktorý využíva webovú platformu na integráciu príležitostí na telesnú výchovu s vzdelávacími aktivitami v oblasti informatiky a výpočtového myslenia. Žiaci štvrtého ročníka, ktorí absolvovali jednoduchý intervenčný program, zaznamenali výrazné zlepšenie v oblasti záujmu o kódovanie a vnímania povolania programátora (Jeong, Payton, Julien a Castelli, 2022).

Zaujímavým smerom výskumu v oblasti mikrokontrolérov je prepojiť vo vzdelávaní digitálne hry a vzdelávanie detí. Hlavnou myšlienkou výskumu Chursina a Semenova (2020) bolo kombinovať plnohodnotnú videohru a skutočné mikrokontroléry. V prvej fáze bolo hlavnou úlohou hry, aby si hráč osvojil pochopenie toho, kde používať určité senzory a mikrokontroléry. Hráči bez špecifických znalostí zvládli vytvoriť svoje prvé schémy a implementovať ich do hry. Výsledkom bolo, že hráči získali skutočné znalosti o tom, ako senzory a mikrokontroléry fungujú, videli ich možné výhody a nevýhody realizovanej schémy. To prispieva k rozvoju detí (ale aj dospelých) v oblasti informatiky, vedy a techniky a k zapájaniu sa do interdisciplinárneho a aplikovaného prístupu k učeniu.

Štúdia Hsiao, Lin, Lin, Lin, Chen a Chen (2019) skúmala, či žiaci, ktorí sa učili robotiku pomocou tvorby modelu kraba, dosahujú lepšie výsledky v motivácii k učeniu, študijnom výkone, výpočtovom myslení a praktických zručnostiach v porovnaní s tými, ktorí sa učili tradičnými prednáškami. Výskumníci vybrali 70 šiestakov zo štyroch tried, ktorých rozdelili do dvoch skupín: experimentálna skupina (vyučovaná pomocou tvorby modelu kraba) a kontrolná skupina (vyučovaná výkladom učiteľa). Experiment prebiehal 18 týždňov, čo predstavovalo celkovo 1 440 minút výučby. Výsledky ukázali, že obe skupiny si zlepšili všetky sledované oblasti. Avšak žiaci v experimentálnej skupine dosiahli výrazne lepšie výsledky v didaktických testoch.

Zavádzanie robotiky do základných škôl je možné prostredníctvom mimoškolských aktivít, no ideálne by bolo začleniť ju priamo do vyučovania. V rámci robotiky sa žiaci učia skladať a programovať jednoduché roboty, často pomocou špeciálnych vzdelávacích sád. Typické robotické aktivity zahŕňajú kolesové roboty, ktoré však môžu mať rôzne funkcie. Pre programovanie sa zvyčajne používa ovládač Arduino s programovacím jazykom C. Pre žiakov základných škôl však môže byť C príliš náročné. Riešením môže byť ArduBlock, jednoduchý a open-source vizuálny programovací jazyk. Výskum Purnomo a Firmansyah (2021) bol zameraný na vytvorenie kolesového robota s rôznymi funkciami, ako sú sledovanie čiary, transport a sledovanie steny a zároveň overoval, či je ArduBlock úspešne použiteľný ako programovací jazyk pre robota. Výsledky testov ukázali, že ArduBlock je efektívny na programovanie ovládača Arduino.

Ďalšie zahraničné výskumy ukazujú, že učitelia považujú robotiku a blokové programovanie za jednoduchší a vhodnejší spôsob, ako naučiť žiakov základných škôl pracovať s algoritmami. Deti prejavujú o prácu s robotmi väčší záujem, pretože ich motivuje. Zároveň si rozvíjajú kritické myslenie, komunikáciu, kreativitu, motorické a technické zručnosti. Učia sa samostatnému aj tímovému riešeniu problémov,

experimentovaniu a sebapoznaniu. Vyučovanie je vďaka tomu hravejšie a zaujímavejšie. Robotika dokáže zaujať dokonca aj žiakov, ktorí nemajú radi technické predmety, ako aj zdravotne či sociálne znevýhodnených žiakov (Tsagkaraki et al., 2021).

Tieto pozitívne výsledky potvrdzujú viaceré štúdie a v mnohých krajinách vznikajú rôzne krúžky a kurzy programovania. Problémom však zostáva nedostatočné vybavenie škôl, nedostatok metodických príručiek a krátky čas na vzdelávanie učiteľov v oblasti robotiky (Khanlari, 2014; Chalmers, 2018; Anwar et al., 2019; Lathifah et al., 2019; Noh – Lee, 2019).

Vo vedeckých a technických oblastiach ako je inžinierstvo a informatika stále prevažujú na pracovných miestach muži nad ženami. Väčšina výskumov, ktoré sa venujú snahám o vyriešenie tejto rodovej nerovnosti sa zameriava na cieľové skupiny na stredných a vysokých školách. Štúdia realizovaná v USA skúmala, aké sú počiatočné postoje a záujem o technológie a inžinierstvo u žiakov prvých a druhých ročníkov základných škôl, a to ešte predtým, ako si stihli vytvoriť predsudky. Všetky deti (105 žiakov) absolvovali úvodný kurz robotiky s robotom KIBO. Pred kurzom a po ňom sa zbierali údaje o ich postojoch k technológiám a inžinierstvu, ako aj o tom, ako zvládli programovacie koncepty, ktoré sa učili. Predbežné výsledky ukázali, že dobre navrhnutý kurz robotiky, ktorý je primeraný veku detí, môže zvýšiť záujem dievčat o inžinierstvo. Tieto zistenia naznačujú, že je dôležité podporovať dievčatá v technických odboroch už v ranom veku, aby sa predišlo prehlbovaniu rodových rozdielov v budúcnosti (Sullivan and Bers, 2019).

2 Interdisciplinárne prepojenia realizovaných projektov

Moderné vzdelávanie je charakterizované snahou o prekonanie tradičných hraníc medzi vyučovacími predmetmi. Cieľom je vytvoriť priestor, v ktorom žiak dokáže spájať poznatky z rôznych oblastí a uplatňovať ich v reálnych situáciách. Interdisciplinárne prepojenie predmetov predstavuje spôsob, ako viesť žiaka k hlbšiemu porozumeniu javov a súvislostí, ktoré presahujú rámec jednej disciplíny. V tomto zmysle sa interdisciplinárne projekty stávajú základným prvkom moderného edukačného procesu. Umožňujú žiakom prepájať poznanie, experimentovať, tvoriť a reflektovať svet prostredníctvom praktických činností. Ich cieľom nie je len sprostredkovať teoretické vedomosti, ale predovšetkým formovať schopnosť aplikovať ich v rôznych kontextoch – prírodovednom, technickom, environmentálnom i spoločenskom. Interdisciplinarita vo výchove a vzdelávaní je založená na princípe jednoty poznania a reality. Každý prírodovedný a technický jav má viacero dimenzií, ktoré možno pochopiť len prostredníctvom súčinnosti viacerých vedných oblastí. Tento prístup vedie k integrácii poznatkov z biológie, fyziky, chémie, matematiky, informatiky a techniky, čím sa vytvára priestor pre celostné pochopenie procesov v prírode a spoločnosti. Z metodologického hľadiska interdisciplinárne projekty podporujú tzv. bádateľsky orientované učenie, v ktorom žiak objavuje nové poznatky prostredníctvom vlastného skúmania. Projekt ako forma učenia umožňuje prepojiť teóriu s praxou, čo naplňuje základný cieľ moderného vzdelávania – formovanie kompetencií potrebných pre život v 21. storočí. Interdisciplinarita je úzko spätá s koncepciou STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), ktorá kladie dôraz na praktické využitie poznatkov z prírodných a technických vied. Tento prístup rozvíja nielen kognitívne, ale aj sociálne, manuálne a digitálne zručnosti žiakov.

Pedagogický význam realizovaných projektov

Realizované projekty predstavujú modelové situácie, v ktorých sa spája vedecké poznanie s technickou tvorivosťou a environmentálnou výchovou. Každý z týchto projektov umožňuje rozvíjať špecifické, ale aj spoločné kompetencie – pozorovanie, meranie, analýzu, tvorbu a interpretáciu výsledkov. Zároveň ide o formy učenia, ktoré podporujú hodnotové a postojoyé zložky osobnosti žiaka. Praktická činnosť v kombinácii s poznaním posilňuje sebadomie, zodpovednosť, spoluprácu a etické myslenie. Projekty umožňujú aplikovať princípy zážitkového a kooperatívneho učenia, v ktorom žiaci skúmajú, navrhujú a reflektujú procesy vo svojom okolí.

Vzťah k inovatívnemu štátnemu vzdelávaciemu programu

V rámci inovovaného štátneho vzdelávacieho programu je interdisciplinarita chápaná ako jedna z kľúčových požiadaviek modernej školy. Program podporuje integráciu obsahu, kompetenčne orientované vyučovanie a využívanie projektovej formy práce. Interdisciplinárne projekty preto predstavujú praktickú realizáciu týchto cieľov – prepájajú oblasti prírodovedného, technického a digitálneho vzdelávania a súčasne posilňujú

environmentálne a etické dimenzie učenia. V praxi to znamená, že žiak nie je pasívnym prijímateľom informácií, ale aktívnym riešiteľom problémov. Projekty, ktoré využívajú mikrokontroléry, umožňujú žiakom rozvíjať schopnosť logického uvažovania, experimentovania a tvorivého myslenia. Týmto spôsobom sa školské prostredie približuje realite, v ktorej je interdisciplinarita prirodzenou súčasťou každodenného života.

Model interdisciplinárneho učenia

Model interdisciplinárneho učenia možno charakterizovať ako systém, v ktorom jednotlivé predmety spolupracujú na spoločnom cieľovom zámere. V centre pozornosti nestojí izolovaný učebný obsah, ale problém, ktorý žiak rieši prostredníctvom poznatkov z viacerých oblastí. V rámci prírodovedno-technického vzdelávania možno tento model realizovať prostredníctvom experimentálnych projektov, v ktorých žiaci navrhujú, stavajú, programujú a analyzujú vlastné výtvory. Spoločným znakom všetkých týchto činností je práve prepájanie vedeckého poznania, technickej konštrukcie a digitálnej analýzy. Takýto model učenia vedie k formovaniu trvalých kompetencií – schopnosti kriticky myslieť, plánovať, riešiť problémy, spolupracovať a vyhodnocovať výsledky. Okrem toho rozvíja zmysel pre presnosť, estetiku, efektívnosť a zodpovednosť voči životnému prostrediu. Interdisciplinárne prepojenia realizovaných projektov predstavujú praktickú odpoveď na potrebu modernizácie vyučovania. Ich cieľom nie je len obohatenie obsahu predmetov, ale najmä vytváranie mostov medzi vedomosťami, zručnosťami a hodnotami. Vďaka nim sa škola stáva miestom tvorby, objavovania a experimentovania. Žiak v nej nie je len prijímateľom poznatkov, ale ich aktívnym tvorcom, ktorý dokáže prepájať rôzne oblasti poznania do jedného logického a funkčného celku. Realizované projekty sú preto nielen nástrojom učenia, ale aj dôkazom, že interdisciplinárne prístupy dokážu premeniť školu na priestor, kde sa spája veda, technika a človek – v jednote poznania, tvorivosti a zodpovednosti. Východiskom tejto kapitoly je obsahová analýza inovovaných štátnych vzdelávacích programov (ŠPÚ, 2023) pre nižšie stredné vzdelávanie, ktoré určujú výkonové a obsahové štandardy v jednotlivých predmetoch. Metodologicky je kapitola založená na kvalitatívnom prístupe – identifikujú sa tie tematické oblasti a učebné ciele, ktoré umožňujú vytvárať prierezové väzby v rámci spoločného projektu. Výskumným nástrojom bola komparácia kurikulárnych dokumentov z pohľadu potenciálu pre experimentálne, projektové a bádateľské učenie.

2.1 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Mini meteorologická stanica

Interdisciplinarita vo vzdelávaní predstavuje moderný prístup k vyučovaniu, ktorý umožňuje žiakom spájať poznatky z viacerých predmetov do jedného uceleného poznávacieho a tvorivého procesu. V kontexte technického a prírodovedného vzdelávania sa tento prístup prejavuje najmä prostredníctvom projektového a bádateľského učenia,

kde žiaci riešia praktické problémy a súčasne rozvíjajú teoretické vedomosti. Kľúčom k efektívnemu učeniu v 21. storočí je integrácia poznania, zručností a hodnôt prostredníctvom technických činností a experimentov. Projekt Mini meteorologická stanica je príkladom takéhoto prepojenia, pretože spája oblasti fyziky, chémie, geografie, informatiky, matematiky a techniky do spoločného systému poznávania. Stanica umožňuje meranie teploty, vlhkosti vzduchu, pôdnej vlhkosti a výšku hladiny dažďa, pričom žiaci prostredníctvom nej realizujú experimentálne pozorovania a analyzujú vzťahy medzi prírodnými javmi. Depešová (2021) zdôrazňuje, že interdisciplinárny projekt podporuje u žiakov nielen intelektuálnu aktivitu, ale aj hodnotovú orientáciu a schopnosť kooperácie. Krajínčák (2024) zároveň poukazuje na to, že technické projekty majú významný výchovný rozmer, pretože učia žiakov zodpovednosti, systematickosti a reflexii vlastnej práce. Z teoretického hľadiska interdisciplinárne vyučovanie vychádza z princípu jednoty poznania a praxe. Šebo (2018) uvádza, že prepojenie teórie s praktickou činnosťou umožňuje žiakom rozvíjať hlbšie porozumenie vedeckým zákonitostiam a zároveň budovať technickú kultúru. Metodologicky je tento prístup postavený na bádateľských aktivitách, ktoré spájajú pozorovanie, experimentovanie, meranie, interpretáciu údajov a ich aplikáciu do reálneho života. V tejto kapitole je interdisciplinárny potenciál skúmaný prostredníctvom analýzy inovovaných štátnych vzdelávacích programov (ŠVP, 2023), ktoré definujú výkonové a obsahové štandardy predmetov biológia, fyzika, chémia, geografia, technika, informatika a matematika.

2.1.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Fyzika je v projekte meteorologickej stanice dominantným nositeľom empirického poznania. Žiaci prostredníctvom snímačov mikrokontroléra merajú teplotu, vlhkosť vzduchu, pôdnu vlhkosť a výšku hladiny dažďa, čím priamo pozorujú základné fyzikálne veličiny a zákonitosti. Týmto spôsobom dochádza k praktickému pochopeniu pojmov ako teplo, energia, vlhkosť vzduchu či fyzikálne jednotky. V súlade s cieľmi fyziky podľa ŠPÚ (2023) sa rozvíja bádateľská spôsobilosť žiakov, ich schopnosť plánovať experiment a analyzovať výsledky. Chémia sa do projektu zapája prostredníctvom skúmania fyzikálno-chemických javov v atmosfére. Prostredníctvom jednoduchých experimentov – napríklad merania vlhkosti a teploty pri rôznych podmienkach – si osvojujú vzťah medzi chemickým a fyzikálnym aspektom prírodných procesov. Chémia tu teda zohráva vysvetľujúcu funkciu, ktorá prehĺbuje chápanie meraných údajov. Geografia rozširuje projekt o environmentálny a priestorový kontext. Získané údaje z meteorologickej stanice žiaci lokalizujú, porovnávajú a interpretujú v závislosti od geografickej polohy, nadmorskej výšky alebo miestnych podmienok. Tým sa učia chápať vzťahy medzi teplotou, vlhkosťou, vegetáciou a polohou územia. Technika zabezpečuje praktickú dimenziu projektu. Žiaci konštruujú a zapájajú meteorologickú stanicu, vytvárajú držiaky pre snímače, plánujú usporiadanie komponentov a učia sa pracovať s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Technická tvorivosť je kľúčovým prvkom pri rozvoji kompetencií 21. storočia, pretože spája teoretické poznanie s riešením reálnych technických úloh. Projekt podporuje plánovanie,

bezpečnosť práce, tímovú spoluprácu a rozvíja konštrukčné myslenie. Informatika v tomto projekte zohráva integrujúcu úlohu. Žiaci programujú snímače prostredníctvom blokového alebo textového prostredia (MakeCode, Python) a prenášajú údaje do počítača na spracovanie. Využívajú digitálne nástroje na vizualizáciu dát, tvorbu grafov a prezentáciu výsledkov. V súlade s obsahovými štandardmi informatiky (ŠPÚ, 2023) sa rozvíja algoritmické myslenie, schopnosť interpretovať údaje a pracovať s technológiami. Krajínčák (2024) upozorňuje, že digitalizácia experimentálneho učenia predstavuje kľúčový trend v súčasnej didaktike technických predmetov, pretože zvyšuje motiváciu žiakov a prehĺbuje ich porozumenie procesom. Matematika dopĺňa interdisciplinárny rámec o schopnosť kvantitatívne spracovať namerané údaje. Žiaci vytvárajú tabuľky, počítajú priemerné hodnoty, odchýlky a zobrazujú výsledky v grafoch. Týmto spôsobom aplikujú matematické pojmy na reálne dáta a rozvíjajú štatistické a analytické myslenie. Matematická analýza v projektoch tohto typu rozvíja logické myslenie, presnosť a schopnosť interpretovať výsledky vedeckých meraní.

Projekt predstavuje vzorový príklad implementácie interdisciplinárneho vzdelávania v oblasti STEM. Integruje poznanie z rôznych disciplín, pričom prepája teóriu s praxou a umožňuje žiakom overovať vedecké poznatky prostredníctvom vlastných meraní a pozorovaní. Takýto prístup podporuje rozvoj technickej gramotnosti, kritického myslenia a zodpovedného postoja k technológiám. Šebo (2018) zdôrazňuje potrebu rozvíjať technickú tvorivosť prostredníctvom praktických úloh, ktoré majú reálny význam pre život. Depešová (2021) dopĺňa, že interdisciplinárne projekty vedú žiakov k pochopeniu komplexnosti prírody a vzájomnej závislosti vedeckých poznatkov. Projekt učí žiakov interpretovať údaje, uvažovať v súvislostiach a hodnotiť výsledky na základe empirických dôkazov. Projekt Mini meteorologická stanica je efektívnym nástrojom na realizáciu interdisciplinárneho vyučovania v nižšom strednom vzdelávaní. Prepája poznanie z oblasti fyziky, chémie, geografie, informatiky, matematiky a techniky do jedného funkčného celku, ktorý umožňuje žiakom experimentovať, analyzovať a reflektovať poznanie. Zároveň rozvíja ich digitálne, technické a prírodovedné kompetencie, čím naplňuje ciele moderného vzdelávania definované v inovovanom (ŠVP, 2023). Projekt predstavuje príklad dobrej praxe v oblasti STEM edukácie a potvrdzuje, že interdisciplinarita je cestou k zmysluplnému a trvalo udržateľnému vzdelávaniu.

Nasledujúca tabuľka prezentuje možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Mini meteorologická stanica do vyučovacieho procesu v rámci inovovaného štátneho vzdelávacieho programu (2023). Tabuľka zobrazuje prepojenia medzi ročníkmi, vyučovacími predmetmi a tematickými celkami, v ktorých je možné projekt uplatniť.

Tabuľka 1 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Mini meteorologická stanica do vyučovacieho procesu

Ročník	Predmet	Tematický celok	Možnosť aplikácie projektu
5. ročník	Geografia	Počasia a podnebie	Pozorovanie počasia, určovanie základných meteorologických javov.
6. ročník	Fyzika	Meranie veličín, teplo, energia	Meranie teploty a vlhkosti pomocou snímačov micro:bitu.
7. ročník	Chémia	Vzduch, voda a ich vlastnosti	Skúmanie zloženia atmosféry, vlhkosti vzduchu, rosného bodu a ich vplyvu na prostredie.
7. ročník	Technika	Konštrukčné činnosti, elektronika	Zostrojenie meteorologickej stanice, zapojenie senzorov, práca s elektronickými obvodmi.
8. ročník	Informatika	Programovanie, práca s údajmi	Programovanie micro:bitu, spracovanie a vizualizácia nameraných údajov v grafoch.
8. ročník	Matematika	Štatistika, grafy, priemer	Vyhodnocovanie nameraných údajov, tvorba grafov, výpočet priemerných hodnôt.
9. ročník	Geografia	Klimatické pásma a environmentálne faktory	Porovnanie údajov z rôznych období, interpretácia miestneho počasia a klimatických trendov.
9. ročník	Technika	Projektová činnosť a inovácie	Záverečný projekt – návrh a prezentácia funkčnej meteorologickej stanice so senzormi.

2.2 Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu

Meranie fyzikálnych veličín, ako sú teplota vody a vlhkosť vzduchu, predstavuje jeden z najdôležitejších aspektov prírodovedného a technického vzdelávania. Tieto veličiny majú zásadný význam nielen v prírodných vedách, ale aj v technike, environmentálnej výchove a informatike. Ich sledovanie umožňuje žiakom pochopiť základné fyzikálne princípy, ekologické súvislosti a technické možnosti merania pomocou moderných senzorových zariadení. Projekt zameraný na meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu prostredníctvom mikrokontroléra BBC micro:bit predstavuje efektívny spôsob, ako prepájať teoretické poznatky s praxou. Umožňuje žiakom pozorovať zmeny prostredia, získavať reálne dáta a analyzovať ich. Tento proces rozvíja nielen poznanie, ale aj zručnosti v oblasti digitálneho spracovania informácií, merania, programovania a vedeckej interpretácie údajov. V pedagogickom kontexte ide o interdisciplinárnu aktivitu, ktorá spája biológiu, fyziku, chémiu, techniku, informatiku a matematiku. Vytvára tak priestor pre rozvoj kritického a

experimentálneho myslenia, ktoré je základom prírodovednej a technickej gramotnosti. Meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu je postavené na princípoch empirického učenia, v ktorom žiaci aktívne skúmajú prostredie, zbierajú údaje a formulujú závery. Takýto prístup podporuje rozvoj schopnosti pozorovať, porovnávať, merať a vyhodnocovať. V projekte je možné využiť mikrokontrolér BBC micro:bit s pripojenými senzormi – teplotným čidlom a senzorom vlhkosti. BBC micro:bit umožňuje nielen meranie, ale aj zobrazovanie hodnôt a ich spracovanie v digitálnej forme. Žiaci tak získavajú skúsenosť s prepojením fyzikálneho merania a programovania. V metodologickom rámci ide o projekt, ktorý možno zaradiť do oblastí experimentálnej výučby a bádateľského učenia. Učiteľ vedie žiakov k stanoveniu hypotézy (napr. „teplota vody ovplyvňuje vlhkosť vzduchu nad hladinou“), k návrhu merania, zberu dát a k ich analýze. Tento prístup vedie k rozvoju vedeckej gramotnosti a k formovaniu myslenia, ktoré je založené na dôkazoch.

2.2.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Z biologického hľadiska projekt umožňuje pochopiť vplyv teploty a vlhkosti na živé organizmy. Žiaci skúmajú, ako tieto faktory ovplyvňujú dýchanie, fotosyntézu, vývoj rastlín a správanie živočíchov. Merania môžu prebiehať v prostredí akvária, terária alebo školského laboratória, kde sa sledujú zmeny mikroklimy. Takýto prístup rozvíja ekologické myslenie a chápanie biologickej rovnováhy. Fyzikálne princípy sú základom projektu. Žiaci sa oboznamujú so zákonmi tepelnej výmeny, šírenia tepla, s definíciou relatívnej vlhkosti a jej závislosťou od teploty. Vysvetľujú si pojmy ako bod nasýtenia, kondenzácia, teplo a energia. Prostredníctvom meraní pochopia vzťah medzi teplotou a množstvom vodnej pary vo vzduchu. Fyzikálne pozorovanie sa tak mení na praktické pochopenie zákonitostí prostredia. Z pohľadu chémie projekt objasňuje fyzikálno-chemické vlastnosti vody a vzduchu. Žiaci diskutujú o molekulovej štruktúre vody, o jej schopnosti viazať teplo a meniť skupenstvá. Téma umožňuje chápať prepojenie medzi fyzikálnymi javmi a chemickými procesmi v prostredí, napríklad pri odparovaní alebo kondenzácii vodnej pary. Technický aspekt projektu spočíva v praktickom využití senzorov a mikrokontroléra. Žiaci sa učia zapájať senzory, vytvárať jednoduché obvody a programovať ich činnosť. Rozvíjajú pritom manuálne zručnosti, logické myslenie a technickú tvorivosť. Projekt zároveň ukazuje, ako technológia umožňuje človeku efektívne monitorovať a regulovať prostredie. Informatická zložka je zastúpená programovaním mikrokontroléra a spracovaním nameraných dát. Žiaci vytvárajú algoritmy, ktoré riadia zber údajov, ich spracovanie a zobrazovanie. Práca v programovacom prostredí (napr. MakeCode, Python) rozvíja digitálne kompetencie a podporuje pochopenie logiky algoritmického myslenia. Výstupom projektu môže byť tabuľka, graf alebo vizualizácia priebehu merania. Matematika poskytuje nástroje na spracovanie a interpretáciu dát. Žiaci vypočítavajú priemerné hodnoty, rozdiely teplôt, zmeny vlhkosti a vytvárajú grafy závislostí. Takýto prístup rozvíja presnosť, logiku a schopnosť analytického uvažovania. Merania sú

ideálnym príkladom aplikácie matematiky v reálnom živote, čo zvyšuje motiváciu žiakov a posilňuje ich vzťah k predmetu.

Tabuľka 2 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu do vyučovacieho procesu

Predmet	Ročník	Tematický celok	Možnosť aplikácie projektu
Biológia	6.–7.	Podmienky života	Vplyv teploty a vlhkosti na organizmy.
Fyzika	7.–8.	Tepelné javy	Meranie teploty vody a vlhkosti prostredia.
Chémia	8.–9.	Fyzikálno-chemické javy	Odparovanie, kondenzácia, vlhkosť.
Technika	7.–9.	Senzory	Meranie prostredníctvom BBC micro:bitu.
Informatika	6.–9.	Programovanie	Zber dát, spracovanie a zobrazenie hodnôt.
Matematika	7.–9.	Výpočty, grafy	Analýza zmien hodnôt v čase.
Environmentálna výchova	6.–9.	Klimatické zmeny	Diskusia o vplyve prostredia na živé organizmy.

Projekt predstavuje ideálny model interdisciplinárneho učenia, v ktorom sa spája experiment, technológia a analýza dát. Žiaci sa učia chápať svet prostredníctvom merateľných javov, čím sa posilňuje ich schopnosť logicky uvažovať a vyvodzovať závery na základe dôkazov. Zároveň ide o aktivitu s výrazným environmentálnym presahom – sledovanie teploty a vlhkosti je základom pochopenia klimatických procesov, adaptácie organizmov na prostredie či efektívneho hospodárenia s vodou. Didaktický prínos projektu spočíva aj v tom, že spája tradičné laboratórne pozorovanie s modernými digitálnymi technológiami. Učiteľ sa stáva sprievodcom učenia a žiak aktívnym bádateľom. Projekt preto prispieva k prepojeniu školského vzdelávania s reálnym svetom. Meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu predstavuje praktickú aktivitu, ktorá podporuje integráciu prírodovedného, technického a digitálneho vzdelávania. Umožňuje žiakom pochopiť základné fyzikálne princípy, súvislosti v prírode a technické spôsoby ich merania. Projekt rozvíja prírodovednú, matematickú aj digitálnu gramotnosť. Posilňuje schopnosť pozorovať, analyzovať a interpretovať získané dáta. Zároveň vedie k uvedomeniu si významu merania v každodennom živote – od bežného prostredia až po vedecké experimenty. Takto koncipovaná aktivita je ukážkou modernej interdisciplinárnej výučby, ktorá vedie žiakov k zodpovednému, experimentálnemu a kritickému mysleniu a ktorá spája poznanie, prax a technológiu v jednom celku.

2.3 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Automatizované akvárium

Interdisciplinarita v súčasnom vzdelávacom procese predstavuje integrujúci prvok, ktorý umožňuje žiakom prepájať poznatky z rôznych vzdelávacích oblastí do jedného celku. Projekt slúži ako modelová aktivita, ktorá prepája oblasti biológie, fyziky, chémie, geografie, techniky, informatiky a matematiky. Žiaci vytvárajú funkčné akvárium, ktoré slúži na pozorovanie ekologických procesov, meranie teploty vody, svetelných podmienok a automatizáciu osvetlenia prostredníctvom mikrokontroléra. Technické a prírodovedné projekty sú najefektívnejšie vtedy, keď sa učivo aplikuje v praktickom kontexte, ktorý žiakom umožňuje objavovať, skúmať a reflektovať vzťahy medzi človekom a prírodou. Interdisciplinárny projekt je prostriedkom rozvoja kritického myslenia, tvorivosti a schopnosti riešiť problémy, ktoré majú reálny význam pre spoločnosť. Z teoretického hľadiska interdisciplinarita vychádza z princípu jednoty poznania a praxe. Šebo (2018) konštatuje, že žiak by mal poznanie nielen prijímať, ale aj pretvárať do reálnej skúsenosti prostredníctvom technickej a experimentálnej činnosti. Podľa Krajinčáka (2024) projekty založené na bádateľskom učení vedú žiakov k osvojeniu si vedeckých metód a k rozvíjaniu hodnotového postoja k práci. V metodologickom rámci vyučovania má projekt Automatizované akvárium výskumný a tvorivý charakter. Žiaci pozorujú živé organizmy, sledujú kvalitu vody a prostredníctvom senzorov BBC micro:bitu merajú teplotu, ovládajú osvetlenie, filtráciu a ohrievač vody. Vychádza sa pritom z inovácií štátnych vzdelávacích programov (ŠVP, 2023), ktoré podporujú integráciu prírodovedných a technických predmetov.

2.3.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Biológia tvorí základnú vedeckú rovinu projektu. Žiaci skúmajú stavbu tela rýb, rastlín a ich vzájomné vzťahy v ekosystéme akvária. Prostredníctvom pozorovania a merania teploty vody zisťujú vplyv prostredia na správanie organizmov. V zmysle cieľov predmetu biológia podľa (ŠPÚ, 2023) sa rozvíja schopnosť pozorovať živú prírodu, analyzovať ekosystémy a chápať význam rovnováhy v prírode. Fyzika sa do projektu zapája prostredníctvom skúmania tepla, svetla a prenosu energie. Mikrokontrolér BBC micro:bit zaznamenáva teplotu vody a intenzitu svetla, čím žiaci aplikujú poznatky o tepelnej výmene a svetelných javoch. Environmentálne merania sú dôležitým nástrojom pre rozvoj vedeckého myslenia u žiakov, pretože spájajú pozorovanie so zberom a interpretáciou dát. Tento proces podporuje nielen poznanie fyzikálnych princípov, ale aj rozvoj digitálnych kompetencií. Chémia prispieva k pochopeniu chemických vlastností vody. Žiaci zisťujú pH a tvrdosť vody. V zmysle (ŠPÚ, 2023) ide o praktické uplatnenie poznatkov o látkach a ich vlastnostiach v prostredí. Kvalita vody kľúčovým faktorom rovnováhy vodných ekosystémov a jej skúmanie podporuje environmentálne vedomie žiakov. Geografia sa realizuje prostredníctvom štúdia prostredia, v ktorom sa sladkovodné ekosystémy nachádzajú. Žiaci porovnávajú podmienky v akváriu s reálnymi ekosystémami jazier, riek a mokradí. Tým rozvíjajú chápanie geografických

súvislostí a environmentálnych vzťahov. Ako uvádza Depešová (2021), prepojenie geografie a biológie umožňuje žiakom vnímať ekologickú rovnováhu v globálnom kontexte. Technika je základnou aplikačnou oblasťou projektu. Žiaci navrhujú konštrukciu akvária, zapájajú a programujú jeho funkcie – napríklad automatické osvetlenie, meranie teploty vody alebo zapínanie/vypínanie filtrácie. Technická tvorivosť podporuje schopnosť riešiť problémy a buduje praktické zručnosti v oblasti konštrukcie a bezpečnosti práce. Informatika zabezpečuje prepojenie medzi zberom a spracovaním údajov. Žiaci využívajú prostredie MakeCode alebo Python na programovanie senzorov, prenášajú namerané údaje a vytvárajú grafy. Podľa Krajínčáka (2024) digitálna integrácia experimentálnych projektov je kľúčová pre moderné technické vzdelávanie a umožňuje žiakom prepájať reálne pozorovania s analytickým spracovaním dát. Matematika dopĺňa celý proces o kvantitatívne a štatistické vyhodnotenie. Žiaci vytvárajú tabuľky, počítajú priemerné hodnoty teploty, zobrazujú ich graficky a interpretujú výsledky. Matematické operácie v kontexte reálnych dát rozvíjajú analytické myslenie a precíznosť.

Tabuľka 3 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Automatizované akvárium do vyučovacieho procesu

Ročník	Predmet	Tematický celok/Učivo	Možnosť aplikácie projektu
6.–7. ročník	Biológia	Vodné ekosystémy	Sledovanie vplyvu teploty a svetla na rastliny a živočíchy.
7.–8. ročník	Fyzika	Tepelné javy, svetlo	Meranie teploty vody, osvetlenie LED systémom.
8.–9. ročník	Chémia	Zloženie vody	Meranie pH a tvrdosti vody; úprava kvality vody.
7.–9. ročník	Technika	Automatizácia	Riadenie osvetlenia, filtrácie a ohrevu pomocou BBC micro:bitu.
6.–9. ročník	Informatika	Podnebie a vegetačné pásma Zeme	Porovnanie prostredia Afriky a Slovenska, simulácia tropického prostredia.
8. ročník	Informatika	Programovanie senzorov	Zber dát o teplote a svetle, vizualizácia v grafe.
7.–9. ročník	Matematika	Výpočty, štatistika	Spracovanie meraní a výpočet priemerov.
6.–9. ročník	Environmentálna výchova	Ekosystémy	Diskusia o rovnováhe vo vodnom prostredí.

Projekt Automatizované akvárium ukazuje potenciál interdisciplinárneho prístupu v technickej a prírodovednej edukácii. Integruje poznanie, technické zručnosti a hodnotovú orientáciu žiakov. Projekty s reálnym výstupom zvyšujú motiváciu žiakov a rozvíjajú ich autonómiu. Šebo (2018) zdôrazňuje potrebu prepájať teóriu a prax prostredníctvom technických činností, ktoré majú jasný účel. Krajínčák (2024) dopĺňa, že využívanie mikrokontrolérov vo vyučovaní predstavuje cestu k modernizácii technickej edukácie, pretože umožňuje rozvoj logického a algoritmického myslenia. Žiaci si rozvíjajú poznanie prostredníctvom bádateľských aktivít, experimentov a digitálneho spracovania dát. V súlade s cieľmi inovovaného ŠVP (2023) projekt podporuje rozvoj prírodovednej, technickej a digitálnej gramotnosti. Slúži ako ukážka efektívneho prepojenia teórie s praxou a prispieva k budovaniu kompetencií potrebných pre život v 21. storočí.

2.4 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Automatizované terárium pre afrického slimáka

Myšlienka interdisciplinarity v edukačnom procese predstavuje jeden z najdôležitejších konceptov súčasnej pedagogickej teórie a praxe, ale vychádza z potreby vytvárať pre žiaka také vzdelávacie situácie, v ktorých poznanie prestáva byť rozdelené na izolované predmety a nadobúda komplexný charakter. Technická gramotnosť má moderné vzdelávanie smerovať k prepájaniu kognitívnych, manuálnych a hodnotových rovín poznania, čím sa žiak stáva tvorcom, pozorovateľom i reflektujúcim subjektom v procese učenia. Interdisciplinarita v edukačnom prostredí nepredstavuje iba metódu alebo stratégiu, ale osobitý pedagogický princíp, ktorý vedie k celistvému poznaniu sveta. V praxi sa prejavuje prepojením rôznych oblastí učiva prostredníctvom spoločného projektu, problému alebo skúmanej témy. Téma Automatizované terárium pre afrického slimáka je z tohto hľadiska ukázkovým príkladom interdisciplinárneho prístupu. Spája v sebe poznatky z biológie, fyziky, chémie, geografie, techniky, informatiky i matematiky. Prostredníctvom praktickej konštrukcie terária a pozorovania živého organizmu sa vytvára priestor pre experimentálne, tvorivé a bádateľské učenie, ktoré vedie k hlbšiemu pochopeniu vzťahov medzi živou a neživou prírodou. Zmyslom interdisciplinárneho vyučovania nie je iba integrácia učiva, ale rozvoj celého žiaka – jeho myslenia, manuálnych zručností, hodnotových postojov i vzťahu k životnému prostrediu. Interdisciplinarita vychádza z jednoty poznania a jeho aplikácie. V rámci didaktiky prírodovedných a technických predmetov je chápaná ako integrácia obsahov, metód a foriem učenia, ktoré umožňujú žiakom poznávať javy vo vzájomných súvislostiach. Projekt Terárium pre afrického slimáka spája základné osi vzdelávania: poznanie prírody (biológia, geografia, chémia, fyzika), technická tvorivosť (technika), kvantitatívne a modelové spracovanie informácií (matematika, informatika) a environmentálno-etický rozmer výchovy.

2.4.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Biológia ako základná bádateľská disciplína poskytuje projektu kľúčový obsahový rámec. V ŠVP (2023) je dôraz kladený na pozorovanie, experimentovanie, hodnotenie ekologických javov a schopnosť žiaka vnímať živú prírodu ako systém vzájomne prepojených vzťahov. V tematických celkoch „Príroda a život“ či „Spoločenstvá organizmov“ sa predpokladá, že žiak rozlíši živé a neživé časti prírody, vysvetlí prispôsobenie organizmov prostrediu a bude schopný plánovať jednoduché pokusy. Tieto požiadavky sa v projekte naplňajú prostredníctvom pozorovania rastu slimáka, sledovania jeho potravy, reakcie na teplotu či vlhkosť a vytvárania záznamov o správaní v rôznych podmienkach. Fyzika nadväzuje na biologické pozorovania z hľadiska skúmania prostredia. Pri tvorbe terária meria teplotu, vlhkosť a intenzitu osvetlenia, pričom využíva jednoduché prístroje ako teplomer, či vlhkomer. Prostredníctvom týchto činností si osvojí pojmy ako hustota vzduchu, kondenzácia, odparovanie a tepelná rovnováha. Fyzikálne poznatky sú tak prepojené s biologickou funkciou prostredia – žiak chápe, prečo slimák potrebuje vlhké mikroklimatické podmienky a ako možno fyzikálne veličiny ovplyvniť. Chémia - Chemické aspekty projektu sa sústreďujú na zloženie pôdy, vody a látok potrebných na udržanie prostredia. V tematickom celku „Látky a ich vlastnosti“ (ŠPÚ, 2023) sa predpokladá, že žiak rozlíši zmesi, rozpúšťadlá, roztoky a bezpečne manipuluje s látkami. Pri práci s pôdou skúma pH, pozoruje rozpúšťanie vápnika, ktorý je potrebný pre tvorbu ulity slimáka, a overuje vplyv vlhkosti na rozklad organických zvyškov. Geografia prináša do projektu globálny rozmer. Umožňuje žiakom pochopiť, z akého prostredia slimák pochádza, aké klimatické podmienky sú pre neho prirodzené a aké rozdiely existujú medzi tropickým pásmom a našimi geografickými podmienkami. Žiaci interpretujú tieto informácie a prenášajú ich do praktického usporiadania terária – volia množstvo rastlinného krytu, orientáciu osvetlenia či teplotu podľa geografických poznatkov. Predmet Technika dáva projektu konkrétny materiálny rozmer. Žiaci navrhujú, konštruujú a zhotovujú model terária, učia sa pracovať s rôznymi materiálmi, dodržiavajú bezpečnostné pravidlá a plánujú pracovný postup. Ciele ako tvorivosť, zodpovednosť, schopnosť organizovať prácu či tímová spolupráca sú pri tomto type projektu napĺňané naplno. Informatika zohráva v celom procese dôležitú organizačno-reflexívnu úlohu. Žiaci spracúvajú informácie a učia sa ich interpretovať. Dokumentujú priebeh experimentu, tvoria grafy rastu slimáka, vytvárajú prezentácie, alebo programujú snímače teploty a vlhkosti prostredníctvom mikrokontroléra. Matematika poskytuje celému projektu kvantitatívny základ. Žiaci počítajú rozmery terária, objem, pomery medzi jednotlivými materiálmi, spracúvajú dáta o teplote, vlhkosti či o rýchlosti rastu. Prostredníctvom grafov a tabuliek vyjadrujú vzťahy medzi veličinami, čím rozvíjajú schopnosť abstrakcie a aplikácie. Z interdisciplinárnej analýzy vyplýva, že projekt Automatizované terárium pre afrického slimáka naplňa všetky základné dimenzie modernej prírodovedno-technickej edukácie: bádateľskú, experimentálnu, aplikačnú a hodnotovú. Prelína sa v ňom empirické poznanie s manuálnou činnosťou, abstraktné myslenie s konkrétnym konaním. Projekt sa stáva priestorom, kde sa žiak učí chápať vedecké poznatky ako živý proces, nie

ako hotové pravdy. Učí sa experimentovať, merať, pozorovať a vyvodzovať závery – a zároveň nachádza estetickú i etickú hodnotu vo vzťahu k živému organizmu. Projekt potvrdzuje, že interdisciplinárne vyučovanie je nielen teoretickou koncepciou, ale aj efektívnou pedagogickou realitou. V kontexte inovovaného štátneho vzdelávacieho programu ponúka príležitosť spájať predmety do jedného zmysluplného celku. Biológia, fyzika, chémia, geografia, technika, informatika a matematika prestávajú fungovať ako samostatné disciplíny – stávajú sa zložkami jednej edukačnej skúsenosti, ktorá rozvíja poznanie, zručnosti aj hodnoty. Tento typ vzdelávacieho prístupu zároveň odráža zásadný posun v chápaní cieľov školy: nejde už len o osvojovanie poznatkov, ale o ich transformáciu do schopnosti chápať svet ako systém vzájomných súvislostí.

Nasledujúca tabuľka prezentuje možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Automatizované terárium pre afrického slimáka do vyučovacieho procesu v rámci inovovaného štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP, 2023). Tabuľka zobrazuje prepojenia medzi ročníkmi, vyučovacími predmetmi a tematickými celkami, v ktorých je možné projekt uplatniť.

Tabuľka 4 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Automatizované terárium pre afrického slimáka do vyučovacieho procesu

Ročník	Predmet	Tematický celok	Možnosť aplikácie projektu
5. ročník	Biológia	Živá a neživá príroda, organizmus a prostredie	Pozorovanie živého organizmu, určovanie podmienok života (vlhkosť, teplota, svetlo).
6. ročník	Fyzika	Meranie veličín, teplo a teplota	Meranie teploty a vlhkosti v teráriu, sledovanie zmien pri ohrievaní.
6. ročník	Technika	Základy konštruovania a materiály	Návrh a zhotovenie modelu terária z rôznych materiálov (sklo, plast, kov).
7. ročník	Chémia	Zloženie látok, voda a vzduch	Analýza pôdy a vody v teráriu, zisťovanie pH a zloženia látok.
7. ročník	Geografia	Podnebie a vegetačné pásma Zeme	Porovnanie prostredia Afriky a Slovenska, simulácia tropického prostredia.
8. ročník	Informatika	Spracovanie dát, programovanie a prezentácia	Spracovanie meraní (teplota, vlhkosť) do grafov, tvorba prezentácie alebo 3D modelu.
8. ročník	Matematika	Mierky, objemy, grafy	Výpočet objemu terária, vytváranie grafov rastu slimáka.

9. ročník	Technika	Projektová tvorba a inovácie	Záverečný projekt – návrh funkčného modelu terária s automatizovanou reguláciou.
-----------	----------	------------------------------	--

2.5 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Čistička vody

Téma vody a jej čistenia predstavuje dôležitú súčasť environmentálnej výchovy a technického vzdelávania. Voda ako základný prírodný zdroj je nevyhnutná pre život človeka, rastlín aj živočíchov. V rámci moderného vzdelávania sa stáva vhodným nositeľom interdisciplinárnych aktivít, pretože umožňuje prepájať poznatky z biológie, fyziky, chémie, geografie, techniky a informatiky. Projekt vychádza z koncepcie environmentálne orientovaných experimentov a modelov, ktoré spájajú vedu, techniku a digitálne technológie. Cieľom projektu je simulovať proces čistenia vody prostredníctvom fyzikálnych a biologických princípov a zároveň naučiť žiakov chápať význam ochrany vodných zdrojov. V pedagogickom zmysle má čistička vody dvojité funkcie – vzdelávaciu a výchovnú. Žiaci nielen získavajú poznatky o kolobehu vody a procesoch filtrácie, ale zároveň si uvedomujú ekologické dôsledky znečistenia prostredia a potrebu udržateľného správania. Projekt čističky vody predstavuje model interdisciplinárneho učenia, v ktorom sa spája teória s praxou. Vychádza z princípov konštruktivistického a bádateľsky orientovaného vyučovania, v ktorom sa žiaci učia prostredníctvom experimentovania a vlastnej tvorivej činnosti. Z hľadiska metodiky sa projekt opiera o model „učím sa skúsenosťou“, kde žiaci pozorujú, navrhujú, testujú a vyhodnocujú reálne procesy. Projekt možno realizovať vo forme školského experimentu alebo dlhodobého projektu. Žiaci navrhujú model čističky, zostavujú vrstvy filtračných materiálov (piesok, štrk, aktívne uhlie, bavlna) a sledujú zmeny v čírosti vody po prechode jednotlivými vrstvami. BBC micro:bit umožňuje digitálne merať a zaznamenávať fyzikálne veličiny čím projekt nadobúda charakter moderného vedeckého merania.

2.5.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Z biologického hľadiska projekt rozvíja poznanie o mikroorganizmoch, biologickom rozklade látok a ekologických procesoch v pôdnom a vodnom prostredí. Žiaci sa oboznamujú s funkciou baktérií a rastlín pri prirodzenom čistení vody a chápu význam biologickej rovnováhy v ekosystémoch. Téma je zároveň vhodným vstupom do problematiky environmentálnej biológie – poukazuje na vzťah medzi človekom a prostredím a rozvíja u žiakov postoj ochrany prírody. Fyzikálne aspekty projektu zahŕňajú pochopenie zákonov prúdenia tekutín, tlaku, filtrácie a gravitačných síl. Žiaci sledujú, ako voda prechádza filtračnými vrstvami a aký má prietok pri rôznej hustote materiálov. Projekt umožňuje pochopiť aj pojem kapilárneho javu a jeho využitie v technických systémoch. Pomocou BBC micro:bitu môžu žiaci merať čas prietoku alebo teplotu vody, čím rozvíjajú zručnosti v oblasti experimentálneho merania a interpretácie výsledkov. Chemický aspekt projektu spočíva v chápaní procesov rozpúšťania, zrážania a absorpcie

látok. Žiaci sa učia rozlišovať medzi fyzikálnym a chemickým čistením vody, spoznávajú princípy znečistenia a neutralizácie škodlivých látok. Projekt rozvíja environmentálnu chémiu ako prakticky využiteľnú disciplínu, ktorá má priamy vzťah k životnému prostrediu a zdraviu človeka. Geografia v tomto kontexte pomáha žiakom pochopiť globálny význam vody, jej rozmiestnenie na Zemi a problémy s jej nedostatkom. Projekt poskytuje priestor na diskusiu o hospodárení s vodou v rôznych regiónoch a o klimatických zmenách, ktoré ovplyvňujú dostupnosť pitnej vody. Téma zároveň umožňuje rozvíjať geografické myslenie prostredníctvom mapovania vodných zdrojov, identifikácie znečistených oblastí a hľadania riešení prostredníctvom technológií. Technická stránka projektu je založená na tvorbe a konštrukcii modelu čističky vody. Žiaci navrhujú mechanizmus, zostavujú jednotlivé vrstvy filtra a zapájajú senzory, ktoré sú pripojené k BBC micro:bitu. Prostredníctvom tejto činnosti sa rozvíja technická tvorivosť, manuálna zručnosť a schopnosť aplikovať technické princípy na riešenie praktických problémov. Model čističky vody je ideálnym príkladom toho, ako technológia môže slúžiť ochrane životného prostredia – teda prepojeniu technického a etického rozmeru vzdelávania. V oblasti informatiky projekt rozvíja zručnosti v oblasti programovania a práce s dátami. Žiaci vytvárajú jednoduché algoritmy, ktoré umožňujú BBC micro:bitu monitorovať zmeny prostredia – napríklad zapnúť indikátor, ak voda prekročí určitý stupeň znečistenia alebo teploty. Takýto spôsob učenia prepája digitálne technológie s ekologickými témami a umožňuje žiakom uvedomiť si praktické využitie informatiky v ochrane životného prostredia. Matematika poskytuje nástroje na vyhodnocovanie experimentálnych dát. Žiaci počítajú priemerné hodnoty, percentuálne zlepšenie čírosti vody, zobrazujú výsledky v grafoch a analyzujú závislosti medzi veličinami. Tento proces podporuje rozvoj logického a analytického myslenia, presnosti a schopnosti interpretovať výsledky.

Tabuľka 5 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Čistička vody do vyučovacieho procesu

Predmet	Ročník	Tematický celok	Možnosť aplikácie projektu
Biológia	6.–7.	Ekosystémy	Vplyv čistenia vody na živé organizmy.
Fyzika	7.–8.	Prietok tekutín	Meranie rýchlosti filtrácie a prietoku vody.
Chémia	8.–9.	Voda, chemické zloženie	Proces filtrácie, pH a kvalita vody.
Technika	7.–9.	Konštrukcie	Tvorba modelu čističky, vrstvy filtra.
Informatika	6.–9.	Zber dát	Sledovanie zmien parametrov vody pomocou senzorov.
Matematika	7.–9.	Merania	Vyhodnocovanie zmien kvality vody.
Environmentálna výchova	6.–9.	Ochrana životného prostredia	Diskusia o význame čistenia vody.

Projekt Čistička vody predstavuje ideálny príklad interdisciplinárneho vyučovania, v ktorom sa prepája prírodovedný obsah s technickým a digitálnym prístupom. Umožňuje žiakom pochopiť, že veda a technológia môžu byť nástrojmi udržateľného rozvoja a ochrany životného prostredia. Z didaktického hľadiska má projekt výrazný motivačný a formujúci potenciál. Posilňuje zmysel pre zodpovednosť, ekologické cítenie a schopnosť riešiť problémy. Zároveň rozvíja praktické kompetencie – žiaci navrhujú, merajú, programujú a interpretujú svoje zistenia. Tento model výučby napĺňa princípy inovatívneho štátneho vzdelávacieho programu, ktorý kladie dôraz na integráciu, tvorivosť a aplikáciu poznatkov. Čistička vody ako environmentálny model s mikrokontrolérom BBC micro:bit predstavuje efektívnu formu interdisciplinárneho vzdelávania. Spája biológiu, fyziku, chémiu, techniku, informatiku, geografiu a matematiku do jedného celku, ktorý má reálny presah do každodenného života. Žiaci prostredníctvom projektu chápu význam vody ako neobnoviteľného zdroja, učia sa o jej kolobehu, čistení a ochrane. Zároveň získavajú skúsenosti s modernými technológiami a ich uplatnením v environmentálnom kontexte. Projekt vedie k rozvoju prírodovednej a digitálnej gramotnosti, formuje ekologické hodnoty a rozvíja schopnosť kriticky myslieť o vzťahu človeka a prírody. Je dôkazom toho, že technické vzdelávanie môže byť nielen funkčné, ale aj morálne a environmentálne zodpovedné.

2.6 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Uhorkomat

Projekt Uhorkomat je didaktickým modelom, ktorý umožňuje žiakom pochopiť vzťah medzi technickými, prírodovednými a environmentálnymi aspektmi fungovania prírody a techniky. Ide o koncept, ktorý prostredníctvom experimentu, merania a programovania poskytuje žiakom možnosť overiť si princípy fungovania automatizovaného závlahového systému. Vzdelávacie význam projektu spočíva v tom, že rozvíja nielen technické a digitálne kompetencie, ale aj zodpovedný vzťah k prírode, racionálne hospodárenie s vodou a environmentálne uvedomenie. Z teoretického hľadiska je Uhorkomat postavený na princípoch konštruktivistického učenia, ktoré zdôrazňuje potrebu aktívnej účasti žiaka na procese poznávania. Žiak sa stáva bádateľom, experimentátorom a tvorcom, ktorý prostredníctvom činnosti overuje teoretické poznatky. Projekt je možné zaradiť do širšieho rámca STEM vzdelávania, kde sa integrujú štyri kľúčové oblasti – veda, technika, technológia a matematika. V metodologickom rámci projekt predstavuje model bádateľsky orientovaného učenia. Žiaci skúmajú pôdnu vlhkosť, správanie rastlín pri rôznej intenzite závlahy, sledujú reakcie prostredia a vyhodnocujú získané údaje. Pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit sa realizuje meranie vlhkosti pôdy prostredníctvom senzora, ktorý riadi činnosť čerpadla. Uhorkomat je zároveň didaktickým prostriedkom na rozvoj digitálnej gramotnosti, pretože žiaci programujú mikrokontrolér, pracujú so senzormi a interpretujú dáta. Na úrovni výchovno-vzdelávacích cieľov projekt prispieva k rozvoju prírodovednej gramotnosti, environmentálneho cítenia a k pochopeniu princípov udržateľného rozvoja.

2.6.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Z biologického hľadiska projekt umožňuje pochopiť proces fotosyntézy, transpirácie a fyziologické potreby rastlín. Žiaci sa oboznamujú s vplyvom pôdnej vlhkosti na rast a vývoj rastlín, sledujú ich reakcie na prostredie a učia sa rozlišovať optimálne podmienky pre vegetáciu. Téma je úzko prepojená s učivom o ekosystémoch, rastlinných orgánoch a adaptáciách na prostredie. Fyzikálne poznatky sa uplatňujú pri meraní veličín, ako sú teplota, tlak, odpor alebo prietok vody. Žiaci chápu prepojenie medzi elektrickými veličinami a reálnym meraním prostredníctvom senzorov. Zároveň analyzujú princípy činnosti čerpadla a prenosu energie v systéme. Projekt poskytuje priestor na pochopenie pojmov ako energia, výkon, napätie a odpor. Chemický aspekt sa spája s kolobehom vody v prírode a s jej fyzikálno-chemickými vlastnosťami. Žiaci sa učia rozlišovať kvalitu vody, jej pH a význam minerálnych látok pre rast rastlín. Diskusia o hnojení a znečistení pôdy prirodzene prepája environmentálne témy s praktickým využitím chemických poznatkov. Technická stránka projektu je dominantná. Žiaci sa oboznamujú so základnými princípmi konštrukcie závlahových systémov, s montážou a zapojením mikrokontroléra, s napájaním a pripojením senzorov. Projekt podporuje rozvoj technickej tvorivosti a praktických zručností pri práci s komponentmi, ako sú relé, senzory a čerpadlá. Zároveň rozvíja logické a systémové myslenie – žiaci navrhujú spôsob regulácie, rozhodujú o podmienkach spustenia závlahy a testujú efektivitu systému. Informatická zložka projektu spočíva v tvorbe algoritmov na riadenie automatizovanej závlahy. Žiaci využívajú blokové programovanie v prostredí MakeCode alebo textové programovanie v jazyku Python. Učia sa používať logické operátory, podmienky a premenné, čím rozvíjajú algoritmické a analytické myslenie. Projekt podporuje schopnosť pracovať s dátami, zaznamenávať merania a vytvárať vizualizácie – napríklad grafy závislosti vlhkosti od času. Matematika umožňuje žiakom interpretovať získané dáta a prevádzať ich do číselných a grafických foriem. Žiaci analyzujú merania, vytvárajú priemery a modelujú optimálne podmienky pre závlahu. Projekt rozvíja schopnosť logického usudzovania a precíznosti pri práci s údajmi, ktoré majú reálny význam.

Tabuľka 6 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Uhorkomat do vyučovacieho procesu

Predmet	Ročník	Tematický celok	Možnosť aplikácie projektu
Biológia	6.–7.	Rastliny, fotosyntéza	Pozorovanie vplyvu vlhkosti pôdy na rast rastlín.
Fyzika	7.–8.	Meranie veličín	Meranie vlhkosti pôdy, energie čerpadla.
Chémia	8.–9.	Voda a pôda	Skúmanie kvality vody, chemizmu pôdy.
Technika	7.–9.	Automatizácia	Riadenie čerpadla, senzor vlhkosti pôdy.

Informatika	6.–9.	Algoritmy	Programovanie závlahového systému.
Matematika	7.–9.	Grafy a výpočty	Zobrazovanie priebehu vlhkosti v čase.
Environmentálna výchova	6.–9.	Ochrana vody	Uvedomenie si významu úspory vody.

Uhorkomat ako interdisciplinárny projekt demonštruje spojenie vedeckého a technického poznania v praxi. Na teoretickej úrovni umožňuje pochopiť proces riadenia prostredia, na praktickej úrovni rozvíja zručnosti a hodnoty. Žiaci sa učia chápať technológiu ako prostriedok pre ochranu a efektívne využívanie prírodných zdrojov. Projekt podporuje formovanie ekologickej zodpovednosti a uvedomelého správania. Spojením techniky, informatiky a biológie sa vytvára priestor pre rozvoj komplexných kompetencií, ktoré presahujú hranice jednotlivých predmetov. Z pedagogického hľadiska má Uhorkomat výrazný motivačný potenciál. Umožňuje zažiť úspech, vytvoriť hmatateľný výsledok a zároveň chápať reálne dôsledky vedeckých princípov. Takto chápaný projekt sa stáva nástrojom integrácie poznania, skúsenosti a hodnotového rozvoja žiaka. Projekt „Uhorkomat“ predstavuje efektívny model interdisciplinárneho vyučovania. Spája poznatky z biológie, fyziky, chémie, techniky, informatiky a matematiky do uceleného systému, ktorý napomáha rozvoju poznania i praktických zručností. Na teoretickej úrovni podporuje porozumenie ekologickým procesom, udržateľnosti a princípom automatizácie. Na úrovni výchovno-vzdelávacieho pôsobenia rozvíja bádateľské a experimentálne myslenie, podporuje kreativitu a logické uvažovanie. Uhorkomat možno považovať za vzorový interdisciplinárny projekt, ktorý dokazuje, že moderné technológie môžu byť v školskom prostredí využité nielen ako prostriedok výučby informatiky, ale aj ako nástroj rozvoja prírodovedného a environmentálneho myslenia.

2.7 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Liaheň na prepelice

Interdisciplinarita ako princíp moderného vzdelávania predstavuje jeden z pilierov transformácie prírodovedného a technického vyučovania. Umožňuje žiakom prepájať vedomosti z rôznych vzdelávacích oblastí a uplatňovať ich v kontexte praktických situácií. Projekt je modelovým príkladom takéhoto prístupu, pretože integruje poznatky z biológie, fyziky, chémie, techniky, informatiky a matematiky. Z hľadiska pedagogickej teórie ide o didaktický koncept, ktorý umožňuje žiakom simulovať proces inkubácie vajíec a pochopiť biologické, fyzikálne a technické súvislosti, ktoré sa pri liahnutí vyskytujú. Spájanie technických a prírodovedných činností v procese učenia zvyšuje kognitívnu aktivitu žiakov a podporuje rozvoj funkčných kompetencií. Rovnako Depešová (2021) poukazuje na význam interdisciplinárneho vzdelávania ako prostriedku rozvoja kritického myslenia a schopnosti riešiť problémy v reálnom kontexte. Teoretickým základom interdisciplinárneho modelu „Liaheň na prepelice“ je konštruktivistické poňatie učenia,

podľa ktorého si žiaci osvojujú nové poznatky prostredníctvom aktívneho skúmania a aplikácie získaných vedomostí. Ako uvádza Šebo (2018), praktické činnosti podporujú rozvoj tvorivého myslenia a vedú k pochopeniu súvislostí medzi vedou a technikou. Projekt liahne s mikrokontrolérom umožňuje vytvoriť učenie založené na skúsenosti – žiak pozoruje, meria, analyzuje a interpretuje. V zmysle inovácií štátneho vzdelávacieho programu (ŠPÚ, 2023) je projekt možné zaradiť do oblasti technického vzdelávania a prírodovedných predmetov. Mikrokontrolér BBC micro:bit v projekte zabezpečuje reguláciu teploty, vlhkosti a monitorovanie prostredia, čím sa vytvára modelová situácia pre experimentálne učenie. Krajínčák (2024) konštatuje, že implementácia mikrokontrolérov do vzdelávacieho procesu predstavuje most medzi technickým poznaním a digitálnymi zručnosťami žiakov.

2.7.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Biológia - Z biologického hľadiska projekt reflektuje poznatky o rozmnožovaní, vývine zárodkov a adaptácii živočíchov na prostredie. Žiaci sa oboznamujú s pojmami ako embryonálny vývin, teplota a vlhkosť ako faktory ovplyvňujúce životné procesy. V rámci učiva biológie podľa ŠPÚ (2023) projekt rozvíja pochopenie biologických cyklov a umožňuje žiakom vytvoriť si predstavu o ekologických a etických aspektoch chovu drobných živočíchov. Fyzikálny aspekt sa viaže na pochopenie javov ako prenos tepla, meranie teploty, vlhkosti a využitie senzorov. Žiaci analyzujú fyzikálne veličiny prostredníctvom dát získaných z micro:bitu a učia sa ich interpretovať. Experimentálne merania a modelovanie reálnych procesov vedú k prepojeniu empirického poznania s logickým uvažovaním. V projekte má svoje miesto aj chémia, ktorá umožňuje pochopiť úlohu zloženia vzduchu a vlhkosti pri inkubácii. Žiaci si môžu prostredníctvom simulácií uvedomiť chemické zmeny, ktoré prebiehajú pri odparovaní vody a výmene plynov vo vajci. Takýto prístup, posilňuje environmentálne vedomie a rozvíja schopnosť žiakov analyzovať procesy v uzavretých systémoch. Technická stránka projektu je nosná, pretože práve prostredníctvom nej sa realizuje regulácia prostredia v liahni. Žiaci navrhujú model liahne, ktorý využíva snímače teploty. Šebo (2018) zdôrazňuje, že technická tvorivosť je základom formovania inžinierskeho myslenia a praktickej inteligencie. Projekt umožňuje pochopiť princípy automatizácie a riadenia technických systémov. Informatická zložka projektu spočíva v programovaní mikrokontroléra BBC micro:bit. Žiaci používajú prostredie MakeCode alebo Python na tvorbu algoritmov, ktoré riadia činnosť snímačov a zdroja tepla. V rámci výkonových štandardov predmetu informatika (ŠPÚ, 2023) sa rozvíja algoritmické myslenie, digitálna gramotnosť a schopnosť interpretovať údaje. Matematika zohráva dôležitú úlohu pri spracovaní meraní. Žiaci vytvárajú tabuľky, počítajú priemerné hodnoty teploty a analyzujú grafické závislosti. Ako uvádza Depešová (2021), matematické modelovanie v projektoch tohto typu rozvíja schopnosť presne vyjadriť vzťahy medzi veličinami a posilňuje logickú argumentáciu.

Tabuľka 7 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Liaheň na prepelice do vyučovacieho procesu

Predmet	Ročník	Tematický celok	Možnosť aplikácie projektu
Biológia	6.–7.	Živočíchy – rozmnožovanie, vývin a správanie	Pozorovanie vývinu prepelíc od vajíčka po vyliahnutie, analýza podmienok života.
Fyzika	7.–8.	Tepelné javy, energia, meranie veličín	Meranie teploty v liahni pomocou senzorov; analýza udržiavania stabilnej teploty.
Chémia	8.–9.	Zloženie vzduchu a vody, chemické procesy	Význam vlhkosti a kyslíka pri liahnutí; diskusia o plynovej výmene a hygienických procesoch.
Technika	7.–9.	Automatizácia a elektrotechnika	Konštrukcia liahne; riadenie teploty pomocou BBC micro:bitu
Informatika	6.–9.	Programovanie a senzory	Tvorba algoritmu pre reguláciu prostredia, zber a vyhodnocovanie dát z meraní.
Matematika	7.–9.	Merania, grafy, výpočty	Vyhodnocovanie teplotných grafov, výpočet priemerov a odchýlok, štatistické spracovanie dát.

Projekt Liaheň na prepelice je v teoretickej rovine ukážkou systematickej integrácie poznatkov z viacerých odborov. Na základe interdisciplinárnych väzieb možno konštatovať, že projekt rozvíja tri kľúčové roviny vzdelávania: kognitívnu (poznanie), psychomotorickú (praktické zručnosti) a afektívnu (hodnotový postoj). Krajínčák (2024) poukazuje na to, že práve kombinácia týchto rovín vytvára predpoklad pre hlboké učenie. Depešová (2021) dopĺňa, že projekty s environmentálnym kontextom posilňujú empatiu žiakov voči živým organizmom a ich prostrediu. V tomto zmysle Liaheň na prepelice presahuje rámec technickej edukácie a zasahuje aj do etickej a environmentálnej dimenzie učenia. Projekt Liaheň na prepelice predstavuje teoreticky podložený model interdisciplinárneho vyučovania, ktorý spája biológiu, fyziku, chémiu, techniku, informatiku a matematiku. Jeho implementácia vo vyučovaní podporuje bádateľské učenie, logické a tvorivé myslenie, a súčasne rozvíja technické a digitálne kompetencie žiakov. V súlade s cieľmi inovovaného ŠVP (2023) projekt demonštruje, že využitie mikrokontrolérov vo vzdelávaní môže prispieť k rozvoju prírodovednej a technickej gramotnosti, a zároveň viesť žiakov k uvedomenému vnímaniu ekologických procesov a vzťahu človeka k prírode.

2.8 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Automat na prepeličie vajíčka

Projekt Automat na prepeličie vajíčka predstavuje moderný interdisciplinárny model, ktorý prepája poznatky z oblasti biológie, techniky, fyziky, informatiky a environmentálnej výchovy. Na rozdiel od liahnutia je jeho cieľom automatizovaný chov prepelíc, pričom projekt zahŕňa mechanizmus na zber vajíčok, reguláciu teploty a osvetlenia. Tento model vznikol ako súčasť školských technických aktivít zameraných na rozvoj praktických zručností, technického myslenia a zodpovedného vzťahu k živým organizmom. Umožňuje žiakom pochopiť, že moderné technológie možno využívať nielen v priemysle, ale aj v poľnohospodárstve a živočíšnej výrobe. Projekt je súčasťou konceptu environmentálneho inžinierstva v škole – žiaci sa učia vytvárať systém, ktorý dokáže udržiavať vhodné podmienky pre život zvierat pomocou senzorov a programovateľných prvkov. Automat na prepeličie vajíčka je tak ideálnym príkladom prepojenia vedy, techniky a zodpovedného vzťahu k prírode. Projekt vychádza z princípov bádateľsky orientovaného učenia a projektovej výučby, ktoré podporujú rozvoj experimentálneho myslenia a tvorivosti. Žiaci sú vedení k tomu, aby sa stali aktívnymi riešiteľmi problému – analyzujú potreby zvierat, navrhujú technické riešenia, testujú ich funkčnosť a vyhodnocujú výsledky. Z metodického hľadiska ide o interdisciplinárny STEM projekt, ktorý integruje vedomosti z viacerých oblastí:

- z techniky – návrh konštrukcie, zapojenie elektronických komponentov, mechanizmus automatického zberu vajíčok,
- z biológie – poznanie potrieb a správania prepelíc, mikroklimatických podmienok a hygieny chovu,
- z informatiky – programovanie mikrokontroléra, spracovanie dát zo senzorov, riadenie procesov,
- z fyziky a matematiky – meranie, výpočty a analýza nameraných veličín.

Mikrokontrolér BBC micro:bit v projekte zastrešuje riadiacu funkciu:

- sníma teplotu, svetlo a vlhkosť prostredia,
- ovláda osvetlenie,
- umožňuje zber a vizualizáciu dát.

Projekt tak podporuje rozvoj digitálnej a prírodovednej gramotnosti a zároveň vedie žiakov k ekologicky zodpovednému správaniu.

2.8.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Z biologického hľadiska projekt umožňuje žiakom spoznať potreby drobných vtákov, princípy ich výživy a rozmnožovania. Žiaci sledujú správanie prepelíc pri rôznych podmienkach – napríklad zmeny intenzity svetla alebo teploty. Projekt rozvíja aj poznanie o etológii, fyziológii a starostlivosti o zvieratá. V rámci biológie je možné projekt zaradiť do

tém ako stavba tela vtákov, adaptácia na prostredie, potravinový reťazec a človek ako súčasť ekosystému. Fyzika je prítomná v oblastiach merania a riadenia prostredia. Žiaci merajú teplotu, vlhkosť a intenzitu svetla a zisťujú ich vplyv na správanie zvierat. Pochopenie veličín, ako sú energia, výkon, tlak a odpor, je základom pre pochopenie fungovania elektronických komponentov v projekte. Projekt umožňuje žiakom prakticky aplikovať fyzikálne poznatky v reálnych podmienkach, čím sa posilňuje ich chápanie prírodných zákonov. Technická zložka projektu je dominantná. Žiaci navrhujú a konštruujú zariadenie, ktoré umožňuje, zber vajčiek, reguláciu osvetlenia a snímanie teploty prostredia. Učia sa zapájať elektrické obvody, používať senzory a programovať jednoduché radiace systémy. Projekt podporuje rozvoj manuálnej zručnosti, technickej predstavivosti a schopnosti aplikovať poznatky pri riešení praktických problémov. Súčasne posilňuje zmysel pre precíznosť, efektívnosť a bezpečnosť práce. V oblasti informatiky sa žiaci učia vytvárať algoritmy riadenia a komunikácie medzi zariadením a prostredím. Prostredníctvom micro:bitu sa zoznamujú so základmi IoT (Internet of Things) – teda inteligentných systémov, ktoré reagujú na zmeny prostredia. Žiaci programujú logiku systému: ak teplota klesne pod určitú hodnotu, zapne sa alarm/ohrev; ak je svetla málo, aktivuje sa osvetlenie. Projekt tak rozvíja algoritmické myslenie, analýzu podmienok a procesné riadenie. Matematika poskytuje nástroje na vyhodnocovanie dát, výpočty spotreby vody, energie a potravy. Žiaci vytvárajú tabuľky a grafy, v ktorých sledujú zmeny prostredia a reakcie systému. Tým rozvíjajú schopnosť spracovať a interpretovať údaje, analyzovať závislosti a optimalizovať procesy. Projekt má výrazný environmentálny a hodnotový rozmer. Žiaci si uvedomujú potrebu zodpovedného prístupu k zvieratám, k využívaniu zdrojov a k ochrane životného prostredia. Automatizovaný chov prepelíc je prezentovaný ako model udržateľného hospodárenia, ktoré kombinuje techniku a ekologické princípy. Tento aspekt formuje u žiakov empatiu, ohľaduplnosť a zodpovednosť – hodnoty, ktoré sú v modernom technickom vzdelávaní rovnako dôležité ako poznatky a zručnosti. Projekt Automat na prepeličie vajčička demonštruje, že technológia môže byť prostriedkom ochrany a rozvoja života. Ide o model, ktorý umožňuje žiakom pochopiť vzťah medzi technickým pokrokom a biologickou rovnováhou. Z didaktického hľadiska je projekt vysoko efektívny – podporuje samostatné učenie, tímovú prácu, experimentovanie a kritické myslenie. Umožňuje rozvíjať kognitívne aj psychomotorické zložky vzdelávania a integruje teóriu s praxou. Vďaka BBC micro:bitu sa žiaci učia chápať princípy automatizácie a digitalizácie procesov, čo je kľúčové pre rozvoj ich technologickej a digitálnej gramotnosti. Tento typ projektov zároveň ukazuje, že technika nemusí byť vzdialená od prírody – môže jej pomáhať a ju chrániť.

Tabuľka 8 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Automat na prepeličie vajíčka do vyučovacieho procesu

Predmet	Ročník	Tematický celok	Možnosť aplikácie projektu
Biológia	6.–7.	Živočíchy	Starostlivosť o prepelice, výživa, správanie.
Fyzika	7.–8.	Meranie veličín	Riadenie teploty a svetla pre chov.
Technika	7.–9.	Automatizácia	Návrh systému na osvetlenie.
Informatika	6.–9.	Programovanie micro:bitu	Riadenie prostredia a zber dát zo senzorov.
Matematika	7.–9.	Merania	Analýza spotreby energie.
Environmentálna výchova	6.–9.	Starostlivosť o zvieratá	Zodpovedný prístup k chovu.

Automat na prepeličie vajíčka je reprezentatívnym príkladom interdisciplinárneho projektu, ktorý spája biológiu, fyziku, techniku, informatiku, matematiku a environmentálnu výchovu. Projekt rozvíja široké spektrum kompetencií – od technických a digitálnych až po ekologické a hodnotové. Poskytuje žiakom skúsenosť, že technológia môže slúžiť životu a byť prostriedkom udržateľného rozvoja. Z pedagogického hľadiska ide o moderný vzdelávací model, ktorý podporuje aktívne, zážitkové a tvorivé učenie. Automat na prepeličie vajíčka tak patrí medzi projekty, ktoré najlepšie vystihujú filozofiu interdisciplinárneho vzdelávania – prepája vedu, techniku a hodnoty v jednotný, funkčný a zmysluplný celok.

2.9 Interdisciplinárne prepojenia vo vyučovaní na tému: Automatická práčka

Automatická práčka ako model vytvorený zo stavebnice LEGO Dacta predstavuje efektívny didaktický prostriedok na rozvoj technickej predstavivosti, logického myslenia a pochopenia princípov automatizácie. Tento projekt prepája poznatky z oblasti mechaniky, fyziky, informatiky, matematiky a techniky a umožňuje žiakom pochopiť, ako sa teoretické zákonitosti uplatňujú v praktických technických systémoch. Výchovno-vzdelávací význam projektu spočíva v tom, že žiaci prostredníctvom modelu dokážu analyzovať a pochopiť činnosť reálneho domáceho spotrebiča – automatickej práčky. Na základe simulácie riadenia prostredníctvom mikrokontroléra alebo programovateľných prvkov LEGO sa oboznamujú so základmi logických obvodov, sekvenčného riadenia a princípmi mechatroniky. Projekt „Automatická práčka (LEGO Dacta)“ tak prepája technické vzdelávanie s digitálnymi technológiami a rozvíja u žiakov zručnosti, ktoré sú základom pre pochopenie automatizácie v priemysle, robotike a každodennej technickej praxi. Z teoretického hľadiska projekt vychádza z princípov konštruktivistického a projektového učenia, ktoré kladú dôraz na aktívnu účasť žiaka, experimentovanie a riešenie problémov. LEGO Dacta ako didaktický nástroj podporuje intuitívne pochopenie technických javov prostredníctvom tvorivej činnosti a manipulácie s reálnymi objektmi. V metodologickom zmysle ide o model, ktorý umožňuje integrovať poznatky z viacerých oblastí. Žiaci navrhujú konštrukciu, vytvárajú prevodové mechanizmy, nastavujú časové sekvencie a programujú riadenie motorov. V procese tvorby analyzujú pohyb, rýchlosť, prenos energie a logiku sekvenčného riadenia. Automatická práčka ako učebný model rozvíja nielen technické zručnosti, ale aj kritické myslenie, presnosť, trpezlivosť a schopnosť spolupracovať v tíme. Umožňuje pochopiť základný princíp automatizácie: prepojenie mechanickej, elektrickej a digitálnej časti systému.

2.9.1 Analýza interdisciplinárnych väzieb

Z fyzikálneho hľadiska projekt umožňuje skúmať pohyb, energiu, silu, trenie a prenos mechanickej energie prostredníctvom ozubených kolies, remeňov a prevodov. Žiaci sledujú zmenu rýchlosti bubna, účinkov rotácie a momentu sily. Pochopenie týchto javov je kľúčové pre konštrukciu a optimalizáciu funkcie modelu. Zároveň sa vysvetľujú princípy elektrickej energie a premeny elektrickej energie na pohyb, čo umožňuje lepšie pochopenie činnosti elektromotora a jeho riadenia. Technický aspekt projektu spočíva v tvorbe konštrukcie a v návrhu systému automatizácie. Žiaci vytvárajú model s pohyblivým bubnom, čerpadlom (napodobneným jednoduchým motorom), ventilom a ovládacím modulom. Prostredníctvom tejto činnosti si osvojujú princípy návrhu technických zariadení, montáže, prenosu pohybu a konštrukčného myslenia. Projekt podporuje pochopenie základov mechatroniky a robotiky – disciplín, ktoré spájajú mechanické, elektronické a informačné systémy. Informatická zložka projektu sa realizuje prostredníctvom programovania riadiacej logiky. Žiaci vytvárajú jednoduchý algoritmus, ktorý určuje poradie činností práčky – pranie, odstredžovanie a kontrola zatvorených

dvierok. Využívajú pritom princípy podmienok, slučiek a časových oneskorení. Programovanie v prostredí MakeCode umožňuje pochopiť, ako sa z logických príkazov stáva funkčný proces v reálnom zariadení. Tento aspekt projektu rozvíja algoritmické myslenie a schopnosť prenášať abstraktné informácie do praktického technického prostredia. Matematika je zastúpená v meraní, výpočtoch a logickej štruktúre algoritmov. Žiaci počítajú počet otáčok bubna, rýchlosť motorov, časové intervaly jednotlivých fáz a vzťahy medzi nimi. Tieto výpočty sú základom pre vytvorenie harmonogramu cyklu prania. Projekt zároveň rozvíja schopnosť analyzovať a optimalizovať parametre – napríklad minimalizovať čas cyklu alebo upraviť výkon pre energetickú efektívnosť. Chemický aspekt projektu je možné zahrnúť prostredníctvom diskusie o vlastnostiach vody a praciach prostriedkov, o procese rozpúšťania látok a tvorbe peny. Tento rozmer umožňuje žiakom pochopiť, že aj v bežných domácich zariadeniach prebiehajú chemické procesy, ktoré majú fyzikálne a technické dôsledky. Biologicko-environmentálny rozmer projektu spočíva v diskusii o spotrebe vody a elektrickej energie, o ekologických aspektoch prania a o možnostiach recyklácie vody. Žiaci chápu, že technické inovácie môžu prispieť k udržateľnosti a ochrane životného prostredia. Tento aspekt projektu rozvíja environmentálne cítenie a podporuje uvedomelý prístup k využívaniu technológií v každodennom živote.

Projekt „Automatická práčka (LEGO Dacta)“ predstavuje komplexný model moderného technického vzdelávania. Na jednej strane rozvíja praktické zručnosti – montáž, programovanie, testovanie a analýzu, na druhej strane podporuje teoretické porozumenie fyzikálnym a technickým zákonitostiam. Z pedagogického hľadiska projekt rozvíja všetky zložky osobnosti žiaka – kognitívnu, psychomotorickú aj afektívnu. Podporuje spoluprácu, plánovanie, zodpovednosť a vytrvalosť. Jeho význam presahuje hranice predmetu technika – prepája poznatky z matematiky, fyziky, informatiky, chémie a biológie. V kontexte inovatívneho vzdelávacieho programu možno tento projekt zaradiť medzi modelové príklady interdisciplinárneho prístupu. Umožňuje žiakom rozvíjať kompetencie pre 21. storočie – technické myslenie, digitálnu gramotnosť, schopnosť riešiť problémy a ekologické uvedomenie.

Tabuľka 9 Možnosti zaradenia interdisciplinárneho projektu Automatická práčka do vyučovacieho procesu

Predmet	Ročník	Tematický celok / Učivo	Možnosť aplikácie projektu
Fyzika	7.–8.	Mechanika, energia	Pohyb bubna, trenie, sila a výkon motora.
Technika	7.–9.	Konštrukcia	Model práčky, princíp automatizácie.
Informatika	6.–9.	Algoritmy	Programovanie cyklu prania a časovania.
Matematika	7.–9.	Výpočty	Časové intervaly, počet otáčok, optimalizácia cyklov.
Chémia	8.–9.	Voda a detergenty	Rozpúšťanie látok, chemické procesy prania.
Environmentálna výchova	6.–9.	Energetická efektívnosť	Úspora vody a energie pri praní.

Automatická práčka (LEGO Dacta) ako školský projekt predstavuje efektívny model interdisciplinárneho učenia, ktorý spája vedu, techniku a tvorivosť. Vďaka kombinácii mechanických prvkov, programovania a logického riadenia žiaci získavajú hlboké porozumenie princípom automatizácie. Projekt rozvíja poznanie, zručnosti aj hodnoty – vedie k pochopeniu významu technológie v službe človeka, k uvedomenému využívaniu zdrojov a k zodpovednosti pri tvorbe technických riešení. Takto koncipovaný projekt potvrdzuje, že aj jednoduchý model môže mať veľký pedagogický dosah. Umožňuje žiakom prepojiť teóriu a prax, rozvíjať tvorivosť a objavovať radosť z poznania. Automatická práčka (LEGO Dacta) je preto reprezentatívnym príkladom modernej technickej edukácie, ktorá stojí na princípoch interdisciplinariny, skúsenosti a tvorivej činnosti.

3 Empirická časť

V rámci projektu Mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii sme sa zamerali na overenie možností implementácie mikrokontrolérov, konkrétne platformy BBC micro:bit, do vyučovacieho procesu na základných školách. Cieľom bolo preskúmať, ako môžu tieto technológie podporovať rozvoj kľúčových kompetencií žiakov v oblastiach techniky, prírodných vied a informatiky, a zároveň prispievať k rozvoju ich kreativity, samostatnosti a schopnosti riešiť problémy.

Prostredníctvom série praktických úloh a projektov sme chceli overiť pedagogickú hodnotu nami navrhnutých edukačných aktivít, ktoré boli súčasťou novovytvorených učebníc, cvičebníc a e-learningového kurzu. V týchto materiáloch sme prepojili teoretické poznatky s praktickou aplikáciou mikrokontrolérov v kontexte reálnych situácií, ako je meranie teploty, vlhkosti, riadenie prostredia či simulácia biologických a ekologických procesov.

Zámerom výskumu bolo zistiť, do akej miery práca s mikrokontrolérom podporuje medzipredmetové prepojenie učiva, rozvíja digitálne kompetencie a stimuluje záujem žiakov o technické a prírodovedné predmety. Zároveň sme sledovali, ako žiaci vnímajú praktické využitie mikrokontrolérov v každodennom živote a či sa tieto aktivity premietajú do ich motivácie, pochopenia a schopnosti aplikovať získané poznatky.

Ďalším cieľom bolo overiť vhodnosť projektového a experimentálneho prístupu vo vyučovaní. Mikrokontrolér BBC micro:bit sme využili ako prostriedok na podporu učenia prostredníctvom objavovania, zážitku a tímovej spolupráce. Výskum bol koncipovaný tak, aby umožnil žiakom spájať vedu s technológiou a učiť sa prostredníctvom praktickej činnosti.

Celkovo sme chceli dosiahnuť komplexné overenie didaktických a motivačných prínosov mikrokontrolérov vo vzdelávaní – od rozvoja digitálnej gramotnosti, cez podporu interdisciplinaritu, až po posilnenie žiackej tvorivosti a technického myslenia.

3.1 Ciele výskumu

Hlavným cieľom výskumu je komplexne overiť a zdokumentovať účinnosť nášho zmiešaného ekosystému – autorskej učebnice, autorskej cvičebnice, nami vytvoreného e-learningového kurzu a nami navrhnutých projektov s mikrokontrolérom BBC micro:bit – v podmienkach základných škôl a na základe empirických zistení vytvoriť implementačný model a odporúčania pre prax aj teóriu, vrátane orientačnej „roadmapy“ zavádzania do školy.

Čiastkové ciele

1. Validovať kvalitu a prínos jednotlivých komponentov (učebnica, cvičebnica, e-learning).
2. Overiť dopad projektov na kľúčové STEM konštrukty (sekvenčné riadenie, senzorika/regulácia, algoritmické myslenie).
3. Potvrdiť medzipredmetové prepojenia a prenos do praxe.
4. Zhodnotiť organizačnú realizovateľnosť projektov v reálnych podmienkach školy.
5. Formulovať a zdôvodniť odporúčania pre pedagogickú prax.
6. Syntetizovať implikácie pre pedagogickú teóriu.
7. Vytvoriť orientačnú implementačnú „roadmapu“ pre školu.
8. Navrhnuť piliere pre ďalší výskum a inovácie.

Úlohy na dosiahnutie cieľov

- Zaviesť opakovateľný „blended“ cyklus (učebnica → e-learning → cvičebnica → projekt)
- Zdokumentovať kvalitu jednotlivých komponentov materiálov (učebnica, cvičebnica, e-learning) podľa kritéria „silného efektu“ ($\geq 75\%$ pozitívnych)
- Overiť a reportovať dopad projektov na 4 jadrové konštrukty (sekvenčné riadenie; senzorika/regulácia; algoritmické myslenie; plánovanie)
- Potvrdiť medzipredmetové prepojenia a prenos do praxe
- Vypracovať implementačnú „roadmapu“ pre školu (orientačný rámec)
- Zpracovať „orientačný plán zavádzania do školy“: fázy prípravy, roly, pomôcky, kontrolné zoznamy, predpripravené šablóny kódu a „prvá pomoc“ pri chybách – podľa už uvedených odporúčaní.
- Zdokumentovať organizačnú realizovateľnosť: čas trvania, tímovosť práce a technickú bezproblémovosť.
- V syntéze výskumných otázok uviesť „trianguláciu naprieč projektmi“ a jednotne interpretovať kľúčové konštrukty.
- Prepojiť zistenia s odporúčaniami pre prax a teóriu.

Výskumné otázky

- Výskumná otázka 1: Poskytuje učebnica jasný a zrozumiteľný výklad práce s BBC micro:bitom?
- Výskumná otázka 2: Prepája učebnica teóriu s praxou? (limit $\geq 80\%$)
- Výskumná otázka 3: Je vizuálne spracovanie učebnice spojené s vyššou motiváciou pracovať s obsahom?
- Výskumná otázka 4: Obsahuje cvičebnica dostatok praktických úloh?
- Výskumná otázka 5: Podporuje cvičebnica aplikáciu poznatkov na technické problémy?
- Výskumná otázka 6: Je e-learning hodnotený ako prehľadný a dá sa v ňom ľahko orientovať?
- Výskumná otázka 7: Je vnímaný „súlad e-learningu s učebnicou/výkladom“ (blended learning) $\geq 75\%$ a asociovaný s vyššou „sebaistotou pri praktickej práci“?
- Výskumná otázka 8: Do akej miery sú projekty ako celok spojené so zvýšeným porozumením sekvenčnému riadeniu, práci so senzormi/regulácií a rozvojom algoritmického myslenia a plánovania automatických procesov?
- Výskumná otázka 9: Posilňujú projekty ako celok vnímanie medzipredmetových prepojení a pocit reálnej využiteľnosti u väčšiny žiakov?

Stručná charakteristika výskumného nástroja

Na zber dát sme využili dotazník vlastnej konštrukcie, ktorého cieľom bolo získať komplexný prehľad o vnímaní práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit zo strany žiakov základných škôl. Dotazník bol vytvorený na základe teoretických východísk interdisciplinárnej edukácie a princípov konštruktivisticky orientovaného učenia, pričom zohľadňoval štyri hlavné oblasti výskumu: motiváciu, pochopenie učiva, medzipredmetové vzťahy a hodnotenie didaktických materiálov.

Dotazník pozostával z niekoľkých tematických blokov, ktoré reflektovali jednotlivé dimenzie edukačného procesu a umožnili komplexne posúdiť efektivitu a prínos projektu *Mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii*.

1. Blok: Skúsenosti a postoje k práci s mikrokontrolérom BBC micro:bit

Tento blok zisťoval, ako žiaci vnímali samotnú prácu s mikrokontrolérom z hľadiska zaujímavosti, intuitívnosti, motivácie a rozvoja programátorského myslenia. Položky boli zamerané na identifikáciu úrovne záujmu, subjektívnej náročnosti a vnímaného prínosu micro:bitu pre rozvoj logického, analytického a kreatívneho myslenia.

Príklady položiek:

- Práca s Micro:bitom bola pre mňa zaujímavá a pútavá.

- Ovládanie micro:bitu bolo jednoduché a intuitívne.
- Micro:bit mi umožnil rozvíjať kreatívne myslenie.

2. Blok: Spolupráca a podpora pri riešení úloh

Druhý blok sa zameriaval na sociálnu dimenziu učenia – spoluprácu medzi žiakmi a podporu zo strany učiteľa. Zisťoval, do akej miery žiaci pociťovali podporu, pochopenie a možnosť vzájomného učenia sa.

Príklady položiek:

- Spolupráca so spolužiakmi pri riešení úloh bola pre mňa prínosná.
- Riešenie úloh s Micro:bitom mi pomohlo rozvíjať tímovú spoluprácu.
- Cítil/a som sa podporovaný/á pri práci s Micro:bitom.

3. Blok: Hodnotenie učebnice, cvičebnice a e-learningového kurzu

Tretí blok sa venoval hodnoteniu didaktických materiálov, ktoré boli vytvorené v rámci projektu – učebnici, cvičebnici a e-learningovému kurzu. Cieľom bolo overiť ich zrozumiteľnosť, vizuálne spracovanie, prehľadnosť a schopnosť podporovať samostatné učenie.

Príklady položiek:

- Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh.
- Cvičebnica mi jasne vysvetlila, ako pracovať s micro:bitom.
- E-learningový kurz mi umožnil učiť sa vlastným tempom.

4. Blok: Medzipredmetové vzťahy a pochopenie prírodovedných javov

Štvrtý blok skúmal, do akej miery práca s mikrokontrolérom podporuje medzipredmetové prepojenie učiva a pochopenie javov z fyziky, biológie, geografie či techniky. Otázky reflektovali schopnosť žiakov aplikovať poznatky z rôznych predmetov pri riešení praktických úloh a projektov.

Príklady položiek:

- Práca s Micro:bitom mi pomohla lepšie pochopiť prírodovedné predmety.
- Programovanie Micro:bitu mi pomohlo pochopiť teplotné a svetelné javy v prírode.
- Projekt mi ukázal, ako môžu rôzne predmety spolupracovať pri riešení jedného problému.

5. Blok: Projekty a učebné pomôcky postavené na micro:bite

V tomto bloku boli hodnotené konkrétne projekty a učebné pomôcky, ktoré žiaci realizovali počas experimentálnej výučby. Išlo napríklad o *Mini meteorologickú stanicu*, *Meranie teploty vody*, *Čističku vody*, *Riadenie prostredia akvária a terária*, *Automatickú práčku*, *Liaheň na vajíčka* či *Automat na prepeličie vajíčka*.

Položky zisťovali, či žiaci považovali tieto projekty za zrozumiteľné, praktické a prínosné pre pochopenie technologických a environmentálnych súvislostí.

Príklady položiek:

- Riešenie úlohy Mini meteorologickej stanice mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi.
- Úloha čističky vody mi ukázala, ako môže technológia pomôcť v environmentálnych riešeniach.
- Programovanie osvetlenia akvária alebo terária bolo pre mňa zrozumiteľné a poučné.

6. Blok: Celkové hodnotenie a využiteľnosť Micro:bitu v praxi

Posledný blok bol zameraný na globálne zhodnotenie projektu a vnímanie jeho prínosu do praxe. Cieľom bolo zistiť, ako žiaci reflektujú význam micro:bitu pre budúce vzdelávanie, kariérny rozvoj a využiteľnosť v rôznych oblastiach života.

Príklady položiek:

- Projekt mi pomohol lepšie pochopiť praktické využitie programovania.
- Vďaka projektu som získal nové zručnosti, ktoré využijem aj v budúcnosti.
- Odporučil/a by som využitie micro:bitu aj ďalším žiakom.

Charakter dotazníka a forma spracovania

Dotazník obsahoval prevažne uzatvorené položky typu Likertovej škály (päťstupňová škála súhlasu – od *úplne nesúhlasím* po *úplne súhlasím*), čo umožnilo kvantitatívne spracovanie a porovnanie údajov. Doplnkové otázky otvoreného typu poskytli priestor pre kvalitatívne reflexie žiakov, najmä pri hodnotení realizovaných projektov.

Výsledky dotazníka boli analyzované prostredníctvom kontingenčných tabuliek, grafických vizualizácií a štatistiky. Získané dáta slúžia ako empirický základ pre vyhodnotenie prínosov mikrokontrolérov vo vzdelávaní a pre formulovanie odporúčaní pre pedagogickú prax.

3.2 Vzorka výskumu

Výskum bol realizovaný v autentických podmienkach dvoch základných plnoorganizovaných škôl. Respondentmi boli žiaci nižšieho stredného vzdelávania prevažne 8. a 9. ročníka, ktorí sa zúčastnili na prakticky orientovaných projektoch s mikrokontrolérom BBC micro:bit a vyplnili dotazník pozostávajúci z kategóriových položiek (organizácia práce, trvanie, technické ťažkosti) a položiek na päťstupňovej Likertovej škále (vzdelávací prínos, motivácia, zrozumiteľnosť a pod.). Štruktúra nástroja tak umožnila zachytiť jednak realizovateľnosť úloh v bežnom vyučovaní, jednak percepciu edukačného prínosu v kľúčových STEM oblastiach.

Návratnosť sa líšila podľa projektu. V module Mini meteorologická stanica odpovedalo $N = 128$ žiakov; položky mapovali čas potrebný na dokončenie, formu spolupráce, výskyt technických ťažkostí a vzdelávacie prínosy (meranie veličín, práca so senzormi, analytické myslenie, environmentálne uvedomenie). V projekte Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu odpovedalo $N = 115$ žiakov; výsledky sumarizujeme pri jednotlivých indikátoroch a v súhrne prínosov. V projekte Automatizované akvárium sa do prieskumu zapojilo $N = 80$ žiakov, pričom samostatne sa sledovala aj časová primeranosť a technická spoľahlivosť. V projekte Automatizované terárium (africký slimák) poskytlo odpovede $N = 76$ žiakov.

Vyučujúcimi boli kvalifikovaní učitelia predmetu technika - členovia projektového tímu.

Súhrnne vzorka pozostávala zo žiakov dvoch základných škôl, ktorí v školských hodinách realizovali micro:bit projekty a bezprostredne ich hodnotili.

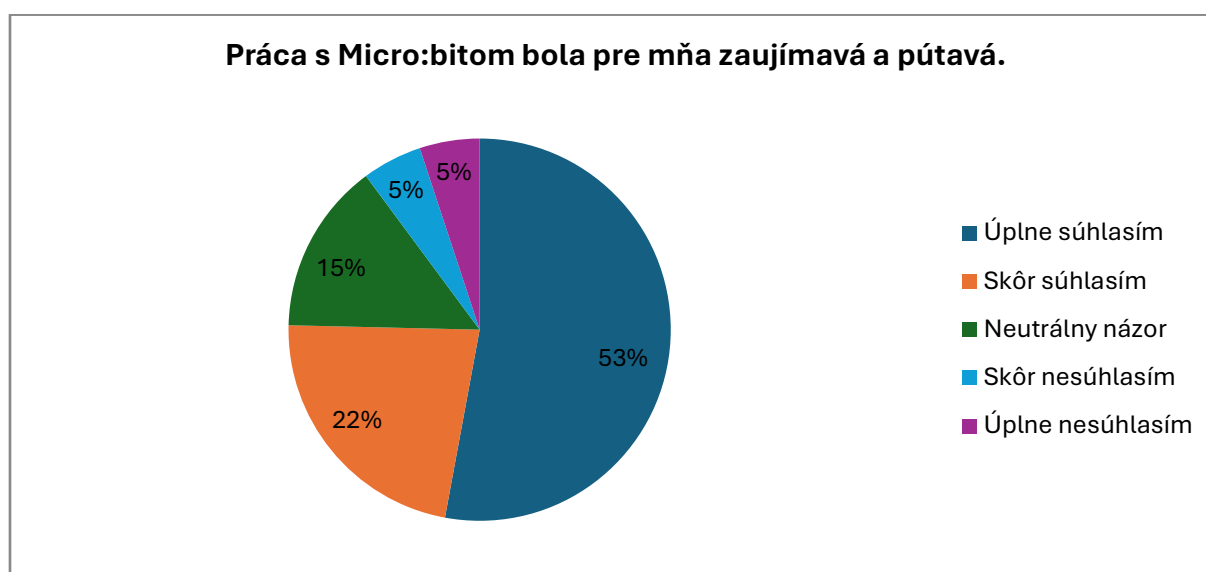
4 Vyhodnotenie dotazníka

Táto kapitola sumarizuje výsledky dotazníkového zisťovania, ktorého cieľom bolo overiť didaktický prínos a realizovateľnosť projektov s mikrokontrolérom BBC micro:bit a sprievodných materiálov. Dotazník bol štruktúrovaný do tematických blokov a položky boli hodnotené na päťstupňovej Likertovej škále. Mapovali sme: (1) skúsenosť s micro:bitom (záujem, intuitívnosť ovládania, porozumenie základom programovania, kreativita, motivácia), (2) spoluprácu a podporu pri práci (vysvetlenia pedagóga, prínos tímovej práce, pocit podpory), (3) hodnotenie učebnice (kvalita spracovania, jasnosť výkladu, praktické príklady, vizuálna opora, motivačný účinok), (4) hodnotenie cvičebnice (dostatok úloh, zrozumiteľnosť inštrukcií, upevňovanie poznatkov, aplikácia na technické problémy, rozvoj samostatnosti), (5) hodnotenie e-learningu (prehľadnosť, priamy prínos k pochopeniu, nárast istoty, dopĺňanie prezenčnej výučby, učenie vlastným tempom), (6) medzipredmetové vzťahy (prepojenia s prírodovednými predmetmi, matematikou, environmentálnymi témami, automatizáciou, meraním a analýzou údajov). Samostatné moduly zachytávajú percepciu konkrétnych projektov (mini meteorologická stanica, meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu, akvárium, terárium, čistička vody, „uhorkomat“, liaheň, automat na prepeličie vajíčka, automatická práčka) vrátane organizačných otázok (trvanie, zloženie tímu, vzniknuté problémy) a učenia sa kľúčových princípov senzoriky, regulácie a plánovania procesov a nakoniec (7) celkové využitie micro:bitu v praxi (praktický zmysel, predmetová užitočnosť, záujem pokračovať, získané zručnosti, odporúčanie). V ďalšom texte uvádzame výsledky po blokoch a projektoch, ich syntézu a odporúčania pre didaktické vylepšenia.

4.1 Práca s BBC: micro:bit

Táto podkapitola mapuje, ako žiaci vnímali prácu s mikrokontrolérom BBC micro:bit z hľadiska zážitku z učenia a didaktickej hodnoty. Štyri položky zachytávajú kľúčové dimenzie: záujem a pútavosť aktivít, používateľskú prístupnosť (jednoduchosť a intuitívnosť ovládania), vzdelávací prínos pre pochopenie základov programovania a rozvoj tvorivosti, a napokon motivačný účinok praktických úloh. Na všetky položky odpovedalo 138 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále (od „Úplne nesúhlasím“ po „Úplne súhlasím“) po absolvovaní konkrétnych praktických aktivít. Súbor otázok tak poskytuje ucelený obraz o akceptácii micro:bitu, jeho pedagogickej efektívite a potenciáli podporovať vnútornú motiváciu i kreatívne myslenie v STEM kontexte. Interpretácie výsledkov sa preto sústreďujú na rozloženie súhlasov a nesúhlasov v uvedených dimenziách, ktoré spoločne indikujú mieru angažovanosti, jednoduchosť začlenenia technológie do výučby a jej pridanú hodnotu pre učenie sa programovania.

Položka: Práca s Micro:bitom bola pre mňa zaujímavá a pútavá.



Obrázok 1 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca s micro:bitom bola zaujímavá a pútavá

Na položku „Práca s Micro:bitom bola pre mňa zaujímavá a pútavá.“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili svoju skúsenosť s týmto mikrokontrolérom po absolvovaní praktických úloh. Získané výsledky poskytujú dôležitý pohľad na subjektívnu percepciu práce s BBC micro:bitom z hľadiska jej zaujímavosti a pútavosti.

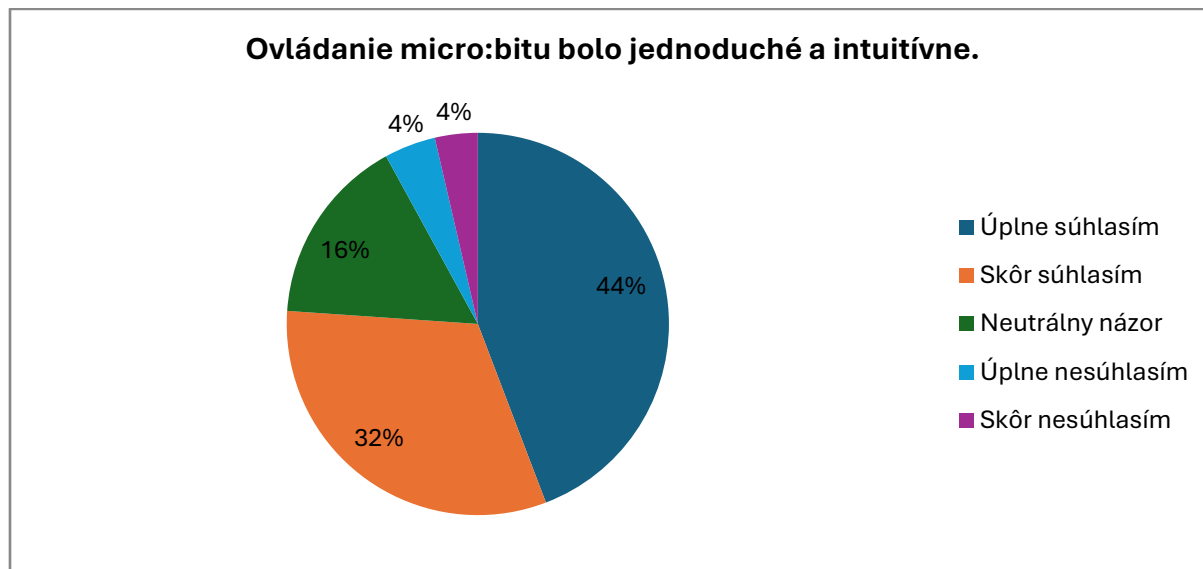
Najvyšší podiel tvorili respondenti, ktorí s tvrdením „**Úplne súhlasím**“ vyjadrili jednoznačne pozitívny postoj – až **52,9 % (73 respondentov)**. Táto skupina predstavuje viac ako polovicu účastníkov a naznačuje, že väčšina žiakov alebo študentov vnímala prácu s BBC micro:bitom ako zaujímavú, podnetnú a prínosnú. Ďalších **22,46 % (31 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo ukazuje, že spolu viac ako tri štvrtiny opýtaných považovali prácu s BBC micro:bitom za pozitívnu skúsenosť. Tieto dve kategórie spoločne reprezentujú výrazne priaznivý postoj väčšiny respondentov (celkovo 75,36 %), čo možno interpretovať ako vysokú mieru spokojnosti s aplikáciou tejto technológie vo výučbe.

Naopak, neutrálne stanovisko vyjadrilo **14,49 % (20 respondentov)**, ktorí neprejavili ani jednoznačný súhlas, ani nesúhlas. Táto skupina môže predstavovať respondentov, ktorí síce prácu s mikrokontrolérom hodnotili neutrálne, no zároveň si uvedomovali jej potenciál, aj keď pre nich nepredstavovala výrazný zážitok.

Menšiu časť tvorili respondenti so záporným postojom. Možnosť „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **5,07 % (7 respondentov)** a rovnaké percento (**5,07 % – 7 respondentov**) označilo odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“. Súhrnne ide približne o desatinu opýtaných, ktorí prácu s BBC micro:bitom nevnímali pozitívne. Ich negatívne odpovede môžu signalizovať určité problémy pri práci so zariadením, napríklad nepochopenie princípu programovania, technické ťažkosti alebo nižšiu mieru motivácie k riešeniu praktických úloh.

Výsledky poukazujú na to, že implementácia BBC micro:bitu do výučby bola vo väčšine prípadov vnímaná pozitívne a že práca s týmto zariadením podporuje pozitívny vzťah žiakov k technickým a digitálnym aktivitám. Pozitívne odpovede môžu byť dôkazom toho, že interaktívne a experimentálne formy výučby založené na praktickej činnosti a programovaní sú pre žiakov atraktívne.

Položka: Ovládanie micro:bitu bolo jednoduché a intuitívne.



Obrázok 2 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že ovládanie micro:bitu bolo jednoduché a intuitívne.

Na položku „Ovládanie micro:bitu bolo jednoduché a intuitívne.“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili úroveň používateľskej prístupnosti a intuitívnosti práce s týmto mikrokontrolérom. Cieľom bolo zistiť, ako účastníci vnímali technickú a programovú náročnosť práce so zariadením a či sa dokázali bez väčších ťažkostí orientovať v prostredí a funkcionalitách BBC micro:bitu.

Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí s tvrdením „**Úplne súhlasím**“ súhlasili v plnej miere – **44,2 % (61 respondentov)**. Tento podiel poukazuje na vysokú mieru spokojnosti s jednoduchosťou ovládania a potvrdzuje, že BBC micro:bit je vhodne navrhnutý pre začiatočníkov i menej skúsených používateľov. Ďalších **31,88 % (44 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo naznačuje, že väčšina respondentov nepociťovala výrazné prekážky pri práci s týmto zariadením. Súhrnne teda až **76,08 % (105 respondentov)** vnímalo ovládanie BBC micro:bitu ako jednoduché alebo relatívne jednoduché, čo je veľmi priaznivý ukazovateľ používateľskej dostupnosti.

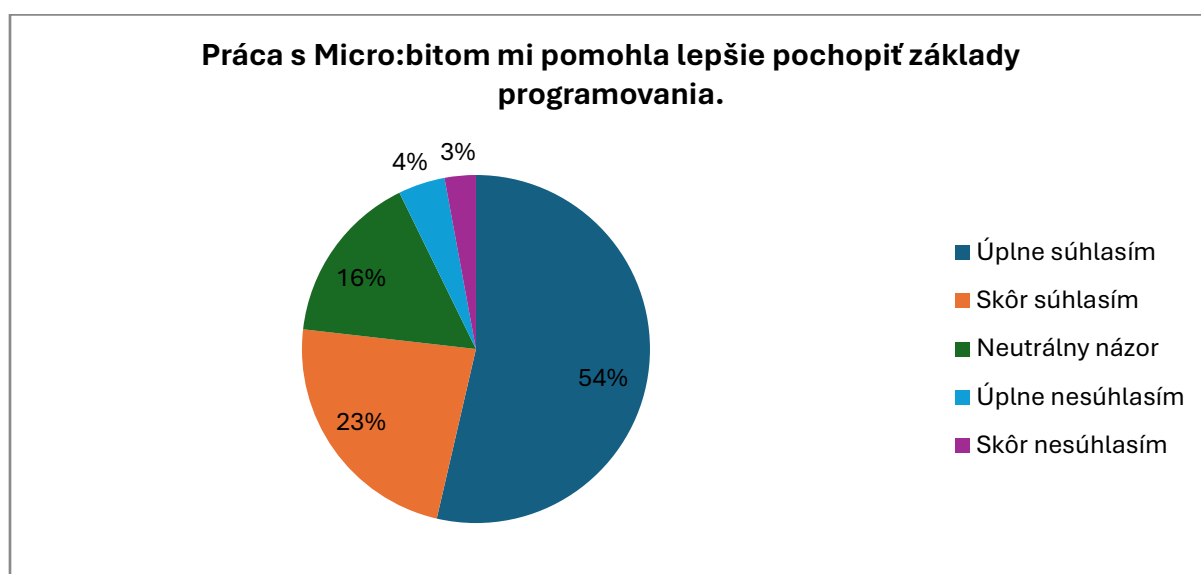
Neutrálny postoj vyjadrilo **15,94 % (22 respondentov)**, ktorí hodnotili ovládanie mikrokontroléra ako primerane zvládnuteľné, avšak nie úplne intuitívne. Táto skupina môže zahŕňať respondentov, ktorí sa s mikrokontrolérom stretli po prvýkrát alebo mali

obmedzené predchádzajúce skúsenosti s programovaním. Ich odpovede naznačujú potrebu miernej didaktickej podpory v úvodnej fáze práce so zariadením.

Negatívne stanoviská predstavovali menšiu časť súboru. Možnosť „**Úplne nesúhlasím**“ uviedlo **4,35 % (6 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ zvolilo **3,62 % (5 respondentov)**. Tieto údaje naznačujú, že iba malá časť účastníkov považovala prácu s BBC micro:bitom za zložitú. Dôvodom mohli byť individuálne rozdiely v digitálnych zručnostiach alebo technické problémy počas realizácie úloh.

Celkovo možno konštatovať, že respondenti hodnotili ovládanie BBC micro:bitu prevažne pozitívne, pričom väčšina vnímala tento mikrokontrolér ako jednoducho použiteľný nástroj vhodný aj pre žiakov základných škôl. Jednoduché a intuitívne ovládanie znižuje bariéru vstupu do oblasti digitálnej tvorivosti a podporuje zapojenie žiakov do prakticky orientovaných STEM aktivít.

Položka: Práca s Micro:bitom mi pomohla lepšie pochopiť základy programovania



Obrázok 3 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca s micro:bitom mi pomohla lepšie pochopiť základy programovania.

Na túto položku odpovedalo **138 respondentov**, ktorí pracovali s mikrokontrolérom **BBC micro:bit** v rámci rôznych praktických úloh zameraných na rozvoj digitálnych a technických kompetencií. Výsledky poukazujú na jednoznačne pozitívne vnímanie micro:bitu ako didaktického prostriedku pri osvojovaní si základov programovania.

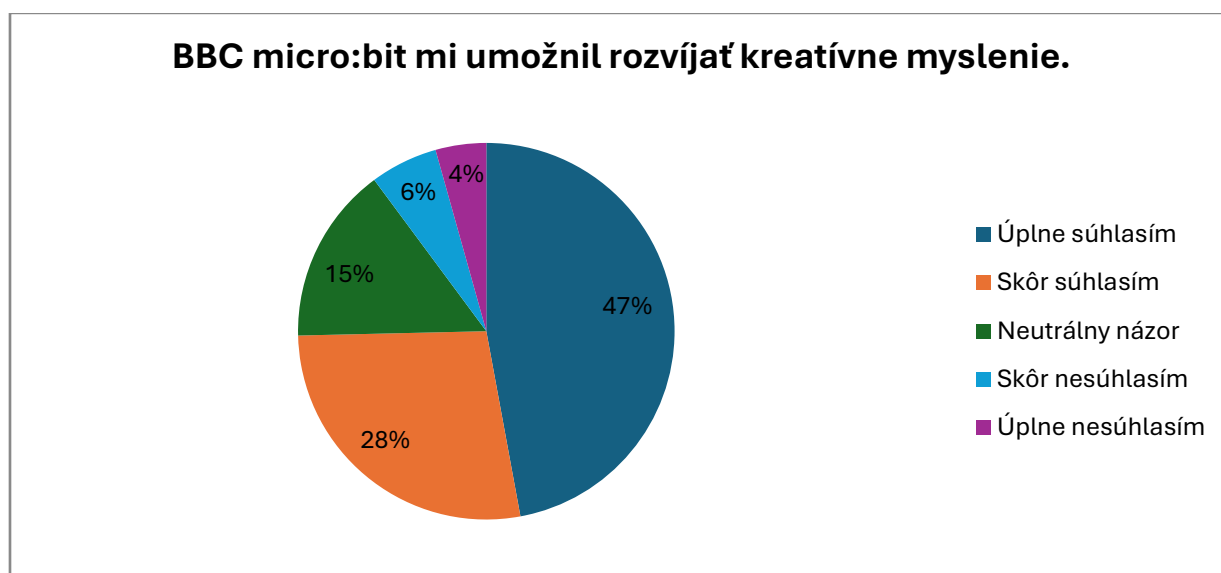
So zadaním **úplne súhlasilo 53,62 % (74 respondentov)** a **skôr súhlasilo 23,19 % (32 respondentov)**, čo spolu predstavuje **76,81 % (106 respondentov)**, ktorí vnímajú micro:bit ako efektívny nástroj na pochopenie princípov programovania. **Neutrálny postoj** zaujalo **15,94 % (22 respondentov)**, zatiaľ čo **úplne nesúhlasilo 4,35 % (6 respondentov)** a **skôr nesúhlasilo 2,9 % (4 respondentov)**.

Tieto údaje jednoznačne dokazujú, že väčšina žiakov vníma prácu s micro:bitom ako **praktickú a zrozumiteľnú formu výučby programovania**, ktorá im pomohla preniesť abstraktné pojmy (premenné, podmienky, cykly) do reálneho, fyzicky pozorovateľného prostredia.

Významným faktorom úspechu micro:bitu je aj jeho intuitívnosť a okamžitá spätná väzba – žiaci dokázali rýchlo vidieť, či ich program funguje správne, čo posilňovalo ich motiváciu pri práci s technológiami.

Celkovo možno konštatovať, že mikrokontrolér BBC micro:bit je efektívny didaktický nástroj pre pochopenie princípov programovania a rozvoj algoritmického myslenia prostredníctvom experimentálneho a projektového učenia.

Položka: BBC micro:bit mi umožnil rozvíjať kreatívne myslenie.



Obrázok 4 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že micro:bit mi umožnil rozvíjať kreatívne myslenie.

Na položku „BBC micro:bit mi umožnil rozvíjať kreatívne myslenie“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili, do akej miery práca s mikrokontrolérom podporila ich tvorivé a inovačné myslenie. Táto otázka sa zameriavala na rozvoj kreatívneho potenciálu prostredníctvom digitálnych technológií, čo je kľúčový aspekt moderného STEM vzdelávania.

Najviac zastúpenou odpoveďou bolo „**Úplne súhlasím**“, ktorú označilo **47,1 % (65 respondentov)**. Takmer polovica účastníkov teda považovala prácu s BBC micro:bitom za výrazne podnetnú v oblasti tvorivosti. Tento výsledok naznačuje, že interaktívne programovanie, experimentovanie s rôznymi senzormi umožnili žiakom realizovať originálne nápady. Ďalších **27,54 % (38 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo spolu predstavuje **74,64 % (103 respondentov)**, ktorí hodnotili rozvoj kreativity

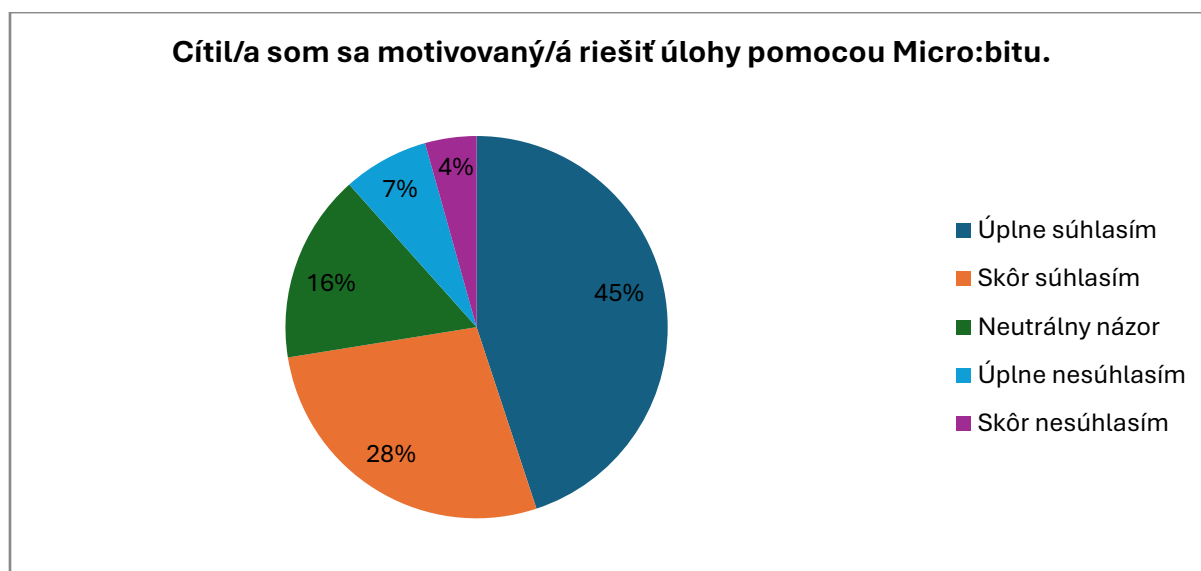
pozitívne. Ide o jednoznačný dôkaz, že BBC micro:bit pôsobí nielen ako nástroj na osvojovanie technických zručností, ale aj ako prostriedok pre rozvoj tvorivého myslenia.

Neutrálny postoj zaujalo **15,22 % (21 respondentov)**. Táto skupina mohla vnímať činnosti s mikrokontrolérom skôr ako technické než kreatívne, alebo sa im nepodarilo dostatočne uplatniť vlastné nápady v zadaných úlohách. Tento výsledok poukazuje na potrebu vhodného didaktického rámca, ktorý umožní žiakom viac priestoru pre individuálne projekty a tvorivé riešenia.

Menšiu časť respondentov tvorili tí, ktorí vyjadrili nesúhlas. Odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **5,8 % (8 respondentov)** a „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **4,35 % (6 respondentov)**. Spolu teda len približne desatina účastníkov nepociťovala, že by mikrokontrolér prispel k rozvoju ich kreativity. Ich postoj môže byť ovplyvnený tým, že niektorí žiaci sa sústredili skôr na reprodukciu postupov ako na experimentovanie, alebo mali menšiu motiváciu pre samostatné riešenie úloh.

Celkovo možno konštatovať, že väčšina respondentov vnímala BBC micro:bit ako prostriedok, ktorý významne podporuje tvorivosť. V kontexte edukačného dizajnu tieto výsledky potvrdzujú, že BBC micro:bit má potenciál pôsobiť ako nástroj kreatívnej edukácie.

Položka: Cítil/a som sa motivovaný/á riešiť úlohy pomocou Micro:bitu



Obrázok 5 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že som sa cítil/a motivovaný/á riešiť úlohy pomocou micro:bitu.

Na položku „Cítil/a som sa motivovaný/á riešiť úlohy pomocou Micro:bitu“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili mieru svojej vnútornej motivácie pri práci s týmto mikrokontrolérom. Táto otázka mala za cieľ preskúmať, do akej miery technológia BBC micro:bit dokáže pôsobiť ako motivačný prvok v procese učenia, najmä v prakticky orientovaných a technicky zameraných aktivitách.

Najviac respondentov označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **44,93 % (62 respondentov)**. Tento podiel predstavuje významnú skupinu žiakov, ktorí považovali úlohy s BBC micro:bitom za zaujímavé, podnetné a povzbudzujúce k ďalšej aktivite. Ich pozitívne hodnotenie poukazuje na to, že práca s mikrokontrolérom môže podporovať vnútornú motiváciu. Ďalších **27,54 % (38 respondentov)** označilo možnosť „**Skôr súhlasím**“, čím potvrdilo, že väčšina účastníkov (spolu **72,47 % – 100 respondentov**) vnímala BBC micro:bit ako nástroj, ktorý zvyšuje záujem o riešenie praktických úloh.

Neutrálny postoj vyjadrilo **15,94 % (22 respondentov)**. Táto skupina mohla mať skôr vyvážený postoj k motivácii – úlohy vnímala ako zaujímavé, ale nie nutne inšpirujúce alebo nové. V pedagogickej interpretácii to môže znamenať, že pre týchto žiakov bolo potrebné diferencovanejšie zadanie, ktoré by lepšie reflektovalo ich individuálne záujmy alebo úroveň technických schopností.

Záporné postoje boli zastúpené len menšinovo. Možnosť „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **7,25 % (10 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ zvolilo **4,35 % (6 respondentov)**. Tieto výsledky naznačujú, že len približne desatina opýtaných nepociťovala zvýšenú motiváciu počas práce s BBC micro:bitom. Tento jav možno vysvetliť individuálnymi rozdielmi v preferovaných štýloch učenia alebo nižšou mierou sebadôvery v oblasti technických zručností.

Z celkového pohľadu možno konštatovať, že väčšina respondentov vnímala BBC micro:bit ako silný motivačný prvok vo výučbe. Kombinácia praktického programovania, okamžitej spätnej väzby a možnosti tvoriť funkčné zariadenia významne podporuje vnútornú motiváciu žiakov. Tento prístup zároveň znižuje pasívny prístup k učivu a posilňuje angažovanosť, experimentovanie a spoluprácu.

4.1.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov

Blok otázok mapoval subjektívnu skúsenosť žiakov s mikrokontrolérom BBC micro:bit po absolvovaní prakticky orientovaných úloh/projektov. Zamerail sa na atraktivitu a pútavosť práce, používateľskú jednoduchosť, prínos k pochopeniu základov programovania, podporu kreatívneho myslenia a motivačný efekt technológie. Cieľom bolo posúdiť didaktickú hodnotu micro:bitu pre rozvoj digitálnych kompetencií a záujmu o technicko-informačné aktivity.

Kľúčové zistenia podľa položiek

- **Práca s micro:bitom bola zaujímavá a pútavá**

Pozitívny postoj prevládol: „Úplne súhlasím“ 52,9 % (73 respondentov), „Skôr súhlasím“ 22,46 % (31 respondentov). Spolu teda 75,36 % (104 respondentov) hodnotilo skúsenosť priaznivo. Neutrálne stanovisko uviedlo 14,49 % (20 respondentov). Negatívne odpovede tvorili „Skôr nesúhlasím“ 5,07 % (7 respondentov) a „Úplne nesúhlasím“ 5,07 % (7

respondentov). Výsledok potvrdzuje, že interaktívny charakter a priame prepojenie kódu s fyzickým výstupom sú pre väčšinu účastníkov atraktívne.

- **Ovládanie micro:bitu bolo jednoduché a intuitívne**

Hodnotenie používateľskej prístupnosti bolo prevažne kladné: „Úplne súhlasím“ 44,2 % (61 respondentov) a „Skôr súhlasím“ 31,88 % (44 respondentov), spolu 76,08 % (105 respondentov). Neutrálne odpovedalo 15,94 % (22 respondentov). Negatívne odpovede: „Skôr nesúhlasím“ 3,62 % (5 respondentov) a „Úplne nesúhlasím“ 4,35 % (6 respondentov). Dáta podporujú tvrdenie, že micro:bit má nízku vstupnú bariéru aj pre menej skúsených používateľov.

- **Prínos k pochopeniu základov programovania**

Vnímaný didaktický prínos je výrazný: „Úplne súhlasím“ 53,62 % (74 respondentov), „Skôr súhlasím“ 23,19 % (32 respondentov), spolu 76,81 % (106 respondentov). Neutrálne 15,94 % (22 respondentov). Nesúhlasné odpovede: „Skôr nesúhlasím“ 2,9 % (4 respondenti), „Úplne nesúhlasím“ 4,35 % (6 respondentov). Prevažná väčšina teda vníma micro:bit ako účinný most medzi abstraktnými pojmami (premenné, podmienky, cykly) a reálnym, pozorovateľným správaním systému.

- **Rozvoj kreatívneho myslenia**

Kreatívny potenciál micro:bitu hodnotili respondenti pozitívne: „Úplne súhlasím“ 47,1 % (65 respondentov), „Skôr súhlasím“ 27,54 % (38 respondentov), spolu 74,64 % (103 respondentov). Neutrálne 15,22 % (21 respondentov). Nesúhlas: „Skôr nesúhlasím“ 5,8 % (8 respondentov), „Úplne nesúhlasím“ 4,35 % (6 respondentov). Výsledky naznačujú, že experimentovanie so senzormi a tvorba funkčných prototypov podporuje tvorivosť a hľadanie originálnych riešení.

- **Motivačný účinok micro:bitu**

Vnútorňú motiváciu posilňoval micro:bit u väčšiny: „Úplne súhlasím“ 44,93 % (62 respondentov), „Skôr súhlasím“ 27,54 % (38 respondentov), spolu 72,47 % (100 respondentov). Neutrálne 15,94 % (22 respondentov). Nesúhlas: „Skôr nesúhlasím“ 4,35 % (6 respondentov), „Úplne nesúhlasím“ 7,25 % (10 respondentov). Kombinácia okamžitej spätnej väzby, viditeľných výsledkov a zmysluplných úloh zjavne zvyšuje angažovanosť.

Syntéza naprieč položkami

- **Celkový súhlas (Úplne + Skôr):** priemerne 75,07 % (~104 z 138 respondentov).
- **Úplný súhlas:** priemerne 48,55 % (~67 respondentov), čo svedčí o vysokej intenzite pozitívneho vnímania.

- **Neutrálne odpovede:** priemerne 15,31 % (~21 respondentov), stabilný podiel naprieč položkami.
- **Nesúhlas (Skôr + Úplne):** priemerne 9,82 % (~14 respondentov), čo predstavuje menšinu, ktorá nenašla v práci s micro:bitom očakávaný prínos (pravdepodobne vplyv rozdielnej začiatkovej úrovne, obmedzených skúseností či technických ťažkostí).

Spoločne výsledky ukazujú konzistentný obraz: micro:bit je vnímaný ako atraktívny (75,36 % – 104 respondentov), prístupný (76,08 % – 105 respondentov), didakticky účinný pri základnom programovaní (76,81 % – 106 respondentov), tvorivo stimulujúci (74,64 % – 103 respondentov) a motivačne pôsobiaci (72,47 % – 100 respondentov).

Edukačný prínos a interpretácia

1. **Atraktivita a angažovanosť:** Vysoké podiely súhlasu naznačujú, že praktické, „hands-on“ úlohy s okamžitou spätnou väzbou sú pre žiakov pútavé a podporujú vnútornú motiváciu k riešeniu problémov.
2. **Nízka vstupná bariéra:** Vnímaná jednoduchosť a intuitívnosť ovládania redukuje úzkosť z programovania a urýchľuje prechod od demonštrácií k samostatným pokusom.
3. **Prenositeľnosť konceptov:** Prepojenie kódu so senzorikou a aktuátormi uľahčuje chápanie základných štruktúr programu a podporuje transfer do reálneho sveta (domáce spotrebiče, jednoduchá automatizácia).
4. **Kreativita a dizajnové myslenie:** Tvorba funkčných prototypov (od nápadu k realizácii) posilňuje kreativitu a schopnosť reflektovať obmedzenia riešenia.

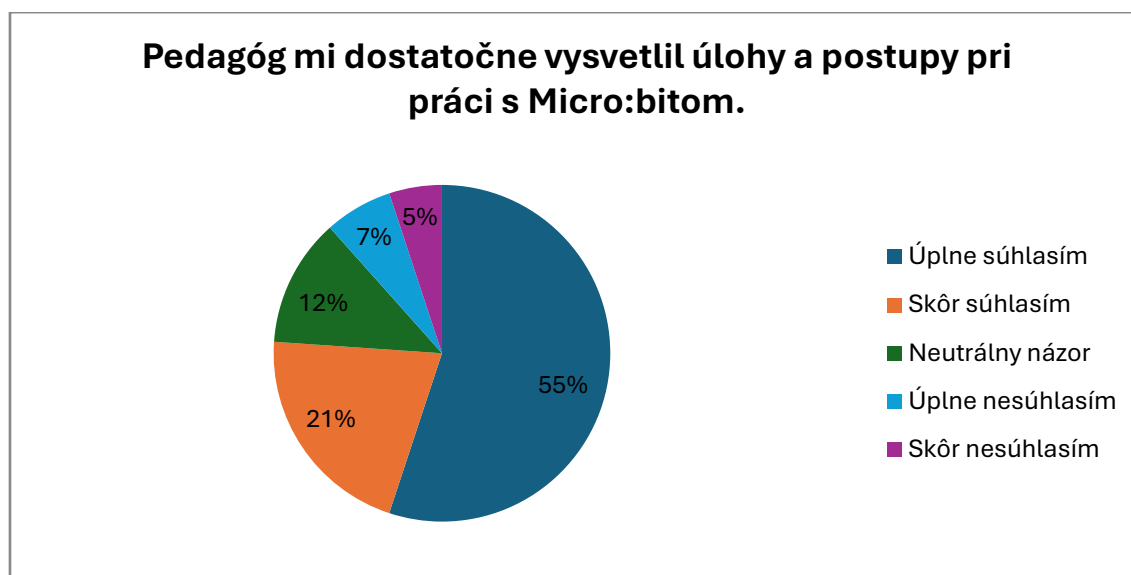
Záver

Výsledky (N = 138) potvrdzujú **vysokú didaktickú hodnotu** BBC micro:bitu naprieč piatimi oblasťami: atraktivita/pútavosť (75,36 % – 104 respondentov), používateľská jednoduchosť (76,08 % – 105 respondentov), porozumenie základom programovania (76,81 % – 106 respondentov), rozvoj kreativity (74,64 % – 103 respondentov) a motivačný účinok (72,47 % – 100 respondentov). Stabilne nízky nesúhlas (~9,82 % – ~14 respondentov) a vyrovnané nízky podiel neutrálnych odpovedí (~15,31 % – ~21 respondentov) svedčia o konzistentnom, pozitívnom učení sa v prostredí micro:bitu. BBC micro:bit môže slúžiť ako modelový nástroj pre rozvoj digitálnych kompetencií, algoritmického a dizajnového myslenia v rámci interdisciplinárnej edukácie.

4.2 Spolupráca pri práci na projekte

Táto podkapitola zachytáva sociálne a pedagogické aspekty práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit v rámci projektovo orientovaného vyučovania. Položky sú zamerané na štyri komplementárne konštrukty: (1) kvalitu didaktickej komunikácie a jasnosť inštrukcií zo strany učiteľa (2) vnímaný prínos spolupráce so spolužiakmi pri riešení úloh, (3) rozvoj tímovej spolupráce ako výsledok praktických aktivít a (4) subjektívne prežívanú podporu počas práce (zo strany učiteľa i rovesníkov). Všetky položky využívajú päťstupňovú Likertovu škálu (od „Úplne nesúhlasím“ po „Úplne súhlasím“) a odpovedalo na ne 138 respondentov. Súbor otázok tak operacionalizuje kľúčové prvky edukačného dizajnu – pedagogické vedenie, kooperatívne učenie, tímové kompetencie a inkluzívnu, podpornú klímu triedy. Interpretácie výsledkov sa preto sústreďujú na rozloženie súhlasov a nesúhlasov, ktoré indikujú, do akej miery boli inštrukcie zrozumiteľné, spolupráca vnímaná ako prínosná, tímové zručnosti rozvíjané a podpora počas učenia prítomná. Tento rámec umožňuje posúdiť, či organizačné a komunikačné nastavenie výučby vytváralo podmienky pre efektívne a motivujúce učenie sa v skupine.

Položka: Pedagóg mi dostatočne vysvetlil úlohy a postupy pri práci s Micro:bitom



Obrázok 6 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že pedagóg mi dostatočne vysvetlil úlohy a postupy pri práci s micro:bitom.

Na položku „Pedagóg mi dostatočne vysvetlil úlohy a postupy pri práci s Micro:bitom“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili kvalitu pedagogickej podpory a jasnosť inštrukcií počas práce s mikrokontrolérom. Táto otázka bola zameraná na posúdenie úrovne didaktickej komunikácie a efektivity vysvetľovania postupov pri riešení praktických úloh.

Najväčšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí označili odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **50,72 % (70 respondentov)**. Tento výsledok poukazuje na vysokú mieru spokojnosti s pedagogickým vedením a naznačuje, že väčšina žiakov alebo študentov považovala

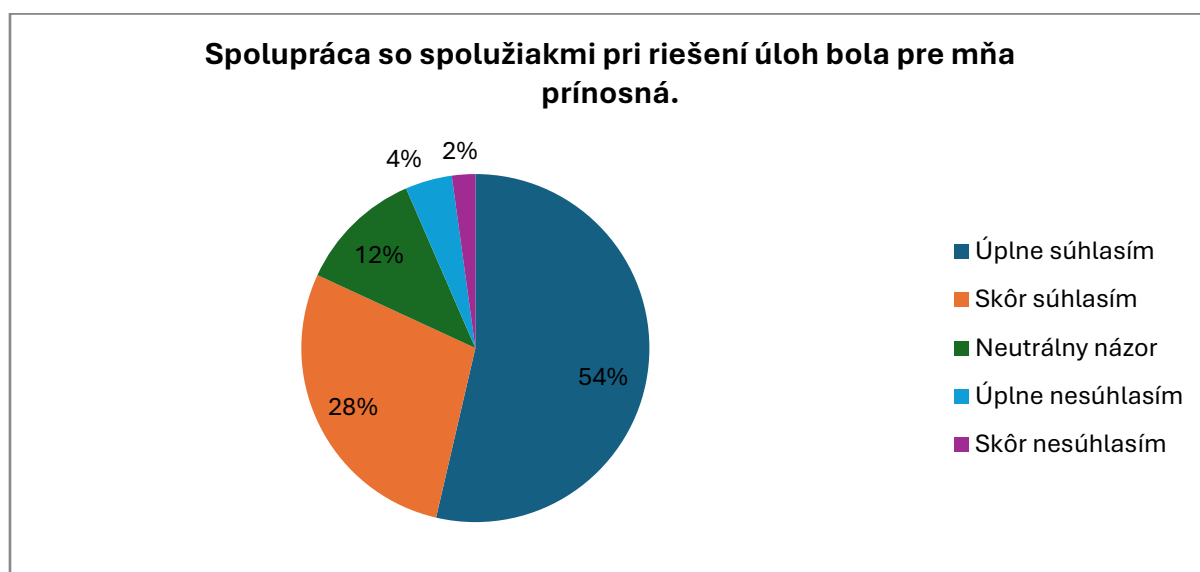
vysvetlenie úloh za jasné, zrozumiteľné a adekvátne svojmu stupňu znalostí. Ďalších **27,54 % (38 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo naznačuje, že spolu viac ako tri štvrtiny opýtaných (**78,26 % – 108 respondentov**) pociťovali, že učiteľ im poskytol dostatočnú podporu pri práci s BBC micro:bitom. Tento vysoký podiel pozitívnych odpovedí je dôkazom efektívnej komunikácie medzi pedagógom a žiakmi.

Neutrálny postoj vyjadrilo **13,04 % (18 respondentov)**, ktorí mohli mať pocit, že niektoré aspekty vysvetlenia zostali pre nich menej zrozumiteľné alebo vyžadovali viac samostatného objasňovania. Táto skupina predstavuje dôležitý indikátor potreby prispôbiť tempo a formu výučby individuálnym potrebám žiakov.

Menšiu časť tvorili respondenti s negatívnym hodnotením. Možnosť „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **5,8 % (8 respondentov)** a „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **2,9 % (4 respondenti)**. Aj keď ide o malé percento, tieto údaje upozorňujú na potrebu diferencovanej podpory – najmä pre žiakov, ktorí môžu mať ťažkosti s pochopením algoritmických princípov alebo práce v programovacom prostredí.

Celkovo možno konštatovať, že väčšina respondentov vnímala pedagogickú podporu ako veľmi kvalitnú. Jasné vysvetlenie postupov pri práci s BBC micro:bitom významne prispelo k pochopeniu zadania.

Položka: Spolupráca so spolužiakmi pri riešení úloh bola pre mňa prínosná



Obrázok 7 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že spolupráca so spolužiakmi pri riešení úloh bola pre mňa prínosná.

Na položku „Spolupráca so spolužiakmi pri riešení úloh bola pre mňa prínosná“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili efektívnosť tímovej práce a vzájomnej podpory počas riešenia úloh s mikrokontrolérom. Táto otázka sledovala sociálny a kooperatívny rozmer učenia.

Najväčšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí označili odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **55,07 % (76 respondentov)**. Viac ako polovica účastníkov teda vnímala spoluprácu pri práci s

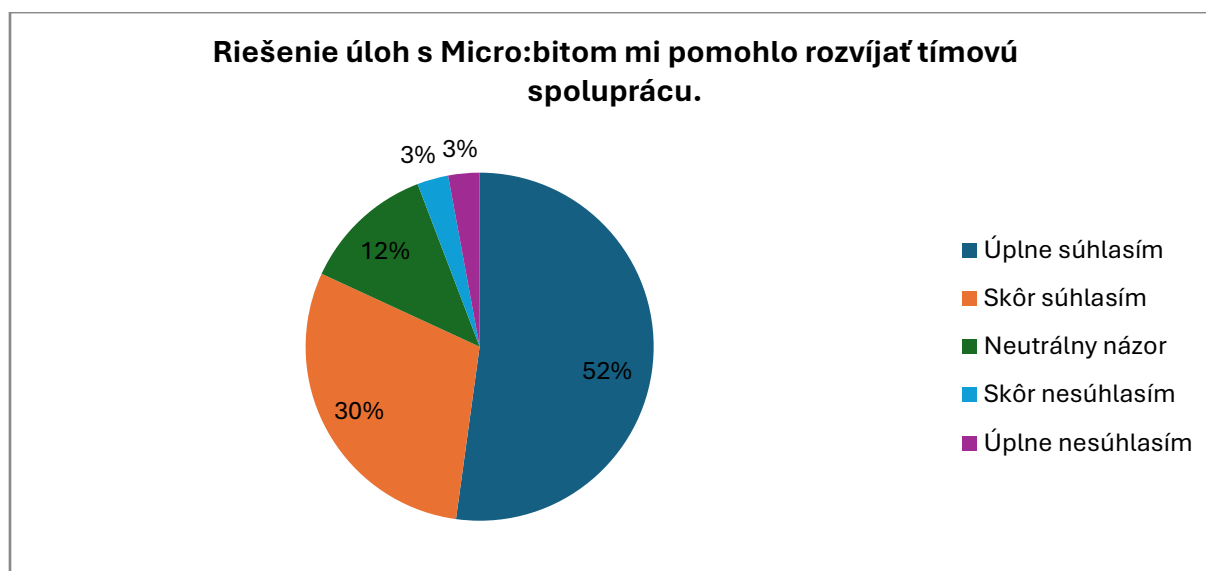
BBC micro:bitom ako výrazne prospešnú a pozitívnu skúsenosť. Ďalších **21,01 % (29 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo potvrdzuje, že väčšina respondentov (spolu **76,08 % – 105 respondentov**) považovala tímovú prácu za hodnotnú súčasť učebného procesu. Tieto výsledky naznačujú, že práca s mikrokontrolérom podporuje sociálne interakcie a schopnosť riešiť problémy spoločne.

Neutrálny postoj zaujalo **13,32 % (17 respondentov)**. Táto skupina respondentov mohla mať rôzne skúsenosti – v niektorých prípadoch mohla byť spolupráca prínosná, inokedy menej efektívna.

Negatívne odpovede boli zastúpené len okrajovo. Možnosť „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **5,07 % (7 respondentov)** a „**Úplne nesúhlasím**“ zvolilo **6,25 % (9 respondentov)**. Hoci tieto hodnoty predstavujú len malý podiel z celkového počtu, poukazujú na existenciu jednotlivcov, ktorí mohli uprednostňovať samostatnú prácu alebo vnímali rozdiely v prístupe a príspevkoch členov skupiny ako problematické.

Z výsledkov vyplýva, že spolupráca pri práci s BBC micro:bitom bola vo väčšine prípadov pozitívne hodnotená a prispievala k lepšiemu porozumeniu riešených problémov. Tímová práca umožnila žiakom zdieľať nápady, hľadať spoločné riešenia a učiť sa jeden od druhého.

Položka: Riešenie úloh s Micro:bitom mi pomohlo rozvíjať tímovú spoluprácu



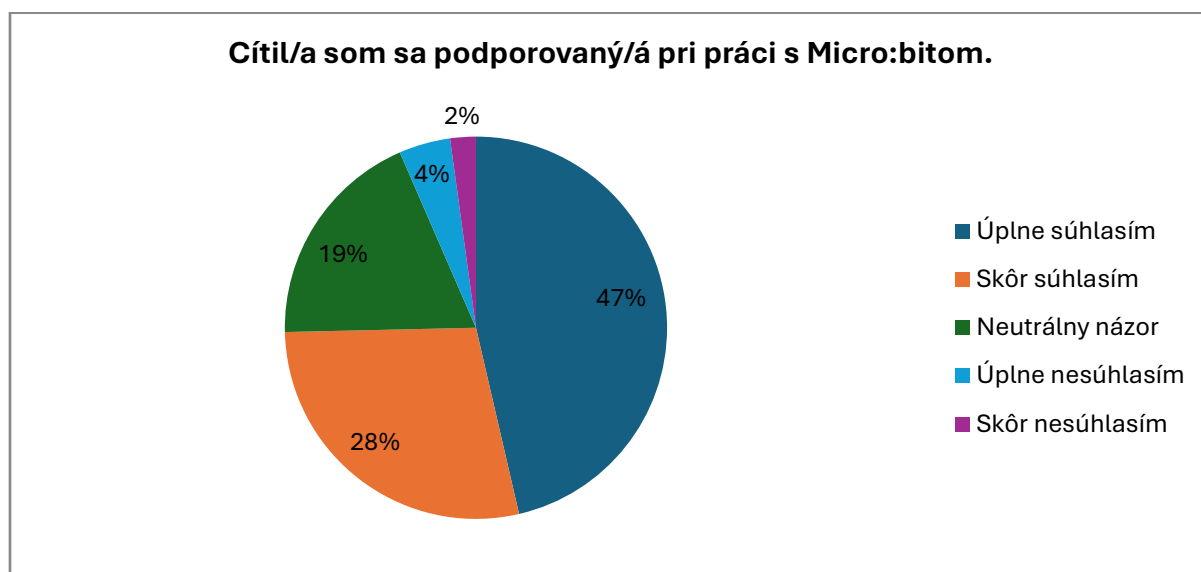
Obrázok 8 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riešenie úloh s micro:bitom mi pomohlo rozvíjať tímovú spoluprácu.

Na túto položku odpovedalo **138 respondentov**, ktorí pracovali na projektoch s využitím mikrokontroléra BBC micro:bit v skupinovom prostredí. Výsledky potvrdzujú, že praktické a projektovo orientované aktivity podporujú nielen rozvoj technických zručností, ale aj spoluprácu a komunikáciu medzi žiakmi.

Najväčšia skupina respondentov — **52,17 % (72 respondentov)** — s tvrdením **úplne súhlasila** a ďalších **29,71 % (41 respondentov)** vyjadrilo **skôr súhlas**. To znamená, že až **81,88 % (113 respondentov)** vnímalo prácu s micro:bitom ako prínosnú pre rozvoj tímovej práce. **Neutrálny postoj** zaujalo **12,32 % (17 respondentov)**, zatiaľ čo **4 respondenti (2,9 %)** označili odpoveď **skôr nesúhlasím** a rovnaký počet (**2,9 %**, teda 4 respondenti) **úplne nesúhlasím**.

Celkovo možno konštatovať, že práca s BBC micro:bitom mala pozitívny vplyv na rozvoj tímovej spolupráce a sociálnych kompetencií. Väčšina respondentov vnímala úlohy ako kolektívnu výzvu, ktorá si vyžadovala koordináciu a spoločné rozhodovanie.

Položka: Cítil som sa podporovaný pri práci s BBC micro:bitom



Obrázok 9 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že cítil/a som sa podporovaný/á pri práci s Micro:bitom.

Na položku „Cítil som sa podporovaný pri práci s Micro:bitom“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili mieru podpory, povzbudenie a asistencie zo strany učiteľa a spolužiakov počas praktických aktivít.

Najviac respondentov označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **46,38 % (64 respondentov)**. Takmer polovica účastníkov teda pociťovala výraznú podporu pri práci s mikrokontrolérom, čo poukazuje na pozitívnu atmosféru počas vyučovania a kvalitnú pedagogickú interakciu. Ďalších **28,26 % (39 respondentov)** zvolilo možnosť „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že až **74,64 % (103 respondentov)** vnímalo prostredie výučby ako podporujúce. Tento výsledok naznačuje, že výučba s BBC micro:bitom bola vedená inkluzívne, so zreteľom na potreby a individuálne tempo žiakov.

Neutrálny postoj zaujalo **18,84 % (26 respondentov)**, ktorí pravdepodobne nemali jednoznačnú skúsenosť s podporou – mohli byť sebestační pri riešení úloh alebo necítili potrebu vyhľadávať pomoc. Ich odpovede možno interpretovať aj ako prejav istého stupňa samostatnosti.

Negatívne odpovede sa vyskytli len v malej miere. Možnosť „**Skôr nesúhlasím**“ označilo **2,17 % (3 respondenti)** a „**Úplne nesúhlasím**“ uviedlo **4,35% (6 respondentov)**. Tieto výsledky naznačujú, že len zanedbateľná časť respondentov mala pocit nedostatočnej podpory počas práce s BBC micro:bitom. V pedagogickej praxi to môže poukazovať na potrebu ešte intenzívnejšieho individuálneho prístupu alebo lepšieho rozdelenia pozornosti učiteľa medzi skupiny.

Celkovo možno konštatovať, že väčšina respondentov sa počas práce s BBC micro:bitom cítila podporovaná. Takéto prostredie má zásadný vplyv na učenie, pretože vytvára pocit istoty, podporuje sebavedomie a ochotu experimentovať.

4.2.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov – Spolupráca a podpora pri práci s BBC micro:bitom

Blok otázok mapoval kvalitu pedagogickej podpory, spolupráce v tíme a celkovej podpory pri práci s BBC micro:bitom. Cieľom bolo zhodnotiť, do akej miery jasné inštrukcie, kooperácia a podporné prostredie prispeli k úspechu prakticky orientovaných úloh a rozvoju sociálnych kompetencií žiakov.

Kľúčové zistenia podľa položiek

- **„Pedagóg mi dostatočne vysvetlil úlohy a postupy pri práci s Micro:bitom“**

Pozitívne hodnotenie prevažuje: Úplne súhlasím 50,72 % (70 respondentov), Skôr súhlasím 27,54 % (38 respondentov) – spolu 78,26 % (108 respondentov). Neutrálne 13,04 % (18 respondentov). Negatívne odpovede: Skôr nesúhlasím 5,8 % (8 respondentov), Úplne nesúhlasím 2,9 % (4 respondenti) – spolu 8,70 % (12 respondentov). Dáta svedčia o kvalitnej didaktickej komunikácii a primeranej miere vedenia.

- **„Spolupráca so spolužiakmi pri riešení úloh bola pre mňa prínosná“**

Opäť výrazná prevaha kladných postojov: Úplne súhlasím 55,07 % (76 respondentov), Skôr súhlasím 21,01 % (29 respondentov) – spolu 76,08 % (105 respondentov). Neutrálne 13,32 % (17 respondentov). Negatívne: Skôr nesúhlasím 5,07 % (7 respondentov), Úplne nesúhlasím 6,25 % (9 respondentov) – spolu 11,32 % (16 respondentov). Spolupráca bola pre väčšinu prínosná; menšia časť preferuje samostatnú prácu alebo naráža na nerovnomerné zapojenie členov.

- **„Riešenie úloh s Micro:bitom mi pomohlo rozvíjať tímovú spoluprácu“**

Najvyšší podiel kladov: Úplne súhlasím 52,17 % (72 respondentov), Skôr súhlasím 29,71 % (41 respondentov) – spolu 81,88 % (113 respondentov). Neutrálne 12,32 % (17 respondentov). Negatívne: Skôr nesúhlasím 2,9 % (4 respondenti), Úplne nesúhlasím 2,9 % (4 respondenti) – spolu 5,80 % (8 respondentov). Projektovo orientované aktivity zjavne posilňovali tímovú prácu a kooperatívne zručnosti.

- **„Cítil/a som sa podporovaný/á pri práci s Micro:bitom“**

Pozitívny klimatický faktor: Úplne súhlasím 46,38 % (64 respondentov), Skôr súhlasím 28,26 % (39 respondentov) – spolu 74,64 % (103 respondentov). Neutrálne 18,84 % (26 respondentov). Negatívne: Skôr nesúhlasím 2,17 % (3 respondenti), Úplne nesúhlasím 4,35 % (6 respondentov) – spolu 6,52 % (9 respondentov). Väčšina vnímala vyučovanie ako podporujúce (učiteľ aj vrstovníci).

Syntéza naprieč položkami

- **Celkový súhlas (Úplne + Skôr)** sa pohyboval v intervale **74,64 % (103 respondentov)** až **81,88 % (113 respondentov)**; priemerne **77,72 % (~107 respondentov)**.
- **Úplný súhlas** dosahoval priemerne **51,09 % (~71 respondentov)** – teda polovica žiakov hodnotila skúsenosť vysoko pozitívne vo všetkých štyroch dimenziách.
- **Neutrálne postoje** boli stabilné, priemerne **14,38 % (~20 respondentov)** – dôležitý signál pre jemné doladovanie inštrukcií a organizácie tímu.
- **Nesúhlas (Skôr + Úplne)** predstavoval priemerne **8,09 % (~11 respondentov)** – menšina, ktorá môže potrebovať diferencovanú podporu (tempo, istota v algoritmizácii, roly v tíme).

Interpretácia:

(1) Jasnosť učiteľských inštrukcií (**78,26 % – 108 respondentov**) a (2) kvalita tímovej skúsenosti (**76,08 % – 105 respondentov**) tvoria pevný základ pre (3) rozvoj spolupráce (**81,88 % – 113 respondentov**) a (4) vnímanú podporu (**74,64 % – 103 respondentov**). Spolu vytvárajú prostredie, v ktorom sa technické úlohy realizujú efektívne a s vysokou mierou angažovanosti.

Edukačný prínos a implikácie

1. Didaktická komunikácia: Vysoký súhlas s kvalitou vysvetlenia. Pre 13,04 % (18 respondentov) neutrálne hodnotiacich odporúčame doplniť odpovede k častým chybám.
2. Tímová práca ako kompetenčný cieľ: Keďže 81,88 % (113 respondentov) uvádza rozvoj tímovej spolupráce, má zmysel formálne zaviesť rolové štruktúry (programátor, tester, integrátor, dokumentarista) a rotáciu rolí medzi iteráciami.
3. Podporné prostredie: Pri 74,64 % (103 respondentov), ktorí sa cítili podporovaní, je vhodné systematizovať vrstovnícke mentoringové schémy (skúsený–nováčik), priebežnú formujúcu spätnú väzbu (rýchle 1–2 min konzultácie).
4. Prevencia nerovnomernej záťaže v tímoch: Pri položke o prínosnosti spolupráce (kde negatívnych bolo 11,32 % – 16 respondentov) zaviesť kontrakty tímovej práce,

krátke retrospektívy (čo fungovalo / čo nefungovalo) a rubriky hodnotenia spolupráce.

Záver

Výsledky (N = 138) konzistentne potvrdzujú, že prostredie výučby s BBC micro:bitom je **jasne vedené (78,26 % – 108 respondentov)** vníma dostatočné vysvetlenia), **kooperatívne a prínosné (76,08 % – 105 respondentov)**, **rozvíja tímovú spoluprácu (81,88 % – 113 respondentov)** a pôsobí **podporujúco (74,64 % – 103 respondentov)**. Priemerný celkový súhlas naprieč položkami dosiahol **77,72 % (~107 respondentov)**, priemerný úplný súhlas **51,09 % (~71 respondentov)**. Relatívne nízky nesúhlas (**~8,09 % – ~11 respondentov**) a stabilná neutrálna zóna (**~14,38 % – ~20 respondentov**) poukazujú skôr na potrebu jemnejších didaktických úprav než na systémový problém.

Výsledky štyroch analyzovaných otázok zameraných na podporu, spoluprácu a pochopenie učiva v kontexte práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit prinášajú ucelený obraz o tom, ako žiaci vnímali sociálne a didaktické aspekty tejto formy výučby. Súbor odpovedí potvrdzuje, že implementácia BBC micro:bitu do vzdelávacieho procesu nemá iba technický či poznávací rozmer, ale významne ovplyvňuje aj vzťahy, komunikáciu a atmosféru pri učení.

Celkovo ide o silný kooperatívny rámec, ktorý podporuje nielen technické ciele projektu, ale aj rozvoj sociálnych a komunikačných kompetencií – kľúčových pre úspech v interdisciplinárnych STEM aktivitách.

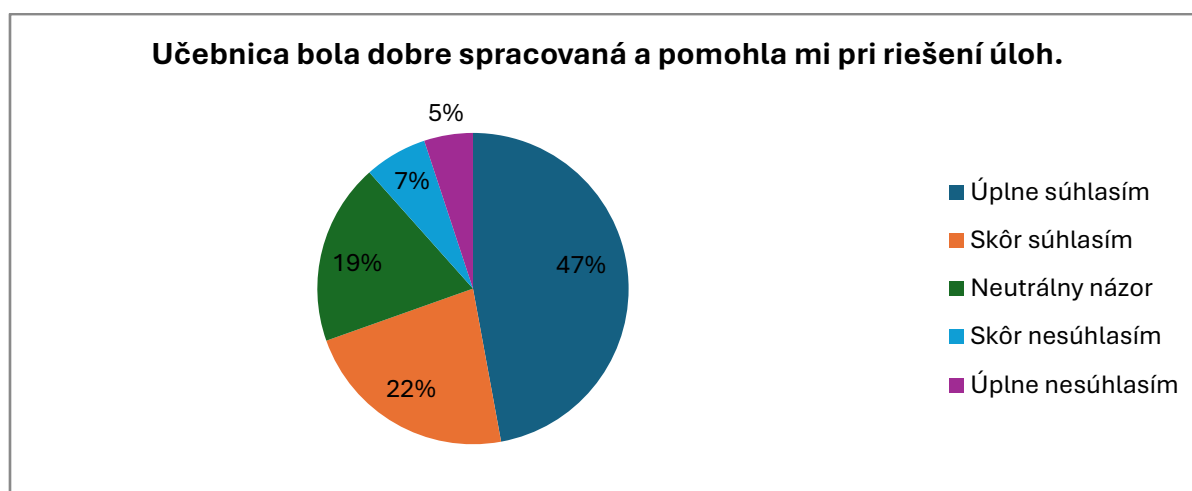
4.3 Hodnotenie učebnice, cvičebnice a e-learningového kurzu

Táto kapitola synteticky hodnotí tri nosné zložky didaktického systému k projektom s BBC micro:bit – učebnicu, cvičebnicu a e-learningový kurz. Cieľom je zistiť ich zrozumiteľnosť, praktickosť, vizuálnu oporu a motivačný účinok v podmienkach základnej školy. Hodnotenie prebiehalo na päťstupňovej Likertovej škále; pri učebnici dve základné položky posúdilo 138 respondentov a tri doplnkové 69, pri cvičebnici aj e-learningu odpovedalo 69 respondentov. Položky operacionalizujú kľúčové dimenzie edukačného dizajnu: jasnosť výkladu a inštrukcií, prítomnosť praktických príkladov, kvalitu vizuálov, upevňovanie učiva, prenos poznatkov do riešenia technických problémov, rozvoj samostatnosti a použiteľnosť digitálneho prostredia (prehľadnosť, súlad s prezenčnou výučbou, možnosť učiť sa vlastným tempom).

4.3.1 Vyhodnotenie učebnice

Táto podkapitola hodnotí sprievodnú učebnicu k projektom s BBC micro:bit z hľadiska didaktickej kvality, zrozumiteľnosti a motivačného účinku. Päť položiek mapuje: celkové spracovanie a praktickú pomoc pri riešení úloh, jasnosť vysvetlení práce s micro:bitom, prítomnosť a užitočnosť praktických príkladov, prínos vizuálnych prvkov (obrázky, schémy, návody) k porozumeniu a mieru, v akej učebnica podporila záujem o programovanie a technické riešenia. Odpovede boli zaznamenané na päťstupňovej Likertovej škále („Úplne nesúhlasím“ – „Úplne súhlasím“). K prvým dvom položkám odpovedalo 138 respondentov; k nasledujúcim trom položkám 69 respondentov. Súbor otázok tak operacionalizuje kľúčové dimenzie edukačného dizajnu: zrozumiteľnosť, prepojenie teórie s praxou, vizuálnu podporu a motivačnú funkciu materiálu. Interpretácie výsledkov preto sledujú rozloženie súhlasov a nesúhlasov a ukazujú, do akej miery učebnica znižuje vstupné bariéry, uľahčuje učenie a posilňuje žiacku angažovanosť. Zistenia zároveň poskytujú spätnú väzbu pre ciele úpravy obsahu, príkladov a vizuálov v ďalších edíciách.

Položka: Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh.



Obrázok 10 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že učebnica bola dobre spracovaná a pomohla im pri riešení úloh..

Na položku „Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh.“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili kvalitu a celkové spracovanie. Cieľom tejto otázky bolo zistiť, ako používatelia vnímajú celkové didaktické spracovanie a praktickú využiteľnosť učebnice vo výučbe.

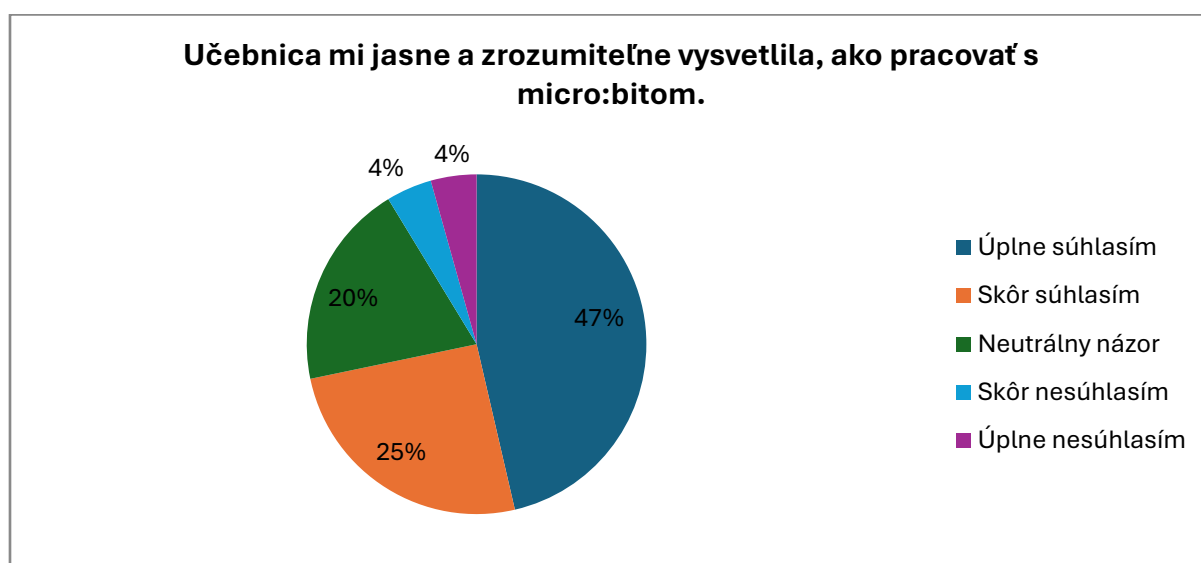
Najväčšia skupina respondentov označila možnosť „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **47,1 % (65 respondentov)**. Tento výsledok poukazuje na to, že takmer polovica opýtaných vnímala učebnicu ako kvalitne spracovanú a zrozumiteľnú. Ďalších **22,46 % (31 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo naznačuje, že väčšina respondentov mala pozitívnu skúsenosť s obsahom aj formou učebnice. Súhrnne teda **69,56 % (96 respondentov)** považovalo učebnicu za dobre spracovanú, čo predstavuje významne priaznivé hodnotenie.

Neutrálny postoj zaujalo **18,84 % (26 respondentov)**, ktorí síce nevyjadrili jednoznačný súhlas, ale ani nesúhlas. Tento postoj môže naznačovať, že niektorí používatelia vnímali učebnicu ako priemernú, bez výrazných nedostatkov, no zároveň bez výnimočných kvalít.

Naopak, nesúhlasné stanovisko vyjadrilo **6,52 % (9 respondentov)**, ktorí zvolili odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“, a **5,07 % (7 respondentov)**, ktorí označili možnosť „**Úplne nesúhlasím**“. Spolu teda približne desatina účastníkov nebola spokojná so spracovaním učebnice. Tieto odpovede môžu poukazovať na potrebu zlepšenia v oblastiach, ako sú grafické spracovanie, jasnosť pokynov alebo miera prepojenia teórie s praxou.

Celkovo možno konštatovať, že učebnica bola hodnotená prevažne pozitívne. Výsledky naznačujú, že jej obsahová štruktúra a forma sú v súlade s očakávaniami cieľovej skupiny. Z didaktického hľadiska ide o dôležité faktory, ktoré zvyšujú efektivitu učenia a uľahčujú porozumenie obsahu.

Položka: Učebnica mi jasne a zrozumiteľne vysvetlila, ako pracovať s micro:bitom.



Obrázok 11 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že učebnica jasne a zrozumiteľne vysvetlila, ako pracovať s micro:bitom.

Na položku „Učebnica mi jasne a zrozumiteľne vysvetlila, ako pracovať s micro:bitom“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili kvalitu vysvetlenia a zrozumiteľnosť učebného obsahu v učebnici. Táto otázka bola zameraná na overenie, či spôsob spracovania teoretických a praktických úloh v učebnici podporoval pochopenie učiva a uľahčoval jeho aplikáciu v praxi.

Najväčší podiel respondentov označil odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **46,38 % (64 respondentov)**. Tento výsledok naznačuje, že takmer polovica účastníkov považovala učebnicu za jasnú a zrozumiteľnú. Ďalších **25,36 % (35 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čím potvrdilo prevažne pozitívne vnímanie zrozumiteľnosti textov a úloh. Spolu teda **71,74 % (99 respondentov)** hodnotilo učebnicu ako zrozumiteľný edukačný materiál, ktorý im pomohol pochopiť učivo.

Neutrálny postoj vyjadrilo **19,57 % (27 respondentov)**. Ich odpovede môžu naznačovať, že niektoré časti učebnice vyžadovali doplňujúci výklad učiteľa alebo väčší dôraz na príklady z praxe.

Negatívne odpovede boli zastúpené minimálne. Možnosť „**Skôr nesúhlasím**“ označilo **4,35 % (6 respondentov)** a rovnako **4,35 % (6 respondentov)** zvolilo „**Úplne nesúhlasím**“. Tieto údaje poukazujú na to, že len malé percento účastníkov nepovažovalo vysvetlenia v učebnici za dostatočne jasné. Dôvody môžu súvisieť s rozdielnou úrovňou predchádzajúcich vedomostí, individuálnymi preferenciami pri učení alebo s náročnosťou úloh.

Celkovo možno konštatovať, že učebnica bola prijatá pozitívne a väčšina respondentov ocenila jej prehľadnosť a zrozumiteľnosť. Jasné vysvetlenie učiva a dobre formulované zadania prispievajú k rozvoju samostatného myslenia, riešeniu problémov a aktívnemu učeniu.

Položka: Učebnica obsahovala praktické príklady, ktoré mi uľahčili pochopenie zadaní.



Obrázok 12 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že učebnica obsahovala praktické príklady, ktoré mi uľahčili pochopenie zadaní.

Na položku „Učebnica obsahovala praktické príklady, ktoré mi uľahčili pochopenie zadaní.“ odpovedalo celkovo **69 respondentov**, ktorí hodnotili, do akej miery učebnica poskytovala priestor na aplikáciu získaných poznatkov prostredníctvom praktických aktivít a úloh. Táto otázka bola zameraná na overenie, či materiál podporoval prepojenie teoretického učiva s praxou.

Najvyšší podiel odpovedí predstavovala možnosť „**Úplne súhlasím**“, ktorú označilo **50,72 % (35 respondentov)**. Tento výsledok naznačuje, že viac ako polovica účastníkov vnímala učebnicu ako didakticky prepracovanú, s dôrazom na praktické príklady, alebo úlohy podporujúce aktívne učenie. Ďalších **40,58 % (28 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo ukazuje, že väčšina respondentov hodnotila obsah učebnice ako dostatočne prepojený s praxou. Spolu tak **91,3 % (63 respondentov)** uviedlo pozitívne hodnotenie, čo predstavuje mimoriadne priaznivý výsledok.

Neutrálny postoj vyjadrilo **7,25 % (5 respondentov)**, ktorí síce nevnímali nedostatok praktických úloh, no zároveň nepovažovali ich počet či kvalitu za výrazne nadpriemernú. Tento názor môže súvisieť s očakávaniami na väčšiu variabilitu alebo zložitosť zadaní.

Len **1,45 % (1 respondent)** označil možnosť „**Skôr nesúhlasím**“, čo predstavuje zanedbateľnú časť vzorky. Tento výsledok naznačuje, že len ojedinele sa vyskytli názory, podľa ktorých by učebnica neposkytovala dostatok praktických aktivít.

Celkovo možno konštatovať, že učebnica bola vnímaná ako veľmi dobre vyvážený vzdelávací materiál, ktorý kombinuje teoretické poznatky s praktickými úlohami. Prítomnosť konkrétnych príkladov a experimentálneho overovania podporuje konštruktivistické prístupy k učeniu, pri ktorých žiaci získavajú poznatky prostredníctvom vlastnej skúsenosti a riešenia problémov.

Položka: Vizuálne spracovanie (obrázky, schémy, návody) mi pomohlo lepšie porozumieť učivu.



Obrázok 13 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vizuálne spracovanie (obrázky, schémy, návody) mi pomohlo lepšie porozumieť učivu.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí hodnotili úroveň vizuálnej a grafickej stránky učebnice zameranej na prácu s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Výsledky potvrdzujú, že **vizuálne prvky** – ako obrázky, schémy zapojení a postupové návody – predstavujú významný faktor pri pochopení učiva a zvyšovaní didaktickej efektívnosti materiálu.

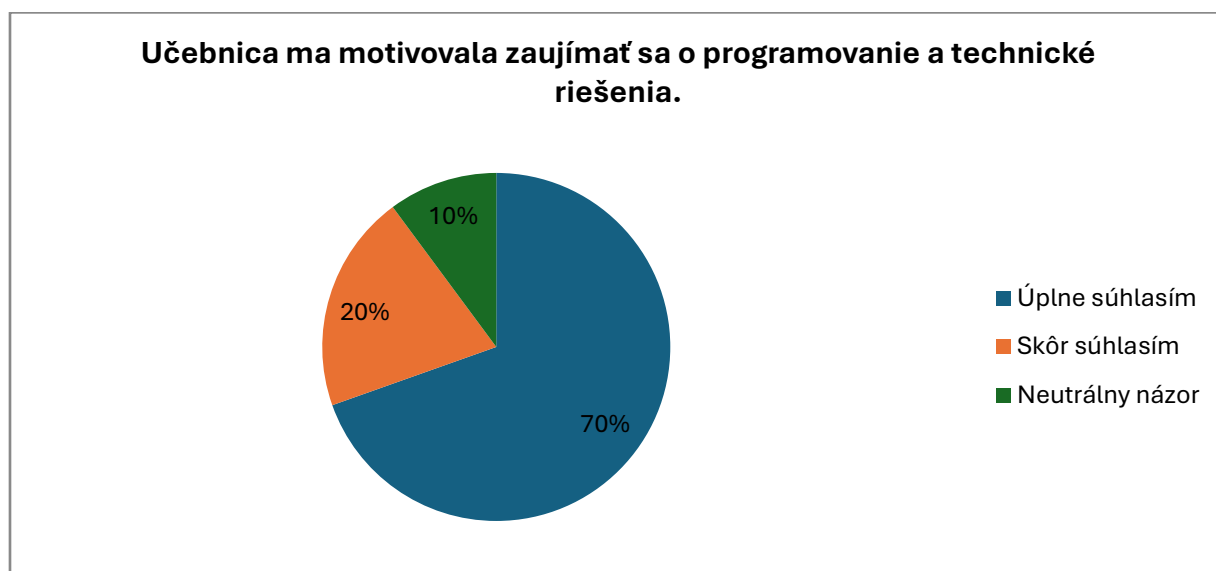
S tvrdením **úplne súhlasilo 63,77 % (44 respondentov)** a **skôr súhlasilo 30,43 % (21 respondentov)**, čo spolu predstavuje **94,2 % (65 respondentov)** pozitívnych reakcií. **Neutrálny postoj** zaujalo len **5,8 % (4 respondenti)**, pričom žiadny z účastníkov nevyjadril nesúhlas. Takto vysoká miera súhlasu dokazuje, že vizuálna zložka učebnice výrazne prispela k lepšiemu porozumeniu učiva.

Obrázky, grafické návody a technické schémy pomáhajú žiakom prepájať teoretické poznatky s reálnymi situáciami, čo je obzvlášť dôležité pri technických témach, kde abstraktné pojmy potrebujú konkrétnu vizuálnu oporu.

Pozitívne hodnotenie vizuálnej stránky zároveň naznačuje, že učebnica bola vytvorená v súlade so zásadami didaktického dizajnu a vizuálnej komunikácie. Použité grafické prvky boli pravdepodobne nielen esteticky príťažlivé, ale aj funkčné – pomáhali žiakom identifikovať kľúčové kroky, postupy a súvislosti.

Celkovo možno konštatovať, že vizuálne spracovanie učebnice malo zásadný prínos pre porozumenie obsahu, podporilo orientáciu v zložitých technických postupoch.

Položka: Učebnica ma motivovala zaujímať sa o programovanie a technické riešenia.



Obrázok 14 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že učebnica ma motivovala zaujímať sa o programovanie a technické riešenia.

Na položku zameranú na motivačný aspekt učebnice odpovedalo **69 respondentov**. Výsledky ukazujú jednoznačne pozitívny vplyv učebnice na rozvoj záujmu o programovanie, technické úlohy a praktické riešenia.

S tvrdením **úplne súhlasilo 69,57 % (48 respondentov)** a **skôr súhlasilo 20,29 % (14 respondentov)**, čo predstavuje spolu **89,86 % (62 respondentov)**, ktorí vnímali učebnicu ako silne motivujúci prvok pri učení sa programovaniu. **Neutrálny postoj** vyjadrilo **10,14 % (7 respondentov)** a žiadny respondent nevyjadril nesúhlas, čo poukazuje na jednoznačný konsenzus v prospech pozitívneho hodnotenia.

Z pedagogického hľadiska sú tieto výsledky veľmi významné, keďže motivácia je kľúčovým faktorom úspechu v procese učenia, najmä v technicky orientovaných predmetoch, kde môžu byť počiatočné bariéry spôsobené abstraktnosťou a komplexnosťou učiva.

Záverom možno konštatovať, že učebnica sa ukázala ako efektívny didaktický prostriedok s vysokým motivačným potenciálom.

4.3.1.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov hodnotenia učebnice

Tento blok položiek overoval kvalitu a didaktickú hodnotu učebnice k práci s BBC micro:bitom – od celkového spracovania a zrozumiteľnosti výkladu, cez praktické príklady a vizuálne spracovanie, až po motivačný účinok. Položky mali rozdielnu návratnosť: dve položky hodnotilo N = 138 respondentov (celkové spracovanie; zrozumiteľnosť práce s micro:bitom) a tri položky N = 69 respondentov (praktické príklady; vizuálne prvky; motivačný efekt).

Kľúčové zistenia podľa položiek

1) „Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh.“ (N = 138)

- **Úplne súhlasím:** 47,1 % (65)
- **Skôr súhlasím:** 22,46 % (31) → **spolu súhlas:** **69,56 % (96)**
- **Neutrálne:** 18,84 % (26)
- **Skôr nesúhlasím:** 6,52 % (9)
- **Úplne nesúhlasím:** 5,07 % (7) → **spolu nesúhlas:** **11,59 % (16)**

Interpretácia: Takmer sedem z desiatich respondentov vníma učebnicu ako kvalitne pripravenú a prakticky užitočnú. Menšinová kritika (~11,6 %) naznačuje priestor na dolaďovanie (grafika, premostenie teórie s praxou, ešte presnejšie formulované pokyny).

2) „Učebnica mi jasne a zrozumiteľne vysvetlila, ako pracovať s micro:bitom.“ (N = 138)

- **Úplne súhlasím:** 46,38 % (64)
- **Skôr súhlasím:** 25,36 % (35) → **spolu súhlas:** **71,74 % (99)**
- **Neutrálne:** 19,57 % (27)
- **Skôr nesúhlasím:** 4,35 % (6)
- **Úplne nesúhlasím:** 4,35 % (6) → **spolu nesúhlas:** **8,70 % (12)**

Interpretácia: Viac ako sedem z desiatich oceňuje zrozumiteľnosť vysvetlení a postupov; neutrálna skupina (~19,6 %) signalizuje potrebu doplniť niektoré časti o viac príkladov či medzikroky.

3) „Učebnica obsahovala praktické príklady, ktoré mi uľahčili pochopenie zadaní.“ (N = 69)

- **Úplne súhlasím:** 50,72 % (35)
- **Skôr súhlasím:** 40,58 % (28) → **spolu súhlas:** 91,30 % (63)
- **Neutrálne:** 7,25 % (5)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)
- **Úplne nesúhlasím:** 0 % (0)

Interpretácia: Výrazne nadpriemerné pozitívne hodnotenie praktickosti a prenosu do riešenia úloh.

4) „Vizuálne spracovanie (obrázky, schémy, návody) mi pomohlo lepšie porozumieť učivu.“ (N = 69)

- **Úplne súhlasím:** 63,77 % (44)
- **Skôr súhlasím:** 30,43 % (21) → **spolu súhlas:** 94,20 % (65)
- **Neutrálne:** 5,80 % (4)
- **Nesúhlas:** 0 % (0)

Interpretácia: Vizuálna zložka je kľúčovým nositeľom porozumenia – takmer úplná absencia nesúhlasu potvrdzuje vysokú kvalitu obrázkov, schém aj krokových návodov.

5) „Učebnica ma motivovala zaujímať sa o programovanie a technické riešenia.“ (N = 69)

- **Úplne súhlasím:** 69,57 % (48)
- **Skôr súhlasím:** 20,29 % (14) → **spolu súhlas:** 89,86 % (62)
- **Neutrálne:** 10,14 % (7)
- **Nesúhlas:** 0 % (0)

Interpretácia: Silný motivačný efekt – učebnica výrazne podporuje vnútornú motiváciu a záujem o technické úlohy.

Syntéza naprieč položkami

- **Skupina N = 138 (2 položky):** priemerný **celkový súhlas 70,65 %** (96 a 99 súhlasov z 138).
- **Skupina N = 69 (3 položky):** priemerný **celkový súhlas 91,79 %** (63, 65 a 62 súhlasov z 69).

- **Vážený súhrn naprieč všetkými položkami (N_vážené = 483 odpovedí): 79,71 %** pozitívnych (385 z 483 odpovedí), **16,35 %** neutrálnych (79), **3,94 %** negatívnych (19).

Celkový obraz: Učebnica je vnímaná pozitívne v kľúčových didaktických dimenziách – zrozumiteľnosť, praktickosť, vizualizácia a motivácia. Najvyššie skóre dosahujú položky viazané na praktické príklady, vizuálne spracovanie a motiváciu (všetky s N = 69), čo poukazuje na silu aplikovaného, vizuálne podporeného a zmysluplného učenia.

Edukačný prínos a implikácie

1. **Zrozumiteľnosť a štruktúra:** Stabilne vysoké súhlasy pri N = 138 (69,56 % a 71,74 %) naznačujú, že kostra učebnice (výklad, postupy, návody) funguje pre širokú skupinu žiakov.
2. **Praktické príklady ako „most“ k praxi:** Až **91,30 % (63 z 69)** potvrdzuje, že **príklady** uľahčujú pochopenie zadaní – ide o dominantnú silnú stránku.
3. **Vizuálna opora porozumenia:** **94,20 % (65 z 69)** kvituje obrázky, schémy a postupové návody – vizualizácia je rozhodujúca pri technických témach.
4. **Motivačný účinok:** **89,86 % (62 z 69)** vníma učebnicu ako motivujúcu – to je kritické pre udržanie angažovanosti v programovaní a technických úlohách.

Záver

Učebnica k BBC micro:bitu je vnímaná prevažne pozitívne:

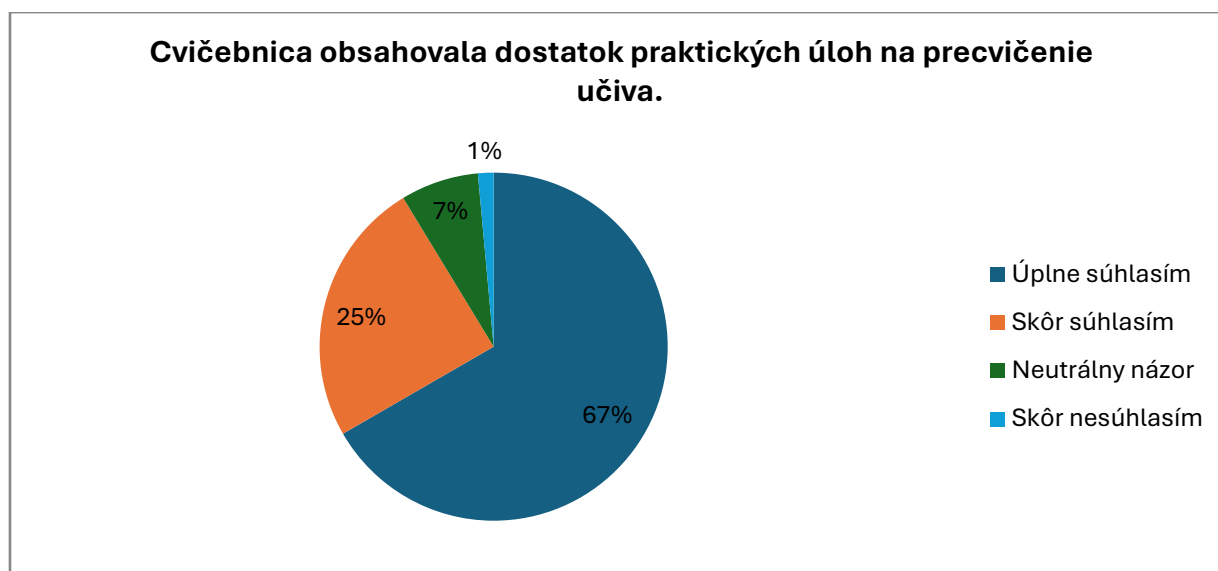
- **Celkové spracovanie a zrozumiteľnosť:** **69,56 % (96 z 138)** a **71,74 % (99 z 138)** súhlasov.
- **Praktickosť a vizualizácia:** **91,30 % (63 z 69)** a **94,20 % (65 z 69)** súhlasov.
- **Motivačný efekt:** **89,86 % (62 z 69)** súhlasov.

Vážený súhrn naprieč položkami ukazuje 79,71 % pozitívnych odpovedí (385 z 483). Môžeme konštatovať, že učebnica bola prijatá prevažne pozitívne vo všetkých hodnotených oblastiach – od štruktúry a zrozumiteľnosti obsahu, cez praktickú využiteľnosť, až po vizuálne a motivačné prvky. Výsledky potvrdzujú, že učebnica spĺňa kľúčové kritériá moderného edukačného dizajnu – je didakticky kvalitná, zrozumiteľná, podporuje prepojenie teórie s praxou, využíva atraktívne vizuálne prvky a má výrazný motivačný účinok. Najsilnejšími stránkami sú jasnosť výkladu, prítomnosť praktických úloh a vysoká vizuálna kvalita, ktoré spoločne vytvárajú podmienky pre efektívne a motivujúce učenie. Možno konštatovať, že učebnica predstavuje efektívny podporný nástroj vo výučbe a jej pozitívne prijatie zo strany respondentov potvrdzuje jej potenciál na využitie v širšej pedagogickej praxi.

4.3.2 Vyhodnotenie cvičebnice

Táto podkapitola hodnotí cvičebnicu k projektom s BBC micro:bit z pohľadu jej didaktickej funkčnosti a prínosu pre učenie. Päť položiek mapuje kľúčové dimenzie: (1) dostatočný rozsah praktických úloh, (2) jasnosť a zrozumiteľnosť zadaní, (3) upevňovanie vedomostí získaných z učebnice alebo e-learningu, (4) prenos poznatkov na riešenie konkrétnych technických problémov a (5) rozvoj samostatnosti pri návrhu jednoduchých programov pre micro:bit. Na všetky položky odpovedalo 69 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále („Úplne nesúhlasím“ – „Úplne súhlasím“). Interpretácie výsledkov preto sledujú rozloženie súhlasov a nesúhlasov naprieč uvedenými dimenziami a ukazujú, do akej miery cvičebnica zabezpečuje systematické precvičenie učiva, podporuje transfer do praxe, algoritmické myslenie a autonómne riešenie úloh. Zistenia zároveň poskytujú podklad na optimalizáciu počtu a typológie úloh, explicitnosti inštrukcií a gradácie náročnosti.

Položka: Cvičebnica obsahovala dostatok praktických úloh na precvičenie učiva.



Obrázok 15 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že cvičebnica obsahovala dostatok praktických úloh na precvičenie učiva.

Na položku „Cvičebnica obsahovala dostatok praktických úloh na precvičenie učiva.“ odpovedalo celkovo **69 respondentov**, ktorí hodnotili kvantitatívnu primeranosť a štruktúru úloh v rámci edukačného materiálu. Cieľom tejto otázky bolo zistiť, či cvičebnica v dostatočnej miere pokrývala tematické oblasti a umožnila žiakom či študentom systematicky precvičiť preberané učivo.

Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí s výrokom „**Úplne súhlasím**“ vyjadrili jednoznačne pozitívny postoj – až **66,67 % (46 respondentov)**. Tento výsledok poukazuje na to, že dve tretiny účastníkov výskumu vnímali množstvo úloh v cvičebnici ako dostatočné, čo svedčí o dobrej didaktickej koncepcii materiálu a primeranej náročnosti obsahu. Ďalších **24,64 % (17 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo

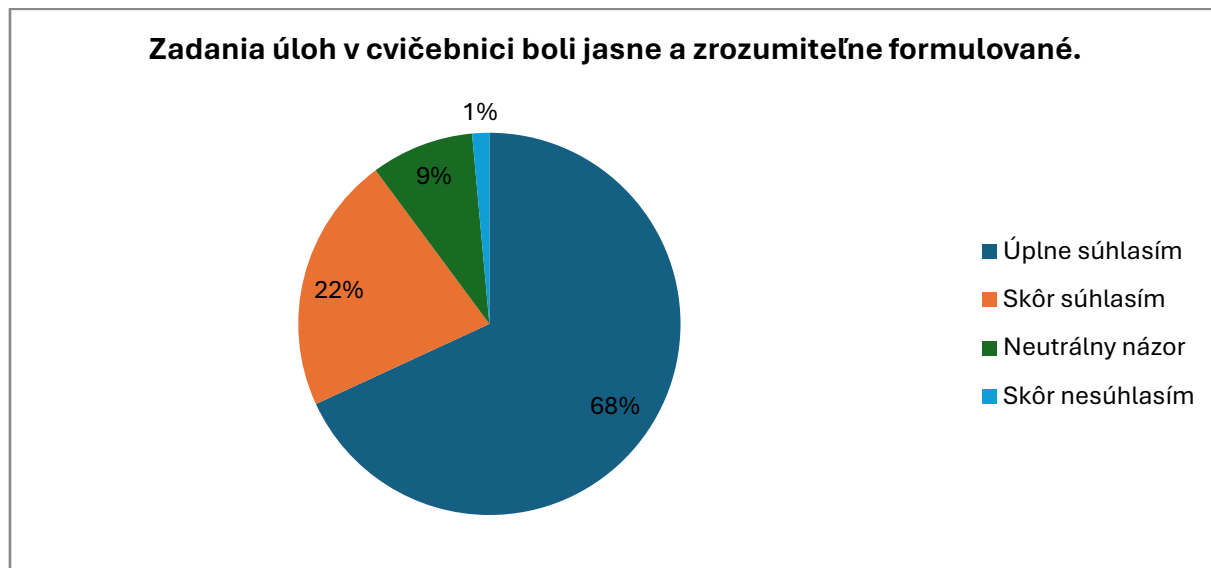
naznačuje, že väčšina respondentov nepociťovala potrebu doplniť viac úloh alebo rozšíriť cvičenia. Spolu tieto dve kategórie predstavujú **91,31 % (63 respondentov)**, čo potvrdzuje vysokú spokojnosť s rozsahom cvičebnice.

Neutrálny postoj vyjadrilo **7,25 % (5 respondentov)**, ktorí sa pravdepodobne domnievali, že počet úloh bol primeraný, no nie nevyhnutne nadštandardný. Ich hodnotenie možno interpretovať ako vyvážené – cvičebnicu nepovažovali ani za nedostatočnú, ani za preťaženú úlohami. Tento výsledok poukazuje na potrebu zachovať optimálny pomer medzi teoretickou a praktickou zložkou, pričom rozsah úloh by mal podporovať plynulé upevňovanie vedomostí bez nadmerného zaťaženia študenta.

Negatívny postoj sa vyskytol len minimálne – odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **1,45 % (1 respondent)**. Tento zanedbateľný podiel poukazuje na to, že len ojedinelý účastník vnímal počet úloh ako nedostatočný. Takto nízke zastúpenie negatívnych odpovedí možno interpretovať ako dôkaz dostatočného množstva praktických úloh.

Celkovo možno konštatovať, že cvičebnica bola z hľadiska množstva úloh hodnotená mimoriadne pozitívne. Prevažná väčšina respondentov ocenila jej schopnosť podporiť proces upevňovania poznatkov prostredníctvom primeraného množstva úloh.

Položka: Zadania úloh v cvičebnici boli jasne a zrozumiteľne formulované.



Obrázok 16 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že zadania úloh v cvičebnici boli jasne a zrozumiteľne formulované.

Na položku „Zadania úloh v cvičebnici boli jasne a zrozumiteľne formulované.“ odpovedalo celkovo **69 respondentov**, ktorí hodnotili jedno z najdôležitejších kvalitatívnych kritérií vzdelávacieho materiálu – zrozumiteľnosť a jasnosť inštrukcií. Táto dimenzia má zásadný vplyv na efektivitu samostatnej práce žiakov a ich schopnosť správne interpretovať zadania bez potreby dodatočného vysvetlenia učiteľom.

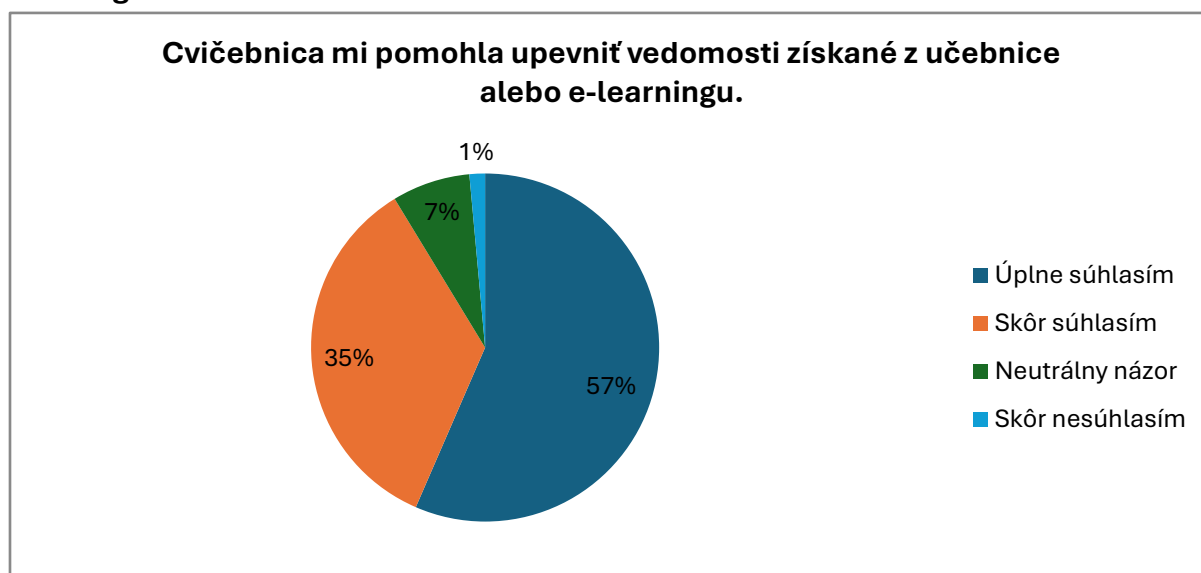
Najvyšší podiel respondentov označil odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **68,12 % (47 respondentov)**. Tento výsledok jasne naznačuje, že väčšina účastníkov výskumu považovala zadania v cvičebnici za jednoznačné, pochopiteľné a primerane formulované. Ďalších **21,74 % (15 respondentov)** zvolilo možnosť „**Skôr súhlasím**“, čo potvrdzuje, že spolu **89,86 % (62 respondentov)** hodnotilo jasnosť a formuláciu úloh pozitívne. Tento veľmi vysoký podiel poukazuje na úspešné zvládnutie jazykovej aj didaktickej stránky tvorby cvičebnice.

Z hľadiska neutrálneho hodnotenia sa k otázke postavilo **8,7 % (6 respondentov)**, ktorí zrejme nepociťovali problémy pri pochopení zadaní, no zároveň nevnímali tento aspekt ako výrazne prínosný. Ide pravdepodobne o skupinu respondentov, ktorí uprednostňujú zložitejšie, viacrozvinuté inštrukcie, alebo sú na vyššej úrovni samostatnosti, a preto nekladú dôraz na jednoduchosť textov.

Len **1,45 % (1 respondent)** označilo odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“, čo predstavuje veľmi nízku mieru negatívnych hodnotení. Tento údaj možno považovať za dôkaz, že úlohy v cvičebnici boli jasne zrozumiteľne formulované.

Celkovo výsledky potvrdzujú, že formulácia úloh v cvičebnici bola prevažnou väčšinou používateľov jasná a zrozumiteľná. Zrozumiteľnosť zadaní je jedným z kľúčových predpokladov efektívneho učenia, pretože minimalizuje riziko chýb spôsobených nepochopením a umožňuje žiakom sústrediť sa na riešenie samotného problému.

Položka: Cvičebnica mi pomohla upevniť vedomosti získané z učebnice alebo e-learningu.



Obrázok 17 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že cvičebnica mi pomohla upevniť vedomosti získané z učebnice alebo e-learningu.

Na položku „Cvičebnica mi pomohla upevniť vedomosti získané z učebnice alebo e-learningu.“ odpovedalo celkovo **69 respondentov**, ktorí posudzovali vzdelávací prínos cvičebnice z hľadiska upevňovania a prehlbovania získaných poznatkov. Táto otázka má

kľúčový význam, pretože reflektuje efektivitu učebného materiálu ako nástroja na opakovanie, precvičovanie a aplikáciu teoretických poznatkov v praxi.

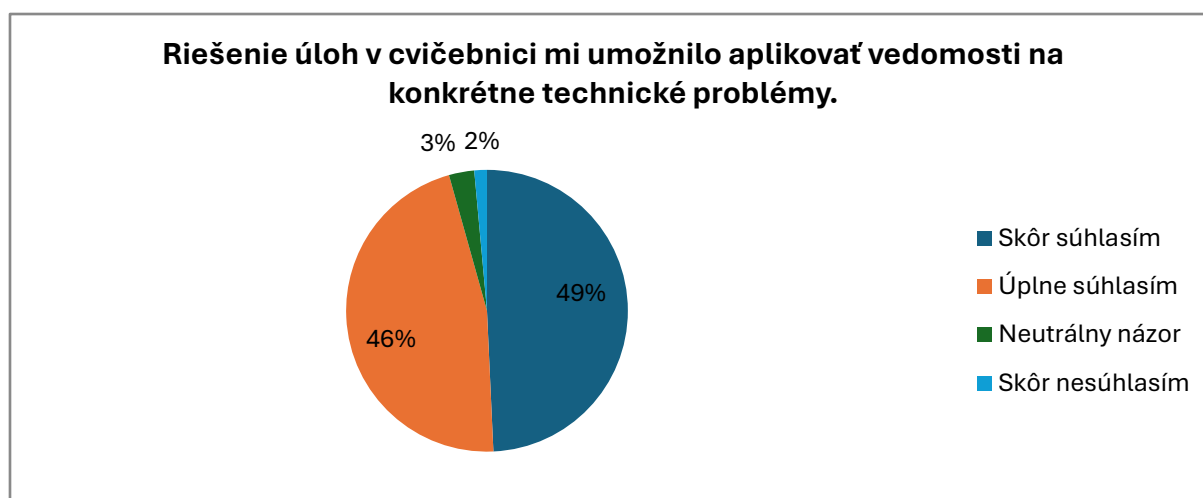
Najvyšší podiel respondentov vyjadril jednoznačne pozitívne stanovisko – možnosť „**Úplne súhlasím**“ označilo **56,52 % (39 respondentov)**. Tento výsledok poukazuje na to, že viac ako polovica opýtaných vnímala cvičebnicu ako efektívny prostriedok upevňovania učiva, ktorý im pomohol lepšie pochopiť a zapamätať si preberané témy. Ďalších **34,78 % (24 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo spolu predstavuje **91,3 % (63 respondentov)** s prevažne pozitívnym hodnotením. Takto vysoké percento naznačuje, že cvičebnica pomohla upevniť vedomosti získané z učebnice alebo e-learningu.

Neutrálny postoj zaujalo **7,25 % (5 respondentov)**, čo môže znamenať, že pre túto skupinu cvičebnica predstavovala len doplnkový materiál, bez zásadného vplyvu na pochopenie učiva. Takíto respondenti mohli mať už predchádzajúce vedomosti alebo preferovať iné spôsoby učenia.

Len **1,45 % (1 respondent)** vyjadrilo nesúhlas prostredníctvom odpovede „**Skôr nesúhlasím**“, čo predstavuje zanedbateľný podiel negatívnych hodnotení. Tento údaj potvrdzuje, že takmer všetci respondenti považovali cvičebnicu za nástroj s didaktickou hodnotou, ktorý prispieva k stabilizácii poznatkov a k dlhodobému zapamätaniu.

Celkovo možno konštatovať, že cvičebnica významne podporila proces upevňovania vedomostí. Jej štruktúra a typológia úloh umožnili žiakom lepšie pochopiť súvislosti medzi jednotlivými témami a aktívne aplikovať získané poznatky.

Položka: Riešenie úloh v cvičebnici mi umožnilo aplikovať vedomosti na konkrétne technické problémy.



Obrázok 18 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riešenie úloh v cvičebnici mi umožnilo aplikovať vedomosti na konkrétne technické problémy.

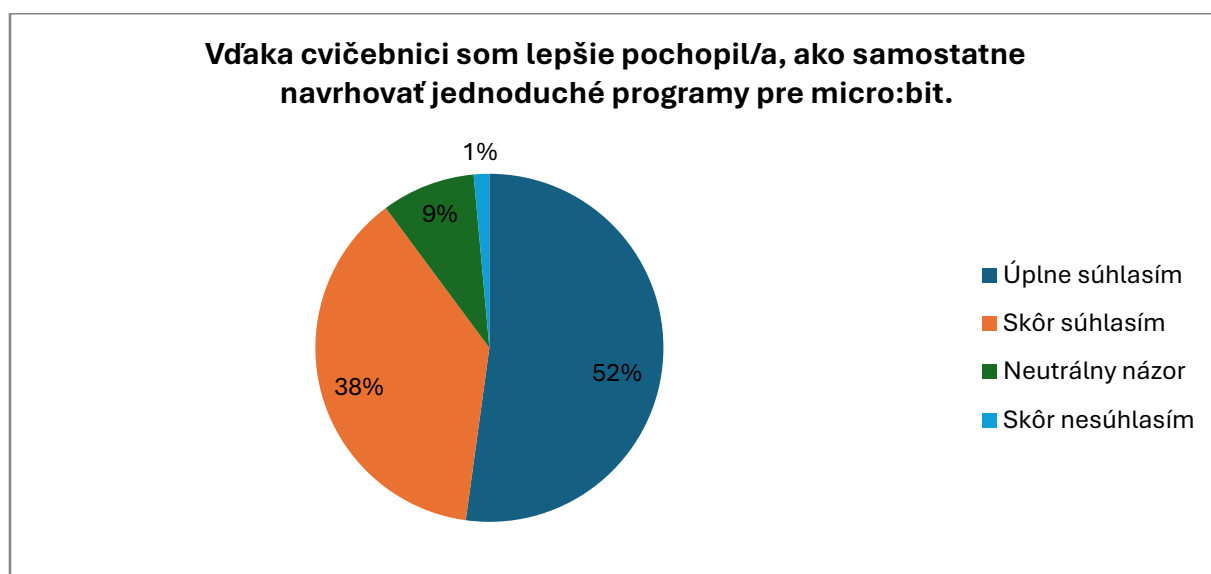
Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí hodnotili úroveň a prínos cvičebnice zameranej na praktické úlohy s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Výsledky potvrdzujú, že cvičebnica bola účinným nástrojom pre prepájanie teoretických poznatkov s praktickými situáciami a podporovala u žiakov schopnosť riešiť reálne technické problémy.

Najväčšia skupina respondentov, **49,28 % (34 respondentov)**, vyjadrila postoj *skôr súhlasím*, zatiaľ čo **46,38 % (32 respondentov)** označilo odpoveď *úplne súhlasím*. Spolu teda **95,66 % (66 respondentov)** považovalo úlohy v cvičebnici za prakticky prínosné a aplikovateľné. **Neutrálny názor** malo **2,9 % (2 respondenti)** a len **1,45 % (1 respondent)** sa priklonil k miernemu nesúhlasu.

Tieto výsledky poukazujú na veľmi pozitívne vnímanie cvičebnice ako prakticky orientovaného didaktického materiálu, ktorý umožňuje rozvíjať technické myslenie a schopnosť prenášať poznatky do praxe.

Záverom možno konštatovať, že cvičebnica umožnila žiakom prakticky aplikovať teoretické poznatky, rozvíjať technické myslenie a riešiť úlohy s reálnym presahom do praxe.

Položka: Vďaka cvičebnici som lepšie pochopil/a, ako samostatne navrhovať jednoduché programy pre micro:bit.



Obrázok 19 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka cvičebnici som lepšie pochopil/a, ako samostatne navrhovať jednoduché programy pre micro:bit.

Na položku zameranú na rozvoj programovacích zručností prostredníctvom cvičebnice odpovedalo **69 respondentov**. Ich hodnotenia preukázali výrazne pozitívne vnímanie edukačného materiálu ako prostriedku na rozvoj samostatnosti a algoritmického myslenia.

Najväčší podiel respondentov, **52,17 % (36 respondentov)**, označil odpoveď *úplne súhlasím*, zatiaľ čo **37,68 % (26 respondentov)** zvolilo možnosť *skôr súhlasím*. Tieto dve

kategórie spolu tvoria **takmer 90 % (62 respondentov)** pozitívnych reakcií, čo potvrdzuje, že cvičebnica účinne podporila schopnosť žiakov samostatne tvoriť programy pre mikrokontrolér BBC micro:bit. **Neutrálny postoj** vyjadrilo **8,7 % (6 respondentov)** a len **1,45 % (1 respondent)** sa priklonil k miernemu nesúhlasu.

Môžeme konštatovať, že cvičebnica podporila algoritmické a logické myslenie a uľahčila prechod od vedeného k samostatnému riešeniu problémov. Tieto výsledky potvrdzujú, že prakticky orientované úlohy sú mimoriadne efektívnym spôsobom, ako u žiakov posilniť záujem o programovanie a jeho využitie v technickom vzdelávaní.

4.3.2.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka – percepcia cvičebnice

Cieľom bolo zhodnotiť didaktickú kvalitu cvičebnice k BBC micro:bitu – konkrétne primeranosť počtu úloh, jasnosť zadaní, prínos k upevňovaniu poznatkov, podporu aplikácie na technické problémy a rozvoj samostatného návrhu programov. Všetky položky mali zhodnú návratnosť (N = 69).

Kľúčové zistenia podľa položiek

1) „Cvičebnica obsahovala dostatok praktických úloh na precvičenie učiva.“

- **Úplne súhlasím:** 66,67 % (46)
- **Skôr súhlasím:** 24,64 % (17) → **spolu súhlas:** **91,31 % (63)**
- **Neutrálne:** 7,25 % (5)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Počet a šírka úloh sú vnímané ako viac než dostatočné; materiál má dobrú kvantitatívnu aj štruktúrnu koncepciu.

2) „Zadania úloh v cvičebnici boli jasne a zrozumiteľne formulované.“

- **Úplne súhlasím:** 68,12 % (47)
- **Skôr súhlasím:** 21,74 % (15) → **spolu súhlas:** **89,86 % (62)**
- **Neutrálne:** 8,70 % (6)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Silná stránka cvičebnice – jednoznačné inštrukcie znižujú potrebu dodatočných vysvetlení a podporujú samostatnú prácu.

3) „Cvičebnica mi pomohla upevniť vedomosti získané z učebnice alebo e-learningu.“

- **Úplne súhlasím:** 56,52 % (39)
- **Skôr súhlasím:** 34,78 % (24) → **spolu súhlas:** **91,30 % (63)**

- **Neutrálne:** 7,25 % (5)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Cvičebnica účinne plní konsolidačnú funkciu – systematicky upevňuje vedomosti aj prepája teóriu s praxou.

4) „Riešenie úloh v cvičebnici mi umožnilo aplikovať vedomosti na konkrétne technické problémy.“

- **Skôr súhlasím:** 49,28 % (34)
- **Úplne súhlasím:** 46,38 % (32) → **spolu súhlas:** 95,66 % (66)
- **Neutrálne:** 2,90 % (2)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Najvyšší celkový súhlas – úlohy majú reálny praktický presah, rozvíjajú technické myslenie a prenos poznatkov.

5) „Vďaka cvičebnici som lepšie pochopil/a, ako samostatne navrhovať jednoduché programy pre micro:bit.“

- **Úplne súhlasím:** 52,17 % (36)
- **Skôr súhlasím:** 37,68 % (26) → **spolu súhlas:** 89,86 % (62)
- **Neutrálne:** 8,70 % (6)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Materiál podporuje algoritmické myslenie a prechod k samostatnosti pri tvorbe programov.

Syntéza naprieč položkami

- Vážený súhrn naprieč všetkými položkami ($5 \times 69 = 345$ odpovedí):
 - Pozitívne (Úplne + Skôr súhlasím): 91,59 % (316 odpovedí)
 - Neutrálne: 6,96 % (24 odpovedí)
 - Negatívne (Skôr nesúhlasím): 1,45 % (5 odpovedí)
- Priemerný „Úplne súhlasím“ naprieč položkami: 57,97 % (≈ 40 z 69)
- Priemerný „Skôr súhlasím“ naprieč položkami: 33,62 % (≈ 23 z 69)

Zhrnutie: Cvičebnica je vnímaná ako veľmi kvalitný, prakticky orientovaný materiál s jasnými zadaniami, ktorý účinne upevňuje vedomosti, podporuje ich aplikáciu a rozvíja samostatný návrh programov.

Edukačný prínos a implikácie

1. **Silná praktická orientácia:** Vysoké súhlasy pri aplikácii na technické problémy (95,66 % – 66 respondentov) dokazujú, že úlohy sú zmysluplné a autentické.

2. **Zrozumiteľnosť inštrukcií:** Takmer deväť z desiatich študentov potvrdzuje jasnosť zadaní (**89,86 % – 62 respondentov**), čo znižuje kognitívnu záťaž spôsobenú nejednoznačnosťou a uvoľňuje kapacitu na problémové riešenie.
3. **Konsolidácia poznatkov:** Upevňovanie učiva je výrazné (**91,30 % – 63 respondentov**); cvičebnica dobre nadväzuje na učebnicu/e-learning.
4. **Rozvoj samostatnosti:** Takmer 90 % (**89,86 % – 62 respondentov**) vníma nárast schopnosti samostatne navrhovať programy, čo je kľúčové pre progres.

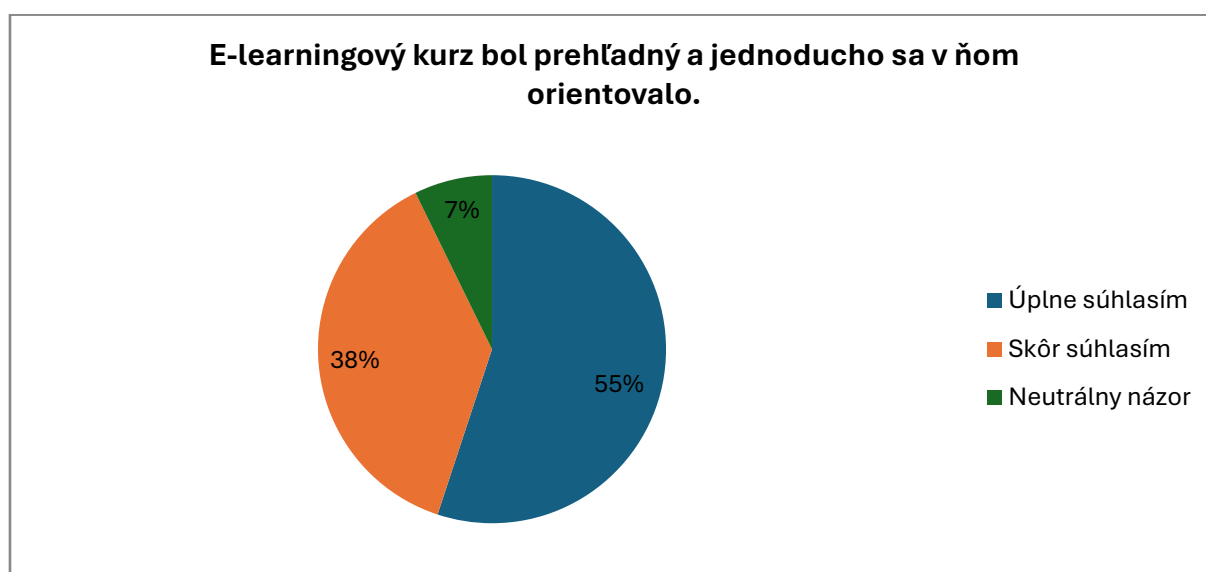
Záver

Cvičebnica k BBC micro:bitu je didakticky silná: väčšina študentov vníma dostatok praktických úloh (**91,31 % – 63**), jasnosť zadaní (**89,86 % – 62**), upevňovanie poznatkov (**91,30 % – 63**), aplikáciu na technické problémy (**95,66 % – 66**) a rozvoj samostatného programovania (**89,86 % – 62**). Celkovo až **91,59 % (316 z 345 odpovedí)** všetkých odpovedí naprieč položkami je pozitívnych. Celkový obraz výsledkov naznačuje, že cvičebnica bola prijatá veľmi pozitívne, pričom spĺňala požiadavky na kvalitu, zrozumiteľnosť a kognitívnu náročnosť. Z pedagogického hľadiska možno konštatovať, že ide o efektívny didaktický materiál, ktorý podporuje nielen zapamätanie učiva, ale aj rozvoj schopnosti uvažovať, spájať poznatky a aplikovať ich v praxi. Cvičebnica tak predstavuje overený, prakticky účinný nástroj pre rozvoj algoritmického myslenia, technických kompetencií a samostatnej práce v interdisciplinárnom STEM kontexte.

4.3.3 Vyhodnotenie E-learningu

Táto podkapitola sumarizuje, ako účastníci vnímali e-learningový kurz k projektom s BBC micro:bit z hľadiska informačnej architektúry, didaktickej efektívnosti a študijnej autonómie. Päť položiek mapuje kľúčové dimenzie: (1) prehľadnosť a orientáciu v kurze, (2) priamy príspevok k pochopeniu práce s micro:bitom a riešeniu úloh, (3) posilnenie sebaistoť pri praktickej práci, (4) súlad a dopĺňanie sa s učebnicou a výkladom učiteľa (blended learning) a (5) možnosť učiť sa vlastným tempom s opakovaným prechádzaním obsahu. Na všetky položky odpovedalo 69 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále („Úplne nesúhlasím“ – „Úplne súhlasím“). Interpretácie výsledkov sa zameriavajú na rozloženie súhlasov a nesúhlasov a ukazujú, do akej miery kurz spĺňal zásady použiteľnosti, podporoval prenos poznatkov do praxe a poskytoval flexibilitu potrebnú pre individualizované učenie.

Položka: E-learningový kurz bol prehľadný a jednoducho sa v ňom orientovalo.



Obrázok 20 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že e-learningový kurz bol prehľadný a jednoducho sa v ňom orientovalo.

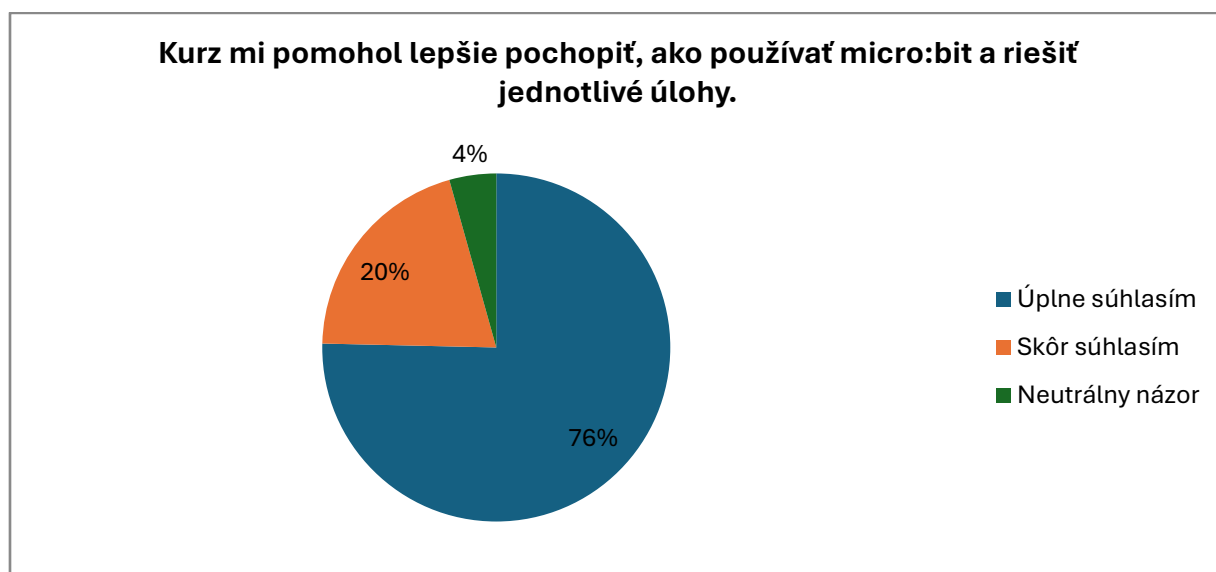
Na položku „E-learningový kurz bol prehľadný a jednoducho sa v ňom orientovalo.“ odpovedalo celkovo **69 respondentov**, ktorí hodnotili úroveň štruktúrovanosti, orientácie v obsahu a zrozumiteľnosti e-learningového prostredia. Cieľom bolo zistiť, ako účastníci vnímali kurz z pohľadu prehľadnosti a jednoduchosť práce s materiálmi.

Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí s tvrdením „**Úplne súhlasím**“ vyjadrili jednoznačne pozitívny postoj – **55,07 % (38 respondentov)**. Tento podiel poukazuje na to, že viac ako polovica účastníkov hodnotila kurz ako prehľadne štruktúrovaný. Ďalších **37,68 % (26 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že spolu až **92,75 % (64 respondentov)** vnímalo kurz pozitívne. Tento výsledok jasne dokazuje, že väčšina účastníkov nemala problém s orientáciou v kurze, rozložením jednotlivých modulov ani s prehľadnosťou didaktických materiálov.

Len **7,25 % (5 respondentov)** zaujalo **neutrálny postoj**, čo možno interpretovať ako miernu neistotu alebo nedostatok skúseností s e-learningovými platformami. Títo respondenti pravdepodobne nevnímali kurz ako problematický, no zároveň im neponúkol žiadny nadštandardný prvok prehľadnosti, ktorý by ich zaujal. Žiadny z účastníkov nevyjadril nesúhlas, čo znamená, že kurz nevykazoval výrazné v prehľadnosti.

Výsledky teda poukazujú na vysokú mieru spokojnosti s prehľadnosťou e-learningového kurzu. Z didaktického hľadiska je tento ukazovateľ mimoriadne dôležitý, pretože prehľadná štruktúra kurzu a jednoznačná navigácia v prostredí znižujú kognitívnu záťaž študenta, čím sa zlepšuje efektívnosť učenia.

Položka: Kurz mi pomohol lepšie pochopiť, ako používať micro:bit a riešiť jednotlivé úlohy.



Obrázok 21 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že kurz mi pomohol lepšie pochopiť, ako používať micro:bit a riešiť jednotlivé úlohy.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí hodnotili efektívnosť e-learningového kurzu zameraného na prácu s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Výsledky jasne potvrdzujú, že kurz výrazne prispel k porozumeniu princípov programovania a praktickému riešeniu úloh, ktoré boli jeho súčasťou.

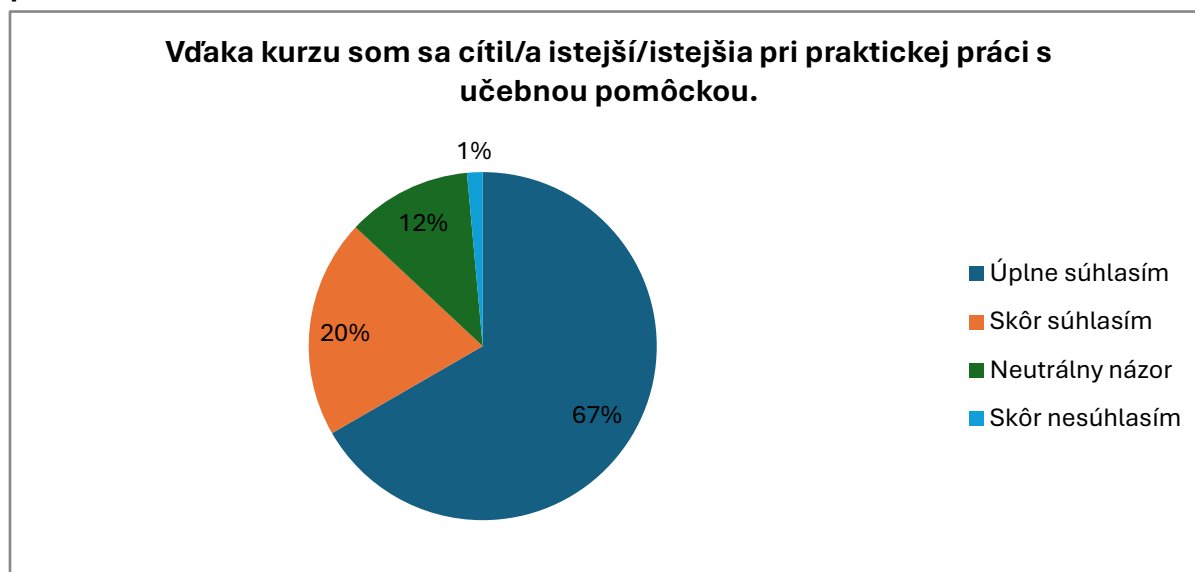
Najvyšší podiel respondentov, **75,36 % (52 respondentov)**, odpovedal *úplne súhlasím* a ďalších **20,29 % (14 respondentov)** zvolilo odpoveď *skôr súhlasím*. Tieto dve skupiny spolu tvoria **95,65 % (66 respondentov)**, ktorí hodnotia kurz pozitívne. Iba **4,35 % (3 respondenti)** zaujali neutrálny postoj a žiadny respondent nevyjadril nesúhlas.

Tieto výsledky poukazujú na **vysokú mieru spokojnosti a efektívnosti e-learningového prostredia**, ktoré bolo pravdepodobne vytvorené v súlade s princípmi moderného digitálneho vzdelávania. Kurz umožnil účastníkom **kombinovať teoretické poznatky s praktickými aktivitami**, čím podporoval aktívne učenie a samostatné objavovanie.

Z didaktického hľadiska možno kurz označiť za príklad **blended learningu** – teda kombinácie online výučby s praktickou činnosťou v prostredí micro:bit. Takáto forma vzdelávania zvyšuje flexibilitu, umožňuje **individuálne tempo učenia** a zároveň ponúka okamžitú spätnú väzbu. Respondenti tak mohli okamžite overovať svoje riešenia v praxi, čo zvyšovalo **pochopenie a retenciu poznatkov**.

Záverom možno konštatovať, že e-learningový kurz umožnil lepšie osvojovanie vedomostí pri práci s mikrokontrolérom BBC micro:bit a riešiť jednotlivé úlohy.

Položka: Vďaka kurzu som sa cítil/a istejší/istejšia pri praktickej práci s učebnou pomôckou.



Obrázok 22 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka kurzu som sa cítil/a istejší/istejšia pri praktickej práci s učebnou pomôckou.

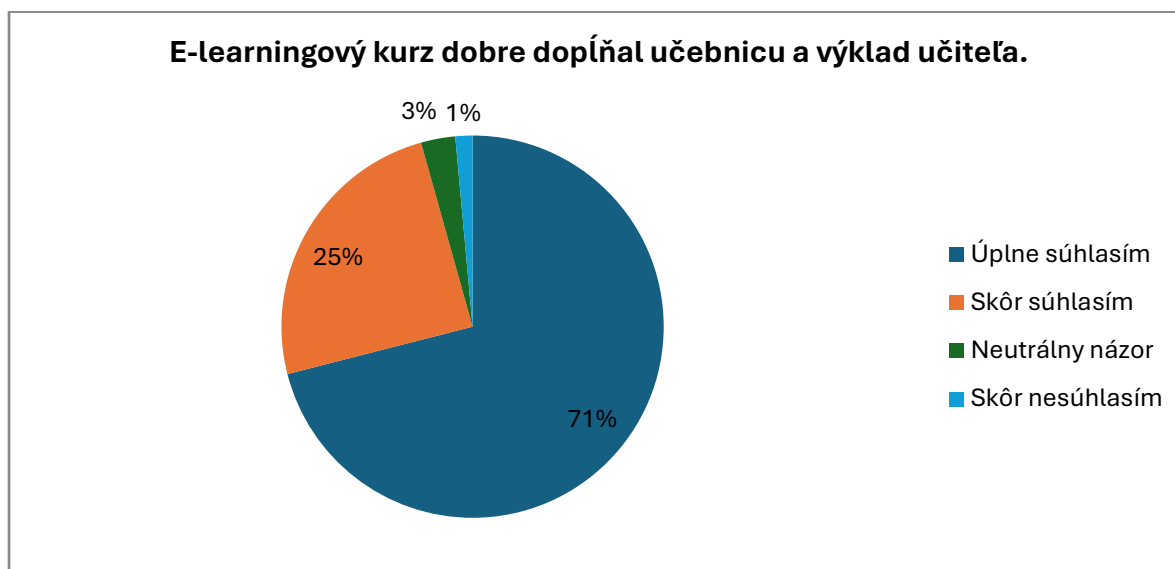
Na položku zameranú na subjektívne hodnotenie sebavedomia a istoty pri práci s učebnou pomôckou BBC micro:bit odpovedalo **69 respondentov**. Výsledky poukazujú na vysokú úroveň spokojnosti a pozitívny vplyv e-learningového kurzu na praktickú sebadôveru študentov pri práci s technickým zariadením.

Najväčšia časť respondentov, **66,67 % (46 respondentov)**, vyjadrila úplný súhlas s tvrdením, že kurz im pomohol cítiť sa pri práci istejšie. Ďalších **20,29 % (14 respondentov)** označilo odpoveď *skôr súhlasím*, čo spolu predstavuje **takmer 87 % (60 respondentov)** pozitívne naladených účastníkov. **Neutrálny postoj** zaujalo **11,59 % (8 respondentov)** a iba **1,45 % (1 respondent)** vyjadril mierny nesúhlas.

Tieto výsledky naznačujú, že e-learningový kurz významne prispel nielen k rozvoju vedomostí a zručností, ale aj k posilneniu sebavedomia pri riešení úloh.

Preto konštatujeme, že e-learningový kurz posilnil sebadôveru účastníkov pri práci s učebnou pomôckou BBC micro:bit.

Položka: E-learningový kurz dobre dopĺňal učebnicu a výklad učiteľa.



Obrázok 23 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že e-learningový kurz dobre dopĺňal učebnicu a výklad učiteľa.

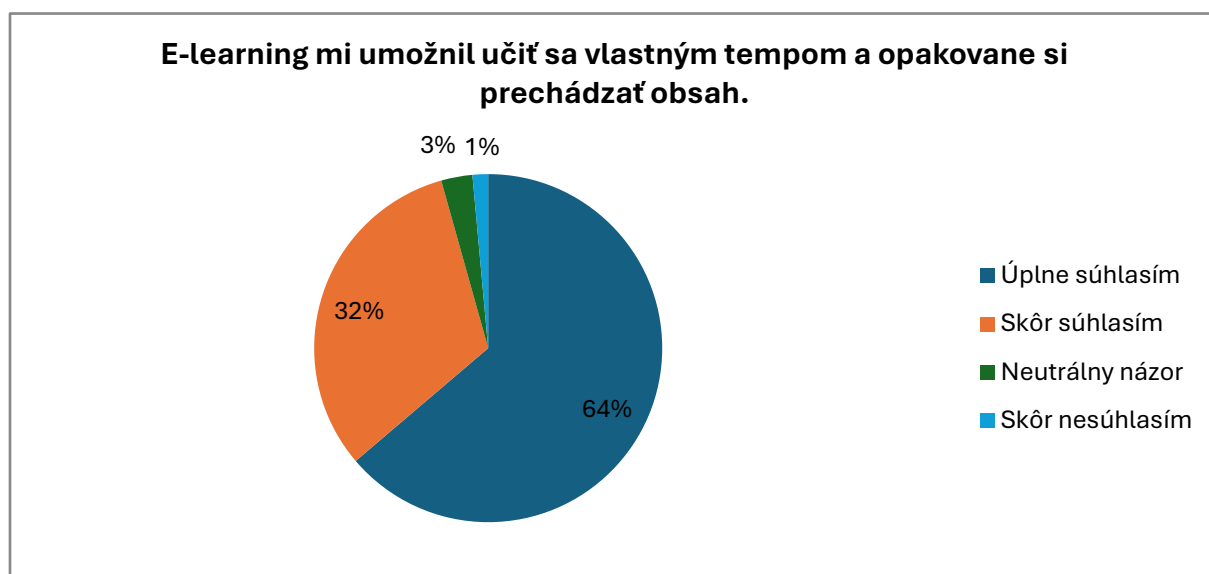
Na položku „E-learningový kurz dobre dopĺňal učebnicu a výklad učiteľa“ odpovedalo celkovo **69 respondentov**, ktorí vyjadrovali svoje názory na prepojenie online a tradičnej formy vzdelávania. Cieľom bolo zistiť, do akej miery e-learningový kurz obohatil, rozšíril alebo systematicky doplnil prezenčné aktivity v rámci predmetu.

Najväčšiu skupinu respondentov tvorili tí, ktorí označili možnosť „**Úplne súhlasím**“ – až **71,01 % (49 respondentov)**. Tento výrazný podiel poukazuje na veľmi pozitívnu skúsenosť s prepojením oboch foriem výučby. Ďalších **24,64 % (17 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo ďalej rozširuje skupinu pozitívnych hodnotení na celkových **95,65 % (66 respondentov)**. Takto vysoká miera súhlasu potvrdzuje, že e-learning bol vnímaný ako zmysluplný doplnok k tradičnej výučbe, ktorý uľahčil pochopenie a upevnenie učiva.

Menšiu časť tvorili respondenti s neutrálnym postojom (**2,9 % – 2 respondenti**), ktorí v ňom nevideli výrazný prínos oproti prezenčnej výučbe. Negatívne hodnotenie sa objavilo len minimálne: **1,45 % (1 respondent)** označil odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“, čo svedčí o veľmi vysokej miere spokojnosti v celej vzorke.

Výsledky tejto otázky poukazujú na to, že kurz bol vhodne integrovaný do vzdelávacieho procesu a jeho koncepcia rešpektovala princípy blended learningu. Takéto prepojenie umožňuje individualizáciu štúdia, opakovanie obsahu podľa potreby a poskytuje priestor na samostatnú prácu mimo učebne.

Položka: E-learning mi umožnil učiť sa vlastným tempom a opakovane si prechádzať obsah.



Obrázok 24 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že e-learning mi umožnil učiť sa vlastným tempom a opakovane si prechádzať obsah.

Na položku „E-learning mi umožnil učiť sa vlastným tempom a opakovane si prechádzať obsah.“ odpovedalo celkovo **69 respondentov**, ktorí hodnotili flexibilitu e-learningového prostredia z hľadiska prispôsobenia tempa štúdia individuálnym potrebám. Táto otázka sa zameriavala na autonómiu študenta, možnosť samostatného plánovania učenia a časovú slobodu, ktorú elektronická forma vzdelávania poskytuje.

Najviac respondentov označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **63,77 % (44 respondentov)**. Tento vysoký podiel poukazuje na to, že väčšina účastníkov ocenila flexibilitu e-learningu, ktorá im umožnila organizovať si štúdium podľa vlastných možností. Ďalších **31,88 % (22 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo potvrdzuje, že väčšina účastníkov (spolu **95,65 % – 66 respondentov**) vnímala kurz ako prostredie podporujúce samostatnosť a individuálne učenie.

Neutrálny postoj zaujalo len **2,9 % (2 respondenti)**, čo možno interpretovať ako miernu rezervu vo vnímaní flexibility kurzu – títo účastníci mohli preferovať tradičný rytmus vyučovania alebo pevnú štruktúru prezenčných hodín. Odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“ označil len **1,45 % (1 respondent)**, čo poukazuje na takmer nulovú nespokojnosť s týmto aspektom e-learningu.

Tieto výsledky jednoznačne potvrdzujú, že kurz naplňal princípy individualizovaného učenia, ktoré je jedným zo základných pilierov moderného e-learningu a umožnil žiakom učiť sa vlastným tempom.

4.3.3.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov e-learningového kurzu

Blok položiek hodnotil kvalitu a prínos e-learningového kurzu k BBC micro:bitu v piatich dimenziách: prehľadnosť orientácie, prínos k pochopeniu a riešeniu úloh, nárast istoty pri praktickej práci, doplnenie učebnice a výkladu a možnosť učiť sa vlastným tempom. Všetky položky mali zhodnú návratnosť N = 69.

Kľúčové zistenia podľa položiek

1) „E-learningový kurz bol prehľadný a jednoducho sa v ňom orientovalo.“

- **Úplne súhlasím:** 55,07 % (38)
- **Skôr súhlasím:** 37,68 % (26) → **spolu súhlas:** 92,75 % (64)
- **Neutrálne:** 7,25 % (5)
- **Nesúhlas:** 0 % (0)

Interpretácia: Navigácia, štruktúra modulov a rozloženie materiálov boli pre väčšinu účastníkov jasné a bezbariérové.

2) „Kurz mi pomohol lepšie pochopiť, ako používať micro:bit a riešiť jednotlivé úlohy.“

- **Úplne súhlasím:** 75,36 % (52)
- **Skôr súhlasím:** 20,29 % (14) → **spolu súhlas:** 95,65 % (66)
- **Neutrálne:** 4,35 % (3)
- **Nesúhlas:** 0 % (0)

Interpretácia: Veľmi silný didaktický efekt – kurz podporil pochopenie princípov a priamu aplikáciu pri riešení úloh.

3) „Vďaka kurzu som sa cítil/a istejší/istejšia pri praktickej práci s učebnou pomôckou.“

- **Úplne súhlasím:** 66,67 % (46)
- **Skôr súhlasím:** 20,29 % (14) → **spolu súhlas:** 86,96 % (60)
- **Neutrálne:** 11,59 % (8)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Kurz okrem vedomostí posilnil aj sebadôveru pri praktickej práci s micro:bitom.

4) „E-learningový kurz dobre dopĺňal učebnicu a výklad učiteľa.“

- **Úplne súhlasím:** 71,01 % (49)
- **Skôr súhlasím:** 24,64 % (17) → **spolu súhlas:** 95,65 % (66)
- **Neutrálne:** 2,90 % (2)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Vysoká miera vnímania blended learningu – e-learning bol zmysluplným a systematickým doplnkom prezenčnej výučby.

5) „E-learning mi umožnil učiť sa vlastným tempom a opakovane si prechádzať obsah.“

- **Úplne súhlasím:** 63,77 % (44)
- **Skôr súhlasím:** 31,88 % (22) → **spolu súhlas:** 95,65 % (66)
- **Neutrálne:** 2,90 % (2)
- **Skôr nesúhlasím:** 1,45 % (1)

Interpretácia: Kurz poskytoval flexibilitu a podporoval samoregulované učenie (tempo, opakovanie, návraty k obsahu).

Syntéza naprieč položkami

Vážený súhrn naprieč všetkými položkami (5 × 69 = 345 odpovedí):

- **Pozitívne odpovede (Úplne + Skôr súhlasím): 93,33 % (322 z 345)**
 - z toho **Úplne súhlasím: 66,38 % (229 z 345)**
 - **Skôr súhlasím: 26,96 % (93 z 345)**
- **Neutrálne: 5,80 % (20 z 345)**
- **Negatívne (Skôr nesúhlasím): 0,87 % (3 z 345); Úplne nesúhlasím: 0 % (0)**

Celkový obraz: E-learning je vnímaný mimoriadne pozitívne – najvyššie skóre získali položky prínosu k učeniu a blended integrácie (položky 2, 4 a 5: vždy 95,65 % – 66 respondentov súhlasilo). Prehľadnosť dosiahla 92,75 % (64) a nárast istoty 86,96 % (60). Negatívne hodnotenia sa vyskytli len ojedinele.

Edukačný prínos a implikácie

1. **Zníženie kognitívnej záťaže:** Prehľadná štruktúra a jasná navigácia (92,75 % – 64) umožňujú študentom sústrediť sa na obsah a riešenie úloh.
2. **Efektívna podpora praxe:** Silný prínos k pochopeniu a riešeniu úloh (95,65 % – 66) indikuje, že online materiály sú vhodne previazané s praktickými aktivitami.
3. **Sebaregulované učenie:** Flexibilita a opakovateľnosť obsahu (95,65 % – 66) podporujú autonómiu študentov a dlhodobejšiu retenciu.
4. **Koherentný blended dizajn:** Vysoké vnímanie doplnenia prezenčnej výučby (95,65 % – 66) potvrdzuje vhodný didaktický dizajn a súlad s cieľmi predmetu.
5. **Affective learning:** Nárast istoty pri praktickej práci (86,96 % – 60) naznačuje, že kurz posilňuje nielen kognitívnu, ale aj afektívnu zložku učenia (sebadôveru).

Záver

E-learningový kurz k BBC micro:bitu vykazuje vysokú didaktickú kvalitu a silný prínos pre učenie:

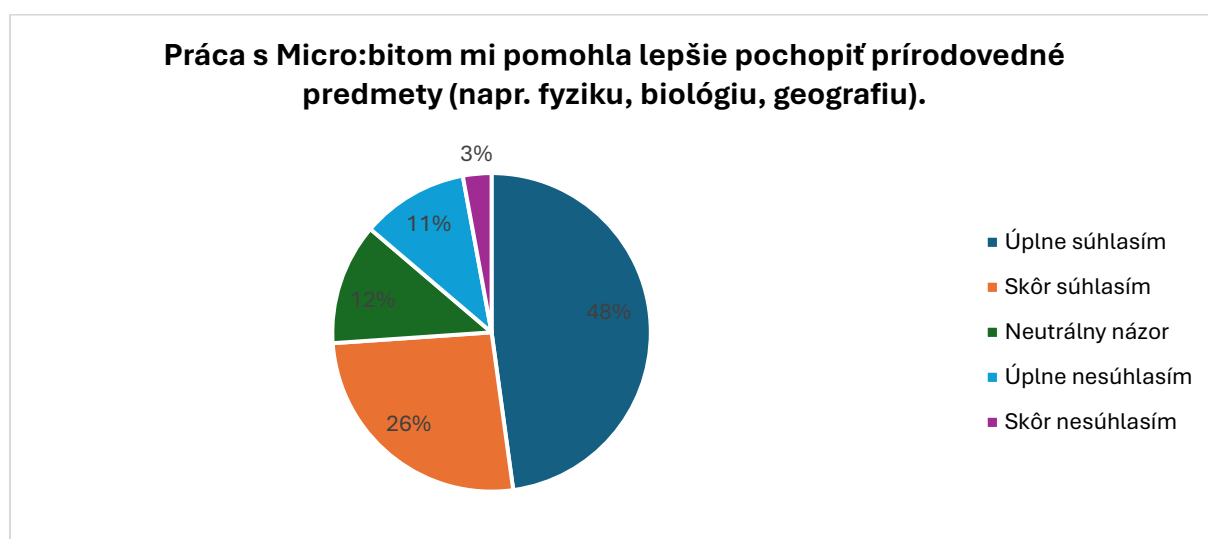
- **Prehľadnosť a orientácia: 92,75 % (64)** súhlasov.
- **Lepšie pochopenie a riešenie úloh: 95,65 % (66)** súhlasov.
- **Istota pri praktickej práci: 86,96 % (60)** súhlasov.
- **Doplnenie učebnice a výkladu: 95,65 % (66)** súhlasov.
- **Učenie vlastným tempom: 95,65 % (66)** súhlasov.

Vážený súhrn ukazuje **93,33 %** pozitívnych odpovedí (322 z 345), **5,80 %** neutrálnych (20) a len **0,87 %** mierne negatívnych (3). Kurz je tak možné považovať za modelový príklad blended learningu, ktorý účinne prepája online obsah s praktickými aktivitami a výrazne posilňuje porozumenie, istotu a motiváciu študentov.

4.4 Medzipredmetové vzťahy

Táto podkapitola overuje pridanú hodnotu práce s BBC micro:bitom pre medzipredmetové učenie. Deväť položiek mapuje kľúčové dimenzie: porozumenie prírodovedným javom (teplota, svetlo), prepojenie matematiky a programovania, základy elektroniky a senzoriky, princípy automatizácie, prácu s meraním a analýzou dát, environmentálne aplikácie technológií a vnímanie spolupráce predmetov pri riešení jedného problému. Všetky položky posúdilo 138 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále („Úplne nesúhlasím“ – „Úplne súhlasím“). Interpretácie výsledkov sa sústreďujú na rozloženie súhlasov a nesúhlasov naprieč uvedenými konštruktmi, čím zachytávajú kognitívny (poznanie), procedurálny (zručnosti) aj postojoý (uvedomenie súvislostí) rozmer učenia. Cieľom je posúdiť, do akej miery projekt podporuje transfer poznatkov medzi predmetmi, systémové myslenie a ekologickú gramotnosť. Tento rámec zároveň poskytuje spätnú väzbu pre ďalší dizajn úloh, ktoré explicitne prepájajú informatiku s prírodovednými a technickými obsahmi.

Položka: Práca s BBC micro:bitom mi pomohla rozvíjať medzipredmetové vzťahy



Obrázok 25 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca s micro:bitom mi pomohla lepšie pochopiť prírodovedné predmety (napr. fyziku, biológiu, geografiu).

Na túto položku odpovedalo **138 respondentov**, pričom cieľom bolo zistiť, do akej miery používanie mikrokontroléra BBC micro:bit prispelo k pochopeniu učiva z prírodovedných predmetov prostredníctvom medzipredmetového prepojenia.

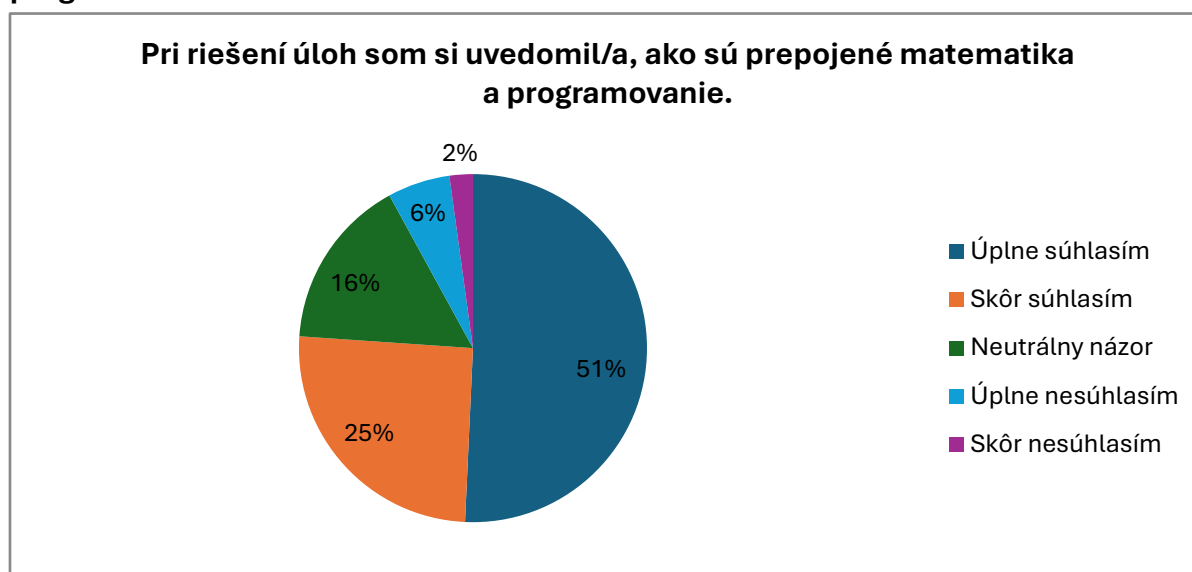
Najväčšia skupina respondentov, **47,83 % (66 respondentov)**, s tvrdením *úplne súhlasí*, zatiaľ čo ďalších **26,09 % (36 respondentov)** zvolilo možnosť *skôr súhlasím*. Spolu teda až **73,92 % (102 respondentov)** potvrdilo pozitívny vplyv práce s micro:bitom na pochopenie učiva v oblasti fyziky, biológie či geografie. **Neutrálny názor** zaujalo **12,32 % (17 respondentov)** a **13,77 % (19 respondentov)** vyjadrilo nesúhlas (*úplne nesúhlasím* 10,87 % a *skôr nesúhlasím* 2,9 %).

Výsledky jednoznačne naznačujú, že micro:bit ako edukačný nástroj podporuje interdisciplinárny prístup k učeniu a umožňuje žiakom prepájať teoretické poznatky z rôznych oblastí s praktickými skúsenosťami. Využitie mikrokontroléra pri meraní teploty, vlhkosti, intenzity svetla alebo pohybu poskytuje autentické kontexty učenia, ktoré žiakom pomáhajú lepšie pochopiť prírodné javy prostredníctvom experimentovania a pozorovania.

Menšia skupina respondentov, ktorí s tvrdením nesúhlasili, pravdepodobne nedokázala prepojiť konkrétne aktivity s učivom prírodovedných predmetov alebo uprednostňuje tradičné formy výučby.

Na záver možno konštatovať, že práca s micro:bitom významne prispela k pochopeniu prírodovedných predmetov u väčšiny respondentov.

Položka: Pri riešení úloh som si uvedomil/a, ako sú prepojené matematika a programovanie.



Obrázok 26 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že pri riešení úloh som si uvedomil/a, ako sú prepojené matematika a programovanie.

Na položku „Pri riešení úloh som si uvedomil/a, ako sú prepojené matematika a programovanie.“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Cieľom tejto položky bolo zistiť, či žiaci v procese riešenia praktických úloh s mikrokontrolérom BBC micro:bit dokázali rozpoznať prepojenia medzi poznatkami z rôznych vyučovacích oblastí. Takto formulovaná otázka sleduje rozvoj interdisciplinárneho uvedomenia a podporu logického prepojenia teórie s praxou.

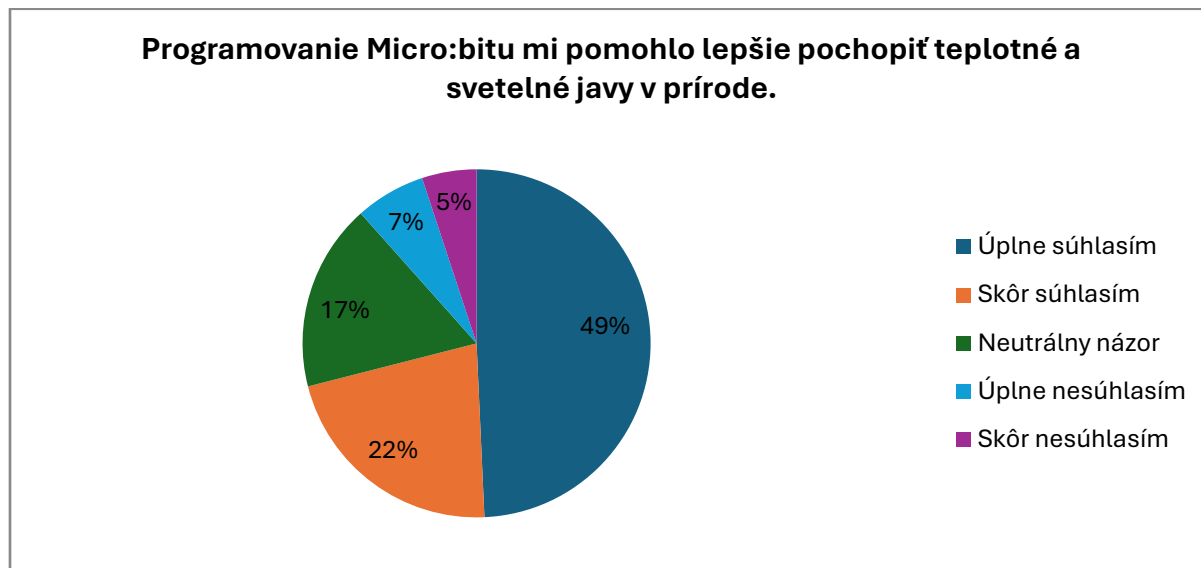
Najvyšší podiel odpovedí predstavuje kategória „**Úplne súhlasím**“, ktorú označilo **50,72 % (70 respondentov)**. Tento výsledok poukazuje na to, že viac ako polovica účastníkov jednoznačne pochopila, že riešenie úloh s BBC micro:bitom presahuje rámec jedného predmetu. Ďalších **25,36 % (35 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo potvrdzuje, že väčšina respondentov (spolu **76,08 % – 105 respondentov**) si pri práci s mikrokontrolérom uvedomila medzipredmetové súvislosti (matematika a informatika-programovanie).

Neutrálny postoj zaujalo **15,94 % (22 respondentov)**. Táto skupina mohla úlohy vnímať ako technicky orientované, avšak bez explicitného dôrazu na prepojenie predmetov. Výsledok naznačuje, že pri niektorých aktivitách by bolo vhodné didakticky zvýrazniť vzťahy medzi rôznymi oblasťami poznania.

Negatívne odpovede boli zastúpené minimálne. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **5,80 % (8 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **2,17 % (3 respondenti)**. Tieto hodnoty signalizujú, že len malé percento žiakov nepostrehlo medzi predmetmi žiadne významné väzby, čo môže byť dôsledkom individuálnych rozdielov vo vnímaní úloh alebo preferencie tradičných, predmetovo oddelených foriem výučby.

Výsledky jednoznačne ukazujú, že BBC micro:bit má potenciál podporovať u žiakov chápanie súvislostí medzi matematikou a programovaním.

Položka: Programovanie Micro:bitu mi pomohlo lepšie pochopiť teplotné a svetelné javy v prírode.



Obrázok 27 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že programovanie micro:bitu mi pomohlo lepšie pochopiť teplotné a svetelné javy v prírode.

Na položku „Programovanie Micro:bitu mi pomohlo lepšie pochopiť teplotné a svetelné javy v prírode“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Cieľom tejto otázky bolo zistiť, či žiaci vnímali proces programovania mikrokontroléra nielen ako technickú činnosť, ale aj ako spôsob lepšieho pochopenia prírodných javov, ktoré sú súčasťou učiva fyziky a prírodovedy. Využitie BBC micro:bitu v tejto oblasti umožňuje prakticky pozorovať a merať javy z reálneho prostredia, čo napomáha prepájaniu teórie s empirickou skúsenosťou.

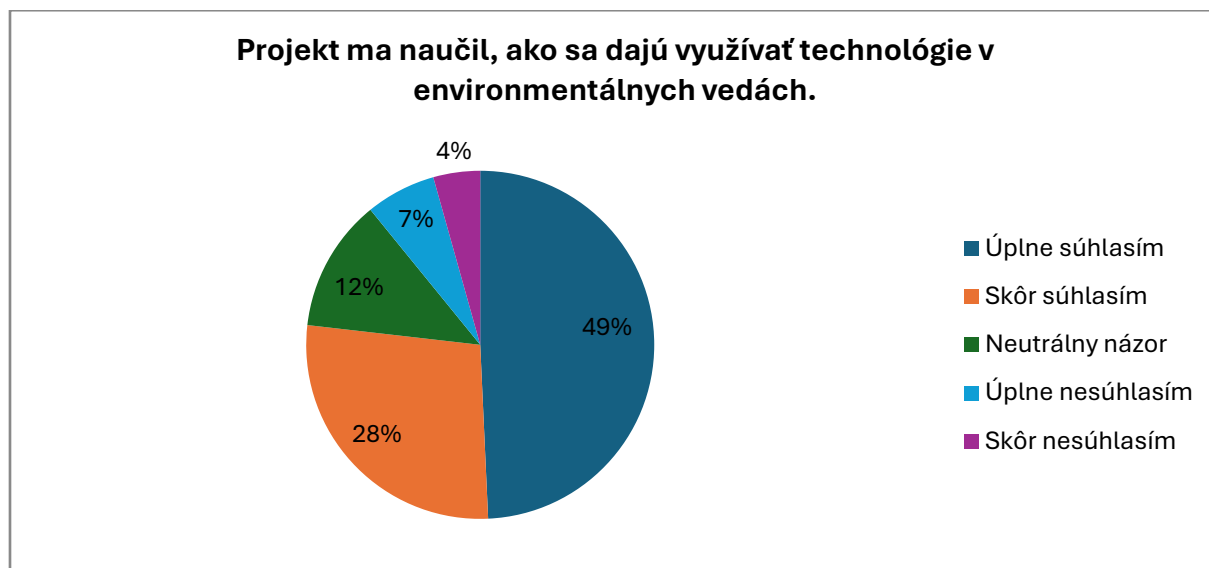
Najväčšia skupina respondentov označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **49,28 % (68 respondentov)**. Tento výsledok potvrdzuje, že takmer polovica opýtaných považovala programovanie BBC micro:bitu za významný prínos k pochopeniu teplotných a svetelných javov. Prostredníctvom senzorov mikrokontrolér umožňuje zisťovať hodnoty teploty a intenzity svetla, čo žiakom poskytuje okamžitú spätnú väzbu a možnosť porovnávať merania s teoretickými poznatkami. Ďalších **21,74 % (30 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo naznačuje, že väčšina účastníkov (spolu **71,02 % – 98 respondentov**) vnímala programovanie a meranie prostredníctvom BBC micro:bitu ako efektívny spôsob spoznávania teplotných a svetelných javov v prírode.

Neutrálny postoj vyjadrilo **17,39 % (24 respondentov)**, ktorí pravdepodobne nevnímali priamu súvislosť medzi programovaním a pozorovaním javov v prírode. Ide o skupinu, ktorej vnímanie by mohlo ovplyvniť dôslednejšie prepojenie programovacích úloh s vysvetľovaním konkrétnych fyzikálnych princípov.

Menšia časť respondentov zaujala nesúhlasné stanovisko – odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **5,07 % (7 respondentov)** a „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **6,52% (9 respondentov)**. Tieto výsledky poukazujú na to, že len malý počet žiakov nepociťoval, že by programovanie mikrokontroléra prispelo k pochopeniu teplotných či svetelných javov. Dôvodom môže byť buď nižšia úroveň porozumenia princípom merania senzorov, alebo absencia priameho prepojenia experimentov s učivom prírodovedy.

Z výsledkov vyplýva, že programovanie BBC micro:bitu predstavuje účinný prostriedok na spájanie poznatkov z fyziky, informatiky a techniky v oblasti lepšieho pochopenia teplotných a svetelných javov v prírode. Umožňuje žiakom prakticky overovať teoretické zákonitosti a rozvíjať schopnosť interpretovať dáta z reálneho prostredia.

Položka: Projekt ma naučil, ako sa dajú využívať technológie v environmentálnych vedách



Obrázok 28 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že projekt ma naučil, ako sa dajú využívať technológie v environmentálnych vedách.

Na položku „Projekt ma naučil, ako sa dajú využívať technológie v environmentálnych vedách“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Cieľom tejto otázky bolo zistiť, do akej miery žiaci vnímali prínos práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit ako technologického nástroja na skúmanie a pochopenie environmentálnych javov. Otázka sleduje integráciu moderných digitálnych technológií do environmentálnej edukácie a posudzuje ich význam pri rozvíjaní vedeckého a ekologického myslenia.

Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí zvolili odpoveď „**Úplne súhlasím**“, a to **49,28 % (68 respondentov)**. Takmer polovica žiakov tak považovala projekt s BBC micro:bitom za významný prínos pre pochopenie možností využitia technológií v environmentálnych vedách. Ďalších **27,54 % (38 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo dokopy predstavuje **76,82 % (106 respondentov)**, ktorí vnímali technológie ako efektívny prostriedok na spoznávanie a monitorovanie javov v životnom

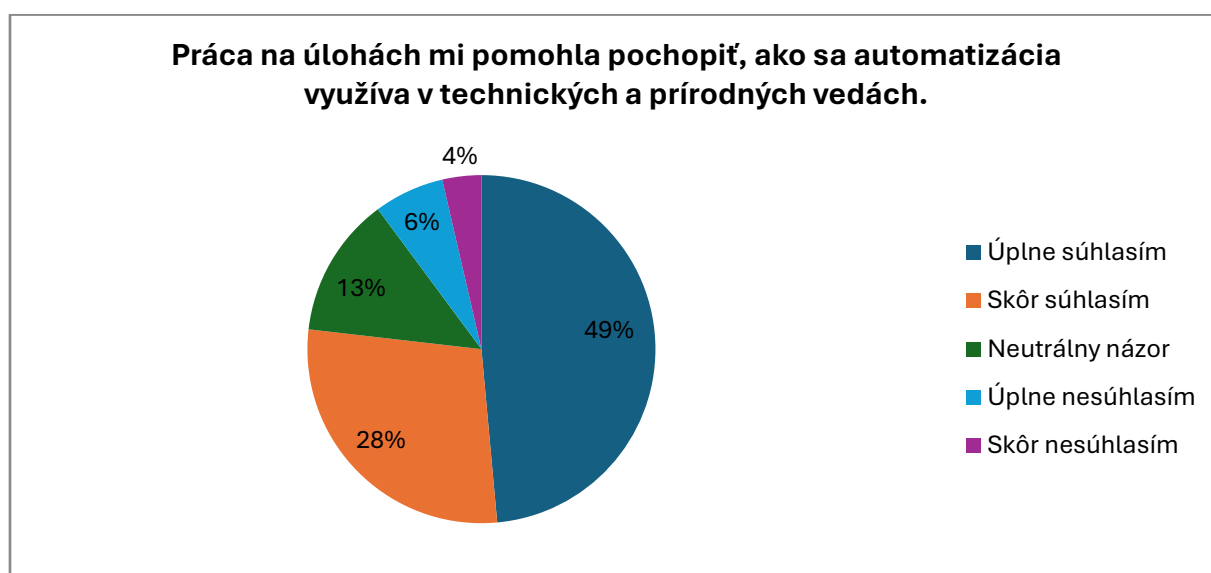
prostredí. Tento výsledok potvrdzuje, že väčšina žiakov považuje BBC micro:bit za praktický nástroj na meranie veličín ako teplota, vlhkosť alebo intenzita svetla, ktoré majú priamy vzťah k environmentálnym procesom.

Neutrálny postoj zaujalo **12,32 % (17 respondentov)**. Títo respondenti pravdepodobne vnímali technologický aspekt projektu ako zaujímavý, no neprepojili ho výrazne s environmentálnym obsahom. Tento postoj naznačuje, že pre časť žiakov by mohlo byť prospešné jasnejšie vysvetlenie environmentálneho významu jednotlivých meraní či experimentov.

Menšiu časť respondentov tvorili tí, ktorí vyjadrili nesúhlas. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ uviedlo **6,52 % (9 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ označilo **4,35 % (6 respondentov)**. Spolu teda **10,87 % (15 respondentov)** nepocíťovalo výrazný prínos projektu v oblasti využívania technológií v environmentálnych vedách. Dôvodom mohla byť obmedzená skúsenosť so senzorickými meraniami, nižšia technická zdatnosť alebo individuálny nezáujem o environmentálne témy.

Celkovo možno konštatovať, že väčšina respondentov vnímala projekt s BBC micro:bitom ako zmysluplný spôsob prepojenia technológií s environmentálnym vzdelávaním. Takéto aktivity umožňujú žiakom získavať reálne údaje z prostredia, analyzovať ich a vyvodzovať závery o stave a zmene prírodných javov. Výsledky zároveň potvrdzujú, že digitálne nástroje ako BBC micro:bit majú potenciál rozvíjať nielen technické kompetencie, ale aj environmentálne povedomie.

Položka: Práca na úlohách mi pomohla pochopiť, ako sa automatizácia využíva v technických a prírodných vedách



Obrázok 29 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca na úlohách mi pomohla pochopiť, ako sa automatizácia využíva v technických a prírodných vedách.

Na položku „Práca na úlohách mi pomohla pochopiť, ako sa automatizácia využíva v technických a prírodných vedách“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Táto otázka

bola zameraná na zisťovanie, do akej miery praktická práca s mikrokontrolérom BBC micro:bit umožnila žiakom porozumieť princípom automatizácie, ktorá zohráva zásadnú úlohu v technických odboroch, ale aj v prírodovedných meraniach a experimentoch. Automatizácia je kľúčovým prvkom moderného sveta technológií a zároveň efektívnym nástrojom pre prepojenie teoretických poznatkov s praktickou skúsenosťou.

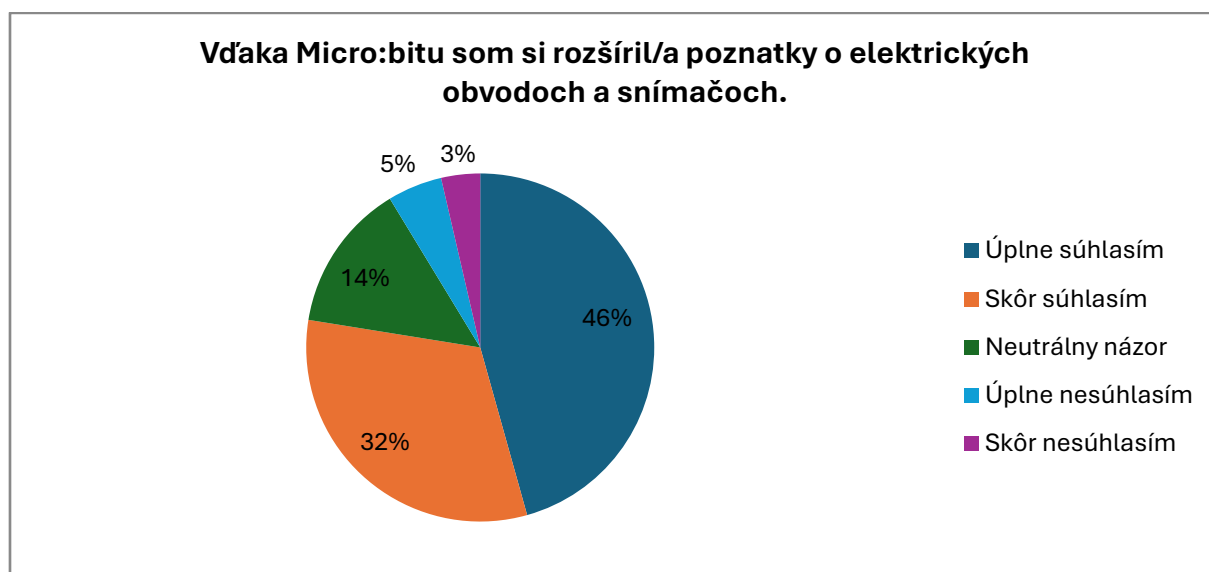
Najviac respondentov zvolilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú označilo **48,55 % (67 respondentov)**. Tento výsledok naznačuje, že takmer polovica účastníkov jednoznačne vnímala prácu s BBC micro:bitom ako prostriedok pre pochopenie fungovania automatizovaných procesov. Mikrokontrolér im umožnil prakticky pozorovať, ako môžu byť senzory a programové príkazy využité na riadenie javov, ako napríklad reguláciu teploty či ovládanie svetelných podmienok. Ďalších **28,26 % (39 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo spolu predstavuje **76,81 % (106 respondentov)** pozitívnych reakcií. Tento vysoký podiel potvrdzuje, že väčšina žiakov pochopila základné princípy automatizácie prostredníctvom vlastnej skúsenosti s mikrokontrolérom.

Neutrálny postoj vyjadrilo **13,04 % (18 respondentov)**. Táto skupina pravdepodobne vnímala projekt ako zaujímavý, no nemuseli presne pochopiť, ako automatizované procesy súvisia s technickými alebo prírodovednými disciplínami. Tento výsledok naznačuje potrebu jasnejšie vysvetliť prepojenie automatizácie s konkrétnymi javmi v praxi – napríklad s meraním fyzikálnych veličín alebo s riadením zariadení na základe senzorických údajov.

Menšiu časť respondentov tvorili tí, ktorí vyjadrili nesúhlas. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **6,52 % (9 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **3,62 % (5 respondentov)**. Spolu teda **10,14 % (14 respondentov)** nepovažovalo prácu na úlohách s BBC micro:bitom za prínosnú pre pochopenie automatizácie. Môže to súvisieť s individuálnymi rozdielmi v úrovni technických zručností alebo s nižšou mierou angažovanosti v projektoch.

Celkovo výsledky potvrdzujú, že väčšina respondentov vnímala BBC micro:bit ako účinný nástroj pre objasnenie princípov automatizácie a jej praktického využitia.

Položka: Vďaka BBC micro:bitu som si rozšíril/a poznatky o elektrických obvodoch a snímačoch



Obrázok 30 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka micro:bitu som si rozšíril/a poznatky o elektrických obvodoch a snímačoch.

Na položku „Vďaka BBC micro:bitu som si rozšíril/a poznatky o elektrických obvodoch a snímačoch“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Cieľom tejto otázky bolo zistiť, ako žiaci vnímali edukačný prínos mikrokontroléra BBC micro:bit v kontexte pochopenia základných princípov elektrických obvodov a funkcie snímačov. Táto téma je kľúčová pre rozvoj technického a prírodovedného myslenia, keďže spája teóriu elektriny so skúmaním reálnych javov prostredníctvom experimentu.

Najviac respondentov označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **45,65 % (63 respondentov)**. Tento podiel potvrdzuje, že takmer polovica žiakov považovala prácu s mikrokontrolérom za významný prínos pre lepšie pochopenie fungovania elektrických obvodov a senzorických zariadení. Ďalších **31,88 % (44 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že celkovo **77,53 % (107 respondentov)** vnímalo BBC micro:bit ako efektívny nástroj na praktické osvojovanie princípov elektrických obvodov a sensorovej techniky. Tento výsledok potvrdzuje, že mikrokontrolér zohráva dôležitú úlohu pri prepojení abstraktných teoretických poznatkov s konkrétnou činnosťou.

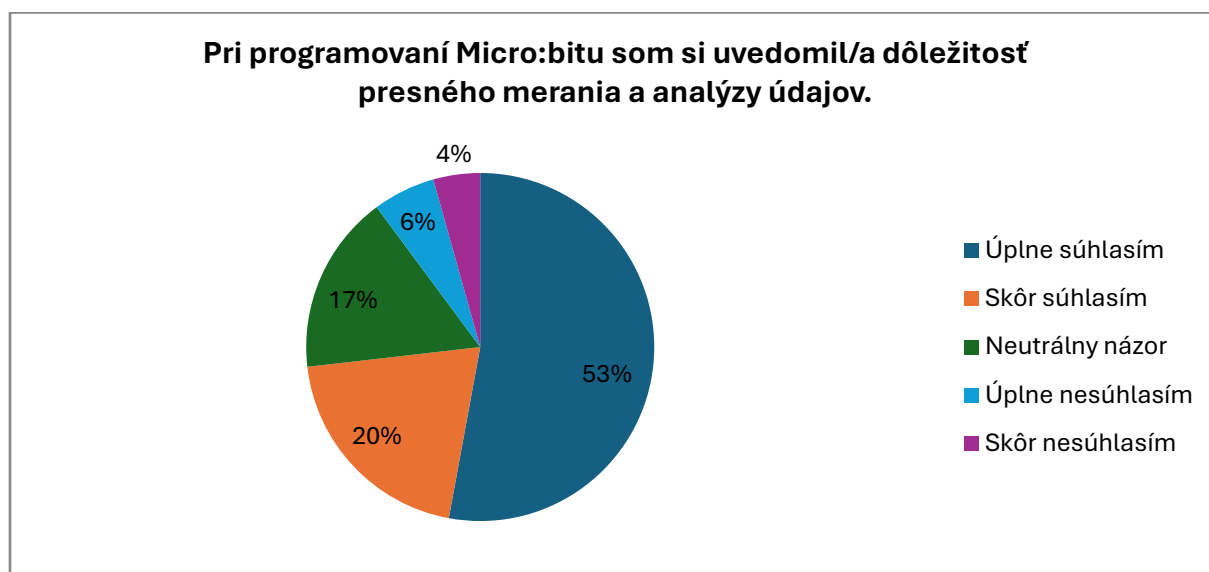
Neutrálny postoj zaujalo **13,77 % (19 respondentov)**. Títo žiaci mohli považovať úlohy so snímačmi a obvodmi za zaujímavé, avšak nemuseli si plne uvedomiť ich fyzikálnu alebo technickú podstatu. Ide o skupinu, ktorá by mohla profitovať z podrobnejšieho vysvetlenia, ako senzory merajú fyzikálne veličiny.

Menšiu časť súboru tvorili žiaci, ktorí s tvrdením nesúhlasili. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **5,07 % (7 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **3,62 % (5 respondentov)**. Tieto údaje predstavujú spolu **8,69 % (12 respondentov)**, ktorí pravdepodobne nepocítili výrazný prínos BBC micro:bitu pri pochopení elektrických

obvodov. Dôvodom mohli byť individuálne ťažkosti s pochopením základných fyzikálnych princípov alebo nižšia úroveň záujmu o technické úlohy.

Súhrnne možno konštatovať, že väčšina žakov si vďaka micro:bitu rozšírila poznatky o elektrických obvodoch a snímačoch. Prostredníctvom reálneho zapojenia obvodov, merania veličín a programovania reakcií snímačov žiaci lepšie pochopili, ako sa elektrické javy premieňajú na digitálne údaje. Tento prístup vedie k hlbšiemu pochopeniu fungovania moderných technológií založených na princípe senzORIZÁCIE.

Položka: Pri programovaní BBC micro:bitu som si uvedomil/a dôležitosť presného merania a analýzy údajov



Obrázok 31 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že pri programovaní micro:bitu som si uvedomil/a dôležitosť presného merania a analýzy údajov.

Na položku „Pri programovaní BBC micro:bitu som si uvedomil/a dôležitosť presného merania a analýzy údajov“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Táto otázka skúmala, či si žiaci počas práce s mikrokontrolérom uvedomili význam presnosti merania, systematického zberu dát a ich vyhodnocovania pri riešení úloh z oblasti techniky a prírodných vied. Presnosť merania a následná analýza údajov predstavujú základ vedeckého myslenia, pričom mikrokontrolér BBC micro:bit poskytuje ideálnu platformu na ich rozvíjanie prostredníctvom praktických experimentov.

Najviac respondentov označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **52,90 % (73 respondentov)**. Tento podiel jasne naznačuje, že viac než polovica žiakov považovala prácu s BBC micro:bitom za výrazný prínos pre pochopenie potreby presnosti pri meraní a spracovaní dát. Ďalších **20,29 % (28 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že spolu **73,19 % (101 respondentov)** vnímalo, že programovanie s BBC micro:bitom ich naučilo pristupovať k údajom presne a zodpovedne.

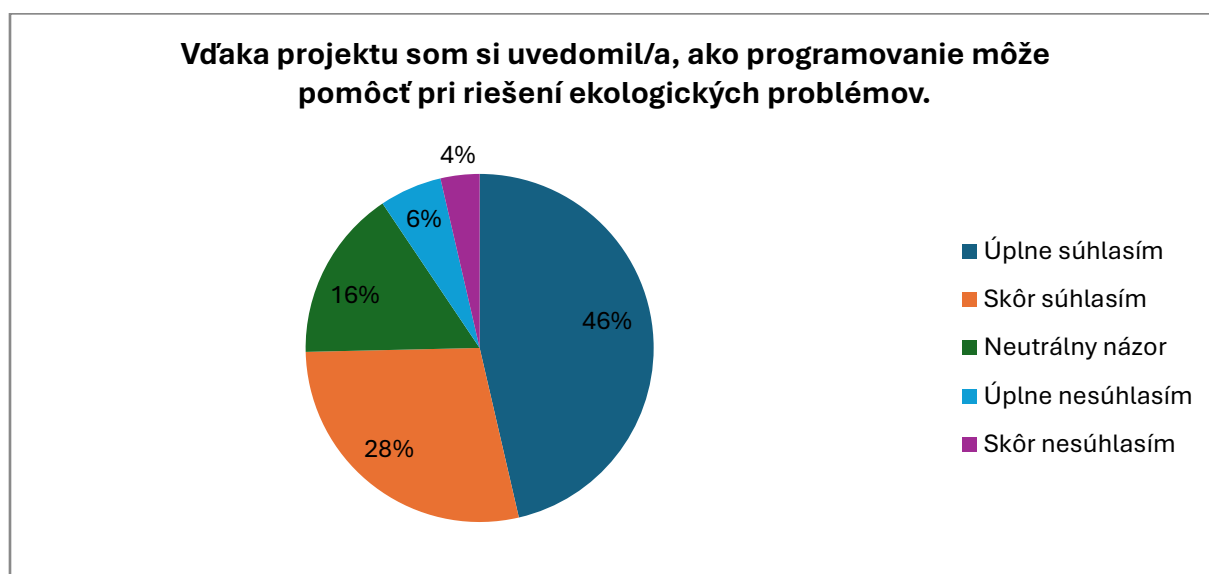
Neutrálny postoj zaujalo **16,67 % (23 respondentov)**, ktorí síce aktivitu hodnotili neutrálne, no zároveň mohli oceňovať praktickú časť merania bez hlbšieho pochopenia

významu presnosti pri vedeckej analýze. Tento výsledok naznačuje potrebu väčšieho dôrazu na interpretáciu získaných údajov a vysvetlenie ich významu v širšom kontexte prírodných a technických javov.

Menšia časť respondentov vyjadrila nesúhlas. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **5,80 % (8 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **4,35 % (6 respondentov)**. Tieto výsledky predstavujú spolu **10,15 % (14 respondentov)**, ktorí zrejme nevnímali presné meranie a analýzu údajov ako kľúčovú súčasť práce s mikrokontrolérom. Tento postoj môže byť spôsobený buď povrchným prístupom k experimentu, alebo preferenciou tvorivých aktivít pred analytickými.

Vcelku výsledky potvrdzujú, že väčšina žiakov si pri práci s BBC micro:bitom uvedomila, že presné meranie a analýza údajov sú nevyhnutnou súčasťou vedeckej práce. Mikrokontrolér týmto spôsobom prispieva k rozvoju bádateľských kompetencií, zodpovednosti za kvalitu merania a schopnosti kriticky analyzovať výsledky.

Položka: Vďaka projektu som si uvedomil/a, ako programovanie môže pomôcť pri riešení ekologických problémov



Obrázok 32 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka projektu som si uvedomil/a, ako programovanie môže pomôcť pri riešení ekologických problémov.

Na položku „Vďaka projektu som si uvedomil/a, ako programovanie môže pomôcť pri riešení ekologických problémov“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Táto otázka bola zameraná na zisťovanie, do akej miery si žiaci uvedomujú potenciál programovania pri ochrane životného prostredia a riešení ekologických výziev. Programovanie prostredníctvom mikrokontroléra BBC micro:bit predstavuje efektívny spôsob, ako prepájať informatiku, techniku a environmentálne vzdelávanie do jedného funkčného celku.

Najväčšia skupina respondentov označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **46,38 % (64 respondentov)**. Tento podiel potvrdzuje, že takmer polovica žiakov jasne

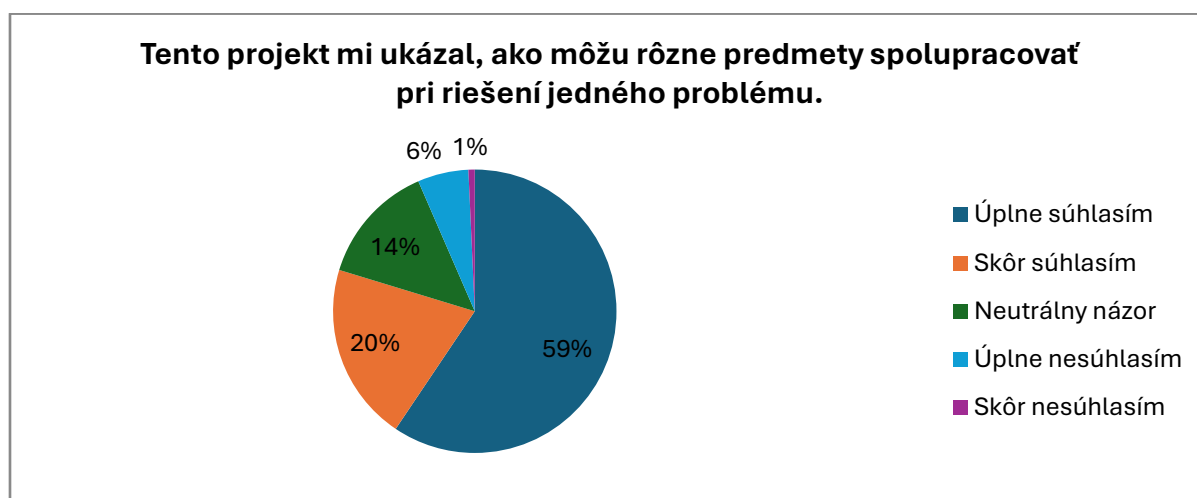
pochopila súvis medzi programovaním a praktickým využitím technológií pri riešení environmentálnych problémov. Prostredníctvom mikrokontroléra mohli žiaci pozorovať a merať rôzne environmentálne veličiny, ako napríklad teplotu, intenzitu svetla či vlhkosť pôdy, a tým zisťovať, ako môžu technológie prispieť k udržateľnému rozvoju. Ďalších **28,26 % (39 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že spolu **74,64 % (103 respondentov)** vnímalo projekt ako prínosný pre pochopenie prepojenia medzi digitálnymi technológiami a ochranou životného prostredia.

Neutrálny postoj zaujalo **15,94 % (22 respondentov)**. Táto skupina žiakov pravdepodobne oceňovala prácu s mikrokontrolérom, no nevnímala ju priamo ako príspevok k ekologickému uvedomeniu. Tento výsledok poukazuje na potrebu explicitnejšieho zdôraznenia ekologického významu projektov, napríklad prostredníctvom úloh zameraných na úsporu energie, vody alebo monitorovanie prírodných javov.

Menšia časť respondentov s tvrdením nesúhlasila. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **5,80 % (8 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **3,62 % (5 respondentov)**. Tieto percentá spolu predstavujú **9,42 % (13 respondentov)**, ktorí neidentifikovali programovanie ako prostriedok prispievajúci k riešeniu ekologických problémov. Ich postoje mohli byť ovplyvnené tým, že nevnímali priame prepojenie medzi technickými činnosťami a ochranou životného prostredia.

Súhrnne výsledky ukazujú, že väčšina žiakov si prostredníctvom práce s BBC micro:bitom uvedomila, že programovanie môže byť nástrojom nielen na rozvoj technických zručností, ale aj na podporu ekologického myslenia a riešenia ekologických problémov. Projekt umožnil žiakom pochopiť, že technológie majú praktické uplatnenie pri monitorovaní environmentálnych javov, optimalizácii spotreby vody alebo energie a ochrane prírodných zdrojov.

Položka: Tento projekt mi ukázal, ako môžu rôzne predmety spolupracovať pri riešení jedného problému



Obrázok 33 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že tento projekt mi ukázal, ako môžu rôzne predmety spolupracovať pri riešení jedného problému.

Na položku „Tento projekt mi ukázal, ako môžu rôzne predmety spolupracovať pri riešení jedného problému“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**. Cieľom tejto otázky bolo overiť, do akej miery si žiaci uvedomili prepojenie medzi jednotlivými vyučovacími predmetmi prostredníctvom spoločného projektu s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Táto otázka má zásadný význam pre hodnotenie interdisciplinárneho prístupu vo vzdelávaní, ktorý je základom moderného STEM učenia.

Najväčšia skupina respondentov označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **59,42 % (82 respondentov)**. Ide o najvyšší podiel spomedzi všetkých hodnotených položiek, čo naznačuje, že viac ako polovica žiakov si počas projektu jasne uvedomila potrebu spolupráce medzi viacerými oblasťami poznania. Žiaci pochopili, že riešenie praktických úloh vyžaduje nielen programátorské a technické schopnosti, ale aj poznatky z fyziky, matematiky či prírodovedy. Ďalších **20,29 % (28 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že spolu **79,71 % (110 respondentov)** vnímalo projekt ako priestor na reálne prepojenie viacerých predmetov pri riešení jedného spoločného problému.

Neutrálny postoj vyjadrilo **13,77 % (19 respondentov)**. Táto skupina mohla síce oceňovať praktický charakter úloh, no nemusela si plne uvedomiť interdisciplinárny rozmer projektu. Tento výsledok poukazuje na potrebu explicitnejšieho zdôraznenia vzájomných väzieb medzi predmetmi počas riešenia úloh, aby žiaci lepšie chápali ich spoločné ciele.

Negatívne odpovede predstavovali len malú časť respondentov. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ uviedlo **5,80 % (8 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ označil **0,72 % (1 respondent)**. Spolu teda len **6,52 % (9 respondentov)** nevidelo jasnú súvislosť medzi rôznymi predmetmi v rámci projektu. Tento nízky podiel potvrdzuje, že väčšina žiakov dokázala identifikovať prepojenie učiva a pochopiť, že komplexné problémy si vyžadujú kombináciu poznatkov z viacerých oblastí.

Z výsledkov vyplýva, že projekt s BBC micro:bitom výrazne prispel k rozvoju medzipredmetového myslenia. Žiaci si uvedomili, že úspešné riešenie problémov si vyžaduje integráciu rôznych disciplín, kde programovanie, matematika, fyzika, chémia, technika a environmentálne poznanie navzájom spolupracujú. Takto orientované úlohy rozvíjajú tímovú spoluprácu, systémové myslenie a schopnosť prepájať teóriu s praxou.

4.4.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov a zhrnutie bloku „Medzipredmetové vzťahy“

Blok mapuje, ako práca s BBC micro:bitom rozvíja medzipredmetové prepojenia – od prírodovedných javov (fyzika, biológia, geografia), cez matematiku a dátové myslenie, až po automatizáciu, obvody a environmentálne vzdelávanie. Vzorka bola pri každej položke rovnaká (N = 138).

Kľúčové zistenia podľa oblastí

A) Prírodovedné predmety a javy

- **Pochopenie prírodovedných predmetov** („Práca s micro:bitom mi pomohla lepšie pochopiť prírodovedné predmety (napr. fyziku, biológiu, geografiu).“): súhlas **73,92 % (102)**; neutrál **12,32 % (17)**; nesúhlas **13,77 % (19)**.
- **Teplotné a svetelné javy** („Programovanie Micro:bitu mi pomohlo lepšie pochopiť teplotné a svetelné javy v prírode.“): súhlas **71,02 % (98)**; neutrál **17,39 % (24)**; nesúhlas **11,59 % (16)**.

Interpretácia: Experimenty s meraním (teplota, svetlo, vlhkosť) podporujú prenášanie teórie do praxe; časť neutrálov/nesúhlasov naznačuje potrebu explicitnejšieho vysvetlenia fyzikálnych princípov a premostení na učivo.

B) Matematika, programovanie a práca s dátami

- **Prepojenie matematika ↔ programovanie** („Pri riešení úloh som si uvedomil/a, ako sú prepojené matematika a programovanie.“): súhlas **76,08 % (105)**; neutrál **15,94 % (22)**; nesúhlas **7,97 % (11)**.
- **Presné meranie a analýza údajov** („Pri programovaní BBC micro:bitu som si uvedomil/a dôležitosť presného merania a analýzy údajov.“): súhlas **73,19 % (101)**; neutrál **16,67 % (23)**; nesúhlas **10,15 % (14)**.

Interpretácia: Väčšina žiakov si uvedomila matematický rozmer programovania (premenné, funkcie...).

C) Automatizácia, obvody a snímače

- **Automatizácia v technických a prírodných vedách** („Práca na úlohách mi pomohla pochopiť, ako sa automatizácia využíva v technických a prírodných vedách.“): súhlas **76,81 % (106)**; neutrál **13,04 % (18)**; nesúhlas **10,14 % (14)**.
- **Elektrické obvody a snímače** („Vďaka BBC micro:bitu som si rozšíril/a poznatky o elektrických obvodoch a snímačoch.“): súhlas **77,53 % (107)**; neutrál **13,77 % (19)**; nesúhlas **8,69 % (12)**.

Interpretácia: Micro:bit funguje ako most medzi teóriou a riadenými procesmi (stavové automaty, senzory, akcie). Výsledky potvrdzujú robustný príspevok k technickej gramotnosti.

D) Environmentálne vzdelávanie

- **Technológie v environmentálnych vedách** („Projekt ma naučil, ako sa dajú využívať technológie v environmentálnych vedách.“): súhlas **76,82 % (106)**; neutrál **12,32 % (17)**; nesúhlas **10,87 % (15)**.
- **Programovanie a ekologické problémy** („Vďaka projektu som si uvedomil/a, ako programovanie môže pomôcť pri riešení ekologických problémov.“): súhlas **74,64 % (103)**; neutrál **15,94 % (22)**; nesúhlas **9,42 % (13)**.

Interpretácia: Projekty s reálnymi meraniami (vlhkosť pôdy, osvetlenie, čistička vody) posilňujú environmentálne myslenie a ukazujú, kde technológie reálne pomáhajú (monitoring, úspory).

E) Interdisciplinárne vedomie

- **Spolupráca predmetov** („*Tento projekt mi ukázal, ako môžu rôzne predmety spolupracovať pri riešení jedného problému.*“): najvyšší súhlas v bloku – **79,71 % (110)**; neutrál **13,77 % (19)**; nesúhlas **6,52 % (9)**.

Interpretácia: Žiaci jasne vnímajú, že riešenie komplexných úloh vyžaduje kombináciu poznatkov (informatika, matematika, fyzika, prírodoveda/ekológia, technika).

Syntéza naprieč položkami

- **Spolu 9 položiek × 138 = 1 242 odpovedí.**
 - **Pozitívne (Úplne + Skôr súhlasím): 75,52 % (938 z 1 242)**
 - **Neutrálne: 14,57 % (181 z 1 242)**
 - **Negatívne: 9,90 % (123 z 1 242)**
- Z toho **Úplne súhlasím: 50,00 % (621 z 1 242); Skôr súhlasím: 25,52 % (317 z 1 242).**
- **Najvyšší súhlas:** „*Tento projekt mi ukázal, ako môžu rôzne predmety spolupracovať pri riešení jedného problému.*“ **79,71 % (110).**
- **Nižší – no stále väčšinový – súhlas:** „*Programovanie Micro:bitu mi pomohlo lepšie pochopiť teplotné a svetelné javy v prírode.*“ **71,02 % (98).**

Celkový obraz: Dáta sú stabilne priaznivé – micro:bit aktivuje medzipredmetové myslenie, prepája kód ↔ meranie ↔ interpretáciu a posilňuje aplikáciu v reálnych kontextoch (automatizácia, ekológia).

Záver

Práca s BBC micro:bitom výrazne podporuje medzipredmetové vzťahy: väčšina žiakov vníma jasné prepojenie matematiky, prírodovedy, techniky a informatiky (celkový súhlas naprieč položkami **75,52 % – 938 odpovedí**). Najsilnejší signál prichádza z položky „*Tento projekt mi ukázal, ako môžu rôzne predmety spolupracovať pri riešení jedného problému.*“ (**79,71 % – 110**). Výsledky potvrdzujú, že BBC micro:bit je vysoko efektívny didaktický nástroj pre podporu interdisciplinárneho a skúsenostného učenia. Kombinuje výhody moderných technológií, bádateľských aktivít a projektového prístupu, čím posilňuje motiváciu, zvedavosť a schopnosť učiť sa prostredníctvom objavovania.

4.5 Projekty a učebné pomôcky postavené na micro:bite

Táto kapitola predstavuje vybrané projekty a k nim prislúchajúce učebné pomôcky postavené na mikrokontroléri BBC micro:bit, ktoré boli overované v prostredí základnej školy. Cieľom je ukázať, ako kombinácia jednoduchého hardvéru, senzorov a jasne štruktúrovaných postupov podporuje rozvoj kľúčových STEM kompetencií a prepája programovanie s meraním a interpretáciou reálnych dát. Hodnotenie vychádza z dotazníkových položiek, ktoré mapujú časovú primeranosť, formy spolupráce a výskyt technických ťažkostí, ako aj vzdelávací prínos aktivít pomocou päťstupňovej Likertovej škály. Údaje zahŕňajú napr. projekty Automatizované akvárium, Mini meteorologická stanica a Meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu, pričom ďalšie aktivity na micro:bite dopĺňajú obraz o didaktickej realizovateľnosti a účinnosti.

4.5.1 Mini meteorologická stanica

Táto podkapitola overuje a prínosy projektu **Mini meteorologická stanica** s BBC micro:bit. Osem položiek mapuje: (1) časovú náročnosť dokončenia, (2) formu spolupráce pri riešení, (3) výskyt technických problémov, (4) porozumenie meraniu teploty, vlhkosti a hladiny vody, (5) atraktivitu záznamu údajov o počasi, (6) rozvoj analytického myslenia, (7) získanie praktických skúseností so senzormi a (8) pochopenie významu environmentálneho monitorovania. Na všetky otázky odpovedalo 128 respondentov; prvé tri položky majú kategóriový charakter (časové intervaly, typ spolupráce, typ ťažkostí), posledných päť využíva päťstupňovú Likertovu škálu („Úplne nesúhlasím“ – „Úplne súhlasím“). Interpretácie výsledkov sa sústreďujú na rozloženie odpovedí a ukazujú, do akej miery je úloha didakticky zvládnuteľná v čase, podporuje kooperáciu, je technicky spoľahlivá a vedie k porozumeniu merania, k analytickému spracovaniu dát i k rozvoju environmentálneho povedomia v STEM kontexte.

Položka: Ako dlho trvalo dokončenie projektu?



Obrázok 34 Rozdelenie odpovedí na položku „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“

Na položku „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“ odpovedalo celkovo **128 respondentov**. Cieľom položky bolo zachytiť reálnu časovú náročnosť realizácie úlohy *Mini meteorologická stanica* s využitím mikrokontroléra **BBC micro:bit**, pričom rozdelenie odpovedí ukazuje, v akom časovom rámci sa väčšina žiakov dokázala dopracovať k funkčnému riešeniu.

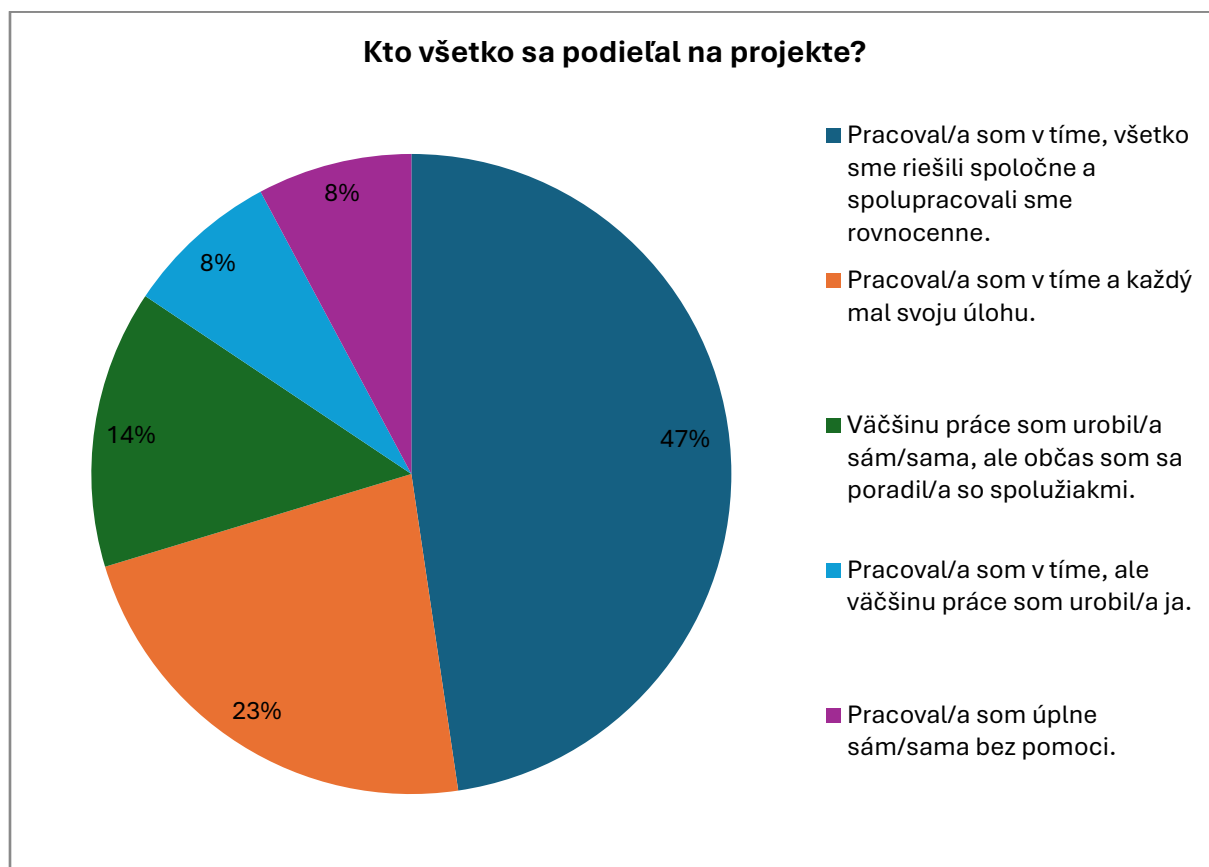
Najpočetnejšia skupina respondentov uviedla, že projekt dokončili v čase **90 min (42,19 % – 54 respondentov)**. Tento výsledok naznačuje, že pre významnú časť účastníkov predstavovala úloha približne dve vyučovacie hodiny, čo je v školskom prostredí realistický a didakticky dobre uchopiteľný interval na prípravu, programovanie, testovanie aj základnú interpretáciu nameraných údajov. Druhým najčastejším intervalom bolo **60 min (22,66 % – 29 respondentov)**, čo poukazuje na to, že takmer štvrtina žiakov zvládla kľúčové kroky implementácie v priebehu jednej vyučovacej hodiny až jedného rozšíreného bloku. Možno predpokladať, že išlo o triedy alebo jednotlivcov s lepšou predchádzajúcou skúsenosťou s programovaním, prípadne s efektívnejšou organizáciou práce.

Veľmi blízky podiel zaznamenala aj odpoveď **45 min (21,88 % – 28 respondentov)**. Táto skupina poukazuje na prípady, v ktorých bolo zadanie buď veľmi dobre pripravené (krokovanie inštrukcie, pripravené šablóny kódu, jasné rozdelenie rolí v tíme), alebo na vyššiu mieru zručnosti. Spoločným menovateľom odpovedí 60 a 45 minút je, že približne polovica žiakov dokázala aktivitu zvládnuť v horizonte jednej vyučovacej jednotky, čo významne svedčí o didaktickej primeranosti zadania.

Dlhšie trvanie sa objavovalo menej často: **120 min (8,59 % – 11 respondentov)** a **viac ako 120 min (4,69 % – 6 respondentov)**. Tieto výsledky môžu indikovať potrebu dodatočného času na riešenie technických ťažkostí (prepájanie komponentov). Zároveň môžu odrážať odlišné tempo práce skupín, rozdiely v predchádzajúcich skúsenostiach s programovaním či variabilnú úroveň podpory zo strany učiteľa.

Komplexne vzaté, viac než dve tretiny respondentov dokončili úlohu do **90 minút**, pričom dominancia kategórie 90 min naznačuje, že práve tento časový rámec je pre BBC micro:bit projekt tohto typu optimálny v podmienkach bežného vyučovania. Kratšie časy (45–60 min) poukazujú na potenciál efektívnej prípravy a postupov, ktoré sa dajú odporúčať ako „best practice“ (predpripravené šablóny kódu, jasný scenár krokov, rozdelenie rolí v tíme). Naopak, dlhšie časy (≥ 120 min) upozorňujú na potrebu flexibilne plánovať rezervu pre žiakov s menšou skúsenosťou alebo pre triedy, kde je cieľom ísť nad rámec základného zadania (napr. rozšírený zber dát a ich vyhodnotenie). Celkovo rozdelenie časov potvrdzuje, že úloha *Mini meteorologickej stanice* je didakticky zvládnuteľná v rámci bežného rozvrhu a primerane náročná na to, aby rozvíjala technické zručnosti, algoritmické myslenie a schopnosť plánovať experiment s pomocou BBC micro:bit.

Položka: Kto všetko sa podieľal na projekte Mini meteorologickej stanice



Obrázok 35 Rozdelenie odpovedí na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte?“.

Na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte Mini meteorologickej stanice?“ odpovedalo celkovo **128 respondentov**. Cieľom bolo zistiť, v akom type spolupráce žiaci realizovali projekt s mikrokontrolérom BBC micro:bit, a teda aký charakter mala ich tímová alebo individuálna práca počas vytvárania funkčného zariadenia.

Najčastejšou odpoveďou bola možnosť „**Pracoval/a som v tíme, všetko sme riešili spoločne**“, ktorú označilo **47,66 % (61 respondentov)**. Tento výsledok dokazuje, že takmer polovica žiakov preferovala kooperatívnu prácu, v ktorej všetci členovia tímu spolupracovali na riešení technických aj programových úloh. Takýto spôsob realizácie je typický pre projektové učenie, v ktorom sa kladie dôraz na tímovú interakciu, spoločné rozhodovanie a zdieľanie skúseností.

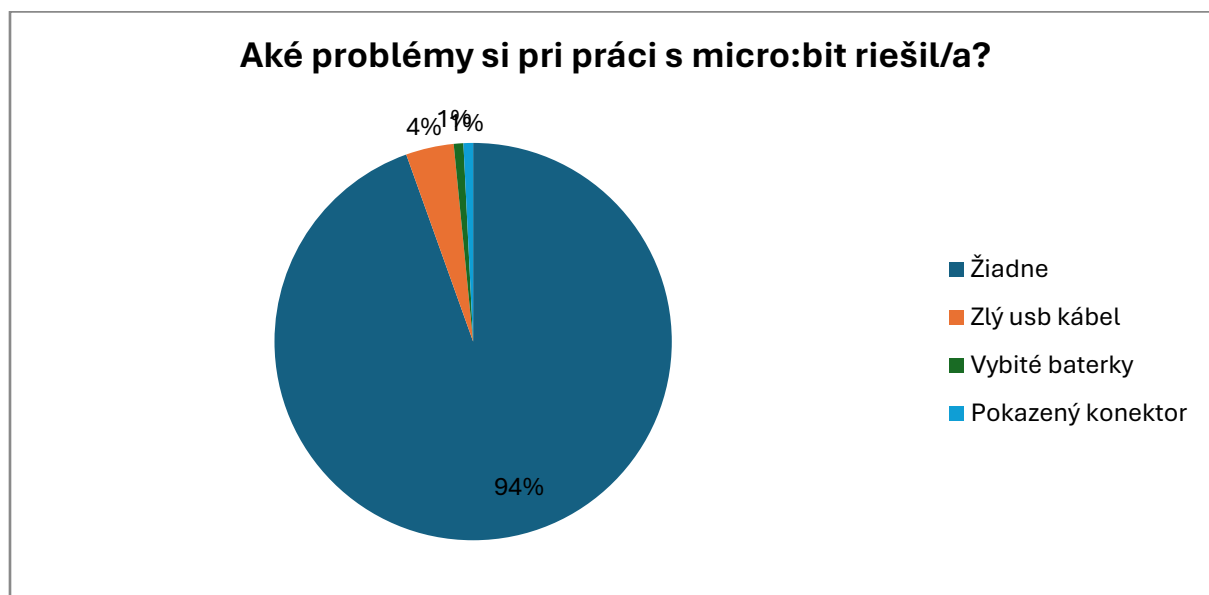
Druhou najčastejšou odpoveďou bolo „**Pracoval/a som v tíme a každý mal svoju úlohu**“, ktorú uviedlo **22,66 % (29 respondentov)**. Táto kategória reprezentuje organizovanejšiu formu tímovej práce, pri ktorej si žiaci rozdelili úlohy podľa kompetencií – napríklad programovanie, montáž komponentov či spracovanie výsledkov. Spolu teda až **70,32 % (90 respondentov)** realizovalo projekt formou tímovej spolupráce, čo potvrdzuje vysokú mieru sociálneho a kooperatívneho učenia.

Ďalšou skupinou boli žiaci, ktorí uviedli „**Väčšinu práce som urobil/a sám/sama, ale občas som mal/a pomoc**“ – **14,06 % (18 respondentov)**. Tento výsledok naznačuje existenciu polonezávislých študentov, ktorí sa vedeli spoľahnúť na vlastné schopnosti, no v prípade potreby využili podporu spolužiakov alebo učiteľa. Ide o typickú fázu prechodu k samostatnosti v praktických projektoch.

Dve zhodné skupiny po **7,81 % (10 respondentov)** uviedli odpovede „**Pracoval/a som v tíme, ale väčšinu práce som urobil/a sám/sama**“ a „**Pracoval/a som úplne sám/sama bez pomoci**“. Skutočnosť, že približne pätina žiakov (spolu 20 respondentov) riešila úlohu prevažne samostatne, potvrdzuje, že BBC micro:bit umožňuje prácu aj v individuálnom režime bez potreby neustálej asistencie. To sa však mohlo prejaviť na výrazne dlhšom čase pri dokončovaní projektu.

Z celkového pohľadu možno konštatovať, že projekt Mini meteorologickej stanice bol realizovaný prevažne tímovou formou práce, pričom spolupráca mala buď kooperatívny (spoločné riešenie), alebo kolaboratívny (rozdelenie úloh) charakter. Výsledky naznačujú, že žiaci dokázali efektívne spolupracovať, komunikovať a riešiť problémy, čo je v súlade s cieľmi STEM vzdelávania a rozvojom mäkkých zručností. Zároveň sa ukázalo, že BBC micro:bit podporuje aj individuálne učenie, čím vytvára priestor pre diferencovaný prístup k výučbe a rozvoj samostatnosti žiakov.

Položka: Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?



Obrázok 36 Rozdelenie odpovedí na položku „Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?“.

Na položku „Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?“ odpovedalo celkovo **128 respondentov**. Cieľom otázky bolo identifikovať technické alebo organizačné komplikácie, ktoré mohli vzniknúť počas realizácie projektu *Mini meteorologická stanica*. Výsledky poskytujú dôležité informácie o spoľahlivosti hardvéru a o schopnosti žiakov zvládať drobné technické problémy počas práce.

Drvivá väčšina respondentov, až **94,53 % (121 respondentov)**, uviedla odpoveď „**Žiadne**“, čo znamená, že priebeh práce s mikrokontrolérom bol bezproblémový. Tento výsledok poukazuje na vysokú spoľahlivosť zariadenia **BBC micro:bit** a zároveň potvrdzuje, že úlohy boli metodicky pripravené tak, aby študenti zvládli ich realizáciu aj bez výraznej technickej asistencie.

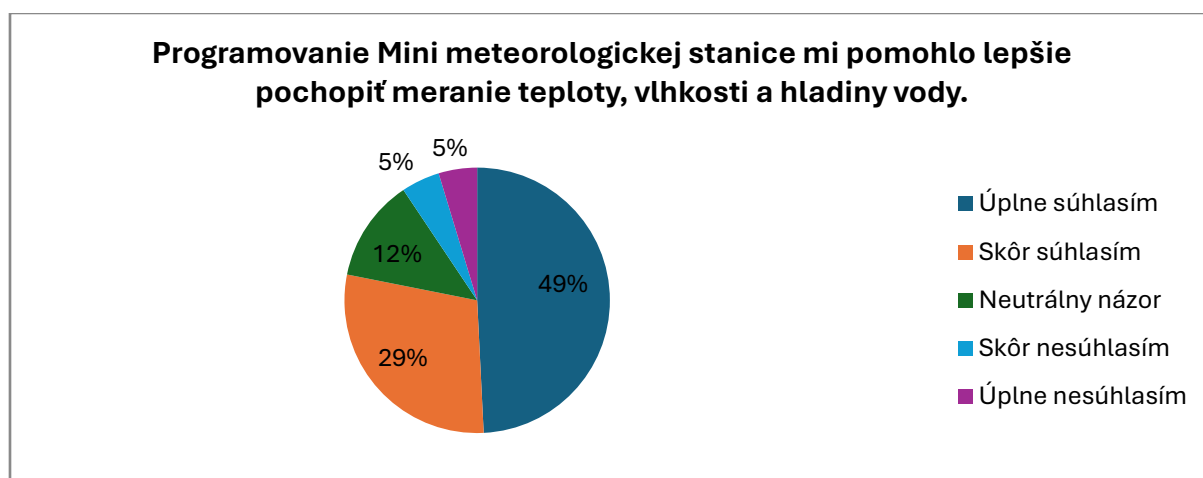
Menšie technické komplikácie sa vyskytli len okrajovo. **3,91 % (5 respondentov)** uviedlo problém so **zlým USB káblom**, čo patrí medzi najčastejšie drobné prekážky pri práci s hardvérom. Tento problém spravidla nesúvisí s funkčnosťou samotného zariadenia, ale s opotrebovaním alebo nekvalitným pripojením periférií. Išlo teda o technický detail, ktorý sa dá jednoducho odstrániť výmenou kábla.

Len **0,78 % (1 respondent)** zaznamenal problém s **vybitými batériami** a rovnaké percento (**0,78 % – 1 respondent**) uviedlo **pokazený konektor**. Ide o zanedbateľné prípady, ktoré však upozorňujú na potrebu pravidelnej kontroly napájania a stavu konektorov pred začiatkom práce, aby sa predišlo zbytočnému zdržaniu počas realizácie úlohy.

Z pohľadu celkového priebehu projektu sú tieto výsledky veľmi pozitívne. Viac ako **94 %** účastníkov nehlásilo žiadne ťažkosti, čo potvrdzuje, že BBC micro:bit je technicky stabilné a používateľsky prístupné zariadenie vhodné pre školské prostredie. Nízky výskyt technických problémov zároveň znižuje stres žiakov počas praktickej práce a umožňuje im sústrediť sa na podstatu úlohy – programovanie, zber dát a ich interpretáciu.

V širšom didaktickom kontexte tieto zistenia podporujú odporúčanie využívať BBC micro:bit ako spoľahlivý nástroj pre projektové učenie v oblasti STEM, pretože nevyžaduje náročnú údržbu, je kompatibilný s bežným školským vybavením a poskytuje stabilné prostredie pre experimentovanie a tvorivosť.

Položka: Programovanie Mini meteorologickej stanice mi pomohlo lepšie pochopiť meranie teploty, vlhkosti a hladiny vody



Obrázok 37 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že programovanie Mini meteorologickej stanice pomohlo lepšie pochopiť meranie teploty, vlhkosti a hladiny vody.

Na položku „Programovanie Mini meteorologickej stanice mi pomohlo lepšie pochopiť meranie teploty, vlhkosti a hladiny vody“ odpovedalo celkovo **128 respondentov**. Táto otázka bola zameraná na zistenie vzdelávacieho prínosu projektu, konkrétne na to, ako práca s mikrokontrolérom BBC micro:bit prispela k hlbšiemu pochopeniu fyzikálnych princípov merania prostredníctvom senzorov.

Najväčší podiel respondentov označil odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú uviedlo **49,22 % (63 respondentov)**. Tento výsledok jasne naznačuje, že takmer polovica účastníkov vnímala programovanie a prácu s meracími senzormi ako veľmi efektívny spôsob osvojovania si učiva. Respondenti potvrdzujú, že priame experimentovanie s teplotnými, vlhkosťnými a vodnými senzormi im umožnilo lepšie pochopiť princípy merania.

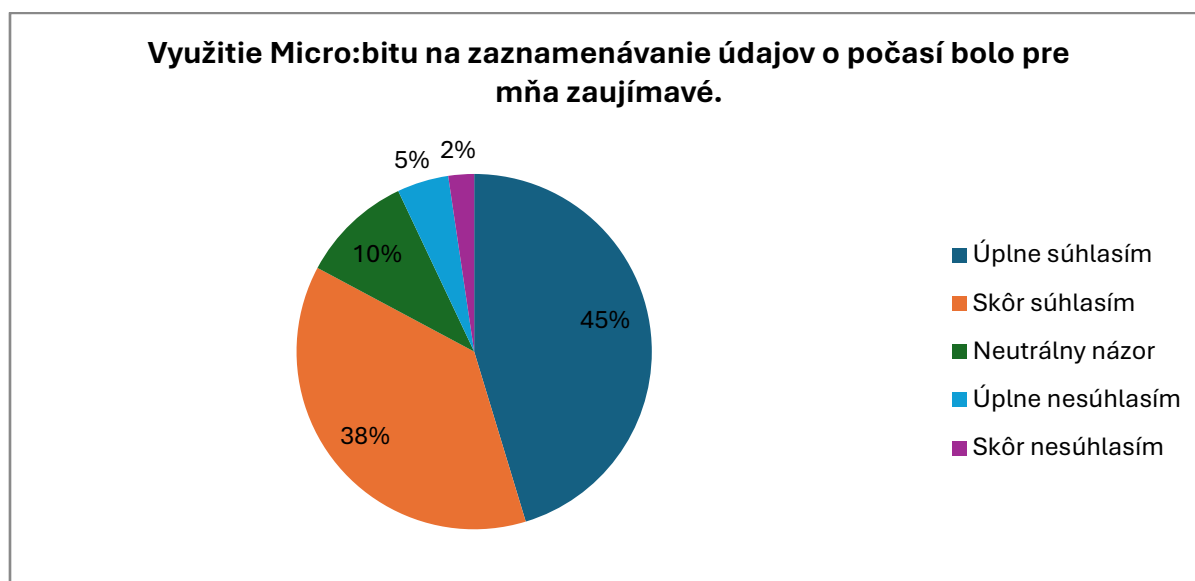
Ďalších **28,91 % (37 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čím vyjadrilo čiastočne pozitívny, no stále priaznivý postoj. Spolu tak až **78,13 % (100 respondentov)** uznalo, že práca s BBC micro:bitom im pomohla lepšie porozumieť meraniu fyzikálnych veličín.

Neutrálny postoj zaujalo **12,50 % (16 respondentov)**. Títo účastníci pravdepodobne vnímali úlohu ako zaujímavú, ale nedošlo u nich k výraznému rozšíreniu vedomostí, alebo už mali predchádzajúce skúsenosti s danou problematikou. Ich odpoveď naznačuje, že úroveň porozumenia môže byť ovplyvnená vstupnými vedomosťami alebo spôsobom interpretácie úlohy počas výučby.

Negatívne postoje sa vyskytli len v minimálnom rozsahu. Možnosť „**Skôr nesúhlasím**“ a „**Úplne nesúhlasím**“ zvolilo zhodne po **4,69 % (6 respondentov)**. Ide o malú skupinu žiakov, ktorí pravdepodobne narážali na technické ťažkosti, nedostatok času alebo neporozumeli plne prepojeniu medzi programovaním a procesom merania.

Celkovo možno konštatovať, že väčšina respondentov vnímala projekt *Mini meteorologická stanica* ako efektívny edukačný nástroj, ktorý napomáha lepšie pochopiť meranie fyzikálnych javov prostredníctvom digitálnych senzorov.

Položka: Využitie BBC micro:bitu na zaznamenávanie údajov o počasí bolo pre mňa zaujímavé



Obrázok 38 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že využitie micro:bitu na zaznamenávanie údajov o počasí bolo pre respondentov zaujímavé.

Na položku „Využitie BBC micro:bitu na zaznamenávanie údajov o počasí bolo pre mňa zaujímavé“ odpovedalo celkovo **128 respondentov**. Táto položka mala overiť, do akej miery žiakov zaujala práca s mikrokontrolérom v úlohe, ktorá prepájala programovanie, meranie a environmentálne pozorovanie. Získané výsledky poukazujú na motivačný a zážitkový potenciál digitálnych projektov zameraných na praktické meranie údajov o počasí.

Najväčšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí označili odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **45,31 % (58 respondentov)**. Tento vysoký podiel naznačuje, že takmer polovica účastníkov považovala prácu s BBC micro:bitom za zaujímavú. Projekt merania teploty, vlhkosti a ďalších meteorologických parametrov pomocou senzorov žiakov zaujal tým, že umožňoval pozorovať a interpretovať reálne údaje z prostredia.

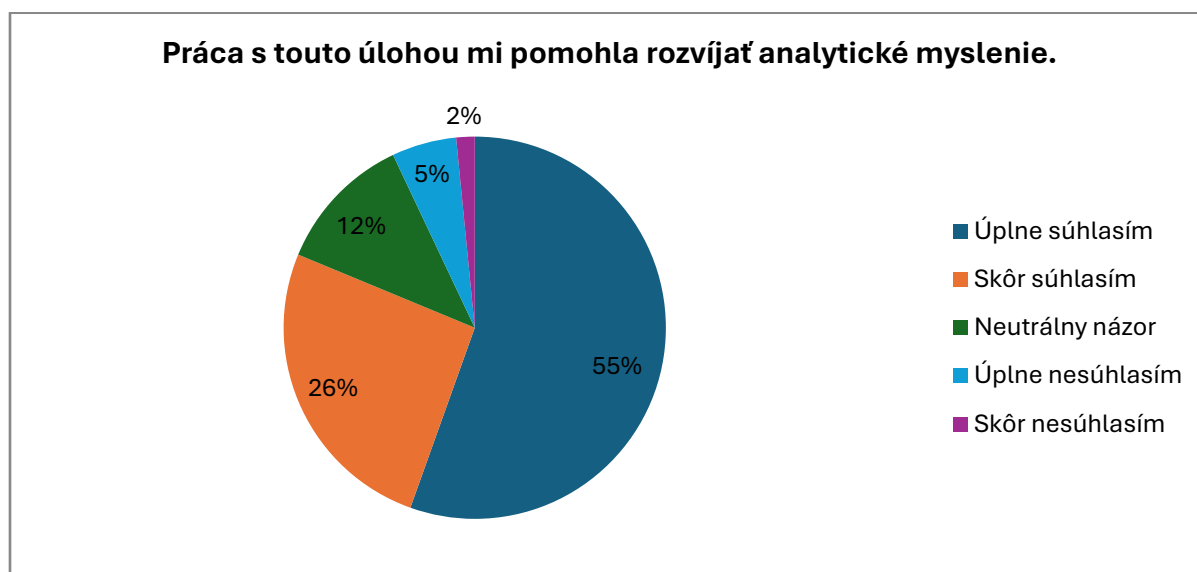
Ďalších **37,50 % (48 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo potvrdzuje, že väčšina žiakov vnímala aktivitu pozitívne, aj keď ich záujem mohol byť ovplyvnený napríklad náročnosťou programovania. Spolu tieto dve kategórie predstavujú **82,81 % (106 respondentov)**, ktorí potvrdili, že projekt s BBC micro:bitom bol pre nich zaujímavý. Tento výsledok je výrazným dôkazom, že kombinácia programovania a environmentálnej tematiky pôsobí na žiakov motivačne a podporuje zážitkové učenie.

Neutrálny postoj vyjadrilo **10,16 % (13 respondentov)**. Títo žiaci zrejme vnímali úlohu ako informatívnu, no bez výrazného osobného zapojenia alebo emocionálneho zážitku. Ich odpoveď môže súvisieť s individuálnymi preferenciami či so spôsobom, akým bola aktivita vedená – napríklad ak bola viac technicky ako experimentálne orientovaná.

Negatívne odpovede boli zastúpené v menšej miere. Možnosť „**Úplne nesúhlasím**“ zvolilo **4,69 % (6 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **2,34 % (3 respondenti)**. Tieto hodnoty signalizujú, že iba malá časť účastníkov nepovažovala meranie údajov o počasí za zaujímavé, čo môže byť dôsledkom menšieho pochopenia prepojenia medzi programovaním a fyzikálnym meraním, prípadne nižšej osobnej motivácie k environmentálnym témam.

Všeobecne možno konštatovať, že využitie BBC micro:bitu na zaznamenávanie údajov o počasí bolo žiakmi prijaté veľmi pozitívne. Projekt sa ukázal ako zaujímavý nástroj, ktorý spája prírodovedné poznanie s digitálnymi kompetenciami.

Položka: Práca s touto úlohou mi pomohla rozvíjať analytické myslenie



Obrázok 39 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca s touto úlohou pomohla rozvíjať analytické myslenie.

Na položku „Práca s touto úlohou mi pomohla rozvíjať analytické myslenie“ odpovedalo celkovo **128 respondentov**. Táto otázka smerovala k posúdeniu, do akej miery projekt *Mini meteorologická stanica* podporil u žiakov rozvoj analytického uvažovania – teda schopnosti pozorovať, vyhodnocovať a interpretovať namerané údaje v širších súvislostiach.

Najpočetnejšia skupina respondentov označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **55,47 % (71 respondentov)**. Tento podiel je dôkazom, že viac než polovica účastníkov vnímala úlohu ako významný prínos k rozvoju vlastného spôsobu myslenia. Projekt s mikrokontrolérom BBC micro:bit totiž vyžaduje, aby žiaci nielen mechanicky vykonávali kroky podľa návodu, ale aj pochopili, ako jednotlivé premenné, senzory a príkazy spolu súvisia. Takýto prístup priamo rozvíja analytické schopnosti a logické uvažovanie.

Ďalších **25,78 % (33 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že približne štvrtina žiakov vnímala úlohu ako prínosnú, aj keď nie v maximálnej miere. Títo žiaci pravdepodobne získali nové poznatky najmä v oblasti prepojenia merania s

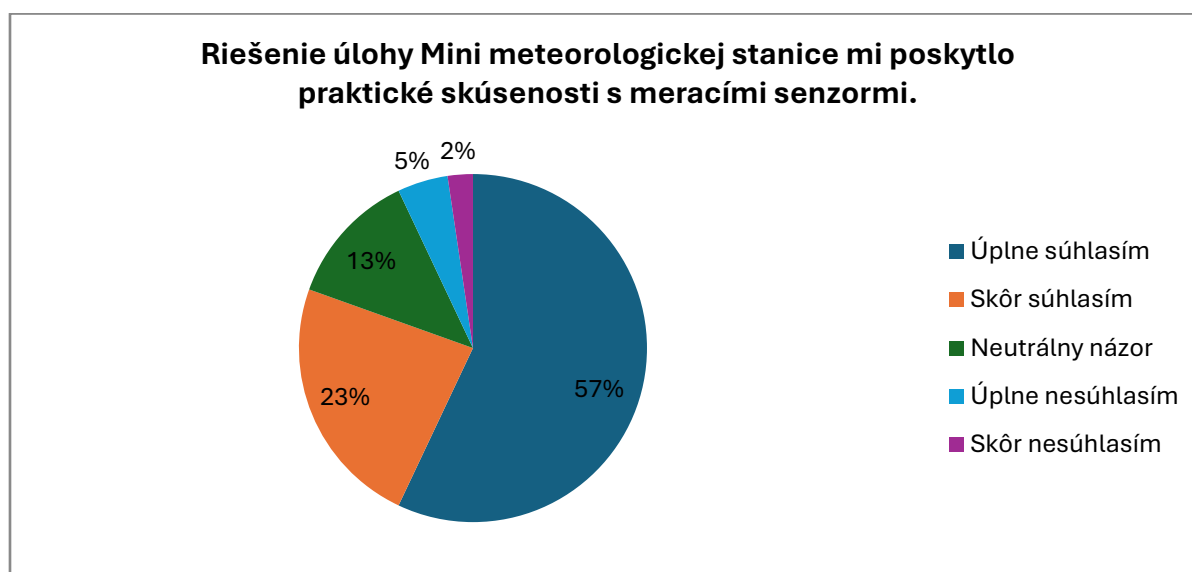
programovaním, avšak analytické zručnosti sa u nich rozvíjali postupne. Spolu teda **81,25 % (104 respondentov)** potvrdilo pozitívny vplyv úlohy na rozvoj analytického myslenia, čo je veľmi pozitívny výsledok.

Neutrálny postoj zaujalo **11,72 % (15 respondentov)**. Títo respondenti mohli úlohu vnímať skôr ako praktické cvičenie bez hlbšej reflexie, alebo ešte nedokázali dostatočne identifikovať súvislosti medzi jednotlivými krokmi riešenia.

Menšia časť respondentov uviedla negatívne hodnotenia. Možnosť „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **5,47 % (7 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ zvolilo **1,56 % (2 respondenti)**. Tieto výsledky sú veľmi nízke a potvrdzujú, že len malý počet žiakov nepocítil výrazný rozvoj analytického prístupu. Dôvody môžu spočívať v individuálnych rozdieloch – napríklad v nižšej miere porozumenia programovacej logike alebo v technických komplikáciách počas práce.

Nakoniec možno zhrnúť, že projekt Mini meteorologickej stanice s využitím BBC micro:bitu sa ukázal ako veľmi účinný nástroj na rozvíjanie analytického myslenia. Žiaci sa učili spájať získané údaje s ich praktickým významom, analyzovať ich a vyvodzovať závery, čo je základom pre rozvoj vedeckého myslenia.

Položka: Riešenie úlohy Mini meteorologickej stanice mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi



Obrázok 40 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riešenie úlohy Mini meteorologickej stanice poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi.

Na položku „Riešenie úlohy Mini meteorologickej stanice mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi“ odpovedalo **128 respondentov**. Úlohou tejto otázky bolo posúdiť, do akej miery žiaci vnímali praktický prínos práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit a či sa prostredníctvom projektu naučili využívať senzory na meranie rôznych fyzikálnych veličín.

Najviac odpovedí zaznamenala kategória „Úplne súhlasím“ – **57,03 % (73 respondentov)**. Tento podiel potvrdzuje, že viac ako polovica žiakov považovala riešenie úlohy za skutočne prínosné z hľadiska získavania praktických skúseností s meracími senzormi.

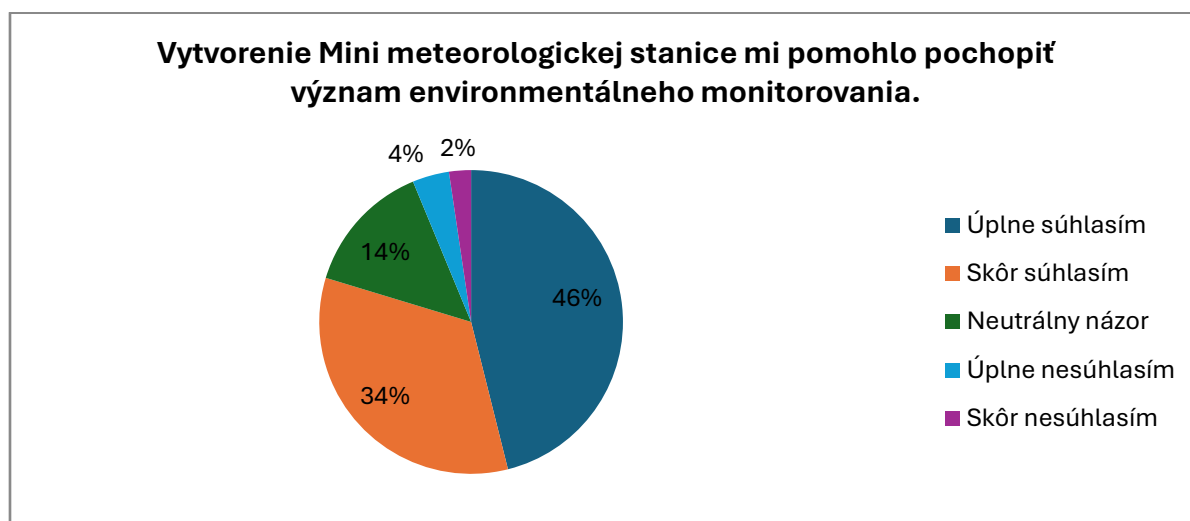
Ďalších **23,44 % (30 respondentov)** zvolilo odpoveď „Skôr súhlasím“, čím vyjadrilo, že aktivita mala pre nich praktický význam, hoci nie vo všetkých ohľadoch. Títo žiaci mohli vnímať úlohu ako príležitosť oboznámiť sa so senzormi, no ich využitie mohlo byť limitované napríklad časom, technickou pripravenosťou alebo rozsahom experimentu. Spolu teda **80,47 % (103 respondentov)** potvrdilo, že práca s BBC micro:bitom im priniesla praktické skúsenosti v oblasti merania fyzikálnych veličín s meracími senzormi.

Neutrálny postoj zastávalo **12,50 % (16 respondentov)**. Táto skupina pravdepodobne pracovala s mikrokontrolérom viac formálne, bez hlbšej reflexie nad tým, ako sa jednotlivé senzory správajú a čo ich údaje znamenajú. Ich skúsenosť naznačuje potrebu väčšieho dôrazu na interpretáciu nameraných údajov – napríklad formou grafov, porovnávania výsledkov alebo diskusie o ich presnosti.

Negatívne stanovisko uviedlo len **7,03 % respondentov**, pričom **4,69 % (6 respondentov)** odpovedalo „Úplne nesúhlasím“ a **2,34 % (3 respondenti)** „Skôr nesúhlasím“. Tento nízky podiel dokazuje, že len minimum žiakov nepociťovalo praktický prínos aktivity. Dôvodom môže byť individuálna neangažovanosť alebo technické problémy, ktoré im bránili v plnohodnotnom zapojení do merania.

Celkovo sa ukazuje, že projekt *Mini meteorologickej stanice* bol veľmi účinným nástrojom na rozvoj praktických zručností. Žiaci si prostredníctvom BBC micro:bitu osvojili základné princípy fungovania senzorov a naučili sa zberať a vyhodnocovať dáta.

Položka: Vytvorenie Mini meteorologickej stanice mi pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania



Obrázok 41 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vytvorenie Mini meteorologickej stanice pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania.

Na položku „Vytvorenie Mini meteorologickej stanice mi pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania“ odpovedalo celkovo **128 respondentov**. Táto otázka sa zameriavala na zistenie, či si žiaci prostredníctvom práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit uvedomili význam merania a sledovania environmentálnych javov.

Najväčší podiel respondentov zvolil odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **46,09 % (59 respondentov)**. Tento výsledok poukazuje na to, že takmer polovica žiakov si počas projektu uvedomila praktický význam environmentálneho monitorovania a pochopila, že meranie veličín ako teplota, vlhkosť či hladina vody má reálne uplatnenie v živote človeka aj v ochrane životného prostredia. Úloha, ktorá umožnila pozorovať zmeny počasia a zaznamenávať ich prostredníctvom senzorov, sa teda ukázala ako efektívny nástroj environmentálnej výchovy.

Druhá najpočetnejšia skupina, **33,59 % (43 respondentov)**, označila odpoveď „**Skôr súhlasím**“. Títo žiaci síce vnímali dôležitosť environmentálneho monitorovania, no možno ju plne nepochopili v kontexte širších ekologických vzťahov. Aj napriek tomu predstavuje tento výsledok významné potvrdenie, že viac než dve tretiny respondentov (spolu **79,68 % – 102 respondentov**) získali prostredníctvom práce s BBC micro:bitom environmentálne povedomie.

Neutrálny postoj uviedlo **14,06 % (18 respondentov)**. Táto skupina mohla aktivitu vnímať skôr ako technické cvičenie zamerané na programovanie a prácu so senzormi, pričom environmentálny aspekt projektu pre nich nemusel byť výrazný. To naznačuje potrebu dôslednejšieho didaktického prepojenia medzi technickými činnosťami a ich ekologickým významom, napríklad prostredníctvom diskusií o využití senzorov pri sledovaní klimatických zmien.

Negatívne postoje sa objavili len v malej miere. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **3,91 % (5 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **2,34 % (3 respondenti)**. Tieto nízke hodnoty potvrdzujú, že len minimálna časť žiakov nepociťovala vzťah medzi projektom a pochopením environmentálnych otázok. Dôvodom mohli byť individuálne rozdiely v záujme o prírodovedné témy alebo menej výrazná reflexia výsledkov merania.

Celkovo získané výsledky ukazujú, že vytvorenie *Mini meteorologickej stanice* prispelo k lepšiemu porozumeniu významu environmentálneho monitorovania. Prostredníctvom BBC micro:bitu sa žiaci učili vnímať prírodné javy ako dynamické procesy, ktoré možno merať, analyzovať a interpretovať pomocou moderných technológií. Tento prístup nielen rozvíja digitálne zručnosti, ale zároveň buduje environmentálne.

4.5.1.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu Mini meteorologická stanica s BBC micro:bitom

Cieľom bolo zhodnotiť časovú náročnosť, organizáciu práce, technickú bezproblémovosť a vzdelávací prínos úlohy „Mini meteorologická stanica“ s mikrokontrolérom BBC

micro:bit – najmä v oblasti merania (teplota, vlhkosť, hladina vody), analytického myslenia a environmentálneho uvedomenia.

Kľúčové zistenia

1) Čas dokončenia projektu – „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“

- **90 min:** 42,19 % (54) — *modálny aj mediánový interval*
- **60 min:** 22,66 % (29)
- **45 min:** 21,88 % (28)
- **120 min:** 8,59 % (11)
- **>120 min:** 4,69 % (6)

Interpretácia: Až **86,72 % (111)** žiakov projekt dokončilo do **90 min**; **44,53 % (57)** ho zvládlo do **60 min**. Úloha je didakticky zvládnuteľná v 1–2 vyučovacích hodinách; dlhšie trvanie (>120 min) sa viaže skôr na technické detaily či ambicióznejšie rozšírenia (napr. širší zber a interpretácia dát).

2) Organizácia spolupráce – „Kto všetko sa podieľal na projekte Mini meteorologickej stanice?“

- **Tím, všetko spoločne:** 47,66 % (61)
- **Tím, rozdelené úlohy:** 22,66 % (29)
- **Väčšinu sám/sama, občas pomoc:** 14,06 % (18)
- **Tím, no väčšinu sám/sama:** 7,81 % (10)
- **Úplne sám/sama:** 7,81 % (10)

Interpretácia: Tímová realizácia dominovala (**70,32 % – 90**). Zvyšných **29,68 % (38)** pracovalo prevažne individuálne, čo potvrdzuje, že micro:bit podporuje aj diferencovaný režim (samostatnosť, rôzne tempa práce).

3) Technické problémy – „Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?“

- **Žiadne:** 94,53 % (121)
- **Zlý USB kábel:** 3,91 % (5)
- **Vybité batérie:** 0,78 % (1)
- **Pokazený konektor:** 0,78 % (1)

Interpretácia: Priebeh bol stabilný a bezproblémový; iba 5,47 % (7) hlásilo drobné, ľahko odstrániteľné prekážky. Micro:bit sa javí ako spoľahlivá platforma pre školské prostredie.

Vzdelávací prínos (škálované položky)

1. **Meranie veličín** – „Programovanie Mini meteorologickej stanice mi pomohlo lepšie pochopiť meranie teploty, vlhkosti a hladiny vody.“

Úplne/Skôr súhlasím: 78,13 % (100) · Neutrál: 12,50 % (16) · Nesúhlas: 9,38 % (12)

2. **Záujem o zber dát o počasí – „Využitie BBC micro:bitu na zaznamenávanie údajov o počasí bolo pre mňa zaujímavé.“**

Úplne/Skôr súhlasím: 82,81 % (106) · Neutrál: 10,16 % (13) · Nesúhlas: 7,03 % (9)

3. **Analytické myslenie – „Práca s touto úlohou mi pomohla rozvíjať analytické myslenie.“**

Úplne/Skôr súhlasím: 81,25 % (104) · Neutrál: 11,72 % (15) · Nesúhlas: 7,03 % (9)

4. **Praktické skúsenosti so senzormi – „Riešenie úlohy Mini meteorologickej stanice mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi.“**

Úplne/Skôr súhlasím: 80,47 % (103) · Neutrál: 12,50 % (16) · Nesúhlas: 7,03 % (9)

5. **Environmentálne uvedomenie – „Vytvorenie Mini meteorologickej stanice mi pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania.“**

Úplne/Skôr súhlasím: 79,68 % (102) · Neutrál: 14,06 % (18) · Nesúhlas: 6,25 % (8)

Súhrn naprieč všetkými 5 položkami (5 × 128 = 640 odpovedí):

- **Pozitívne (Úplne + Skôr súhlasím): 80,47 % (515)**
 - **Neutrálne: 12,19 % (78)**
 - **Negatívne (Skôr + Úplne nesúhlasím): 7,34 % (47)**
- Z toho Úplne súhlasím: 50,63 % (324) a Skôr súhlasím: 29,84 % (191).**

Interpretácia: Väčšina žiakov potvrdzuje silný edukačný efekt projektu: porozumenie meraniu, záujem o zber reálnych dát, rast analytického myslenia, praktická práca so senzormi a lepšie vnímanie environmentálneho monitorovania.

Záver

Projekt Mini meteorologická stanica je pre školskú prax časovo vhodný (medián a mód **90 min, 86,72 % – 111** dokončilo do 90 min), tímovo orientovaný (**70,32 % – 90** pracovalo v tímoch), technicky spoľahlivý (**94,53 % – 121** bez problémov) a vzdelávaco účinný (pozitívne hodnotenia naprieč 5 kľúčovými položkami **80,47 % – 515**). Prepája programovanie, meranie a interpretáciu dát s environmentálnou relevanciou, čím rozvíja analytické myslenie a praktické zručnosti so senzormi – presne tie kompetencie, ktoré moderné STEM vzdelávanie potrebuje.

4.5.2 Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu

Táto podkapitola predstavuje projekt Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu s BBC micro:bitom a hodnotí jeho časovú primeranosť, organizačné nastavenie a vzdelávacie prínosy. Osem položiek mapuje: (1) čas potrebný na dokončenie, (2) formu spolupráce, (3) výskyt technických ťažkostí, (4) porozumenie princípom merania teploty a vlhkosti, (5) atraktivitu zberu a záznamu údajov, (6) rozvoj analytického myslenia, (7) nadobudnutie praktických skúseností so senzormi a (8) pochopenie významu environmentálneho monitorovania. Na všetky položky odpovedalo 115 respondentov; prvé tri sú kategóriové (časové intervaly, typ spolupráce, typ ťažkostí) a posledných päť využíva päťstupňovú Likertovu škálu („Úplne nesúhlasím“ – „Úplne súhlasím“). Interpretácie výsledkov sa sústreďujú na rozloženie odpovedí a ukazujú, do akej miery je úloha časovo zvládnuteľná v bežnom vyučovaní, podporuje kooperáciu a technickú istotu a zároveň rozvíja porozumenie meraniu, prácu s dátami a environmentálne povedomie v STEM kontexte.

Položka: Ako dlho trvalo dokončenie projektu



Obrázok 42 Rozdelenie odpovedí na položku „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“.

Na položku „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**, ktorí uviedli časový rozsah potrebný na splnenie úlohy spojené s projektom merania teploty a vlhkosti pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit. Cieľom tejto otázky bolo zistiť časovú náročnosť projektu a posúdiť, či bol úlohovo i organizačne primeraný možnostiam žiakov.

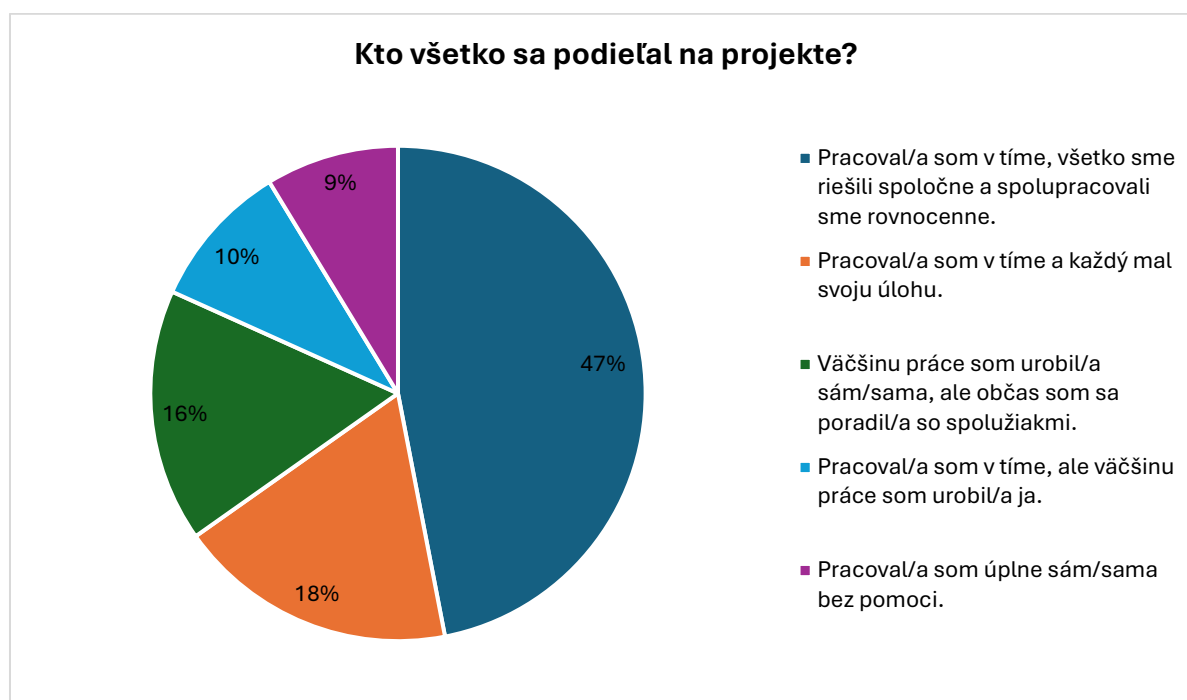
Najväčšia časť respondentov označila možnosť „**45 min**“, ktorú uviedlo **34,78 % (40 respondentov)**. Tento výsledok naznačuje, že pre tretinu účastníkov bol projekt realizovateľný v rámci jednej vyučovacej hodiny, čo poukazuje na dobrú organizáciu práce a efektívne zvládnutie úloh. Druhá najpočetnejšia skupina, **32,17 % (37 respondentov)**, uviedla možnosť „**90 min**“, čo zodpovedá približne dvojhodinovému trvaniu aktivity. Tieto

údaje spolu naznačujú, že pre väčšinu respondentov (spolu **66,95 %**) bolo dokončenie projektu možné v čase do jednej a pol hodiny.

Ďalších **20,87 % (24 respondentov)** označilo možnosť „**60 min**“, čo predstavuje jednohodinový rozsah práce. Táto skupina spolu s predchádzajúcimi potvrdzuje, že väčšina žiakov zvládla projekt v primeranom čase bežného vyučovania. Iba menšia časť účastníkov potrebovala výrazne viac času. Možnosť „**120 min**“ zvolilo **10,43 % (12 respondentov)**, zatiaľ čo len **1,74 % (2 respondenti)** uviedli, že im realizácia projektu trvala **viac ako 120 minút**. Tieto prípady môžu súvisieť s individuálnymi ťažkosťami pri programovaní, testovaní senzora alebo technickými komplikáciami počas merania.

Z výsledkov možno vyvodiť, že projekt bol pre väčšinu respondentov časovo primerane nastavený. Skutočnosť, že viac ako dve tretiny účastníkov zvládli úlohu v časovom rámci do 90 minút, poukazuje na jeho vhodnú didaktickú štruktúru. Tento časový interval umožnil nielen realizáciu praktických činností, ale aj pochopenie princípov merania teploty a vlhkosti prostredníctvom BBC micro:bitu.

Položka: Kto všetko sa podieľal na projekte



Obrázok 43 Rozdelenie odpovedí na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte?“.

Na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte?“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**, ktorí popisovali spôsob, akým realizovali úlohy počas projektu **merania teploty a vlhkosti pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit**. Cieľom otázky bolo zistiť, či žiaci uprednostňovali tímovú alebo individuálnu prácu, a ako hodnotili spoluprácu v rámci skupiny.

Najväčšia časť respondentov, až **46,96 % (54 respondentov)**, uviedla, že **pracovali v tíme, všetko riešili spoločne a spolupracovali rovnocenne**. Tento výsledok poukazuje na vysokú mieru tímovej kooperácie a vyvážené rozdelenie úloh. Takáto forma spolupráce je v súlade s princípmi projektového a zážitkového učenia, ktoré podporujú komunikáciu, zodpovednosť a schopnosť pracovať v tíme.

Ďalších **18,26 % (21 respondentov)** uviedlo, že **pracovali v tíme, pričom každý mal svoju úlohu**. Tento prístup odráža efektívne rozdelenie práce, ktoré umožňuje jednotlivcom prevziať zodpovednosť za konkrétnu časť projektu – napríklad programovanie, zapojenie obvodov či testovanie senzorov. Takto nastavená tímová štruktúra zvyšuje efektivitu riešenia úloh a rozvíja organizačné zručnosti žiakov.

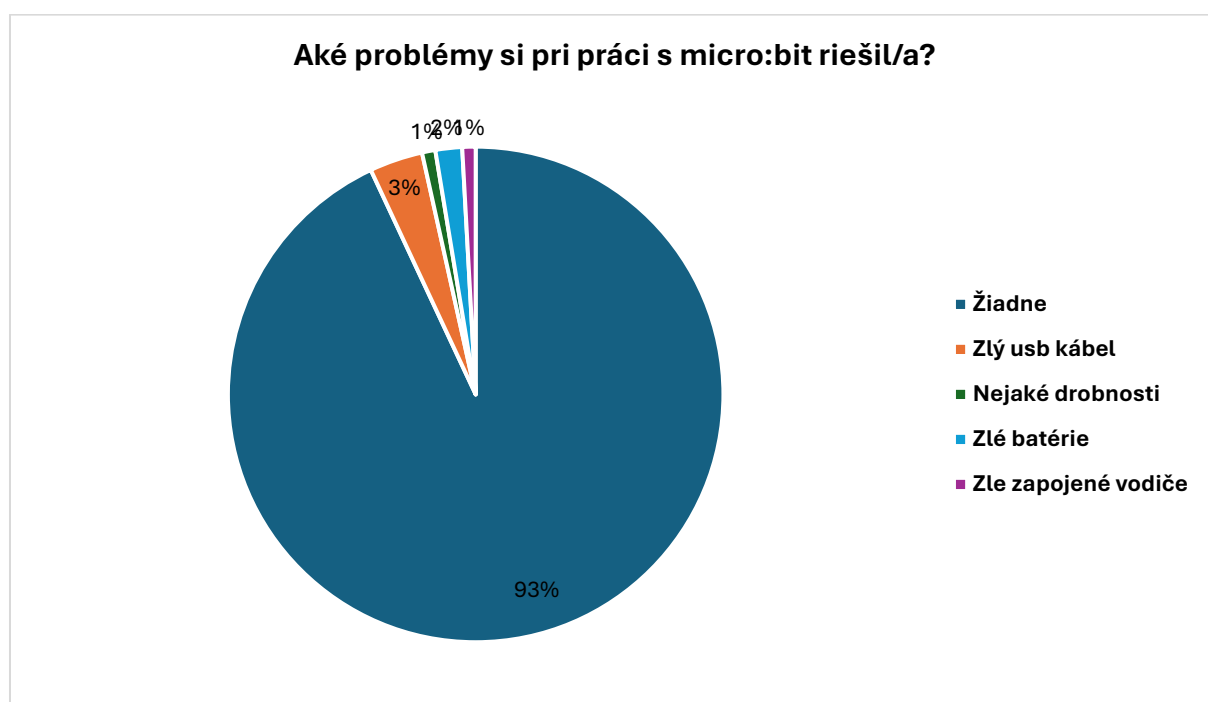
Zaujímavý je aj podiel **16,52 % (19 respondentov)**, ktorí označili odpoveď „**Väčšinu práce som urobil/a sám/sama, ale občas som sa poradil/a so spolužiakmi.**“ Tento údaj naznačuje, že časť žiakov sa spoliehala na vlastné schopnosti, no zároveň si uvedomovala význam spolupráce pri riešení náročnejších problémov.

Možnosť „**Pracoval/a som v tíme, ale väčšinu práce som urobil/a ja.**“ zvolilo **9,57 % (11 respondentov)**. Títo žiaci pravdepodobne vnímali v tíme nevyvážené rozdelenie zodpovednosti, čo môže naznačovať potrebu lepšieho riadenia tímovej spolupráce zo strany učiteľa. Individuálne prevzatie väčšiny úloh však môže byť aj prejavom silnej iniciatívy alebo vyššej úrovne kompetencií.

Najmenšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí označili odpoveď „**Pracoval/a som úplne sám/sama bez pomoci**“ – **8,7 % (10 respondentov)**. Táto skupina reprezentuje žiakov s preferenciou pre samostatnú prácu, ktorí zvládli projekt bez podpory tímu. Ich prístup poukazuje na vysokú mieru sebadôvery, no zároveň na menšiu mieru kolaborácie, ktorá je v rámci projektového vyučovania žiaduca.

Celkovo možno konštatovať, že viac než dve tretiny respondentov pracovali tímovo, pričom väčšina skupín fungovala rovnocenne alebo so zreteľne rozdelenými úlohami. Výsledky tak potvrdzujú, že projektové úlohy založené na práci s mikrokontrolérom sú vhodným nástrojom na podporu tímového učenia v prostredí STEM vzdelávania.

Položka: Aké problémy si pri práci s BBC micro:bitom riešil/a



Obrázok 44 Rozdelenie odpovedí na položku „Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?“.

Na položku „Aké problémy si pri práci s BBC micro:bitom riešil/a?“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**, ktorí hodnotili technické a organizačné ťažkosti, s ktorými sa stretli počas realizácie projektu. Cieľom tejto otázky bolo identifikovať možné prekážky, ktoré by mohli ovplyvniť efektivitu práce so zariadením a plynulosť edukačného procesu.

Najväčšia časť respondentov – až **93,04 % (107 respondentov)** – uviedla odpoveď „**Žiadne**“, čo znamená, že väčšina účastníkov nemala počas práce so zariadením BBC micro:bit žiadne technické ani programové problémy. Tento výsledok poukazuje na vysokú spoľahlivosť zariadenia, jeho intuitívne ovládanie a tiež na dostatočnú didaktickú prípravu učiteľov pri vedení projektu. Takto vysoký podiel bezproblémových skúseností naznačuje, že žiaci dokázali úspešne prepojiť teoretické poznatky s praktickou činnosťou bez nutnosti výraznej externej asistencie.

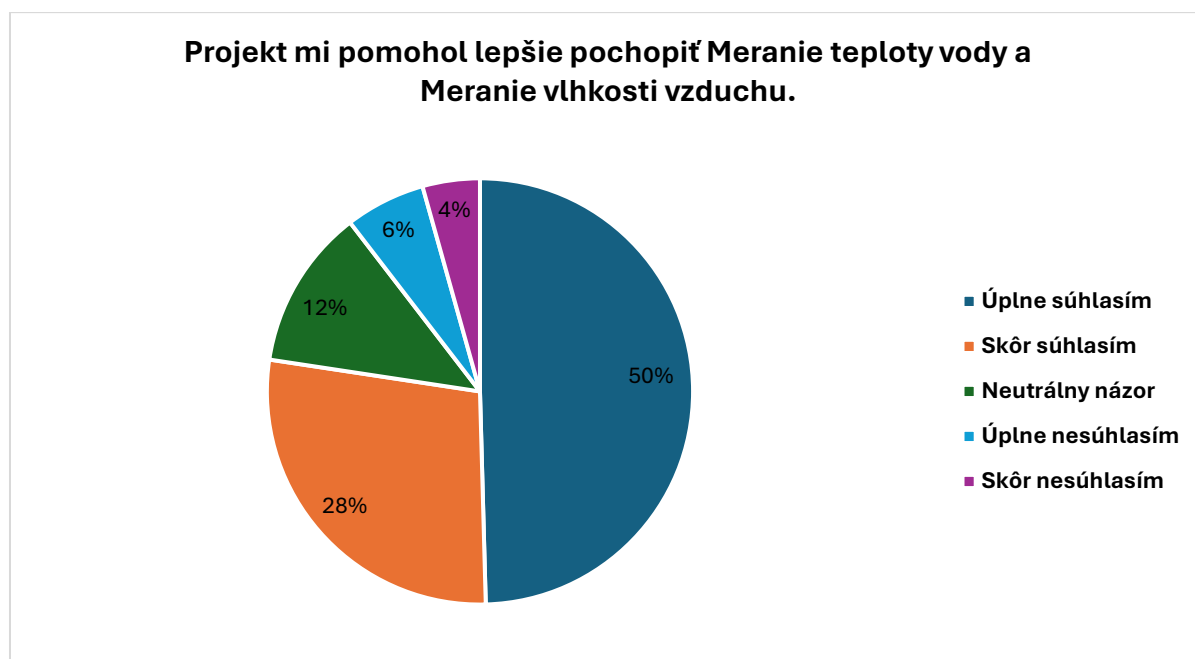
Menšia časť respondentov, **3,48 % (4 respondenti)**, uviedla, že sa stretla so **zlým USB káblom**. Tento problém patrí medzi najčastejšie technické komplikácie pri práci s mikrokontrolérmi, pretože môže spôsobiť prerušenie prenosu údajov alebo nefunkčné nahratie programu do zariadenia. Hoci ide o okrajový jav, upozorňuje na potrebu pravidelnej kontroly kvality používaných komponentov v rámci výučby.

Ďalší jednotliví respondenti nahlásili **menšie drobnosti – 0,87 % (1 respondent)** – čo môže zahŕňať napríklad chyby v kóde, neúmyselné vypnutie zariadenia či drobné problémy s rozhraním. Podobne **1,74 % (2 respondenti)** zaznamenali **zlé batérie**, čo predstavuje bežnú praktickú prekážku pri práci s prenosnými zariadeniami. Napokon **0,87**

% (**1 respondent**) uviedol problém so **zle zapojenými vodičmi**, ktorý sa týkal fyzického zapojenia obvodov počas merania.

Celkovo tieto výsledky potvrdzujú, že práca s BBC micro:bitom je technicky nenáročná a spoľahlivá. Vysoký podiel respondentov bez problémov (viac ako deväť z desiatich) dokazuje, že mikrokontrolér je vhodným nástrojom pre školské prostredie a podporuje bezproblémové zvládnutie praktických úloh aj u začiatočníkov.

Položka: Projekt mi pomohol lepšie pochopiť meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu



Obrázok 45 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že projekt mi pomohol lepšie pochopiť meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu.

Na položku „Projekt mi pomohol lepšie pochopiť meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**, ktorí hodnotili vzdelávací prínos praktických aktivít realizovaných s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Táto otázka mala overiť, či zapojenie sa do projektu prispelo k hlbšiemu porozumeniu fyzikálnych princípov merania a interpretácie údajov z prostredia.

Najviac respondentov označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – až **49,57 % (57 respondentov)**. Takmer polovica účastníkov teda vnímala projekt ako významný zdroj porozumenia merania teploty vody a merania vlhkosti vzduchu.

Ďalších **27,83 % (32 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že väčšina účastníkov (spolu **77,4 % – 89 respondentov**) hodnotila, že projekt mi pomohol lepšie pochopiť meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu.

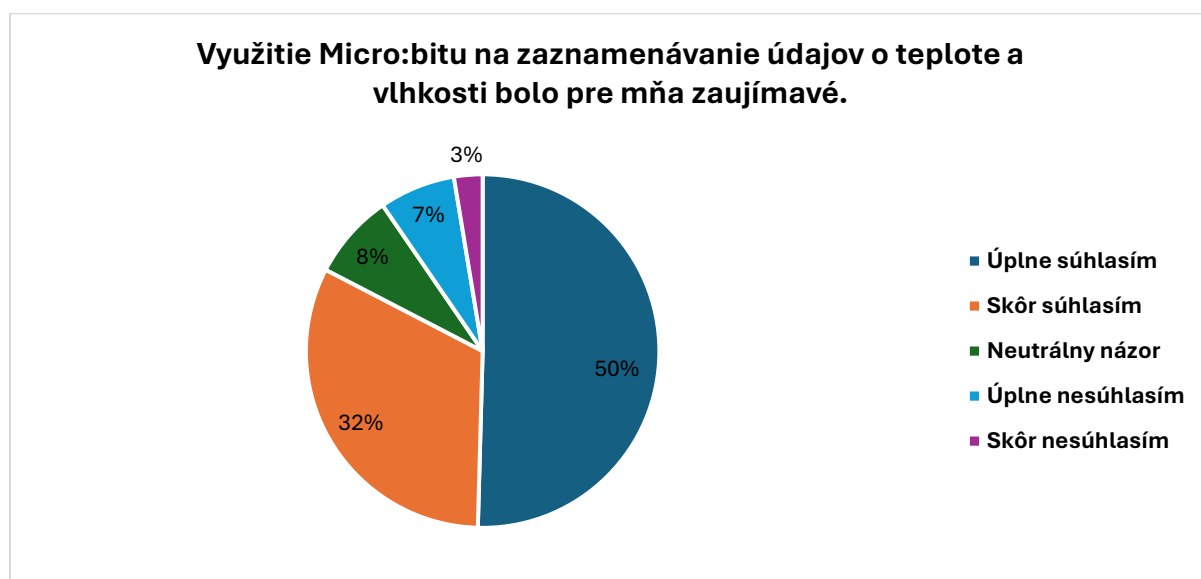
Neutrálny postoj zaujalo **12,17 % (14 respondentov)**. Táto skupina pravdepodobne vnímala projekt ako zaujímavý, no nepociťovala výrazné zlepšenie v porozumení učiva.

Tento jav môže byť spôsobený tým, že niektorí žiaci už mali predchádzajúce skúsenosti s podobnými experimentmi, alebo sa zameriavali skôr na technické aspekty zapojenia než na fyzikálne princípy merania.

Menšiu časť tvorili respondenti, ktorí sa vyjadrili negatívne. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **6,09 % (7 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ zvolilo **4,35 % (5 respondentov)**. Súhrnne ide o približne desatinu opýtaných, ktorí projekt nevnímali ako prínosný pre lepšie pochopenie učiva o meraní teploty vody a meraní vlhkosti vzduchu. Ich postoj môže odrážať individuálne ťažkosti s interpretáciou údajov, s programovaním alebo s ovládaním zariadenia.

Z výsledkov je zrejmé, že väčšina žiakov považovala projekt za prínosný z hľadiska lepšieho pochopenia merania teploty a vlhkosti vzduchu. Práca s BBC micro:bitom im umožnila priamo sledovať fyzikálne procesy prostredníctvom meracích senzorov, čím sa učivo stalo konkrétnejším, zrozumiteľnejším a prepojeným s reálnym svetom.

Položka: Využitie BBC micro:bitu na zaznamenávanie údajov o teplote a vlhkosti bolo pre mňa zaujímavé



Obrázok 46 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že využitie micro:bitu na zaznamenávanie údajov o teplote a vlhkosti bolo pre mňa zaujímavé.

Na položku „Využitie BBC micro:bitu na zaznamenávanie údajov o teplote a vlhkosti bolo pre mňa zaujímavé“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**, ktorí hodnotili svoju subjektívnu mieru záujmu o experimentálne meranie prostredníctvom mikrokontroléra. Otázka bola zameraná na zisťovanie, do akej miery žiakov zaujala samotná aktivita merania a spracovania reálnych dát.

Najväčšia skupina respondentov označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, ktorú zvolilo **50,43 % (58 respondentov)**. Polovica opýtaných teda považovala túto činnosť za vysoko zaujímavú. Tento výsledok naznačuje, že praktická práca s BBC micro:bitom, ktorá

umožňuje žiakom priamo pozorovať teplotu a vlhkosť prostredia, predstavuje atraktívnu formu učenia.

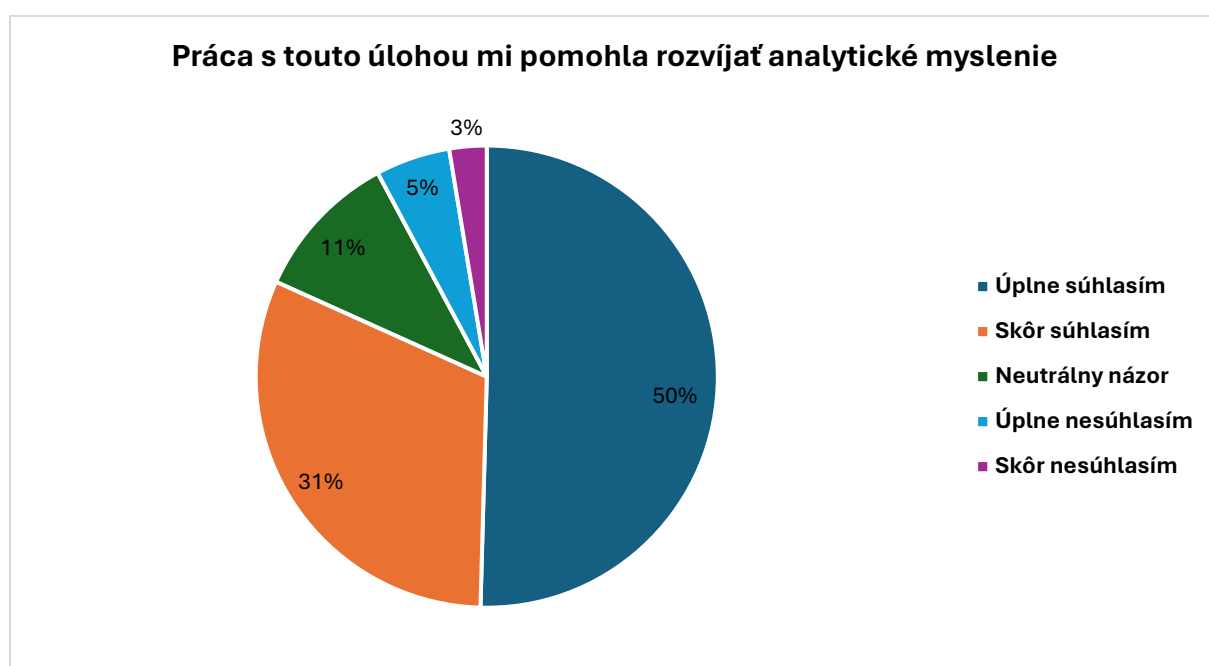
Ďalších **32,17 % (37 respondentov)** uviedlo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že spolu **82,6 % (95 respondentov)** vnímalo prácu s mikrokontrolérom pozitívne. Takýto vysoký podiel súhlasných odpovedí potvrdzuje, že projekt založený na meraní fyzikálnych veličín prostredníctvom BBC micro:bitu dokáže prebudiť záujem žiakov o prírodovedné a technické témy.

Neutrálny postoj zaujalo **7,83 % (9 respondentov)**, ktorí hodnotili aktivitu ako zaujímavú, no bez výrazného nadšenia. Táto skupina mohla vnímať úlohu skôr ako rutinnú činnosť alebo mať už skúsenosti s podobnými projektmi, a preto ju nehodnotila ako výnimočnú. Napriek tomu tieto odpovede neznameniajú nezáujem, ale skôr vyvážený postoj bez silnej emocionálnej odozvy.

Negatívne hodnotenie bolo zastúpené len minimálne. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ uviedlo **6,96 % (8 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ označilo **2,61 % (3 respondenti)**. Celkovo teda len približne desatina účastníkov nepovažovala prácu s BBC micro:bitom za zaujímavú. Tento postoj môže súvisieť s preferenciou teoretického učenia alebo s technickými ťažkosťami počas experimentu.

Z výsledkov vyplýva, že väčšina respondentov považovala využitie BBC micro:bitu na zber údajov o teplote a vlhkosti za zaujímavú aktivitu. Môžeme konštatovať, že interaktívne úlohy založené na práci s mikrokontrolérom majú vysoký motivačný potenciál a zvyšujú angažovanosť žiakov vo vyučovacom procese.

Položka: Práca s touto úlohou mi pomohla rozvíjať analytické myslenie



Obrázok 47 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca s touto úlohou mi pomohla rozvíjať analytické myslenie.

Na položku „Práca s touto úlohou mi pomohla rozvíjať analytické myslenie“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**, ktorí hodnotili rozvoj svojich kognitívnych schopností v priebehu riešenia projektu. Cieľom otázky bolo overiť, či praktické úlohy s mikrokontrolérom prispievajú k rozvoju schopnosti logicky uvažovať, analyzovať a vyhodnocovať získané údaje.

Najväčšia časť respondentov, **50,43 % (58 respondentov)**, označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, čím potvrdila, že úloha mala výrazný vplyv na rozvoj analytického myslenia. Tento výsledok poukazuje na vysoký edukačný potenciál BBC micro:bitu, ktorý umožňuje žiakom nielen sledovať reálne dáta, ale aj ich spracovávať, interpretovať a hľadať medzi nimi súvislosti. Práve tieto činnosti tvoria základ analytického a kritického uvažovania.

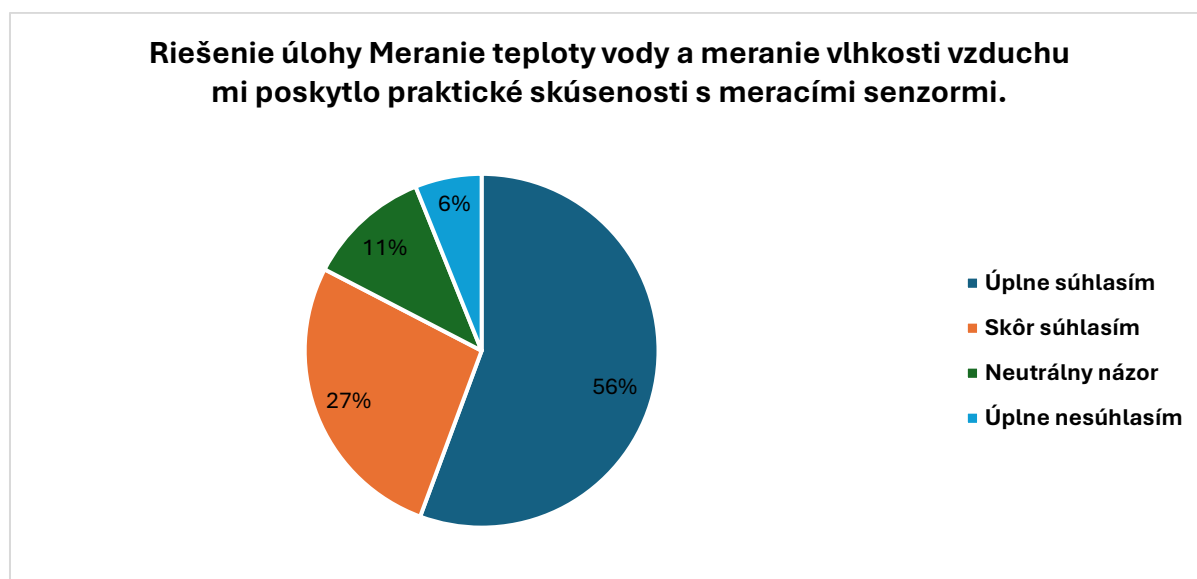
Ďalších **31,3 % (36 respondentov)** zvolilo možnosť „**Skôr súhlasím**“, čo dokazuje, že väčšina účastníkov – spolu **81,73 % (94 respondentov)** – vnímala projekt ako podnetný pre rozvoj analytických schopností.

Neutrálny postoj vyjadrilo **10,43 % (12 respondentov)**. Táto skupina mohla mať pocit, že úloha bola viac technicky než intelektuálne zameraná, alebo ju vnímala ako praktické cvičenie bez výrazného vplyvu na myslenie. Z pedagogického hľadiska však aj neutrálne postoje môžu znamenať, že žiaci si neuvedomovali rozvoj analytických zručností, hoci k nemu v procese učenia dochádzalo implicitne.

Negatívne stanoviská sa vyskytli len ojedinele. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **5,22 % (6 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **2,61 % (3 respondenti)**. Tieto údaje potvrdzujú, že len malá časť žiakov nepociťovala prínos úlohy pre rozvoj analytického myslenia. Ich postoj môže byť ovplyvnený nedostatkom skúseností s interpretáciou dát alebo preferenciou manuálnych činností pred intelektuálnou analýzou.

Celkovo možno konštatovať, že práca na projekte *Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu* s BBC micro:bitom významne prispieva k rozvoju analytického myslenia. Kombinácia praktického merania, programovania a spracovania údajov vedie žiakov k logickému uvažovaniu, formulovaniu záverov a schopnosti aplikovať poznatky v nových situáciách.

Položka: Riešenie úlohy Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi



Obrázok 48 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riešenie úlohy „Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu“ mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi.

Na položku „Riešenie úlohy Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**, ktorí hodnotili prínos praktickej časti projektu z hľadiska získania skúseností s meracími senzormi. Otázka sledovala, či prostredníctvom práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit a pripojenými senzormi žiaci lepšie porozumeli procesu merania fyzikálnych veličín.

Najväčšia skupina respondentov, **55,65 % (64 respondentov)**, označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, čo potvrdzuje, že viac ako polovica žiakov považovala túto aktivitu za vysoko prínosnú z hľadiska praktického učenia. Ich odpovede ukazujú, že priama manipulácia so senzormi, pozorovanie nameraných údajov a ich následná interpretácia im umožnili preniesť teoretické poznatky do reálnej situácie.

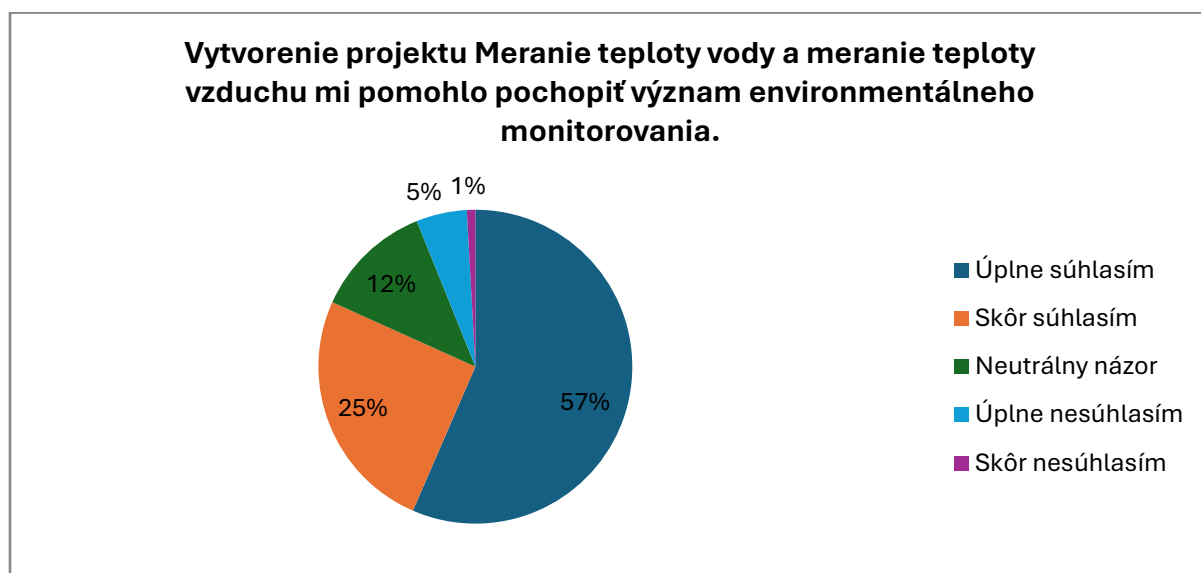
Ďalších **26,96 % (31 respondentov)** uviedlo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že väčšina žiakov (spolu **82,61 % – 95 respondentov**) vnímala projekt ako zmysluplný spôsob získavania praktických skúseností s meracími senzormi.

Neutrálny postoj zaujalo **11,3 % (13 respondentov)**. Môže ísť o respondentov, ktorí mali predchádzajúce skúsenosti s podobnými experimentmi, alebo tých, ktorí sa viac sústredili na programovanie než na technické aspekty merania.

Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ zvolilo **6,09 % (7 respondentov)**, čo predstavuje malý podiel žiakov, ktorí nepociťovali priamy prínos úlohy pre rozvoj svojich praktických kompetencií. Ich odpovede môžu naznačovať ťažkosti s pochopením meracieho procesu, nefunkčnosť senzora počas experimentu alebo technické problémy pri prenose údajov.

Výsledky celkovo poukazujú na to, že projekt zameraný na meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu prostredníctvom BBC micro:bitu bol úspešný v napĺňaní svojho cieľa – sprostredkovať žiakom praktické skúsenosti s prácou s meracími senzormi. Väčšina respondentov potvrdila, že mi projekt *Meranie teploty vody a vlhkosti vzduchu* poskytol praktické skúsenosti s meracími senzormi.

Položka: Vytvorenie projektu Meranie teploty vody a meranie teploty vzduchu mi pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania



Obrázok 49 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vytvorenie projektu „Meranie teploty vody a meranie teploty vzduchu“ mi pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania.

Na položku „Vytvorenie projektu Meranie teploty vody a meranie teploty vzduchu mi pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania“ odpovedalo celkovo **115 respondentov**. Cieľom tejto otázky bolo zistiť, do akej miery žiaci prostredníctvom práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit porozumeli vzťahu medzi technologickým meraním a ochranou životného prostredia. Výsledky zároveň odrážajú, ako dokáže školský projekt priblížiť koncept environmentálnej zodpovednosti prostredníctvom praktických meraní.

Najväčší podiel odpovedí predstavuje skupina respondentov, ktorí zvolili možnosť „**Úplne súhlasím**“ – **56,52 % (65 respondentov)**. Viac než polovica účastníkov teda vnímala projekt ako kľúčový pre pochopenie významu zberu a analýzy environmentálnych údajov. Tento výsledok poukazuje na to, že žiaci dokázali vnímať praktické meranie teploty vody a vzduchu nielen ako technickú úlohu, ale aj ako činnosť s ekologickým presahom.

Ďalších **25,22 % (29 respondentov)** označilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo znamená, že spolu až **81,74 % (94 respondentov)** vnímalo úlohu pozitívne. Títo žiaci pochopili prepojenie medzi zberom údajov a ich interpretáciou v kontexte sledovania klimatických a ekologických javov. BBC micro:bit sa tak v rámci projektu stal nástrojom nielen pre rozvoj digitálnych zručností, ale aj pre formovanie environmentálneho povedomia.

Neutrálny postoj zaujalo **12,17 % (14 respondentov)**. Táto skupina mohla považovať projekt skôr za technicky zameraný bez vnímania širších ekologických súvislostí. V didaktickej praxi to naznačuje potrebu ešte výraznejšieho zdôraznenia environmentálneho kontextu v rámci podobných projektov – napríklad prostredníctvom porovnávania údajov z rôznych lokalít alebo sledovania zmien v čase.

Len malý podiel respondentov vyjadril nesúhlas. Odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **5,22 % (6 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ uviedlo **0,87 % (1 respondent)**. Spolu ide o cca 6 % účastníkov, ktorí projekt nevnímali ako prínosný z hľadiska environmentálneho monitorovania. Ich postoj môže byť ovplyvnený nižším záujmom o environmentálne témy alebo technickými ťažkosťami pri realizácii experimentu.

Celkovo možno konštatovať, že väčšina respondentov si prostredníctvom práce s BBC micro:bitom pochopila význam environmentálneho monitorovania. Praktická činnosť založená na meraní teploty a vlhkosti im umožnila zažiť, ako môžu digitálne technológie slúžiť pri zbere a spracovaní údajov o stave prostredia. Projekt tak prispel k rozvoju environmentálnej gramotnosti.

4.5.2.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Meranie teploty a vlhkosti pomocou BBC micro:bitu“

Aktivita „Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu“ nadväzuje na koncept interdisciplinárnej výučby (STEM/STEAM) na ZŠ, kde sa prepájajú informatika, fyzika/prírodoveda a matematika. Žiaci pracujú s micro:bitom a dostupnými senzormi, vykonávajú meranie. Dôraz sa kladie na bádateľské postupy, bezpečnú manipuláciu s vybavením, spoluprácu v tíme. Aktivita je navrhnutá tak, aby bola technicky stabilná, časovo zvládnuteľná v bežnom rozvrhu a aby mala zreteľný environmentálny presah (význam monitorovania prostredia).

1) Čas dokončenia projektu – „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“

Rozdelenie: **45 min** 34,78 % (40), **60 min** 20,87 % (24), **90 min** 32,17 % (37), **120 min** 10,43 % (12), **>120 min** 1,74 % (2).

Spolu **do 90 min: 87,83 % (101)**.

Interpretácia: Aktivita je didakticky primeraná pre **1–2 vyučovacie hodiny**; dlhšie časy (≥ 120 min; 12,17 % – 14) súvisia najmä s technickým ladením, nižšou praxou alebo rozšíreniami (dlhší zber/analýza dát).

2) Organizácia práce – „Kto všetko sa podieľal na projekte?“

- **Tím, všetko spoločne:** 46,96 % (54)
- **Tím, rozdelené úlohy:** 18,26 % (21)
- **Tím, väčšinu práce som urobil/a ja:** 9,57 % (11)
- **Väčšinu sám/sama, občas pomoc:** 16,52 % (19)

- **Úplne sám/sama:** 8,70 % (10)

Tímovo (akákoľvek tímová forma): 74,78 % (86); prevažne individuálne (s občasnou pomocou alebo bez): 25,22 % (29).

Interpretácia: Prevažuje kooperatívny/kolaboratívny spôsob práce (zdieľanie rolí, spoločné rozhodovanie), no úloha umožňuje aj diferencovanú samostatnú realizáciu.

3) Technické ťažkosti – „Aké problémy si pri práci s BBC micro:bitom riešil/a?“

Žiadne: 93,04 % (107); **zlý USB kábel:** 3,48 % (4); **zlé batérie:** 1,74 % (2); **zle zapojené vodiče:** 0,87 % (1); **iné drobnosti:** 0,87 % (1).

Interpretácia: Micro:bit je v tejto aktivite **spoľahlivá platforma**; drobné problémy sú bežné a ľahko odstrániteľné (preventívne: kontrola kábla, napájania a zapojenia pred štartom).

4) Vzdelávací prínos (škálované položky)

a) „Projekt mi pomohol lepšie pochopiť meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu.“

Pozitívne (Ú/S skôr): 77,40 % (89) · Neutrál: 12,17 % (14) · Negatívne: 10,44 % (12).

b) „Využitie BBC micro:bitu na zaznamenávanie údajov o teplote a vlhkosti bolo pre mňa zaujímavé.“

Pozitívne: 82,60 % (95) · Neutrál: 7,83 % (9) · Negatívne: 9,57 % (11).

c) „Práca s touto úlohou mi pomohla rozvíjať analytické myslenie.“

Pozitívne: 81,73 % (94) · Neutrál: 10,43 % (12) · Negatívne: 7,83 % (9).

d) „Riešenie úlohy ‚Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu‘ mi poskytlo praktické skúsenosti s meracími senzormi.“

Pozitívne: 82,61 % (95) · Neutrál: 11,30 % (13) · Negatívne: 6,09 % (7).

e) „Vytvorenie projektu ‚Meranie teploty vody a meranie teploty vzduchu‘ mi pomohlo pochopiť význam environmentálneho monitorovania.“

Pozitívne: 81,74 % (94) · Neutrál: 12,17 % (14) · Negatívne: 6,09 % (7).

Naprieč všetkými 5 položkami (5 × 115 = 575 odpovedí):

Pozitívne spolu: 81,22 % (467) · Neutrál: 10,78 % (62) · Negatívne: 8,00 % (46).

Interpretácia: Väčšina žiakov potvrdzuje pochopenie princípov merania, vysokú zaujímavosť aktivity, rozvoj analytického myslenia, praktickú skúsenosť so senzormi a environmentálne uvedomenie.

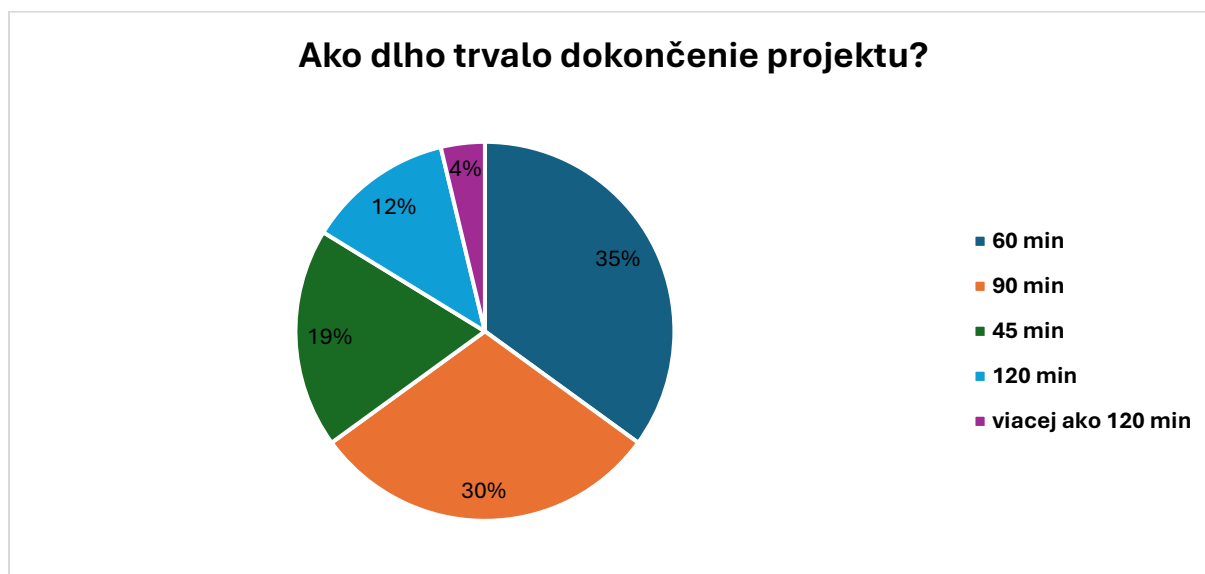
Záver

Projekt „Meranie teploty vody a meranie vlhkosti vzduchu“ s BBC micro:bitom je časovo realizovateľný (do 90 min u 87,83 % – 101), tímovo orientovaný (74,78 % – 86) a technicky stabilný (bez problémov 93,04 % – 107). Prináša silný vzdelávací efekt – od porozumenia meraniu a práce so senzormi, cez analytické myslenie, až po environmentálne uvedomenie (celkovo pozitívne hodnotenia naprieč položkami 81,22 % – 467). Tento formát tak efektívne prepája informatiku, prírodovedu a techniku do jedného zrozumiteľného, motivačného a prakticky ukotveného celku. Zhrnutím možno konštatovať, že projekt splnil svoje vzdelávacie ciele v plnej miere. Výsledky ukazujú, že väčšina žiakov považovala úlohu za zaujímavú, zmysluplnú a prínosnú pre pochopenie fyzikálnych aj environmentálnych javov. Žiaci pri práci rozvíjali nielen technické a analytické schopnosti, ale aj spoluprácu, zodpovednosť a záujem o prírodovedné disciplíny. BBC micro:bit sa tak potvrdil ako efektívny didaktický prostriedok podporujúci rozvoj kľúčových STEM kompetencií a ekologického myslenia v modernom vzdelávaní.

4.5.3 Automatizované akvárium

Táto podkapitola predstavuje projekt Automatizované akvárium s mikrokontrolérom BBC micro:bit a rámčuje jeho časovú primeranosť, organizačné usporiadanie a vzdelávacie prínosy v oblasti regulácie a senzoriky. Dotazník vyplnilo 80 respondentov. Prvé tri položky mapujú kategóriové aspekty realizácie (čas potrebný na dokončenie, typ spolupráce, výskyt technických ťažkostí); nasledujúcich päť položiek využíva päťstupňovú Likertovu škálu a zameriava sa na (1) atraktivitu a poučnosť programovania osvetlenia, (2) zrozumiteľnosť úlohy udržiavania konštantnej teploty vody, (3) porozumenie princípom regulácie na príklade vypínania ohrievača pri prahovej hodnote, (4) technickú zvládnuteľnosť zapínania/vypínania filtra a (5) príspevok úloh k pochopeniu práce so senzormi. Interpretácie sa sústreďujú na rozloženie odpovedí a ukazujú, do akej miery je projekt časovo zvládnuteľný v bežnom vyučovaní, podporuje kooperáciu a technickú istotu a zároveň rozvíja porozumenie senzorom, riadiacim algoritmom a praktickým aspektom automatizácie v STEM kontexte.

Položka: Ako dlho trvalo dokončenie projektu



Obrázok 50 Rozdelenie odpovedí na položku „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“.

Na položku „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“ odpovedalo celkovo **80 respondentov**, ktorí hodnotili čas potrebný na realizáciu projektu s využitím mikrokontroléra **BBC micro:bit**. Cieľom otázky bolo zistiť, či bola časová náročnosť úlohy primeraná možnostiam žiakov a či sa dala úspešne dokončiť v rámci bežného vyučovacieho času.

Najväčšia časť respondentov, **35 % (28 respondentov)**, uviedla, že projekt dokončila v priebehu **60 minút**, čo predstavuje optimálny časový rámec pre realizáciu jednej rozsiahlejšej praktickej aktivity. Tento výsledok potvrdzuje, že väčšina žiakov bola schopná efektívne plánovať svoju prácu, rozumieť zadaniu a plynule postupovať pri riešení úloh.

Ďalších **30 % (24 respondentov)** označilo, že na dokončenie úlohy potrebovali **90 minút**, čo naznačuje, že niektorí žiaci venovali viac času testovaniu, zapájaniu alebo tvorbou programu v BBC micro:bit. Spolu tak **65 % (52 respondentov)** zvládlo projekt v časovom rozmedzí od jednej do jeden a pol hodiny, čo svedčí o realistickom nastavení úloh z hľadiska organizácie výučby.

Menšia skupina žiakov, **18,75 % (15 respondentov)**, dokončila úlohu už za **45 minút**, čo poukazuje na dobrú pripravenosť a technickú zdatnosť tejto skupiny. Títo žiaci pravdepodobne mali predchádzajúce skúsenosti s programovaním mikrokontrolérov alebo s meracími senzormi. Naopak, dlhší čas na dokončenie projektu uviedlo **12,5 % (10 respondentov)**, ktorí potrebovali **120 minút**, a len **3,75 % (3 respondenti)** prekročilo túto hranicu. U týchto účastníkov mohlo ísť o individuálne technické komplikácie, opakované testovanie, alebo detailnejšie spracovanie výsledkov merania.

Celkovo možno konštatovať, že projekt bol primerane časovo náročný a dobre prispôsobený schopnostiam žiakov. Väčšina účastníkov ho zvládla v rámci jednej až dvoch vyučovacích hodín, čo z pedagogického hľadiska predstavuje optimálny rozsah pre prakticky orientovanú úlohu

Položka: Kto všetko sa podieľal na projekte



Obrázok 51 Rozdelenie odpovedí na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte?“.

Na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte?“ odpovedalo celkovo **80 respondentov**, ktorí hodnotili spôsob spolupráce počas realizácie projektu s využitím mikrokontroléra BBC micro:bit. Táto otázka mala overiť, aký typ organizačnej a tímovej práce bol pri riešení úloh najčastejší a do akej miery žiaci preferovali spoluprácu pred individuálnou prácou.

Najväčšia časť respondentov, **43,75 % (35 respondentov)**, uviedla, že **pracovali v tíme, všetko riešili spoločne a spolupracovali rovnocenne**. Tento výsledok poukazuje na silný prvok kooperatívneho učenia, v ktorom žiaci dokázali efektívne komunikovať, deliť si úlohy a spoločne riešiť problémy. Rovnocenná spolupráca je dôležitým faktorom pri rozvoji mäkkých zručností, ako je tímová koordinácia, zodpovednosť a schopnosť prispieť k spoločnému cieľu.

Ďalšia významná skupina, **22,5 % (18 respondentov)**, označila odpoveď „**Väčšinu práce som urobil/a sám/sama, ale občas som sa poradil/a so spolužiakmi.**“ Tento údaj

naznačuje, že niektorí žiaci síce preferovali individuálnu prácu, ale zároveň si uvedomovali prínos konzultácie a výmeny skúseností. Ide o formu polo-samostatnej práce, ktorá podporuje rozvoj samostatného riešenia problémov pri zachovaní možnosti sociálnej interakcie.

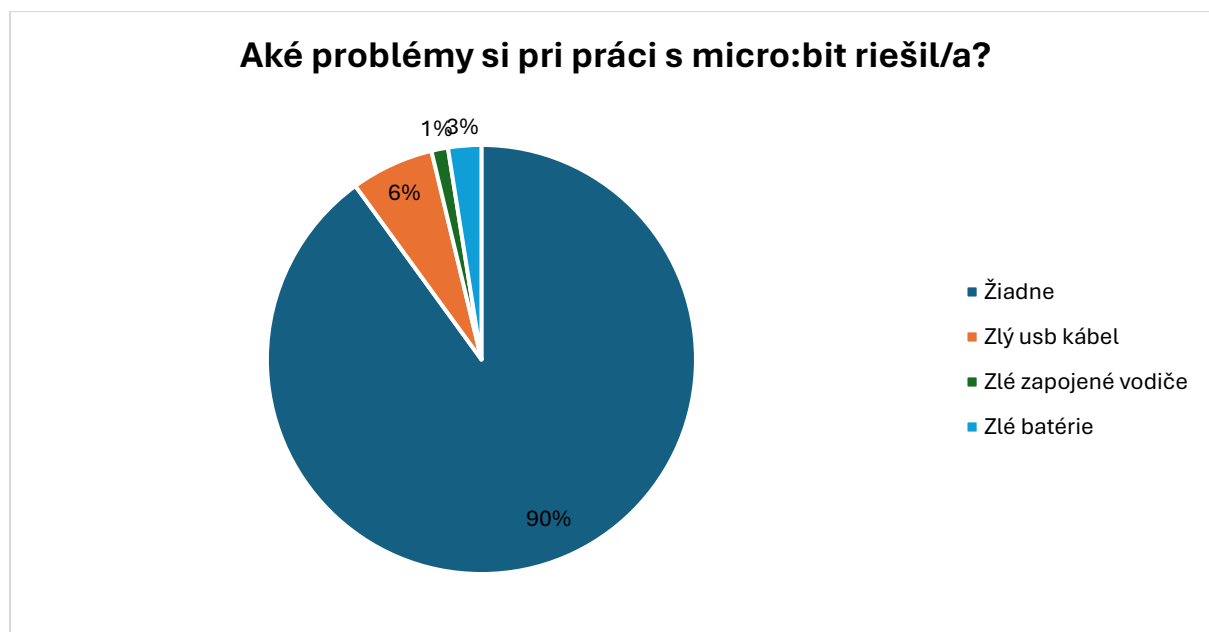
Možnosť „**Pracoval/a som v tíme a každý mal svoju úlohu.**“ zvolilo **16,25 % (13 respondentov)**. Tento prístup predstavuje štruktúrovaný model tímovej spolupráce, pri ktorom je jasne definovaná zodpovednosť jednotlivých členov tímu. Takáto organizácia práce umožňuje efektívne rozdelenie úloh (napr. programovanie, meranie, dokumentácia výsledkov) a podporuje systematické riešenie problémov.

Individuálnu prácu deklarovalo **11,25 % (9 respondentov)**, ktorí uviedli, že **pracovali úplne sami bez pomoci**. Tento výsledok poukazuje na menšiu skupinu žiakov, ktorí sa rozhodli pracovať nezávisle, čo môže byť prejavom vysokej miery sebavedomia a samostatnosti, no zároveň aj nižšej ochoty spolupracovať.

Najmenšia skupina, **6,25 % (5 respondentov)**, uviedla, že **pracovali v tíme, ale väčšinu práce urobili sami**. Tento výsledok naznačuje, že v niektorých tímoch mohlo dôjsť k nerovnomernému rozdeleniu úloh. Ide o jav typický pre žiacke projekty, kde aktívnejší členovia často preberajú väčšiu zodpovednosť za celkové riešenie.

Celkovo výsledky potvrdzujú, že žiaci uprednostňovali tímovú spoluprácu, pričom približne dve tretiny respondentov pracovali kolektívne, či už rovnocenne, alebo s rozdelením úloh. Práca na projekte s BBC micro:bitom teda nebola len o rozvoji technických kompetencií, ale aj o posilnení komunikačných a kooperatívnych zručností, ktoré sú kľúčové pre rozvoj žiakov v rámci moderného STEM vzdelávania.

Položka: Aké problémy sa vyskytli pri práci s BBC micro:bitom



Obrázok 52 Rozdelenie odpovedí na položku „Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?“.

Pri analýze otázky zameranej na identifikáciu technických alebo organizačných komplikácií počas práce s mikrokontrolérom **BBC micro:bit** odpovedalo spolu **80 respondentov**. Výsledky poukazujú na vysokú mieru spoľahlivosti zariadenia, ako aj na primeranú technickú pripravenosť žiakov, ktorí projekt realizovali.

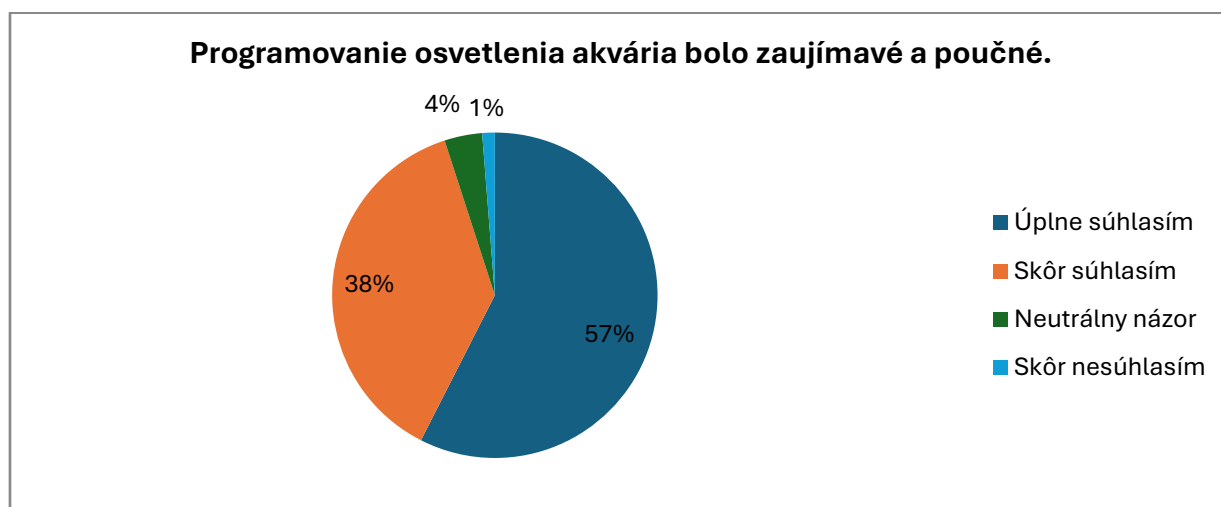
Až **90 % (72 respondentov)** uviedlo, že počas práce nenarazili na žiadne problémy. Takýto výsledok je mimoriadne pozitívny, keďže naznačuje, že žiaci zvládali prácu s mikrokontrolérom intuitívne a bez potreby opakovanej technickej podpory. Ukazuje sa, že BBC micro:bit je v edukačnom prostredí vhodným a stabilným nástrojom, ktorý nevyžaduje zložité nastavovanie ani špecifické hardvérové znalosti.

Menšia časť účastníkov, **6,25 % (5 respondentov)**, spomenula **problém so zlým USB káblom**. Ide o typickú a bežnú technickú prekážku, ktorá sa vyskytuje pri práci s externými zariadeniami, no nepredstavuje zásadnú prekážku v priebehu výučby. Podobné situácie môžu slúžiť ako cenná praktická skúsenosť, ktorá žiakov vedie k diagnostike chýb a k osvojeniu základov technickej údržby zariadení.

Ďalšie, menej časté ťažkosti sa týkali **zlých batérií (2,5 %; 2 respondenti)** a **nesprávne zapojených vodičov (1,25 %; 1 respondent)**. Tieto prípady signalizujú individuálne pochybenia alebo nedostatočnú kontrolu zapojenia.

V celkovom zhrnutí možno konštatovať, že projekt prebiehal technicky bezproblémovo a žiaci preukázali dobrú úroveň manipulácie so zariadeniami. Väčšina respondentov zvládla zapojenie aj programovanie bez ťažkostí, čo potvrdzuje jeho vhodnosť pre použitie na základných školách. Skutočnosť, že drobné problémy sa týkali len malej časti účastníkov, zároveň naznačuje, že zariadenie možno považovať za spoľahlivý didaktický prostriedok, ktorý umožňuje plnohodnotné zapojenie žiakov do experimentálneho učenia bez výrazných technických bariér.

Položka: Programovanie osvetlenia akvária bolo zaujímavé a poučné



Obrázok 53 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že programovanie osvetlenia akvária bolo zaujímavé a poučné.

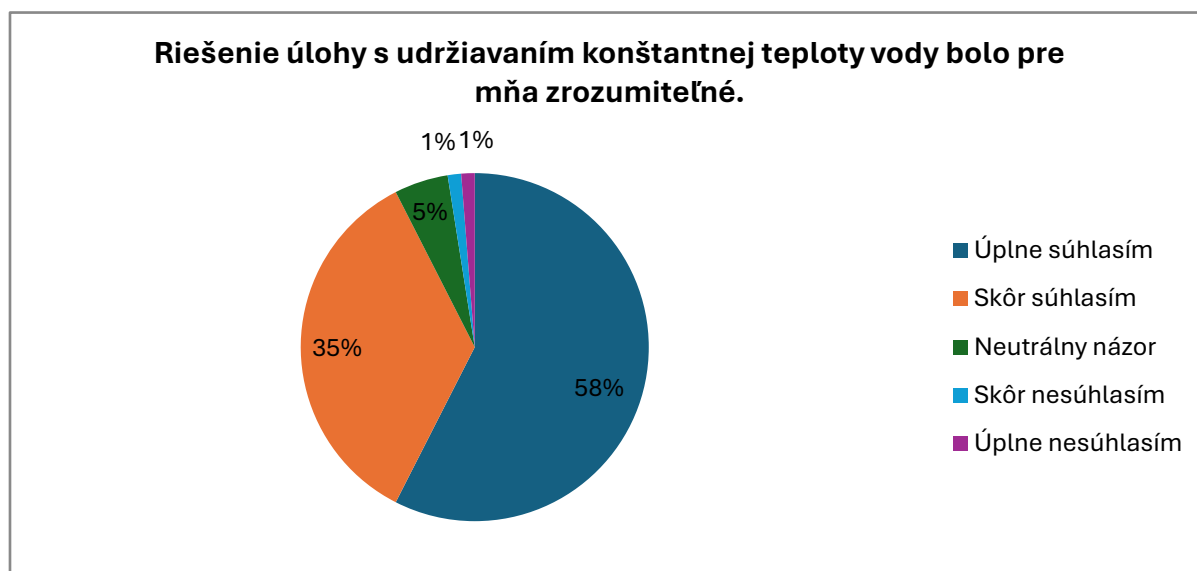
Na položku „Programovanie osvetlenia akvária bolo zaujímavé a poučné“ odpovedalo celkovo **80 respondentov**, ktorí hodnotili atraktivitu a edukačný prínos praktickej úlohy realizovanej prostredníctvom mikrokontroléra BBC micro:bit. Cieľom bolo zistiť, či žiaci vnímali túto aktivitu ako zaujímavú a poučnú.

Výsledky ukazujú mimoriadne pozitívne hodnotenie úlohy. Najväčšia časť respondentov, **57,5 % (46 respondentov)**, označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, čo naznačuje, že viac ako polovica účastníkov považovala programovanie osvetlenia akvária za zaujímavé a poučné. Ďalších **37,5 % (30 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čím potvrdilo vysokú mieru spokojnosti a pozitívneho postoja k práci s BBC micro:bitom. Spolu teda až **95 % (76 respondentov)** hodnotilo túto aktivitu priaznivo, čo poukazuje na jej vhodné didaktické a motivačné nastavenie.

Len **3,75 % (3 respondenti)** zaujali **neutrálny postoj**, čo naznačuje, že úloha pre nich nepredstavovala výrazný zážitok. Negatívny názor vyjadril len **1,25 % (1 respondent)**, čo predstavuje zanedbateľnú časť vzorky.

Interpretácia týchto výsledkov naznačuje, že programovanie osvetlenia akvária patrilo medzi najzaujímavejšie časti projektu. Žiaci mohli pozorovať bezprostredný výsledok svojej programátorskej činnosti v reálnom prostredí – svetelné zmeny simulujúce denné cykly. Tento vizuálny a interaktívny prvok je vo vyučovaní nesmierne dôležitý, pretože spája kódovanie s viditeľným účinkom, čím posilňuje prepojenie medzi algoritmickým myslením a reálnym svetom.

Položka: Riešenie úlohy s udržiavaním konštantnej teploty vody bolo pre mňa zrozumiteľné



Obrázok 54 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riešenie úlohy s udržiavaním konštantnej teploty vody bolo pre mňa zrozumiteľné.

Na položku „Riešenie úlohy s udržiavaním konštantnej teploty vody bolo pre mňa zrozumiteľné“ odpovedalo **80 respondentov**, ktorí hodnotili úroveň jasnosti, zrozumiteľnosti a didaktickej vhodnosti úlohy využívajúcej mikrokontrolér BBC micro:bit. Úloha bola zameraná na praktické pochopenie princípu regulácie prostredia prostredníctvom automatizovaného systému – konkrétne na udržiavanie stabilnej teploty vody.

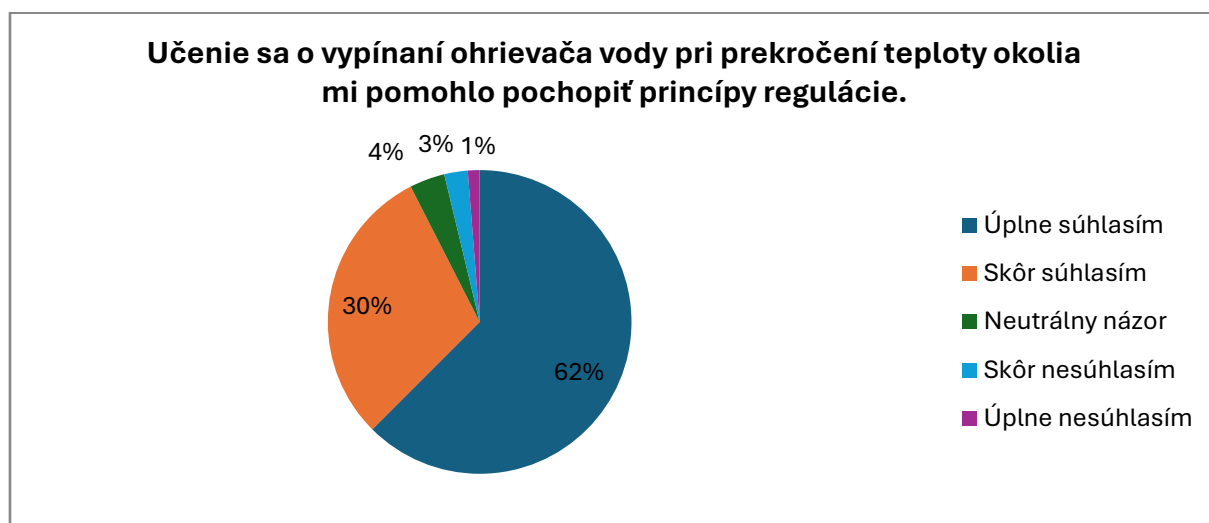
Väčšina respondentov odpovedala na túto položku veľmi pozitívne. Odpoveď „**Úplne súhlasím**“ označilo **57,5 % (46 respondentov)** a ďalších **35 % (28 respondentov)** zvolilo možnosť „**Skôr súhlasím**“. Spolu tak až **92,5 % (74 respondentov)** považovalo riešenie úlohy za zrozumiteľné. Tento výsledok jednoznačne potvrdzuje, že úloha bola koncepcne správne navrhnutá, postup riešenia bol z didaktického hľadiska logický a zodpovedal úrovni technických a informatických zručností žiakov.

Neutrálny postoj vyjadrilo **5 % (4 respondenti)**, čo naznačuje, že pre malú časť žiakov mohla byť úloha menej. Negatívne stanovisko uviedlo len **1,25 % (1 respondent)** pre odpoveď „**Skôr nesúhlasím**“ a rovnaký podiel (**1,25 %; 1 respondent**) pre odpoveď „**Úplne nesúhlasím**“. Takéto minimálne percento nespokojných respondentov svedčí o tom, že pre väčšinu žiakov bola úloha zrozumiteľná.

Žiaci pochopili základný princíp merania a regulácie, čo je kľúčové pre pochopenie konceptov automatizácie a kybernetiky. Použitie mikrokontroléra BBC micro:bit pritom zohralo zásadnú úlohu – umožnilo žiakom priamo sledovať, ako systém reaguje na zmeny teploty a automaticky upravuje výstupné parametre.

Môžeme konštatovať, že riešenie úlohy s udržiavaním konštantnej teploty vody bolo pre žiakov zrozumiteľné.

Položka: Učenie sa o vypínaní ohrievača vody pri prekročení teploty okolia mi pomohlo pochopiť princípy regulácie



Obrázok 55 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že učenie sa o vypínaní ohrievača vody pri prekročení teploty okolia mi pomohlo pochopiť princípy regulácie.

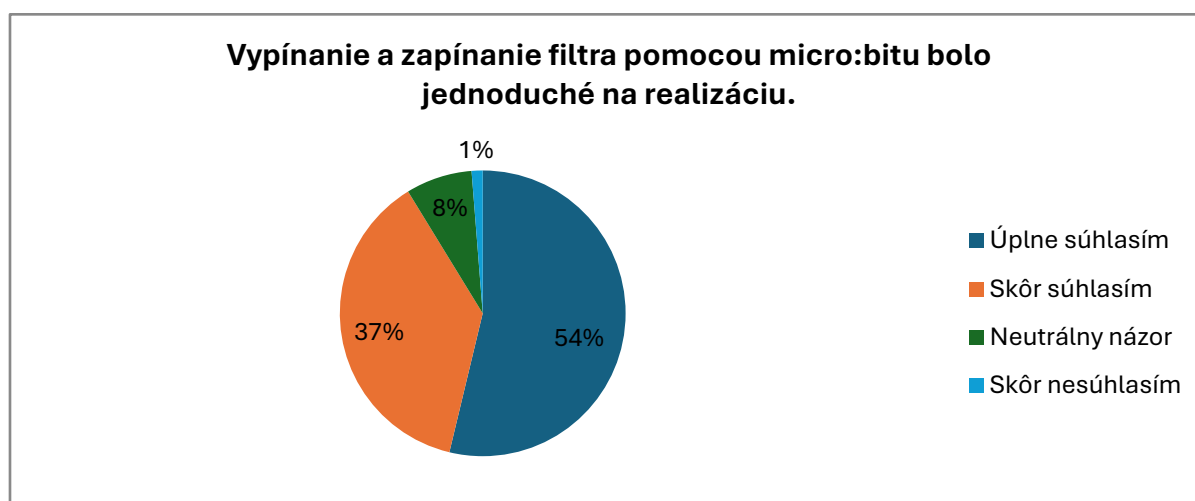
Na položku „Učenie sa o vypínaní ohrievača vody pri prekročení teploty okolia mi pomohlo pochopiť princípy regulácie“ odpovedalo celkovo **80 respondentov**, ktorí hodnotili, do akej miery im praktická úloha pomohla pochopiť základné princípy automatického riadenia. Úloha bola súčasťou projektu, v ktorom žiaci pracovali s **mikrokontrolérom BBC micro:bit**, programovali ohrievač vody a sledovali reakciu systému na zmenu teploty prostredia.

Väčšina respondentov, konkrétne **62,5 % (50 respondentov)**, uviedla odpoveď „**Úplne súhlasím**“. Ďalších **30 % (24 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čím potvrdilo, že spolu až **92,5 % (74 respondentov)** považovalo úlohu za prínosnú pre pochopenie princípu regulácie. Takýto výsledok svedčí o tom, že žiaci dokázali na základe priameho pozorovania pochopiť, ako systém na základe vstupného signálu (teplota) vykonáva riadiaci zásah (vypnutie ohrievača).

Neutrálny postoj vyjadrilo **3,75 % (3 respondenti)**, čo môže naznačovať, že niektorí účastníci vnímali úlohu ako technicky náročnejšiu alebo menej prepojenú s teoretickým vysvetlením princípu regulácie. Malá časť žiakov označila nesúhlasné odpovede: **2,5 % (2 respondenti)** „skôr nesúhlasím“ a **1,25 % (1 respondent)** „úplne nesúhlasím“. Tieto výsledky sú však štatisticky zanedbateľné a nemajú vplyv na celkové pozitívne hodnotenie úlohy.

Z interpretácie údajov vyplýva, že žiaci prostredníctvom tejto praktickej aktivity porozumeli základným vzťahom medzi vstupnými a výstupnými veličinami v regulovanom systéme. Princíp „ak teplota presiahne určitú hodnotu, ohrievač sa vypne“ predstavuje názornú ukážku fungovania riadiacich algoritmov, ktoré sú prítomné v mnohých moderných technických zariadeniach.

Položka: Vypínanie a zapínanie filtra pomocou BBC micro:bitu bolo jednoduché na realizáciu



Obrázok 56 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vypínanie a zapínanie filtra pomocou micro:bitu bolo jednoduché na realizáciu.

Na položku „Vypínanie a zapínanie filtra pomocou BBC micro:bitu bolo jednoduché na realizáciu“ odpovedalo celkovo **80 respondentov**, ktorí hodnotili technickú zvládnuťnosť jednej z praktických úloh projektu. Aktivita bola zameraná na riadenie filtra akvária prostredníctvom mikrokontroléra BBC micro:bit, pričom žiaci programovali systém tak, aby automaticky reagoval na podnety a menil stav zariadenia podľa určených podmienok.

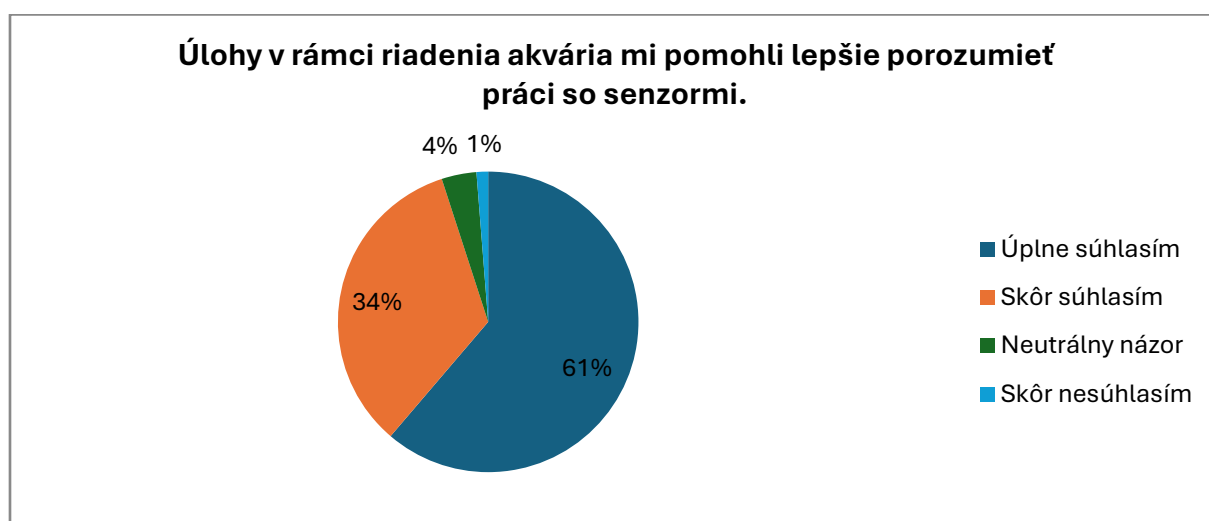
Výsledky poukazujú na veľmi priaznivé hodnotenie tejto úlohy. Najväčšia skupina respondentov, **53,75 % (43 respondentov)**, označila odpoveď „**Úplne súhlasím**“, a ďalších **37,5 % (30 respondentov)** uviedlo, že s výrokom „**skôr súhlasím**“. Spolu teda až **91,25 % (73 respondentov)** považovalo realizáciu úlohy za jednoduchú a dobre pochopiteľnú. Tento vysoký podiel pozitívnych odpovedí naznačuje, že zapojenie filtra a jeho ovládanie prostredníctvom BBC micro:bitu bolo didakticky primerané a technicky zvládnuťné.

Neutrálny postoj zaujalo **7,5 % (6 respondentov)**, ktorí úlohu síce pravdepodobne zvládli, no nepovažovali ju za úplne intuitívnu. Ich odpovede môžu naznačovať menšie problémy s prepojením logických podmienok v programe alebo so zapojením zariadenia do obvodu. Negatívny postoj vyjadril len **1,25 % (1 respondent)**, čo je zanedbateľná časť vzorky.

Z pedagogického hľadiska sú tieto výsledky veľmi priaznivé. Jednoduchosť realizácie znamená, že žiaci sa mohli sústrediť na pochopenie princípu riadenia zariadení, nie na technické prekážky.

Celkovo možno konštatovať, že väčšina respondentov hodnotila úlohu ako ľahko pochopiteľnú a jednoduchú na realizáciu.

Položka: Úlohy v rámci riadenia akvária mi pomohli lepšie porozumieť práci so senzormi



Obrázok 57 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že úlohy v rámci riadenia akvária mi pomohli lepšie porozumieť práci so senzormi.

Na položku „Úlohy v rámci riadenia akvária mi pomohli lepšie porozumieť práci so senzormi“ odpovedalo spolu **80 respondentov**, ktorí hodnotili, do akej miery im praktické experimenty s mikrokontrolérom BBC micro:bit prispeli k pochopeniu funkcie a významu senzorov v technických systémoch. Úloha bola súčasťou projektu zameraného na automatizáciu akvária, kde žiaci realizovali riadenie osvetlenia, teploty a filtrácie.

Väčšina žiakov hodnotila túto časť projektu vysoko pozitívne. **61,25 % (49 respondentov)** označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“ a ďalších **33,75 % (27 respondentov)** odpovedalo „**Skôr súhlasím**“. Spolu tak až **95 % (76 respondentov)** potvrdilo, že úlohy zamerané na riadenie akvária im pomohli lepšie pochopiť, ako senzory fungujú a aký majú význam pri meraní fyzikálnych veličín.

Neutrálny postoj zaujalo **3,75 % (3 respondenti)**, čo naznačuje, že pre malú skupinu účastníkov bola aktivita skôr opakovaním známych poznatkov alebo nepredstavovala významnú výzvu. Iba **1,25 % (1 respondent)** uviedol, že s výrokom „**skôr nesúhlasím**“, čo potvrdzuje, že väčšina žiakov úlohy vnímala ako zmysluplné a pochopiteľné.

Žiaci si osvojili prácu s rôznymi typmi senzorov, naučili sa interpretovať ich výstupy a pochopili, ako sa získané dáta dajú spracovať v logickej štruktúre programu. Tým sa prepojili oblasti informatiky, fyziky a techniky, čo napĺňa podstatu interdisciplinárneho STEM vzdelávania.

Celkovo možno uzavrieť, že väčšina respondentov vnímala úlohy spojené s riadením akvária ako úlohy, ktoré im pomohli lepšie porozumieť práci so senzormi. Úlohy im umožnili spojiť teoretické vedomosti s praktickými skúsenosťami a lepšie pochopiť význam senzorov ako základného prvku moderných riadiacich systémov.

4.5.3.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Riadenie akvária pomocou BBC micro:bitu“

Projekt „Automatizované akvárium“ s mikrokontrolérom BBC micro:bit overoval časovú náročnosť realizácie, charakter spolupráce, technickú bezproblémovosť a vzdelávací prínos vybraných úloh (riadenie osvetlenia, regulácia teploty, spínanie filtra, práca so senzormi).

Kľúčové zistenia

1) Čas dokončenia projektu – „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“

- **60 min:** 35,00 % (28)
- **90 min:** 30,00 % (24)
- **45 min:** 18,75 % (15)
- **120 min:** 12,50 % (10)
- **>120 min:** 3,75 % (3)

Interpretácia: Do **90 min** dokončilo projekt **83,75 % (67)** žiakov; do **60 min** až **53,75 % (43)**. Úloha je teda didakticky zvládnuteľná v 1–2 vyučovacích hodinách; dlhšie časy (≥ 120 min; **16,25 % – 13**) súvisia skôr s technickými detailmi, opakovaným testovaním alebo rozšírenou interpretáciou dát.

2) Organizácia spolupráce – „Kto všetko sa podieľal na projekte?“

- **Tím – všetko spoločne:** 43,75 % (35)
- **Tím – rozdelené úlohy:** 16,25 % (13)
- **Tím – no väčšinu sám/sama:** 6,25 % (5)
- **Väčšinu sám/sama, občas pomoc:** 22,50 % (18)
- **Úplne sám/sama:** 11,25 % (9)

Interpretácia: Prevažoval tímový režim (**66,25 % – 53**), čo podporuje kooperatívne a kolaboratívne učenie; **33,75 % (27)** pracovalo prevažujúco individuálne (samostatnosť, vlastné tempo).

3) Technická spoľahlivosť – „Aké problémy sa vyskytli pri práci s micro:bitom?“

- **Žiadne problémy:** 90,00 % (72)
- **Zlý USB kábel:** 6,25 % (5)
- **Zlé batérie:** 2,50 % (2)
- **Nesprávne zapojenie vodičov:** 1,25 % (1)

Interpretácia: Priebeh bol stabilný a bezproblémový; zaznamenané prekážky boli okrajové a ľahko odstrániteľné. Micro:bit sa potvrdzuje ako spoľahlivá platforma pre základné školy.

Vzdelávací prínos (škálované položky)

1. **Osvetlenie akvária – zaujímavé a poučné:**
Úplne/Skôr súhlasím: **95,00 % (76)** · Neutrál: **3,75 % (3)** · Nesúhlas: **1,25 % (1)**
2. **Udržiavanie konštantnej teploty – zrozumiteľné:**
Úplne/Skôr súhlasím: **92,50 % (74)** · Neutrál: **5,00 % (4)** · Nesúhlas: **2,50 % (2)**
3. **Vypínanie ohrievača pri prekročení teploty okolia – pochopenie regulácie:**
Úplne/Skôr súhlasím: **92,50 % (74)** · Neutrál: **3,75 % (3)** · Nesúhlas: **3,75 % (3)**
4. **Spínanie filtra – jednoduchosť realizácie:**
Úplne/Skôr súhlasím: **91,25 % (73)** · Neutrál: **7,50 % (6)** · Nesúhlas: **1,25 % (1)**
5. **Úlohy akvária a senzory – lepšie porozumenie práci so senzormi:**
Úplne/Skôr súhlasím: **95,00 % (76)** · Neutrál: **3,75 % (3)** · Nesúhlas: **1,25 % (1)**

Súhrn naprieč 5 položkami ($5 \times 80 = 400$ odpovedí):

- **Pozitívne (Úplne + Skôr súhlasím):** **93,25 % (373)**
- **Neutrálne:** **4,75 % (19)**
- **Negatívne (Skôr + Úplne nesúhlasím):** **2,00 % (8)**

Interpretácia: Prevažná väčšina žiakov potvrdzuje silný edukačný efekt projektu: vysoká motivácia a zrozumiteľnosť úloh, praktické porozumenie regulácii (akcia na základe senzorickej veličiny), jednoduchosť spínania zariadení a hlboké pochopenie práce so senzormi.

Záver

Projekt Automatizované akvárium je v školských podmienkach časovo primeraný (do 90 min **83,75 % – 67**), tímovo orientovaný (**66,25 % – 53**), technicky spoľahlivý (**90,00 % – 72** bez problémov) a výrazne prínosný (priemerne **93,25 %** pozitívnych hodnotení naprieč kľúčovými položkami). Úlohy efektívne prepájajú programovanie, senzory a reguláciu s reálnym fyzikálnym kontextom, rozvíjajú analytické myslenie a posilňujú praktické kompetencie potrebné pre moderné STEM vzdelávanie.

4.5.4 Automatizované terárium pre afrického slimáka

Táto podkapitola predstavuje projekt Automatizované terárium pre afrického slimáka s mikrokontrolérom BBC micro:bit a rámcuje jeho časovú primeranosť, organizačné usporiadanie a edukačné prínosy v oblasti regulácie mikroklimy (teplota, vlhkosť, osvetlenie) a riadenia aktorov (ohrievač, čerpadlo, svetlo). Dotazník vyplnilo 76 respondentov. Úvodné tri položky zachytávajú kategóriové aspekty realizácie (čas potrebný na dokončenie, typ spolupráce, výskyt technických ťažkostí), čím overujú, či je úloha zvládnuteľná v bežnom vyučovaní a aký priestor vytvára pre tímovú či individuálnu prácu. Nasledujúce položky na päťstupňovej škále sa sústreďujú na (1) zrozumiteľnosť programovania osvetlenia, (2) praktickosť logiky spúšťania ohrievača pri poklese teploty (pochopenie princípov regulácie), (3) porozumenie automatizácii prostredníctvom riadenia čerpadla na zvýšenie vlhkosti v reálnych podmienkach, (4) rozšírenie vedomostí o podmienkach pre život živočíchov a (5) mieru zaujatia a motivácie pri práci na úlohe.

Interpretácie sa opierajú o rozloženie odpovedí a ukazujú, do akej miery projekt spĺňa didaktickú primeranosť (čas, technická zvládnuteľnosť), podporuje kooperáciu i samostatnosť a zároveň rozvíja porozumenie senzorike, riadiacim algoritmom a regulácii.

Položka: Ako dlho trvalo dokončenie projektu



Obrázok 58 Rozdelenie odpovedí na položku „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“.

Na položku o trvaní dokončenia projektu odpovedalo **76 respondentov**. Rozdelenie časov potvrdzuje, že väčšina žiakov úlohu zvládla v relatívne krátkom až strednom časovom horizonte a iba malá časť potrebovala viac než dve vyučovacie hodiny.

Najsilnejšie zastúpený bol interval **60 min**, ktorý uviedlo **35,53 % (27 respondentov)**. Táto skupina predstavuje najväčšiu časť vzorky a naznačuje, že zadanie bolo pre prevažnú časť žiakov primerane náročné pri štandardnom časovom rámci jednej hodiny. Druhým najčastejším údajom bol čas **90 min**, zvolený **26,32 % (20 respondentov)**. V kombinácii s 60-minútovým intervalom to znamená, že **do 90 min** úlohu dokončilo **61,85 % (47 respondentov)**; ide o dôležitý údaj pre plánovanie priebehu vyučovania v blokoch.

Krátke dokončenie už v čase **45 min** deklarovalo **18,42 % (14 respondentov)**. Tento podiel poukazuje na skupinu žiakov, ktorí mali buď vyššiu mieru predchádzajúcich skúseností, rýchlejšie pracovné tempo, prípadne efektívnejšiu tímovú organizáciu práce. Čas **120 min** uviedlo **17,11 % (13 respondentov)**. V didaktickej interpretácii ide o žiakov, ktorí pravdepodobne potrebovali viac priestoru na experimentovanie, programovanie, opakované testovanie senzora či konštrukčné. Nad rámec dvoch hodín pracovalo len **2,63 % (2 respondenti)**, čo predstavuje okrajový jav – typicky spojený s technickými komplikáciami, chybami pri zapojení alebo so snahou o rozšírenú funkcionálnosť.

Ak spojíme všetky časy **do 120 min** (t. j. 45, 60, 90 alebo 120 min), do tohto rámca sa zmestilo **97,37 % (74 respondentov)**; iba **2,63 % (2 respondenti)** uviedlo trvanie **viac ako 120 min**. Táto koncentrácia výsledkov do dvojhodinového okna je dôležitá pre praktickú organizáciu výučby: väčšinu projektov je možné bezpečne plánovať v **jednom až dvoch vyučovacích blokoch**, pričom s malou rezervou na reflexiu a záverečné testovanie.

Väčšina žiakov dokončila projekt v **60–90 min (61,85 % (47 respondentov))**, ďalší významný podiel v **45 min (18,42 % (14 respondentov))** a takmer všetci **do 120 min (97,37 % (74 respondentov))**. Len malá menšina prekročila dve hodiny (**2,63 % (2 respondenti)**). Úloha je teda primerane náročná na bežnú vyučovaciu jednotku a pri správne nastavenej podpore ju možno efektívne realizovať v jednom až dvoch blokoch, s rezervou na testovanie a krátku reflexiu výsledkov.

Položka: Kto všetko sa podieľal na projekte



Obrázok 59 Rozdelenie odpovedí na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte?“.

Na položku „Kto všetko sa podieľal na projekte?“ odpovedalo **76 respondentov**, ktorí opísali spôsob svojej spolupráce pri realizácii úloh s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Cieľom tejto otázky bolo zistiť, do akej miery bola práca žiakov kolektívna, individuálna alebo kombinovaná, a ako sa rozvíjali ich kooperatívne zručnosti počas praktických aktivít.

Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí uviedli, že **pracovali v tíme, všetko riešili spoločne a spolupracovali rovnocenne**. Tento prístup zvolilo **46,05 % (35 respondentov)**, čo predstavuje takmer polovicu všetkých účastníkov. Výsledok naznačuje, že žiaci dokázali efektívne spolupracovať, zdieľať úlohy a spoločne hľadať riešenia. Takýto spôsob práce podporuje rozvoj komunikačných a sociálnych kompetencií

a je v súlade s princípmi kolaboratívneho učenia, ktoré je základom moderného STEM vzdelávania.

Ďalšia skupina, **19,74 % (15 respondentov)**, uviedla, že **väčšinu práce vykonali samostatne, ale občas sa poradili so spolužiakmi**. Tento výsledok poukazuje na schopnosť žiakov pracovať nezávisle, no zároveň si v prípade potreby vyžiadať pomoc alebo konzultáciu. Takýto model práce spája prvky samostatnosti a spolupráce a je charakteristický pre žiakov, ktorí majú silnejšie individuálne zručnosti, ale zároveň si uvedomujú hodnotu tímovej interakcie.

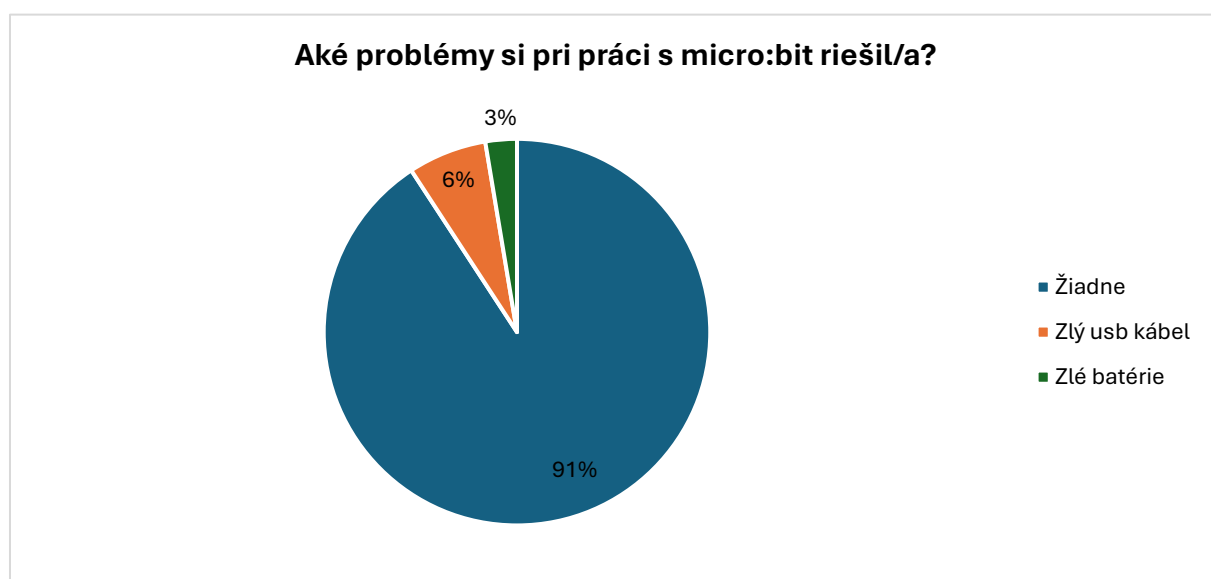
Možnosť **„Pracoval/a som v tíme a každý mal svoju úlohu“** zvolilo **13,16 % (10 respondentov)**. Tento typ organizácie práce svedčí o efektívnom rozdelení úloh a zodpovednosti v rámci tímu, kde každý člen prispel špecifickou kompetenciou. Ide o model, ktorý zodpovedá reálnej technickej praxi, kde sa práca na projekte rozdeľuje medzi programátorov, konštruktérov a testovaciu skupinu.

Samostatne bez pomoci pracovalo **11,84 % (9 respondentov)**, čo predstavuje menšiu, ale významnú skupinu žiakov preferujúcich individuálny prístup. Táto forma práce poukazuje na sebadôveru a schopnosť riešiť problémy nezávisle, avšak môže byť aj dôsledkom preferencie izolovaného štýlu učenia.

Napokon **9,21 % (7 respondentov)** priznalo, že síce pracovali v tíme, ale väčšinu práce vykonali sami. Tento údaj poukazuje na nerovnomerné rozdelenie úloh v niektorých skupinách, čo je bežný jav pri kolektívnych aktivitách.

Celkovo možno konštatovať, že projekt s BBC micro:bitom podporil rozvoj tímovej spolupráce a zároveň poskytol priestor pre individuálnu iniciatívu. Viac než dve tretiny respondentov pracovali v kolektívnej forme, pričom väčšina tímov spolupracovala harmonicky a efektívne. Takéto výsledky potvrdzujú, že projektové vyučovanie v technických predmetoch je vhodným prostredím pre formovanie mäkkých zručností, ako sú komunikácia, koordinácia a zodpovednosť za spoločné ciele.

Položka: Aké problémy si pri práci s BBC micro:bit riešil/a?



Obrázok 60 Rozdelenie odpovedí na položku „Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?“.

Na položku zameranú na identifikáciu technických problémov počas práce s mikrokontrolérom **BBC micro:bit** odpovedalo **76 respondentov**. Cieľom bolo zistiť, aké druhy komplikácií sa najčastejšie vyskytli pri realizácii projektov, a zároveň posúdiť celkovú spoľahlivosť zariadenia a zrozumiteľnosť pracovného postupu.

Z výsledkov vyplýva, že väčšina žiakov, konkrétne **90,79 % (69 respondentov)**, **neuviedla žiadne problémy**. Tento mimoriadne vysoký podiel naznačuje, že práca s mikrokontrolérom BBC micro:bit bola intuitívna a bez väčších technických prekážok. Uvedený výsledok potvrdzuje, že zariadenie je vhodné na vzdelávacie účely aj pre začiatočníkov – jeho konštrukcia a používateľské rozhranie minimalizujú možnosť chýb pri zapájaní a programovaní.

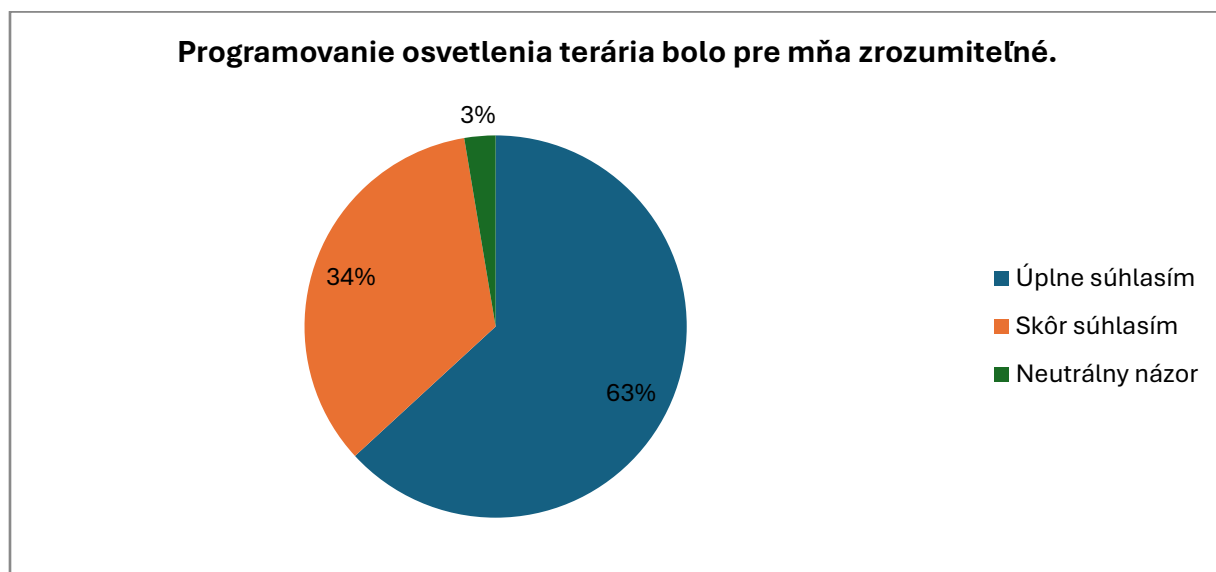
Menšia skupina žiakov, **6,58 % (5 respondentov)**, zaznamenala **problémy so zlým USB káblom**, čo predstavuje bežný technický problém, ktorý sa môže vyskytnúť pri prenose programu z počítača do zariadenia. Tento typ komplikácie nie je spôsobený samotným mikrokontrolérom, ale skôr opotrebovaním alebo nízkou kvalitou pripojovacieho kábla. Takéto situácie zároveň môžu prispieť k rozvoju praktických zručností žiakov, keďže ich vedú k diagnostike a riešeniu jednoduchých technických chýb.

Najmenej častým problémom bolo **použitie chybných alebo vybitých batérií**, ktoré uviedlo **2,63 % (2 respondenti)**. Tento faktor poukazuje na význam správnej údržby napájania pri práci s externými komponentmi a zároveň na potrebu dôslednej prípravy pracoviska pred samotnou realizáciou experimentu.

Na záver možno uviesť, že žiaci v prevažnej väčšine potvrdili bezproblémovú prácu s BBC micro:bitom. Vysoká miera technickej bezchybnosti (takmer 91 %) je dôkazom vhodnosti

tohto zariadenia ako edukačného prostriedku pre implementáciu digitálnych technológií do technickej a informatickej výchovy na základných školách.

Položka: Programovanie osvetlenia terária bolo pre mňa zrozumiteľné



Obrázok 61 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že programovanie osvetlenia terária bolo pre mňa zrozumiteľné.

Na túto položku odpovedalo celkovo **76 respondentov**, ktorí hodnotili, ako vnímali zrozumiteľnosť úlohy zameranej na programovanie osvetlenia v projekte využívajúcom mikrokontrolér **BBC micro:bit**. Cieľom úlohy bolo pochopiť princípy riadenia zariadení, pričom žiaci programovali systém zapínania a vypínania svetelného zdroja podľa zvolených podmienok.

Výsledky ukazujú mimoriadne pozitívne hodnotenie tejto aktivity. **63,16 % (48 respondentov)** odpovedalo, že s výrokom „úplne súhlasím“, a ďalších **34,21 % (26 respondentov)** zvolilo odpoveď „skôr súhlasím“. Spolu teda až **97,37 % (74 respondentov)** uviedlo, že programovanie osvetlenia bolo pre nich pochopiteľné a zvládnuteľné. Tento jednoznačný výsledok potvrdzuje, že zvolená úloha bola didakticky primeraná, prehľadne vysvetlená a technicky prístupná pre všetkých účastníkov.

Len **2,63 % (2 respondenti)** zaujali **neutrálny postoj**, čo môže znamenať, že sa síce zapojili do aktivity, no nepociťovali výrazný osobný prínos, alebo pracovali v tíme, kde programovanie realizoval iný člen skupiny. Negatívne odpovede sa nevyskytli vôbec, čo je dôležitým indikátorom vysokej zrozumiteľnosti a úspešnosti úlohy.

Záverom možno konštatovať, že úloha programovania osvetlenia terária bola žiakmi prijatá veľmi pozitívne. Takmer všetci respondenti ju považovali za zrozumiteľnú.

Položka: Zadaná úloha so spustením ohrievača pri poklese teploty bola praktická



Obrázok 62 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že zadaná úloha so spustením ohrievača pri poklese teploty bola praktická.

Na položku „Zadaná úloha so spustením ohrievača pri poklese teploty bola praktická“ odpovedalo **76 respondentov**, ktorí hodnotili využiteľnosť a prínos úlohy v rámci projektu s mikrokontrolérom **BBC micro:bit**. Úloha bola koncipovaná ako experiment, v ktorom žiaci programovali automatické zapínanie ohrievača pri poklese teploty pod stanovenú hranicu. Cieľom bolo pochopiť princíp **automatického riadenia založeného na spätnej väzbe** a jeho praktické aplikácie v prostredí terária alebo akvária.

Z výsledkov vyplýva, že úloha bola žiakmi vnímaná ako mimoriadne praktická a zmysluplná. Väčšina respondentov, konkrétne **65,79 % (50 respondentov)**, s výrokom **úplne súhlasila**, zatiaľ čo **30,26 % (23 respondentov)** uviedlo, že **skôr súhlasí**. Spolu tak až **96,05 % (73 respondentov)** hodnotilo úlohu pozitívne. Tento výsledok potvrdzuje, že žiaci dokázali pochopiť reálny význam úlohy a videli jej priamu aplikovateľnosť v praxi, napríklad pri regulácii teploty v automatizovaných systémoch.

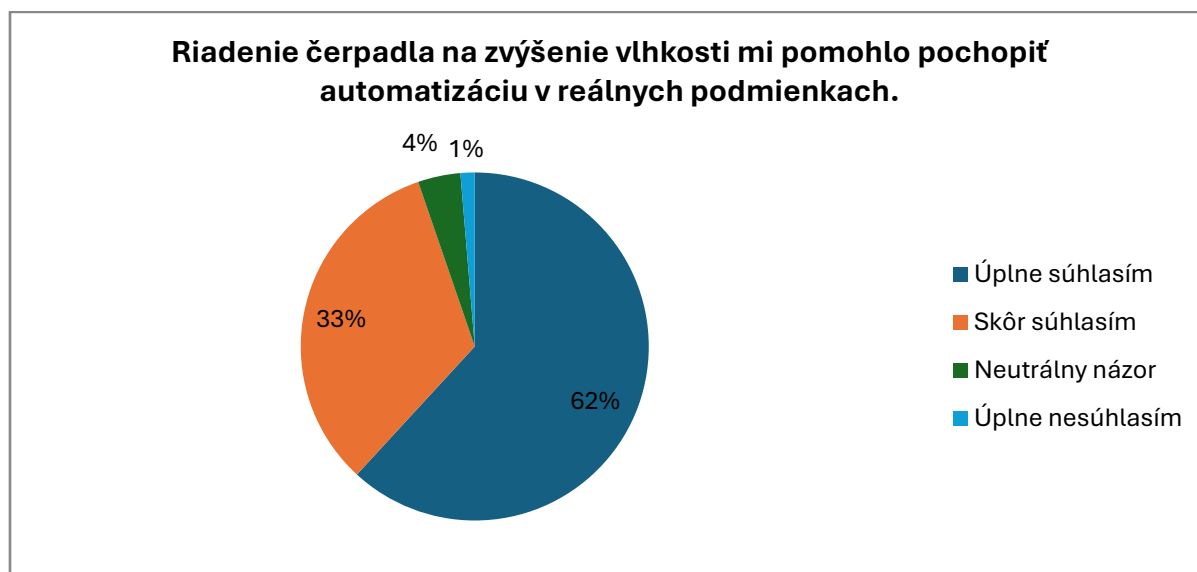
Neutrálny postoj zaujali len **2,63 % (2 respondenti)** a nesúhlasný **1,32 % (1 respondent)**, čo predstavuje zanedbateľnú časť vzorky. Tieto ojedinelé odpovede môžu súvisieť s individuálnymi ťažkosťami.

Z hľadiska pedagogického prínosu má táto úloha výraznú edukačnú hodnotu. Vďaka nej žiaci pochopili základný princíp automatického riadenia – systém reaguje na zmenu vonkajších podmienok (pokles teploty) vykonaním konkrétneho zásahu (aktivácia ohrievača). Tento proces umožňuje prepojiť teoretické vedomosti z fyziky a informatiky s praktickým uplatnením v oblasti techniky a inžinierstva. Zároveň úloha prispela k rozvoju logického a algoritmického myslenia. Žiaci museli premyslieť podmienky, pri ktorých sa

má ohrievač aktivovať, a správne zapísať logickú štruktúru programu v prostredí MakeCode.

Záverom možno konštatovať, že úloha so spustením ohrievača pri poklese teploty bola didakticky veľmi úspešná. Výsledky ukazujú, že takmer všetci žiaci ju vnímali ako praktickú.

Položka: Riadenie čerpadla na zvýšenie vlhkosti mi pomohlo pochopiť automatizáciu v reálnych podmienkach



Obrázok 63 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riadenie čerpadla na zvýšenie vlhkosti mi pomohlo pochopiť automatizáciu v reálnych podmienkach.

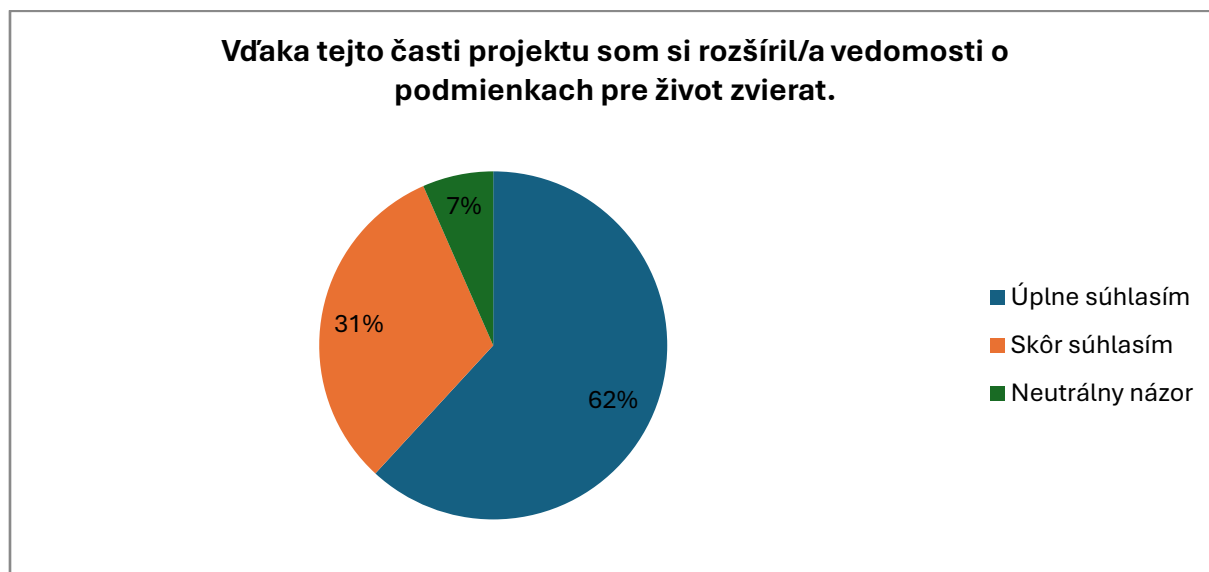
Na túto položku odpovedalo **76 respondentov**, ktorí hodnotili prínos úlohy zameranej na **riadenie čerpadla pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit**. Cieľom aktivity bolo simulovať automatické udržiavanie vlhkosti prostredia, pričom žiaci naprogramovali zariadenie tak, aby na základe údajov zo senzora aktivovalo alebo deaktivovalo čerpadlo. Úloha mala prakticky demonštrovať princíp automatizovaného riadenia a jeho aplikáciu v prostredí technickej praxe.

Výsledky dotazníka potvrdzujú vysokú mieru porozumenia a pozitívneho hodnotenia zo strany žiakov. Najväčšia časť respondentov, **61,84 % (47 respondentov)**, uviedla odpoveď „**úplne súhlasím**“, zatiaľ čo **32,89 % (25 respondentov)** zvolilo odpoveď „**skôr súhlasím**“. Spolu teda až **94,73 % (72 respondentov)** potvrdilo, že vďaka tejto aktivite lepšie pochopili princípy automatizácie v reálnych technických systémoch.

Neutrálny postoj zaujali len **3,95 % (3 respondenti)**, zatiaľ čo **1,32 % (1 respondent)** odpovedal „**úplne nesúhlasím**“, čo predstavuje zanedbateľný podiel. Tento výnimočne pozitívny výsledok naznačuje, že žiaci vnímali úlohu ako zrozumiteľnú, praktickú a priamo prepojenú s realitou.

Nakoniec možno konštatovať, že úloha s riadením čerpadla predstavuje úspešný didaktický nástroj na pochopenie princípov automatizácie a regulačných procesov. Takmer všetci žiaci potvrdili, že im pomohla pochopiť, ako sa dá prostredníctvom jednoduchého mikrokontroléra BBC micro:bit riadiť fyzikálny proces v reálnom čase. Aktivita tak efektívne spája informatické, technické a fyzikálne poznatky do uceleného, interdisciplinárneho pohľadu, ktorý rozvíja digitálne aj analytické kompetencie žiakov.

Položka: Vďaka tejto časti projektu som si rozšíril/a vedomosti o podmienkach pre život zvierat



Obrázok 64 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka tejto časti projektu som si rozšíril/a vedomosti o podmienkach pre život zvierat.

Na túto položku odpovedalo **76 respondentov**, ktorí hodnotili, či im práca na projekte s mikrokontrolérom **BBC micro:bit** prispela k lepšiemu pochopeniu podmienok potrebných pre život zvierat v teráriu. Úloha bola súčasťou interdisciplinárneho projektu, ktorý spájal technické vzdelávanie s environmentálnymi a biologickými aspektmi, pričom žiaci sledovali a regulovali teplotu, vlhkosť a osvetlenie v prostredí modelového terária.

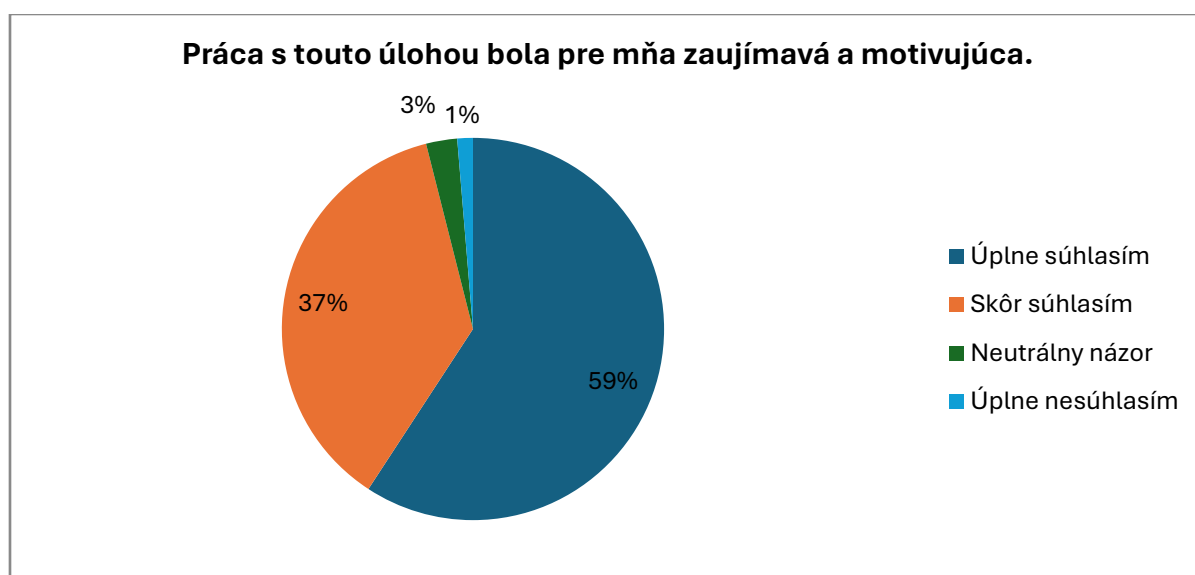
Výsledky ukazujú jednoznačne pozitívne hodnotenie zo strany respondentov. **61,84 % (47 respondentov)** uviedlo, že s výrokom „úplne súhlasím“, a ďalších **31,58 % (24 respondentov)** označilo odpoveď „skôr súhlasím“. Spolu teda až **93,42 % (71 respondentov)** potvrdilo, že vďaka tejto aktivite si rozšírili poznatky o faktoroch ovplyvňujúcich život zvierat. Tento výsledok naznačuje, že projekt efektívne prepojil teoretické poznatky z biológie a ekológie s praktickou činnosťou a experimentovaním.

Neutrálny postoj zaujalo **6,58 % (5 respondentov)**, čo môže naznačovať, že pre časť žiakov bola úloha viac technicky než biologicky orientovaná, alebo že už mali predchádzajúce vedomosti o podmienkach pre život živočíchov. Negatívne odpovede sa v súbore nevyskytli, čo potvrdzuje celkovo pozitívny prínos tejto časti projektu.

Z hľadiska didaktického prínosu možno túto aktivitu hodnotiť ako vysoko interdisciplinárnu. Žiaci si prostredníctvom práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit osvojili nielen základné princípy merania a regulácie, ale aj poznatky o ekologických a biologických procesoch. Uvedomili si význam optimálnej teploty, vlhkosti a svetla pre život organizmov a pochopili, že tieto parametre sú navzájom prepojené a ovplyvňujú životné podmienky v uzavretom systéme.

Celkovo možno konštatovať, že táto časť projektu naplnila nielen technicko-informatické, ale aj environmentálne ciele vzdelávania. Žiaci v nej spoznali praktické využitie digitálnych technológií v oblasti starostlivosti o zvieratá a pochopili význam regulácie prostredia pre udržanie rovnováhy živých systémov.

Položka: Práca s touto úlohou bola pre mňa zaujímavá a motivujúca



Obrázok 65 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca s touto úlohou bola pre mňa zaujímavá a motivujúca.

Na položku, či bola práca s danou úlohou pre žiakov zaujímavá a motivujúca, odpovedalo **76 respondentov**. Táto otázka sledovala emocionálnu a motivačnú stránku učenia – teda, do akej miery dokázal projekt podnietiť záujem žiakov o techniku, programovanie a experimentovanie.

Väčšina respondentov, **59,21 % (45 respondentov)**, označila odpoveď „**úplne súhlasím**“, zatiaľ čo ďalších **36,84 % (28 respondentov)** uviedlo, že „**skôr súhlasím**“. Spolu tak až **96,05 % (73 respondentov)** hodnotilo úlohu ako zaujímavú a motivujúcu. Tento výsledok potvrdzuje, že prakticky všetci žiaci vnímali úlohu pozitívne, pričom úloha pre nich predstavovala atraktívnu formu učenia.

Neutrálny postoj vyjadrili **2,63 % (2 respondenti)** a len **1,32 % (1 respondent)** s výrokem nesúhlasil. Takéto nízke percento nesúhlasných odpovedí je štatisticky bezvýznamné.

Z pedagogického pohľadu sú tieto výsledky významné, pretože potvrdzujú, že praktické a experimentálne formy výučby s využitím BBC micro:bitu majú vysoký motivačný

potenciál. Žiaci reagovali pozitívne na kombináciu manuálnej činnosti, programovania a okamžite viditeľného výsledku svojej práce – napríklad zapnutie svetla, spustenie ohrievača alebo čerpadla.

Motivačný aspekt tejto aktivity spočíva aj v tom, že úloha mala zmysluplný kontext – simuláciu riadenia prostredia pre živé organizmy. To umožnilo žiakom pochopiť, že technológie môžu byť využité nielen v priemysle, ale aj v ekologických či biologických oblastiach. Takéto prepojenie prispieva k rozvoju interdisciplinárneho myslenia a podporuje vnímanie techniky ako prostriedku riešenia reálnych problémov.

Na záver možno konštatovať, že väčšina respondentov považovala prácu s úlohou za zaujímavú a inšpiratívnu.

4.5.4.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Automatizované terárium pre afrického slimáka“

Projekt overoval časovú náročnosť, formy spolupráce, technickú bezproblémovosť a vzdelávací prínos úloh (osvetlenie, ohrievač, čerpadlo/vlhkosť), realizovaných na BBC micro:bit v podmienkach ZŠ.

Kľúčové zistenia

1) Čas dokončenia – „Ako dlho trvalo dokončenie projektu?“

- **60 min:** 35,53 % (27)
- **90 min:** 26,32 % (20)
- **45 min:** 18,42 % (14)
- **120 min:** 17,11 % (13)
- **>120 min:** 2,63 % (2)

Interpretácia: Do **90 min** dokončilo **61,85 % (47)**; do **120 min** až **97,37 % (74)**. Úloha je teda zvládnuteľná v 1–2 vyučovacích blokoch s krátkou rezervou na testovanie/reflexiu.

2) Spôsob spolupráce – „Kto všetko sa podieľal na projekte?“

- **Tím – všetko spoločne:** 46,05 % (35)
- **Väčšinu sám/sama, občas konzultácia:** 19,74 % (15)
- **Tím – rozdelené úlohy:** 13,16 % (10)
- **Úplne sám/sama:** 11,84 % (9)
- **Tím, no väčšinu sám/sama:** 9,21 % (7)

Interpretácia: Prevláda kolektívne riešenie (**59,21 % – 45** v dvoch najčastejších tímových formách; celkovo tímové formy **68,42 % – 52**), no významná časť žiakov pracuje aj samostatne (**31,58 % – 24**).

3) Technická spoľahlivosť – „Aké problémy si pri práci s micro:bit riešil/a?“

- **Žiadne problémy:** 90,79 % (69)
- **Zlý USB kábel:** 6,58 % (5)
- **Chybné/vybité batérie:** 2,63 % (2)

Interpretácia: Priebeh bol stabilný; incidenty boli okrajové a ľahko odstrániteľné (kábel, batérie).

Vzdelávací prínos (Likert položky)

1. **Programovanie osvetlenia terária bolo pre mňa zrozumiteľné.**
Pozitívne (Ú/S): 97,37 % (74) · Neutrál: 2,63 % (2) · Negatívne: 0 % (0)
2. **Zadaná úloha so spustením ohrievača pri poklese teploty bola praktická.**
Pozitívne: 96,05 % (73) · Neutrál: 2,63 % (2) · Negatívne: 1,32 % (1)
3. **Riadenie čerpadla na zvýšenie vlhkosti mi pomohlo pochopiť automatizáciu v reálnych podmienkach.**
Pozitívne: 94,73 % (72) · Neutrál: 3,95 % (3) · Negatívne: 1,32 % (1)
4. **Vďaka tejto časti projektu som si rozšíril/a vedomosti o podmienkach pre život zvierat.**
Pozitívne: 93,42 % (71) · Neutrál: 6,58 % (5) · Negatívne: 0 % (0)
5. **Práca s touto úlohou bola pre mňa zaujímavá a motivujúca.**
Pozitívne: 96,05 % (73) · Neutrál: 2,63 % (2) · Negatívne: 1,32 % (1)

Súhrn naprieč položkami (5 × 76 = 380 odpovedí):
Pozitívne: 95,53 % (363) · Neutrál: 3,68 % (14) · Negatívne: 0,79 % (3)

Interpretácia: Úlohy boli veľmi zrozumiteľné a praktické, s jasným transferom na automatizáciu, reguláciu (ohrievač/čerpadlo) a biologický kontext (podmienky života). Zreteľný je aj motivačný účinok.

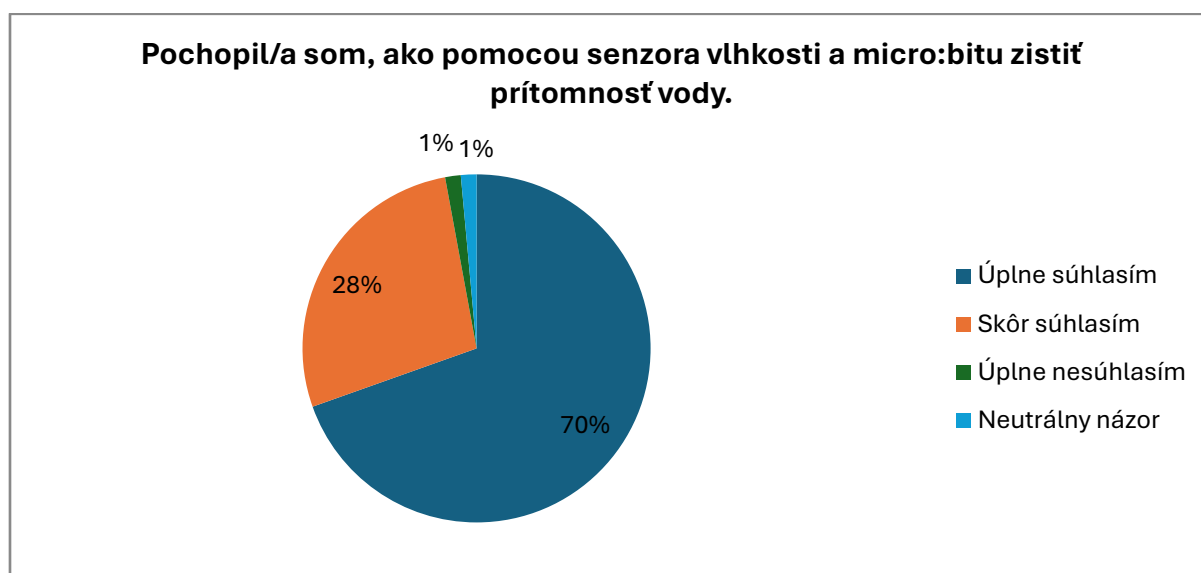
Záver

„Automatizované terárium pre afrického slimáka“ je časovo primeraný, technicky spoľahlivý a didakticky vysoko prínosný projekt. Väčšina žiakov ho dokončí do **90 min (61,85 % – 47)**, tímová spolupráca je dominantná (**68,42 % – 52**), technické problémy sú minimálne (**90,79 % – 69** bez problémov) a vzdelávací efekt je výrazný (celkovo **95,53 % – 363** pozitívnych reakcií): žiaci lepšie chápu automatizáciu/reguláciu, prácu so senzormi aj biologické podmienky života – a aktivita ich zaujíma a motivuje.

4.5.5 Čistička vody

Táto podkapitola stručne načrtáva, čo sa bude empiricky overovať na vzorke 69 respondentov pri projekte s BBC micro:bitom. Zameriavame sa na: (1) porozumenie detekcii vody pomocou senzora vlhkosti, (2) zrozumiteľnosť a atraktivitu návrhu automatického prečerpávania vody (od logiky až po schému zapojenia), (3) zrozumiteľnosť programovania riadiaceho algoritmu (podmienky, spätná väzba, bezpečné spínanie), (4) pochopenie princípov automatizácie cez použitie relé a ovládanie akčného člena (čerpadla), (5) environmentálny prínos – prehĺbenie poznatkov o kolobehu vody a ekologickom hospodárení s vodou, a (6) vnímanie úlohy technológií pri riešení environmentálnych problémov. Cieľom je teda overiť kognitívne porozumenie, procedurálne zručnosti aj hodnotové postoje v jednom integrovanom STEM kontexte.

Položka: Pochopil/a som, ako pomocou senzora vlhkosti a BBC micro:bitu zistiť prítomnosť vody



Obrázok 66 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že pochopil/a som, ako pomocou senzora vlhkosti a micro:bitu zistiť prítomnosť vody.

Na položku, či žiaci pochopili princíp zisťovania prítomnosti vody pomocou senzora vlhkosti a mikrokontroléra BBC micro:bit, odpovedalo **69 respondentov**. Táto otázka sledovala, do akej miery žiaci porozumeli prepojeniu medzi fyzikálnym meraním vlhkosti, elektronickým senzorom a programovým spracovaním údajov v mikrokontroléri.

Výsledky preukázali veľmi vysokú mieru porozumenia. Najväčšia časť respondentov, **69,57 % (48 respondentov)**, označila odpoveď „úplne súhlasím“, a ďalších **27,54 % (19 respondentov)** zvolilo možnosť „skôr súhlasím“. Spolu tak až **97,11 % (67 respondentov)** uviedlo, že pochopilo ako pomocou senzora vlhkosti a micro:bitu zistiť prítomnosť vody.

Len **1,45 % (1 respondent)** zaujalo **neutrálny postoj** a rovnaké percento – **1,45 % (1 respondent)** – vyjadrilo **úplný nesúhlas**, čo predstavuje minimálny podiel vzorky. Tieto ojedinelé odpovede môžu súvisieť s technickými problémami.

Z hľadiska didaktického prínosu možno túto úlohu považovať za jednu z kľúčových v rámci celého projektu. Žiaci sa prostredníctvom nej oboznámili s princípom elektrickej vodivosti pôdy a vody, ktorý je základom činnosti senzora vlhkosti. Zároveň pochopili, ako možno získané hodnoty preniesť do mikrokontroléra a spracovať ich v logickej podobe – napríklad nastaviť program tak, aby zariadenie reagovalo na určitú úroveň vlhkosti aktiváciou čerpadla.

Záverom možno konštatovať, že väčšina žiakov jednoznačne pochopila princíp fungovania senzora vlhkosti a jeho prepojenie s BBC micro:bitom. Úloha naplnila svoj edukačný cieľ – ukázať, ako možno prostredníctvom jednoduchého senzora a mikrokontroléra merať a vyhodnocovať dáta z reálneho prostredia.

Položka: Navrhovanie automatického prečerpávania vody bolo pre mňa zaujímavé a zrozumiteľné



Obrázok 67 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že navrhovanie automatického prečerpávania vody bolo pre mňa zaujímavé a zrozumiteľné.

Na položku „Navrhovanie automatického prečerpávania vody bolo pre mňa zaujímavé a zrozumiteľné“ odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili na realizácii projektu s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Cieľom tejto úlohy bolo navrhnuť a naprogramovať systém, ktorý dokáže automaticky prečerpávať vodu na základe signálu zo senzora vlhkosti pri prítomnosti vody. Úloha mala žiakom priblížiť základné princípy automatizácie, riadenia procesov a praktickej aplikácie programovania v technických systémoch.

Z výsledkov vyplýva veľmi vysoká miera porozumenia a pozitívneho hodnotenia. **71,01 % (49 respondentov)** uviedlo, že s výrokom **úplne súhlasí**, a **26,09 % (18 respondentov)**

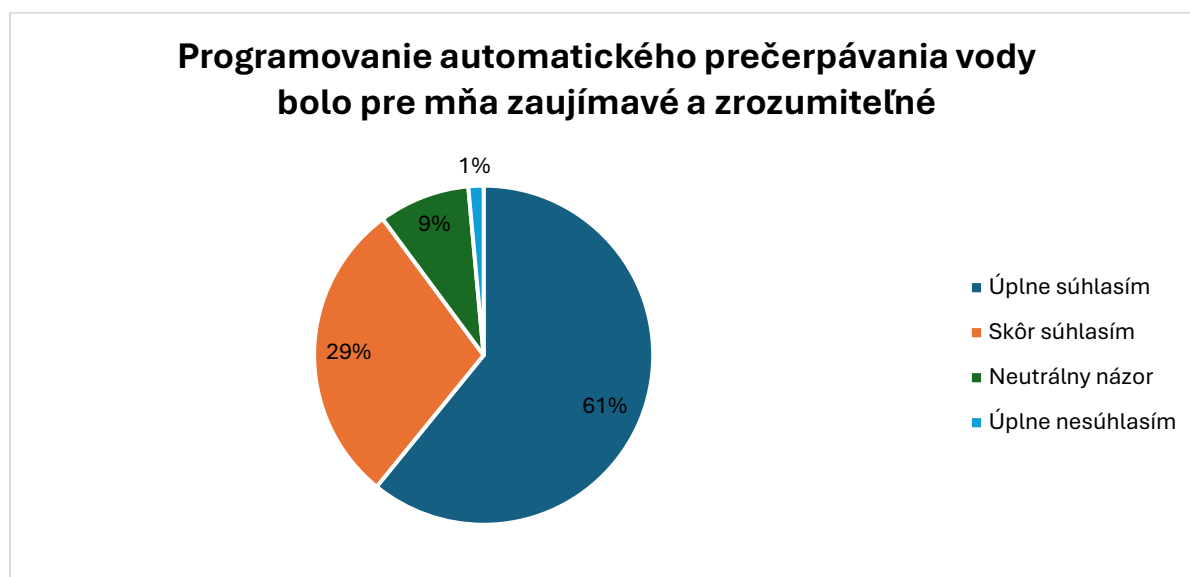
zvolilo odpoveď „**skôr súhlasím**“. Spolu teda až **97,1 % (67 respondentov)** potvrdilo, že úloha bola pre nich zrozumiteľná a zaujímavá.

Iba **1,45 % (1 respondent)** zaujalo **neutrálny postoj** a rovnaký podiel – **1,45 % (1 respondent)** – vyjadril **úplný nesúhlas**. Tieto hodnoty sú zanedbateľné a svedčia o vysokej miere úspechu úlohy.

Žiaci sa prostredníctvom tohto projektu naučili, že automatické prečerpávanie vody je možné realizovať jednoduchými prostriedkami – kombináciou senzora, logického algoritmu a akčného člena (čerpadla). Pochopili, že princíp automatizácie nie je abstraktný, ale predstavuje konkrétny proces riadenia založený na spätnej väzbe, kde mikrokontrolér reaguje na zmenu podmienok v prostredí.

Záverom možno konštatovať, že aktivita zameraná na návrh automatického prečerpávania vody bola žiakmi vysoko pozitívne hodnotená. Takmer všetci respondenti potvrdili, že bola pre nich zrozumiteľná a zaujímavá.

Položka: Programovanie automatického prečerpávania vody bolo pre mňa zaujímavé a zrozumiteľné



Obrázok 68 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že programovanie automatického prečerpávania vody bolo pre mňa zaujímavé a zrozumiteľné.

Cieľom tejto otázky bolo zistiť, ako žiaci vnímali proces programovania systému automatického prečerpávania vody pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit. Úloha nadväzovala na predchádzajúce aktivity zamerané na meranie vlhkosti a zapájanie senzorov, pričom žiaci mali za úlohu vytvoriť jednoduchý algoritmus, ktorý automaticky aktivuje čerpadlo pri dosiahnutí určitej hodnoty vlhkosti alebo pri zistení prítomnosti vody. Na položku odpovedalo **69 respondentov**.

Z výsledkov vyplýva, že väčšina žiakov považovala túto úlohu za zrozumiteľnú a zaujímavú. **60,87 % (42 respondentov)** uviedlo, že s výrokom **úplne súhlasí**, a ďalších **28,99 % (20**

respondentov) zvolilo odpoveď „skôr súhlasím“. Spolu tak **89,86 % (62 respondentov)** hodnotí túto aktivitu pozitívne. Tento výsledok svedčí o vysokej miere porozumenia programovej logike, ktorá bola v úlohe aplikovaná, a o schopnosti žiakov prepájať teoretické vedomosti s praktickou implementáciou.

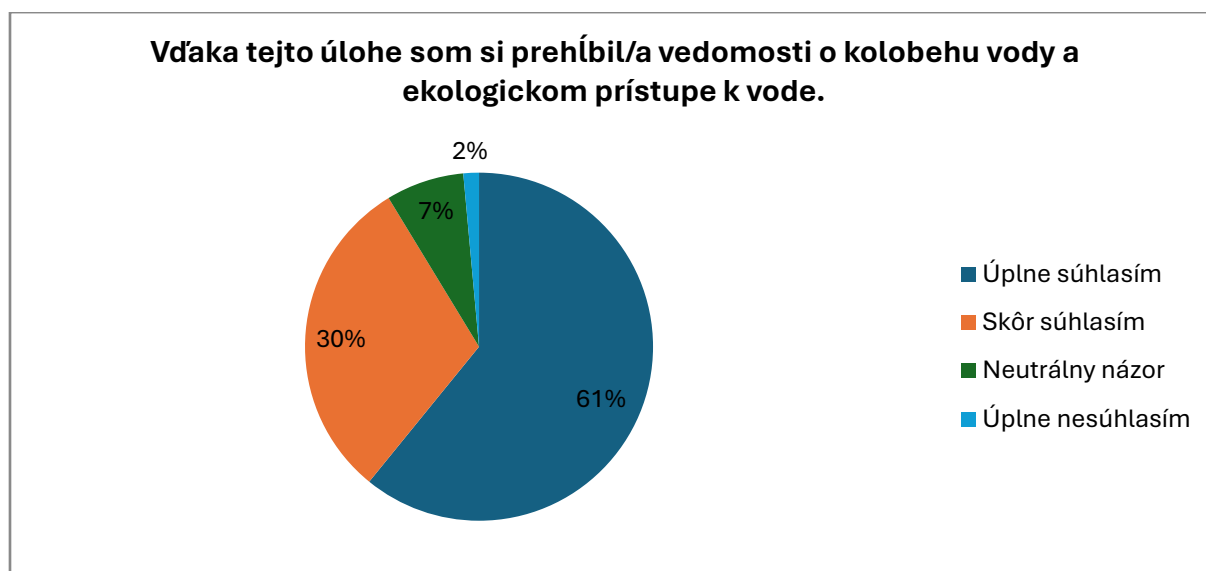
Neutrálny názor vyjadrilo **8,7 % (6 respondentov)**, čo môže naznačovať, že niektorí žiaci vnímali aktivitu ako náročnejšiu na pochopenie algoritmickej štruktúry alebo mali obmedzené skúsenosti s logickými podmienkami. Len **1,45 % (1 respondent)** označil odpoveď „úplne nesúhlasím“, čo predstavuje zanedbateľný podiel a potvrdzuje vysokú kvalitu didaktického spracovania úlohy.

Úloha im poskytla reálnu skúsenosť s tvorbou algoritmu, ktorý reaguje na zmeny prostredia a ovláda akčný prvok – v tomto prípade čerpadlo.

Úloha bola tiež atraktívna z hľadiska praktickej vizualizácie výsledkov. Žiaci mohli okamžite vidieť, že ich program funguje – pri určitej hodnote vlhkosti sa čerpadlo zaplo alebo vyplo. Takáto priama spätná väzba zvyšuje motiváciu a podporuje lepšie pochopenie fungovania mikrokontrolérov v kontexte inteligentných systémov.

Záverom možno konštatovať, že programovanie automatického prečerpávania vody bolo pre žiakov veľmi zaujímavé a zrozumiteľné.

Položka: Vďaka tejto úlohe som si prehĺbil/a vedomosti o kolobehu vody a ekologickom prístupe k vode



Obrázok 69 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka tejto úlohe som si prehĺbil/a vedomosti o kolobehu vody a ekologickom prístupe k vode.

Na položku zameranú na environmentálny a ekologický rozmer projektu odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zapojili do aktivity s mikrokontrolérom BBC micro:bit zameranej na automatické prečerpávanie a čistenie vody. Účelom tejto otázky bolo zistiť, do akej miery žiaci vnímali prepojenie medzi technickým riešením úlohy a environmentálnou

problematikou – teda, či dokázali pochopiť ekologický význam efektívneho hospodárenia s vodou a princípy kolobehu vody v prírode.

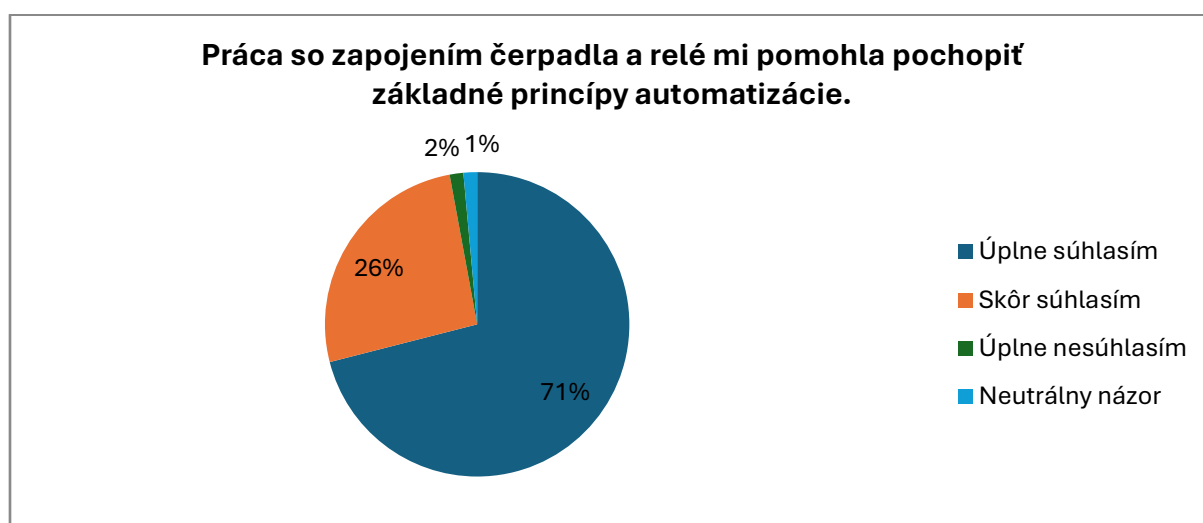
Výsledky ukazujú veľmi pozitívne vnímanie úlohy z hľadiska jej **ekologicko-vzdelávacieho prínosu**. Väčšina respondentov, **60,87 % (42 respondentov)**, odpovedala, že s výrokom **úplne súhlasí**, a ďalších **30,43 % (21 respondentov)** označilo možnosť „**skôr súhlasím**“. Spolu tak **91,3 % (63 respondentov)** potvrdilo, že aktivita prispela k prehĺbeniu ich poznatkov o kolobehu vody a ekologickom prístupe k využívaniu vodných zdrojov.

Menší podiel žiakov, **7,25 % (5 respondentov)**, sa priklonil k **neutrálnej odpovedi**, čo môže naznačovať, že títo žiaci vnímali aktivitu skôr technicky ako ekologicky. Len **1,45 % (1 respondent)** vyjadrilo **úplný nesúhlas**, čo predstavuje zanedbateľnú časť vzorky a môže súvisieť s individuálnou interpretáciou otázky alebo s menším pochopením environmentálneho kontextu úlohy.

Aktivita úspešne prepojila technické vzdelávanie s environmentálnou výchovou. Žiaci si prostredníctvom experimentálneho riešenia úlohy osvojili nielen základné princípy automatizácie a programovania, ale zároveň pochopili význam zodpovedného nakladania s vodou ako neobnoviteľným zdrojom. V praxi pozorovali, ako sa voda v systéme filtruje či vracia do obehu, čím sa posilnil ich záujem o ekologické aspekty technických riešení.

Záverom možno konštatovať, že aktivita naplnila svoj cieľ nielen po technickej, ale aj environmentálno-výchovnej stránke. Žiaci dokázali vnímať prepojenie medzi kolobehom vody, ekologickým myslením a modernými technológiami. Takýto prístup podporuje udržateľné vzdelávanie, v ktorom sa technológie stávajú prostriedkom na pochopenie a ochranu prírodných procesov.

Položka: Práca so zapojením čerpadla a relé mi pomohla pochopiť základné princípy automatizácie



Obrázok 70 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že práca so zapojením čerpadla a relé mi pomohla pochopiť základné princípy automatizácie.

Na položku zameranú na pochopenie základných princípov automatizácie prostredníctvom práce so zapojením čerpadla a relé odpovedalo **69 respondentov**, ktorí riešili praktickú úlohu s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Účelom aktivity bolo, aby žiaci porozumeli, ako sa dá pomocou jednoduchého riadiaceho systému ovládať elektrické zariadenie – v tomto prípade čerpadlo – prostredníctvom relé ako spínacieho prvku.

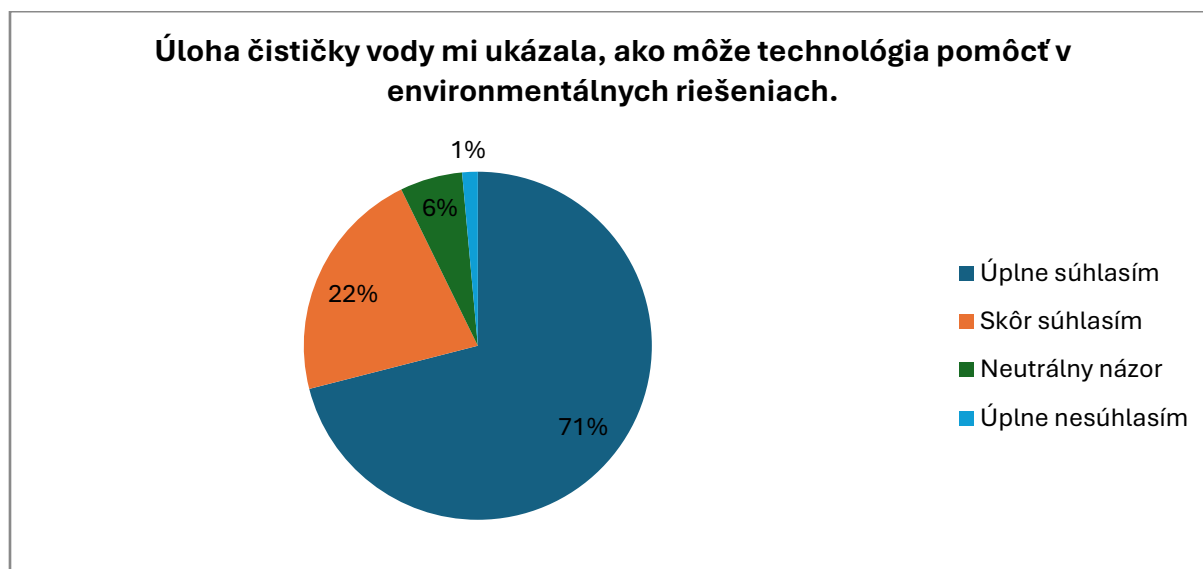
Z výsledkov vyplýva, že úloha bola didakticky veľmi úspešná a z hľadiska pochopenia automatizačných princípov jednoznačne efektívna. **71,01 % (49 respondentov)** uviedlo odpoveď „úplne súhlasím“ a ďalších **26,09 % (18 respondentov)** označilo možnosť „skôr súhlasím“. Spolu tak **97,1 % (67 respondentov)** potvrdilo, že práca s čerpadlom a relé im pomohla pochopiť fungovanie automatizovaných systémov.

Len **1,45 % (1 respondent)** vyjadrilo **neutrálny názor** a rovnaký podiel – **1,45 % (1 respondent)** – zvolil odpoveď „úplne nesúhlasím“, čo predstavuje zanedbateľný počet a naznačuje vysokú mieru úspešnosti z hľadiska porozumenia aj praktickej realizácie.

Aktivita umožnila žiakom pochopiť úlohu relé ako spojovacieho článku medzi mikrokontrolérom a zariadením pracujúcim s vyšším napätím. Zistili, že BBC micro:bit nedokáže priamo spínať zariadenia ako čerpadlo, preto je potrebné použiť relé, ktoré slúži ako bezpečný a spoľahlivý prvok pre prenos riadiaceho signálu. Tento poznatok je kľúčový pre pochopenie základov elektronického riadenia a automatizácie v praxi.

Na záver možno konštatovať, že väčšina respondentov si prostredníctvom práce so zapojením čerpadla a relé osvojila základné princípy automatizácie, pochopila význam relé v riadiacom systéme a dokázala prepájať technické a programátorské myslenie.

Položka: Úloha čističky vody mi ukázala, ako môže technológia pomôcť v environmentálnych riešeniach



Obrázok 71 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že úloha čističky vody mi ukázala, ako môže technológia pomôcť v environmentálnych riešeniach.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí pracovali na projekte zameranom na modelovanie čističky vody pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit. Cieľom úlohy bolo ukázať, ako možno prostredníctvom jednoduchého technického systému simulovať princíp čistenia vody a zároveň viesť žiakov k pochopeniu širších environmentálnych súvislostí – teda, ako technológie prispievajú k riešeniu ekologických problémov.

Výsledky potvrdzujú, že väčšina respondentov vnímala túto aktivitu ako významnú z hľadiska rozvoja ekologického uvedomenia. **71,01 % (49 respondentov)** uviedlo odpoveď „úplne súhlasím“ a **21,74 % (15 respondentov)** označilo možnosť „skôr súhlasím“, čo znamená, že až **92,75 % (64 respondentov)** považovalo úlohu za prínosnú. Tento vysoký podiel svedčí o tom, že projekt dokázal úspešne prepojiť technické vzdelávanie s environmentálnou problematikou a motivovať žiakov k uvažovaniu o praktických využitíach technológií v oblasti ekológie.

Neutrálny názor vyjadrilo **5,8 % (4 respondenti)**, zatiaľ čo len **1,45 % (1 respondent)** s výrokom **úplne nesúhlasilo**. Tento výsledok naznačuje, že prevažná väčšina žiakov si uvedomila význam technických riešení v oblasti udržateľnosti a len minimálna časť skupiny ostala indiferentná alebo mala s pochopením témy ťažkosti.

Väčšina respondentov si prostredníctvom úlohy uvedomila, že technológie ako BBC micro:bit môžu zohrávať dôležitú úlohu v riešení environmentálnych výziev.

4.5.5.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Čistička vody“

Aktivita „Čistička vody“ modeluje základné prvky environmentálneho systému s využitím BBC micro:bitu, senzora vlhkosti a čerpadla ovládaného cez relé. Žiaci merajú prítomnosť vody (resp. vlhkosti), navrhujú prahovú logiku zapínania/ vypínania čerpadla, programujú automatické prečerpávanie a reflektujú environmentálne súvislosti (základy kolobehu vody, význam monitorovania a úsporného hospodárenia s vodou). Úloha prepája informatiku/programovanie, elektrotechniku (obvody, spínanie relé), fyziku (vodivosť, meranie) a environmentálnu výchovu do jedného uceleného STEM celku.

Kľúčové zistenia (percento a počet)

1. **Pochopenie detekcie vody senzorom vlhkosti** – pozitívne **97,11 % (67)**; neutrálne **1,45 % (1)**; nesúhlas **1,45 % (1)**.
2. **Návrh automatického prečerpávania vody – zrozumiteľnosť a zaujímavosť** – pozitívne **97,10 % (67)**; neutrálne **1,45 % (1)**; nesúhlas **1,45 % (1)**.
3. **Programovanie automatického prečerpávania vody – zrozumiteľnosť a zaujímavosť** – pozitívne **89,86 % (62)**; neutrálne **8,70 % (6)**; nesúhlas **1,45 % (1)**.
4. **Prehĺbenie vedomostí o kolobehu vody a ekologickom prístupe** – pozitívne **91,30 % (63)**; neutrálne **7,25 % (5)**; nesúhlas **1,45 % (1)**.
5. **Pochopenie princípov automatizácie (čerpadlo + relé)** – pozitívne **97,10 % (67)**; neutrálne **1,45 % (1)**; nesúhlas **1,45 % (1)**.
6. **Vnímanie technológií ako súčasti environmentálnych riešení** – pozitívne **92,75 % (64)**; neutrálne **5,80 % (4)**; nesúhlas **1,45 % (1)**.

Súhrn naprieč 6 položkami (6 × 69 = 414 odpovedí):

- **Pozitívne (Ú/S súhlas): 94,20 % (390)**
- **Neutrálne: 4,35 % (18)**
- **Negatívne (Skôr/Úplne nesúhlas): 1,45 % (6)**

Interpretácia

- Úlohy s vlhkostným senzorom, čerpadlom a relé veľmi účinne sprostredkujú základy merania, prahovej logiky a akčného zásahu; žiaci rozumejú, prečo a kedy systém „koná“.
- Programovanie je vnímané vysoko priaznivo; mierne nižší podiel úplného súhlasu pri programovaní (bod 3) naznačuje, že explicitné vysvetlenie podmienok, hysterezie a kalibrácie môže ešte zlepšiť istotu žiakov.
- Ekologická dimenzia (kolobeh vody, udržateľnosť) je pre väčšinu zjavne a motivujúca, čo podporuje medzipredmetové prepojenie (prírodoveda – technika – informatika).

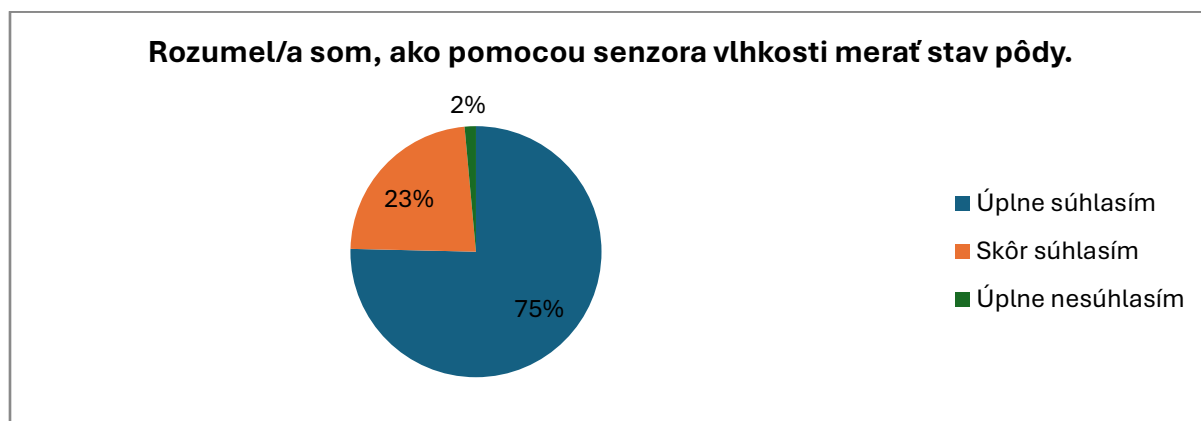
Záver

Sekcia „Čistička vody“ prináša mimoriadne silný edukatívny efekt: žiaci si osvojujú meranie, logické riadenie a automatizáciu a zároveň chápu environmentálny význam technických riešení. S takmer 94 % pozitívnymi hodnoteniami naprieč položkami ide o vysoko účinný formát STEM aktivity.

4.5.6 Uhorkomat

V tejto podkapitole na vzorke 69 respondentov overujeme edukačné prínosy projektu Uhorkomat (automatizované zavlažovanie s BBC micro:bitom). Budeme zisťovať (1) porozumenie meraniu vlhkosti pôdy a prahovaniu signálu, (2) schopnosť navrhnuť a zostaviť reťazec senzor → logika → akčný prvok (čerpadlo/relé), (3) miera interdisciplinarity medzi biológiou, technikou a programovaním, (4) získanie „smart“ zručností, (5) environmentálna motivácia (úspora vody, udržateľné pestovanie). Pomocou Likertových položiek vyhodnotíme podiely súhlasu, na šále od úplne súhlasím až po úplne nesúhlasím.

Položka: Rozumel/a som, ako pomocou senzora vlhkosti merať stav pôdy



Obrázok 72 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že rozumel/a som, ako pomocou senzora vlhkosti merať stav pôdy.

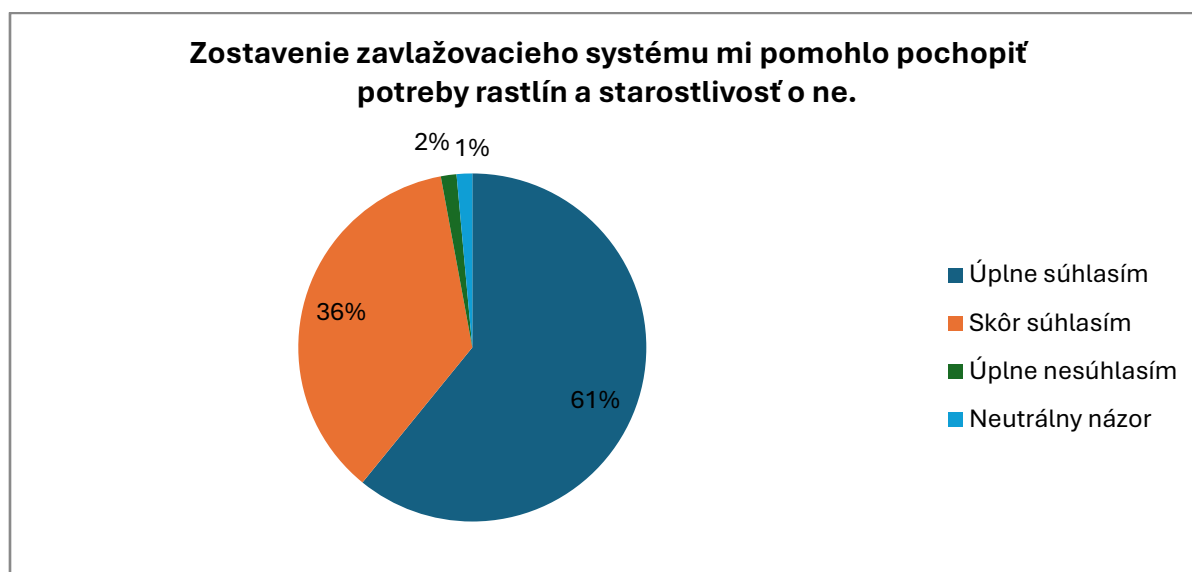
Na položku „Rozumel/a som, ako pomocou senzora vlhkosti merať stav pôdy“ odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili na praktickej úlohe zameranej na aplikáciu senzora vlhkosti v rámci projektu s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Cieľom aktivity bolo, aby žiaci pochopili princíp merania vlhkosti pôdy, spôsob získavania dát zo senzora a ich vyhodnocovanie prostredníctvom mikrokontroléra.

Výsledky ukazujú veľmi vysokú mieru porozumenia. Väčšina respondentov, **75,36 % (52 respondentov)**, odpovedala „**úplne súhlasím**“, že pochopila merací proces a funkciu senzora, zatiaľ čo ďalších **23,19 % (16 respondentov)** uviedlo odpoveď „**skôr súhlasím**“. Spolu tak **98,55 % (68 respondentov)** potvrdilo, že rozumelo princípu merania vlhkosti pôdy. Len **1,45 % (1 respondent)** vyjadrilo **úplný nesúhlas**, čo naznačuje, že úloha bola didakticky veľmi úspešná a technicky dobre zvládnuteľná.

Túto úlohu možno považovať za dôležitú pri rozvíjaní praktického a experimentálneho učenia sa. Žiaci si prostredníctvom nej osvojili základné poznatky o tom, ako možno previesť fyzikálne veličiny (vodivosť pôdy súvisiacu s jej vlhkosťou) na digitálne údaje, ktoré dokáže mikrokontrolér spracovať. Takýto typ úloh prispieva k pochopeniu prepojenia medzi analógovým svetom fyzikálnych javov a digitálnym spracovaním informácií.

Záverom možno konštatovať, že väčšina respondentov jednoznačne pochopila funkciu senzora a jeho praktické využitie.

Položka: Zostavenie zavlažovacieho systému mi pomohlo pochopiť potreby rastlín a starostlivosť o ne



Obrázok 73 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že zostavenie zavlažovacieho systému mi pomohlo pochopiť potreby rastlín a starostlivosť o ne.

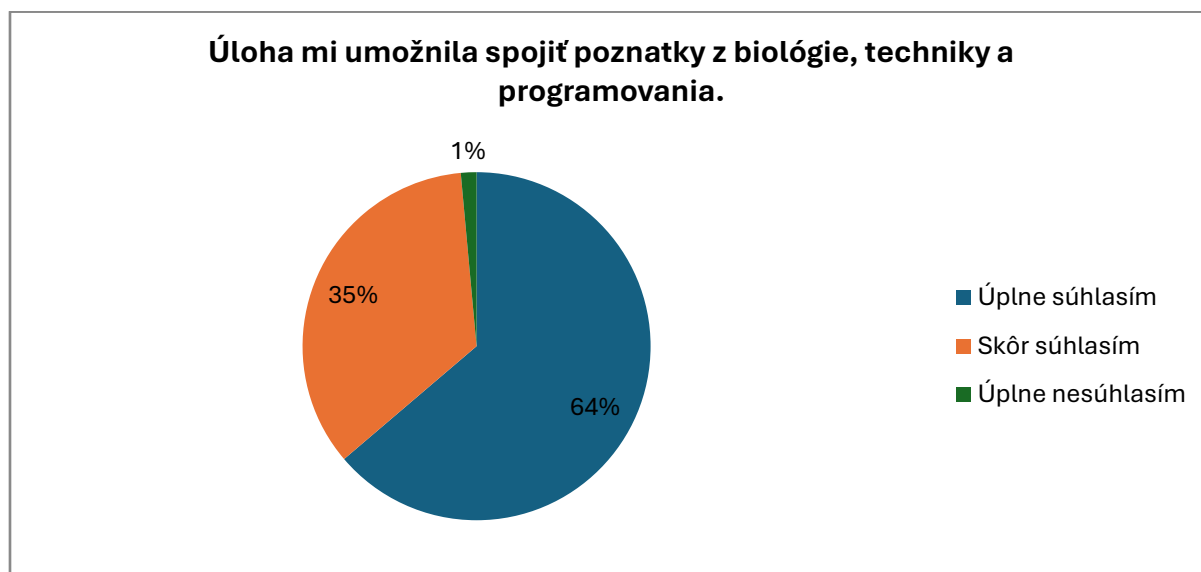
Na položku „Zostavenie zavlažovacieho systému mi pomohlo pochopiť potreby rastlín a starostlivosť o ne“ odpovedalo **69 respondentov**, ktorí realizovali úlohu zameranú na praktické využitie mikrokontroléra BBC micro:bit pri automatizovaní zavlažovania pôdy. Cieľom aktivity bolo spojiť technické a prírodovedné poznatky a umožniť žiakom pochopiť, ako môžu technológie podporovať udržateľnú starostlivosť o rastliny prostredníctvom regulácie vlhkosti pôdy.

Výsledky potvrdzujú, že úloha bola vnímaná ako mimoriadne prínosná z hľadiska pochopenia ekologických aj biologických aspektov. Väčšina respondentov, **60,87 % (42 respondentov)**, označila odpoveď „úplne súhlasím“ a ďalších **36,23 % (25 respondentov)** uviedlo „skôr súhlasím“. Spolu tak **97,1 % (67 respondentov)** potvrdilo, že aktivita im pomohla lepšie pochopiť potreby rastlín a význam starostlivosti o ne. Len **1,45 % (1 respondent)** vyjadrilo **neutrálny postoj** a rovnaké percento – **1,45 % (1 respondent)** – odpovedalo „úplne nesúhlasím“.

Úloha bola úspešná v tom, že prepojila teoretické poznatky z biológie (potreba vody pre rastliny, fotosyntéza, pôdne podmienky) s praktickou činnosťou z oblasti techniky a programovania. Žiaci pochopili, že vlhkosť pôdy možno merať prostredníctvom senzora a že mikrokontrolér dokáže automaticky reagovať na zmeny prostredia – napríklad zapnutím čerpadla pri zníženej vlhkosti.

Sumárne možno konštatovať, že väčšina respondentov potvrdila, že im úloha mi pomohla pochopiť potreby rastlín a starostlivosť o ne.

Položka: Úloha mi umožnila spojiť poznatky z biológie, techniky a programovania



Obrázok 74 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že úloha mi umožnila spojiť poznatky z biológie, techniky a programovania.

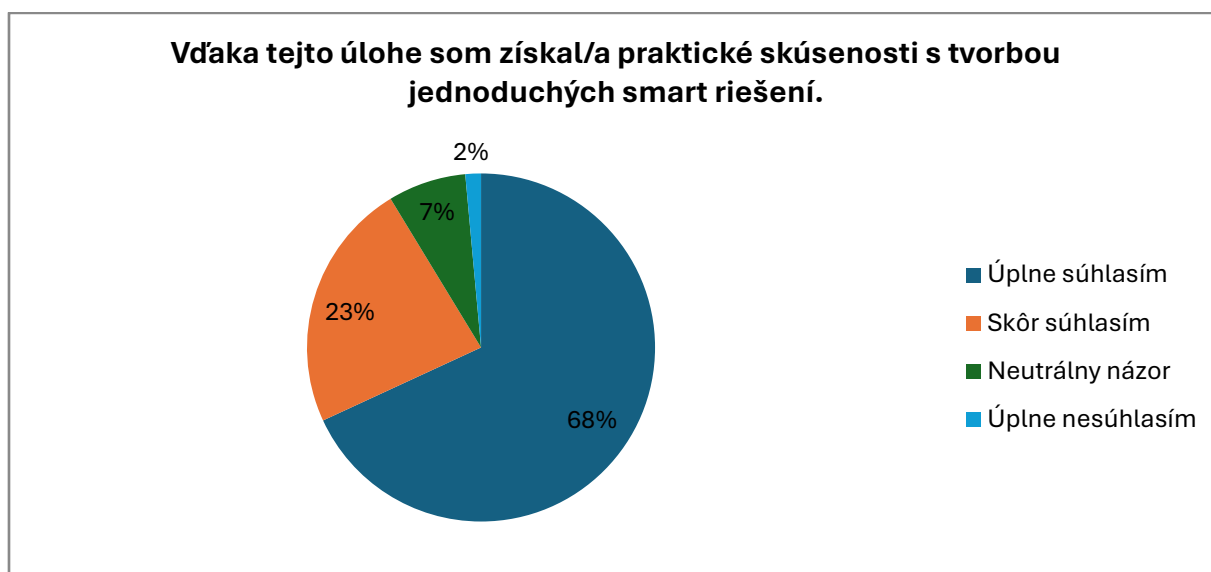
Na položku „Úloha mi umožnila spojiť poznatky z biológie, techniky a programovania“ odpovedalo **69 respondentov**, ktorí realizovali praktickú úlohu v rámci projektu s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Cieľom otázky bolo overiť, do akej miery žiaci vnímali interdisciplinárny charakter aktivity, ktorá prepájala poznatky z prírodovedných, technických a informatických oblastí.

Z výsledkov vyplýva, že väčšina žiakov jednoznačne pochopila prepojenie medzi jednotlivými vednými disciplínami. **63,77 % (44 respondentov)** označilo odpoveď „**úplne súhlasím**“, a ďalších **34,78 % (24 respondentov)** zvolilo možnosť „**skôr súhlasím**“. Spolu tak **98,55 % (68 respondentov)** vyjadrilo presvedčenie, že úloha podporila ich schopnosť prepájať poznatky z rôznych predmetov a pochopiť ich vzájomné súvislosti. Len **1,45 % (1 respondent)** uviedlo odpoveď „**úplne nesúhlasím**“, čo predstavuje zanedbateľný podiel.

Tieto výsledky potvrdzujú, že projekt *Uhorkomat* s BBC micro:bitom bol navrhnutý v súlade s princípmi interdisciplinárneho a projektového vzdelávania, ktoré sú základom moderných prístupov k vyučovaniu STEM a STEAM predmetov. Žiaci nepracovali izolovane s jednotlivými poznatkami, ale mali možnosť vidieť, ako sa biologické procesy (napr. potreba vody pre rastliny), technické riešenia (čerpadlá, senzory, relé) a informatické princípy (programovanie a algoritimizácia) spájajú do jedného funkčného systému.

Záverom možno konštatovať, že väčšina žiakov jednoznačne potvrdila, že úloha s mikrokontrolérom BBC micro:bit rozvíjala ich schopnosť prepájať poznatky z biológie, techniky a programovania. Projekt tak prispel k rozvoju interdisciplinárneho myslenia žiakov.

Položka: Vďaka tejto úlohe som získal/a praktické skúsenosti s tvorbou jednoduchých smart riešení



Obrázok 75 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka tejto úlohe som získal/a praktické skúsenosti s tvorbou jednoduchých smart riešení.

Na položku „Vďaka tejto úlohe som získal/a praktické skúsenosti s tvorbou jednoduchých smart riešení“ odpovedalo **69 respondentov**, ktorí realizovali praktickú úlohu so zameraním na vytváranie automatizovaných systémov prostredníctvom mikrokontroléra BBC micro:bit. Aktivita bola súčasťou širšieho projektu zameraného na environmentálne aplikácie inteligentných technológií v školskom prostredí, najmä v kontexte automatizovaného zavlažovania a merania vlhkosti pôdy.

Výsledky ukazujú, že úloha bola vnímaná ako vysoko prínosná z hľadiska rozvoja praktických technických zručností. **68,12 % (47 respondentov)** uviedlo, že **úplne súhlasí**, a ďalších **23,19 % (16 respondentov)** zvolilo odpoveď „**skôr súhlasím**“. Spolu teda **91,31 % (63 respondentov)** považovalo úlohu za efektívny spôsob, ako získať praktické skúsenosti s tvorbou jednoduchých inteligentných riešení. Menšia časť respondentov, **7,25 % (5 respondentov)**, zaujala **neutrálny postoj** a len **1,45 % (1 respondent)** vyjadrilo **nesúhlas**.

Žiaci sa počas aktivity oboznámili s princípmi fungovania a tvorby inteligentných zariadení – od zberu dát zo senzorov až po automatické riadenie výstupných komponentov. Takéto úlohy predstavujú kľúčový krok k pochopeniu konceptu Internetu vecí (IoT) a rozvíjajú schopnosť žiakov vytvárať jednoduché, no funkčné smart riešenia využiteľné v každodennom živote.

Napokon možno konštatovať, že úloha významne prispela k rozvoju praktických a technologických zručností žiakov. Väčšina respondentov potvrdila, že vďaka nej získali skúsenosti s tvorbou jednoduchých inteligentných riešení, ktoré sú základom pre pochopenie fungovania moderných technológií.

Položka: Riešenie tejto úlohy ma motivovalo rozmýšľať o úspore vody a ekologickom pestovaní



Obrázok 76 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riešenie tejto úlohy ma motivovalo rozmýšľať o úspore vody a ekologickom pestovaní.

Na položku „Riešenie tejto úlohy ma motivovalo rozmýšľať o úspore vody a ekologickom pestovaní“ odpovedalo **69 respondentov**, ktorí realizovali experimentálnu aktivitu zameranú na využitie mikrokontroléra BBC micro:bit pri tvorbe automatizovaného systému zavlažovania rastlín. Cieľom bolo nielen rozvíjať technické zručnosti žiakov, ale aj posilniť ich environmentálne povedomie a uvedomiť si význam efektívneho hospodárenia s vodou.

Výsledky ukazujú výrazne pozitívne vnímanie úlohy z hľadiska environmentálnej motivácie. Väčšina respondentov – **62,32 % (43 respondentov)** – **úplne súhlasila** s tvrdením, že úloha ich podnietila premýšľať o šetrení vody a ekologických spôsoboch pestovania. Ďalších **33,33 % (23 respondentov)** **skôr súhlasilo**, čo znamená, že až **95,65 % (66 respondentov)** vyjadrilo celkový súhlas s ekologickým prínosom aktivity. Len **2,9 % (2 respondenti)** zaujali **neutrálny postoj** a **1,45 % (1 respondent)** uviedol **úplný nesúhlas**.

Tieto možno výsledky interpretovať ako dôkaz, že technicky orientované projekty môžu efektívne podporovať aj environmentálne aspekty vzdelávania. Žiaci si prostredníctvom riešenia úlohy uvedomili, že technológia má význam nielen ako nástroj efektivity, ale aj ako prostriedok na ochranu prírody a racionálne využívanie prírodných zdrojov.

Úloha bola koncipovaná tak, aby žiaci pozorovali priamu súvislosť medzi technickým riešením a jeho ekologickým dopadom. Pri práci so senzorom vlhkosti pôdy žiaci videli, ako možno automaticky regulovať zavlažovanie podľa reálnych potrieb rastlín, čím sa eliminuje zbytočné plytvanie vodou. Úloha tiež podporila rozvoj ekologickej senzitivity

žiacov, ktorí pochopili princípy udržateľného pestovania a význam inteligentných riešení pre efektívne hospodárenie s vodou.

Záverom možno konštatovať, že úloha úspešne spojila technické riešenie s ekologickým uvedomením. Väčšina respondentov potvrdila, že vďaka nej začali vnímať význam úspory vody a ekologického.

4.5.6.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Uhorkomat“

Projekt Uhorkomat s mikrokontrolérom BBC micro:bit prepája meranie vlhkosti pôdy, automatizované zavlažovanie a environmentálne myslenie. Cieľom bolo overiť porozumenie senzoru vlhkosti, prepojenie biológie–techniky–programovania, rozvoj „smart“ zručností a motiváciu k úspore vody.

Kľúčové zistenia

1) Porozumenie meraniu vlhkosti pôdy – „Rozumel/a som, ako pomocou senzora vlhkosti merať stav pôdy.“

- **Úplne/Skôr súhlasím: 98,55 % (68) · Neutrál: 0,00 % (0) · Nesúhlas: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Takmer univerzálne porozumenie princípu merania (vodivosť → digitálne dáta v micro:bite). Úloha je didakticky veľmi silná.

2) Pochopenie potrieb rastlín – „Zostavenie zavlažovacieho systému mi pomohlo pochopiť potreby rastlín a starostlivosť o ne.“

- **Úplne/Skôr súhlasím: 97,10 % (67) · Neutrál: 1,45 % (1) · Nesúhlas: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Prepojenie biológie s technikou je zjavné; žiaci rozumejú vzťahu vlhkosti pôdy a režimu zavlažovania.

3) Interdisciplinarita – „Úloha mi umožnila spojiť poznatky z biológie, techniky a programovania.“

- **Úplne/Skôr súhlasím: 98,55 % (68) · Neutrál: 0,00 % (0) · Nesúhlas: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Mimoriadne silný interdisciplinárny efekt (STEM/STEAM): senzory + algoritmy + biologické potreby rastlín.

4) „Smart“ zručnosti – „Vďaka tejto úlohe som získal/a praktické skúsenosti s tvorbou jednoduchých smart riešení.“

- **Úplne/Skôr súhlasím: 91,30 % (63) · Neutrál: 7,25 % (5) · Nesúhlas: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Väčšina žiakov si osvojila návrh jednoduchého automatizačného riešenia (senzor → rozhodnutie → akcia).

5) Environmentálna motivácia – „Riešenie tejto úlohy ma motivovalo rozmýšľať o úspore vody a ekologickom pestovaní.“

- **Úplne/Skôr súhlasím: 95,65 % (66) · Neutrál: 2,90 % (2) · Nesúhlas: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Úloha presvedčivo buduje environmentálne povedomie (cielené, dátami riadené zavlažovanie).

Vzdelávací prínos (Likert položky – súhrn)

Naprieč 5 položkami (celkom **345** odpovedí):

- **Pozitívne (Úplne + Skôr súhlasím): 96,23 % (332)**
- **Neutrálne: 2,32 % (8)**
- **Negatívne (Skôr + Úplne nesúhlasím): 1,45 % (5)**

Interpretácia: Projekt Uhorkomat má výnimočne silný edukačný účinok – žiaci rozumejú meraniu, vnímajú bio–tech prepojenia, získavajú praktické „smart“ kompetencie a prijímajú princípy úspor vody.

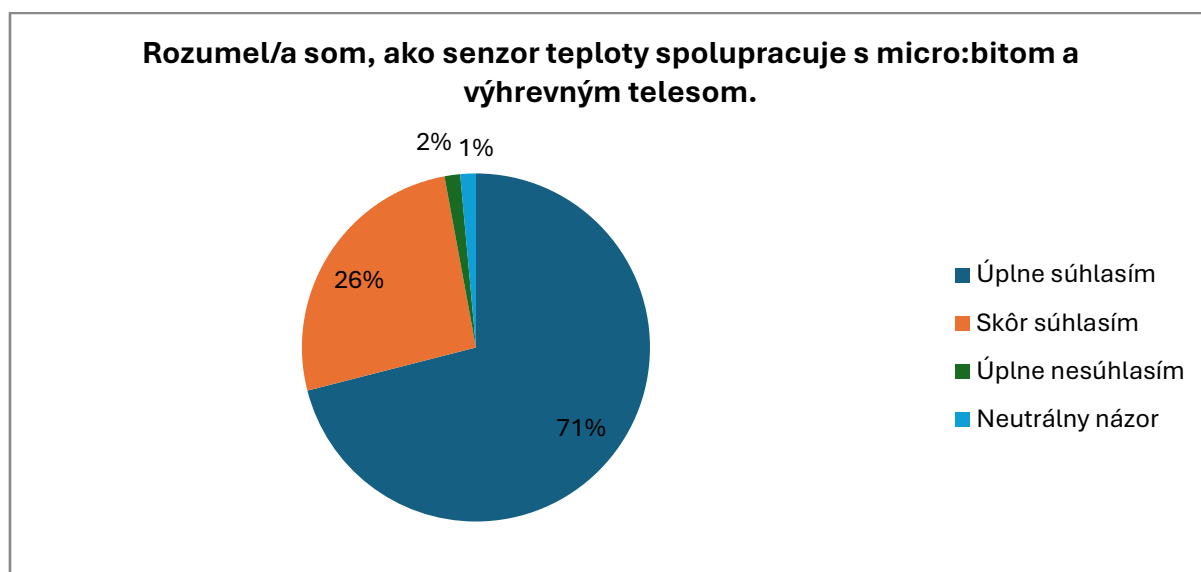
Záver

Uhorkomat je veľmi účinný interdisciplinárny projekt: prakticky učí meraniu vlhkosti (**98,55 % – 68** pozitívnych), prepája biológiu–techniku–programovanie (**98,55 % – 68**), rozvíja smart riešenia (**91,30 % – 63**) a posilňuje environmentálne myslenie (**95,65 % – 66**). Výstupy jednoznačne potvrdzujú vhodnosť zadania pre moderné STEM vzdelávanie a pre budovanie návykov racionálneho hospodárenia s vodou v praxi.

4.5.7 Liaheň na prepelice

Táto podkapitola zhŕňa percepciu žiakov pri projekte Liaheň na prepelice, v ktorom spájali biológiu s automatizačnými princípmi na mikrokontroléri BBC micro:bit. Položky cielia na päť komplementárnych dimenzií: (1) pochopenie väzby senzor – micro:bit – výhrevné teleso ako základného reťazca riadenia, (2) poznanie, ako sa udržiava stabilné prostredie pre vývin živých organizmov, (3) praktické precvičenie regulácie teploty v uzavretom systéme, (4) porozumenie biologickému významu merania a riadenia teploty a (5) vnímanú praktickú a odbornú zaujímavosť samotnej konštrukcie liahne. Na všetky položky odpovedalo 69 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále; interpretácie sa sústreďujú na to, do akej miery projekt podporil konceptuálne porozumenie, prepojenie fyzikálnych veličín s biologickými procesmi a motiváciu pre praktické konštrukčné aktivity. Tento rámec umožňuje posúdiť, či navrhnutý edukačný dizajn napĺňa ciele interdisciplinárneho STEM učenia – od algoritmického myslenia a práce so senzormi až po aplikáciu poznatkov v reálnom (biologicky relevantnom) kontexte.

Položka: Rozumel/a som, ako senzor teploty spolupracuje s micro:bitom a výhrevným telesom



Obrázok 77 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že rozumel/a som, ako senzor teploty spolupracuje s micro:bitom a výhrevným telesom.

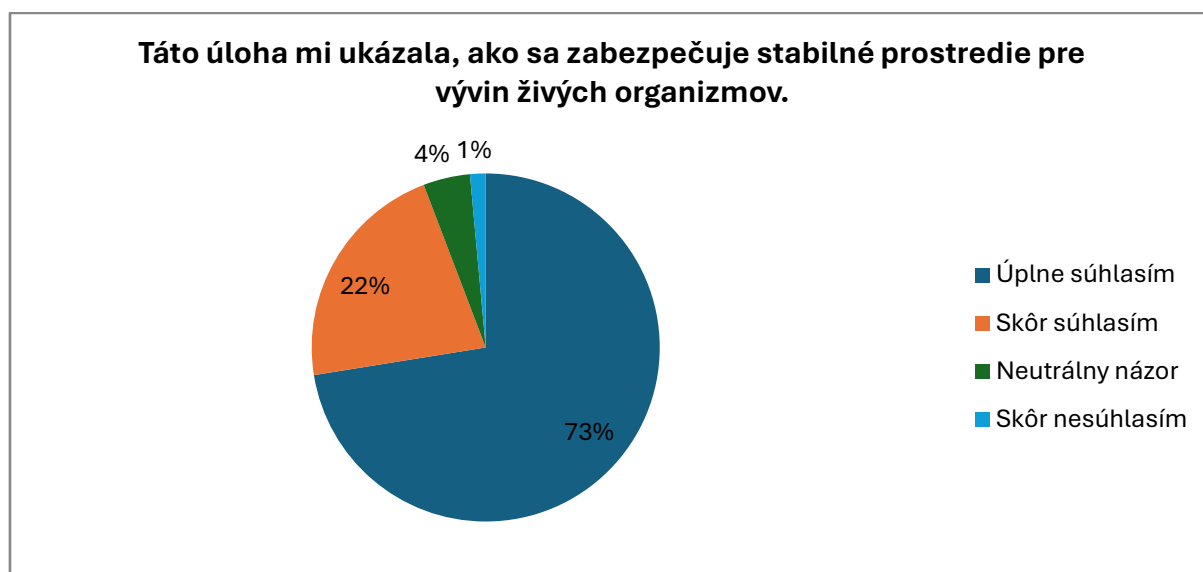
Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa v rámci projektu učili programovať systém merania a regulácie teploty s využitím mikrokontroléra BBC micro:bit. Aktivita bola zameraná na pochopenie princípov automatického riadenia pomocou senzora teploty, ktorý slúžil ako vstupný prvok, a výhrevného telesa ako výstupného prvku. Cieľom bolo, aby žiaci dokázali porozumieť procesom premeny meranej veličiny na akčný zásah zariadenia a rozpoznali tak základné princípy automatizačných systémov.

Výsledky sú veľmi priaznivé a poukazujú na vysokú úroveň porozumenia. Až **71,01 % (49 respondentov)** uviedlo, že **úplne súhlasí** s tým, že pochopili, ako senzor teploty spolupracuje s mikrokontrolérom BBC micro:bit a výhrevným telesom. Ďalších **26,09 % (18 respondentov)** **skôr súhlasilo**, čo znamená, že spolu **97,1 % (67 respondentov)** potvrdilo porozumenie základným princípom senzoricko-výkonného prepojenia. Len **1,45 % (1 respondent)** zvolilo odpoveď „**úplne nesúhlasím**“ a rovnaké percento (**1,45 % – 1 respondent**) uviedlo **neutrálny názor**.

Tieto údaje naznačujú, že väčšina účastníkov dokázala pochopiť technickú logiku systému — teda, že senzor zaznamenáva teplotu prostredia, odosiela údaje do mikrokontroléra, ktorý podľa nastaveného algoritmu riadi činnosť výhrevného telesa. Vďaka praktickému zapojeniu a vizuálnej spätnej väzbe (zmena teploty, aktivácia ohrievača) žiaci videli reálny dopad programového rozhodovania.

Na záver možno konštatovať, že aktivita s mikrokontrolérom BBC micro:bit a senzorom teploty a výhrevným telesom napomohla žiakom nielen pochopiť princípy senzoricko-akčných systémov, ale aj uvedomiť si ich využitie v reálnom živote.

Položka: Táto úloha mi ukázala, ako sa zabezpečuje stabilné prostredie pre vývin živých organizmov



Obrázok 78 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že táto úloha mi ukázala, ako sa zabezpečuje stabilné prostredie pre vývin živých organizmov.

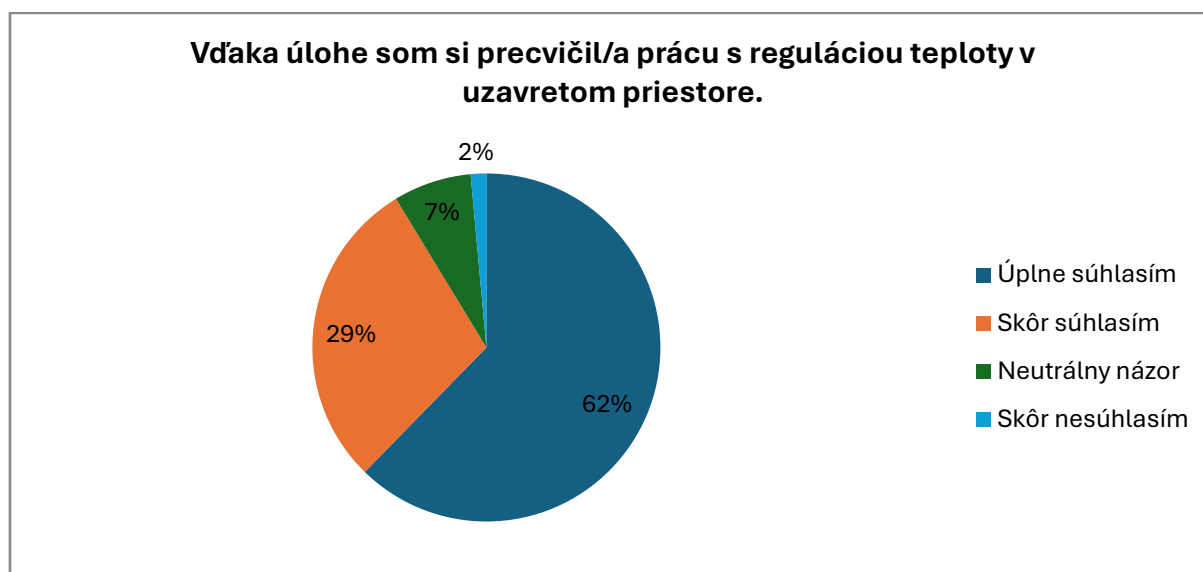
Na položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili projektu *Liaheň na prepelice* aktivity zameranej na riadenie teploty pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit. Úlohou žiakov bolo pochopiť, ako automatizačné procesy umožňujú udržiavať stabilné podmienky pre vývin živých organizmov, a to prostredníctvom praktického zapojenia senzorov a výhrevných prvkov.

Výsledky dotazníka preukazujú vysokú mieru porozumenia. **72,46 % (50 respondentov)** odpovedalo, že **úplne súhlasí**, a **21,74 % (15 respondentov)** uviedlo, že **skôr súhlasí** s tvrdením, že úloha im pomohla pochopiť význam stabilného prostredia pre vývin živých organizmov. Len **4,35 % (3 respondenti)** zaujali **neutrálny postoj** a **1,45 % (1 respondent)** vyjadril **nesúhlas**. Celkovo teda až **94,2 % (65 respondentov)** vnímalo aktivitu pozitívne a prínosne.

Žiaci mali možnosť vidieť, ako sa fyzikálne veličiny – najmä teplota – priamo premietajú do biologických procesov. Uvedomili si, že vývin živých organizmov závisí od presne regulovaných podmienok, ktoré možno zabezpečiť pomocou automatizačných systémov.

Z celkového hľadiska je zrejmé, že si žiaci osvojili poznatok o tom, že technológia má potenciál nielen v oblasti inovácií, ale aj pri zabezpečovaní ochrany a zdravého vývoja živých organizmov.

Položka: Vďaka úlohe som si precvičil/a prácu s reguláciou teploty v uzavretom priestore



Obrázok 79 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka úlohe som si precvičil/a prácu s reguláciou teploty v uzavretom priestore.

Na položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí v rámci projektu *Liaheň na prepelice* realizovali experimentálnu úlohu zameranú na riadenie teploty pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit. Cieľom aktivity bolo, aby žiaci pochopili princípy automatickej regulácie teploty v uzavretom systéme, ktorý simuluje podmienky reálneho inkubátora (liahne).

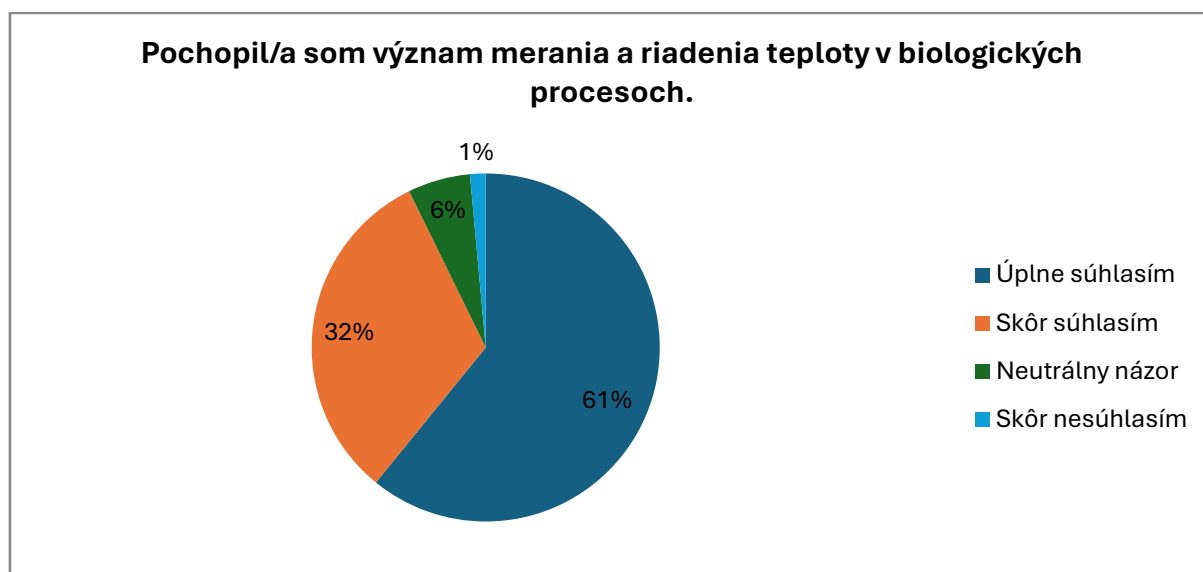
Z výsledkov vyplýva, že žiaci hodnotili úlohu veľmi pozitívne. Väčšina respondentov, **62,32 % (43 respondentov)**, **úplne súhlasila** s tvrdením, že si vďaka úlohe precvičili prácu s reguláciou teploty, a ďalších **28,99 % (20 respondentov)** zvolilo odpoveď „**skôr súhlasím**“. Spolu teda až **91,31 % (63 respondentov)** potvrdilo, že úloha prispela k rozvoju ich praktických zručností v oblasti merania a regulácie teploty. Menšia časť, **7,25 % (5 respondentov)**, zaujala **neutrálny postoj** a len **1,45 % (1 respondent)** **skôr nesúhlasil**.

Žiaci úspešne pochopili princíp spätnej väzby v automatizačných systémoch – teda, že meraná teplota (vstupná veličina) riadi činnosť výhrevného telesa (výstupná veličina) prostredníctvom mikrokontroléra. Takáto aktivita má vysoký didaktický potenciál, pretože umožňuje prepojiť abstraktné poznatky z fyziky s praktickým technickým riešením.

Regulácia teploty má zásadný význam v mnohých biologických procesoch – od liahnutia vajíčok až po pestovanie rastlín. Projekt preto umožnil žiakom pochopiť nielen technologický, ale aj biologický zmysel stabilnej teploty ako podmienky života.

Z hodnotenia vyplýva, že žiaci vnímali úlohu mimoriadne pozitívne. Drvivá väčšina respondentov (takmer všetci) potvrdila, že si vďaka úlohe precvičili prácu s reguláciou teploty a že aktivita významne prispela k rozvoju ich praktických zručností v oblasti merania a regulácie teploty.

Položka: Pochopil/a som význam merania a riadenia teploty v biologických procesoch



Obrázok 80 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že pochopil/a som význam merania a riadenia teploty v biologických procesoch.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili projektu *Liaheň na prepelice*, zameraného na prepojenie biológie a techniky prostredníctvom mikrokontroléra BBC micro:bit. Úlohou bolo pochopiť, ako presná regulácia teploty ovplyvňuje proces liahnutia a vývinu živých organizmov, a zároveň si vyskúšať, ako možno biologické javy technicky modelovať a riadiť.

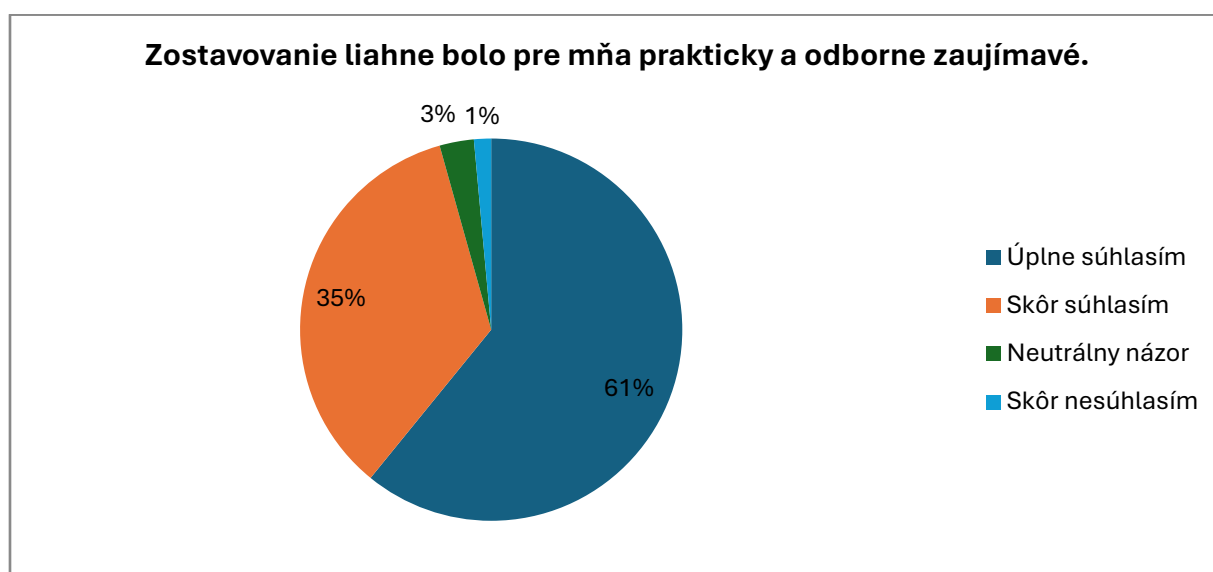
Z výsledkov vyplýva, že drvivá väčšina žiakov pochopila význam merania a riadenia teploty v biologických procesoch. **60,87 % (42 respondentov)** s tvrdením **úplne súhlasilo**, zatiaľ čo **31,88 % (22 respondentov)** zvolilo odpoveď „**skôr súhlasím**“. Spolu teda až **92,75 % (64 respondentov)** vyjadrilo súhlas s tým, že porozumeli biologickému a technickému významu regulácie teploty. Iba **5,8 % (4 respondenti)** mali **neutrálny postoj** a **1,45 % (1 respondent)** **skôr nesúhlasil**.

Žiaci si prostredníctvom experimentálneho merania uvedomili, že regulácia teploty je kľúčovým faktorom v biologických procesoch – od embryonálneho vývinu až po narodenie prepelice. Praktická činnosť s mikrokontrolérom BBC micro:bit im umožnila vidieť, ako technológia dokáže napodobniť a kontrolovať prirodzené podmienky prostredia.

Projekt *Liaheň na prepelice* úspešne prepojil oblasť biológie a techniky s využitím mikrokontroléra BBC micro:bit. Hlavným cieľom bolo pre žiakov pochopiť, ako presná regulácia teploty ovplyvňuje proces liahnutia a vývinu živých organizmov, a zároveň si prakticky vyskúšať, ako je možné biologické javy technicky modelovať a riadiť.

Z hodnotenia vyplýva, že drvivá väčšina žiakov pochopila biologický a technický význam merania a riadenia teploty v takýchto procesoch.

Položka: Zostavovanie liahne bolo pre mňa prakticky a odborne zaujímavé



Obrázok 81 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že zostavovanie liahne bolo pre mňa prakticky a odborne zaujímavé.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí v rámci projektu *Liaheň na prepelice* realizovali praktickú úlohu so zameraním na konštrukciu a zapojenie zariadenia riadeného mikrokontrolérom BBC micro:bit. Projekt bol zameraný na aplikáciu senzorov, reguláciu teploty a simuláciu prostredia potrebného pre vývin prepeličích vajčiek.

Výsledky poukazujú na veľmi vysokú úroveň záujmu a odbornej angažovanosti žiakov. **60,87 % (42 respondentov)** s tvrdením **úplne súhlasilo** a **34,78 % (24 respondentov)** **skôr súhlasilo**, že zostavovanie liahne bolo pre nich prakticky a odborne zaujímavé. Celkovo teda až **95,65 % (66 respondentov)** vyjadrilo pozitívne hodnotenie úlohy. Neutrálny postoj zaujali **2,9 % (2 respondenti)** a **1,45 % (1 respondent)** sa vyjadril nesúhlasne.

Údaje jednoznačne potvrdzujú, že projekt *Liaheň na prepelice* bol pre väčšinu účastníkov vysoko atraktívny z hľadiska praktickej realizácie. Konštrukcia zariadenia si vyžadovala prepájanie elektronických súčiastok, montáž výhrevného telesa, ako aj programovanie logiky regulácie. Týmto spôsobom žiaci prenášali teoretické poznatky do praktického experimentu.

Celkovo konštatujeme, že drvivá väčšina žiakov jednoznačne potvrdila, že konštrukcia liahne bola pre nich prakticky a odborne vysoko zaujímavá. Pozitívne hodnotenie preukázali takmer všetci respondenti.

4.5.7.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Liaheň na prepelice“

Projekt *Liaheň na prepelice* s BBC micro:bit prepája meranie a reguláciu teploty, senzoriku a automatizáciu s biologickými potrebami vývinu živých organizmov. Cieľom

bolo overiť porozumenie senzoricko-akčnému reťazcu (senzor → rozhodovanie → ohrievanie), významu stabilného prostredia a praktických zručností regulácie v uzavretom priestore.

Kľúčové zistenia

1) Porozumenie senzor–mikrokontrolér–výkonný prvok

„Rozumel/a som, ako senzor teploty spolupracuje s micro:bitom a výhrevným telesom.“

- **Pozitívne (Ú/S + Sk/S): 97,10 % (67) · Neutrál: 1,45 % (1) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Študenti jasne chápu, že meraná teplota riadi akčný zásah ohrievača podľa algoritmu v mikrokontroléri.

2) Stabilné prostredie pre vývin

„Táto úloha mi ukázala, ako sa zabezpečuje stabilné prostredie pre vývin živých organizmov.“

- **Pozitívne: 94,20 % (65) · Neutrál: 4,35 % (3) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Väčšina rozumie biologickému významu presnej regulácie podmienok (najmä teploty).

3) Praktický nácvik regulácie v uzavretom priestore

„Vďaka úlohe som si precvičil/a prácu s reguláciou teploty v uzavretom priestore.“

- **Pozitívne: 91,31 % (63) · Neutrál: 7,25 % (5) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Aktivita rozvíja praktické riadenie s dôrazom na spätnú väzbu a stabilitu.

4) Biologický význam merania a riadenia teploty

„Pochopil/a som význam merania a riadenia teploty v biologických procesoch.“

- **Pozitívne: 92,75 % (64) · Neutrál: 5,80 % (4) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Prepojenie fyziky a biológie je pre väčšinu zrozumiteľné (inkubácia ako model).

5) Atraktivita a odborný záujem

„Zostavovanie liahne bolo pre mňa prakticky a odborne zaujímavé.“

- **Pozitívne: 95,65 % (66) · Neutrál: 2,90 % (2) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Vysoká motivácia a zapojenie pri konštrukcii, zapojení a programovaní regulácie.

Vzdelávací prínos (Likert položky – súhrn)

Naprieč 5 položkami (spolu **345** odpovedí):

- **Pozitívne (Ú/S + Sk/S): 94,20 % (325)**
- **Neutrálne: 4,35 % (15)**
- **Negatívne (Sk/N + Ú/N): 1,45 % (5)**

Interpretácia: Projekt má výrazne silný edukačný účinok – študenti rozumejú senzorike, regulácii a biologickým implikáciám stabilného prostredia.

Záver

Liaheň na prepelice s BBC micro:bit preukázala vysokú didaktickú hodnotu: študenti rozumejú senzoricko-akčnému reťazcu (**97,10 % – 67** pozitívnych), vnímajú význam stabilného prostredia pre vývin (**94,20 % – 65**), prakticky si precvičili reguláciu (**91,31 % – 63**), chápu biologické súvislosti (**92,75 % – 64**) a hodnotia úlohu ako prakticky atraktívnu (**95,65 % – 66**). Projekt je preto vhodný ako modelová interdisciplinárna aktivita pre moderné STEM vzdelávanie so silným dôrazom na bezpečnú a zmysluplnú reguláciu prostredia.

4.5.8 Automat na prepeličie vajíčka

Táto podkapitola sumarizuje výsledky projektu Automat na prepeličie vajíčka, v ktorom žiaci s využitím BBC micro:bitu modelovali riadené prostredie pre liahnutie a tým prepojili biologické, technické a programátorské princípy. Položky dotazníka cielia na päť kľúčových dimenzií: porozumenie použitiu časovača a teplotného senzora pri regulácii prostredia, uvedomenie si zodpovedného prístupu k chovu zvierat v kontexte automatizácie, vnímanie interdisciplinárneho prepojenia biológie–techniky–programovania, percepciu reálneho uplatnenia úlohy v poľnohospodárstve a osvojovanie si základov plánovania automatických procesov. Na položky odpovedalo 69 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále, čo umožňuje posúdiť nielen technické porozumenie (senzory, časovanie, algoritmické väzby), ale aj hodnotové a aplikačné aspekty (zodpovednosť voči živým organizmom, transfer do praxe). Interpretácie sa zameriavajú na to, do akej miery projektovo orientovaná aktivita podporila systémové a algoritmické myslenie, schopnosť plánovať a overovať riadiace sekvencie a zároveň posilnila vnímanie zmysluplnosti technológií v reálnom agrotechnickom prostredí.

Položka: V úlohe som pochopil/a, ako sa používa časovač a senzor teploty na riadenie prostredia



Obrázok 82 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že v úlohe som pochopil/a, ako sa používa časovač a senzor teploty na riadenie prostredia.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zapojili do realizácie projektu *Automat na prepeličie vajíčka*. Projekt bol zameraný na prepojenie princípov automatizácie a biológie prostredníctvom mikrokontroléra BBC micro:bit, pričom úlohou žiakov bolo pochopiť, ako možno pomocou časovača a teplotného senzora regulovať prostredie v uzavretom systéme.

Výsledky ukazujú vysokú mieru porozumenia technickým princípom automatizácie. So zadáním **úplne súhlasilo 60,87 % (42 respondentov)** a **skôr súhlasilo 34,78 % (24 respondentov)**. Neutrálny postoj zaujali **2,9 % (2 respondenti)** a **1,45 % (1 respondent)** uviedol, že s tvrdením nesúhlasí. Spolu teda až **95,65 % (66 respondentov)** potvrdilo, že úlohu pochopilo a rozumelo jej technickému aj biologickému kontextu.

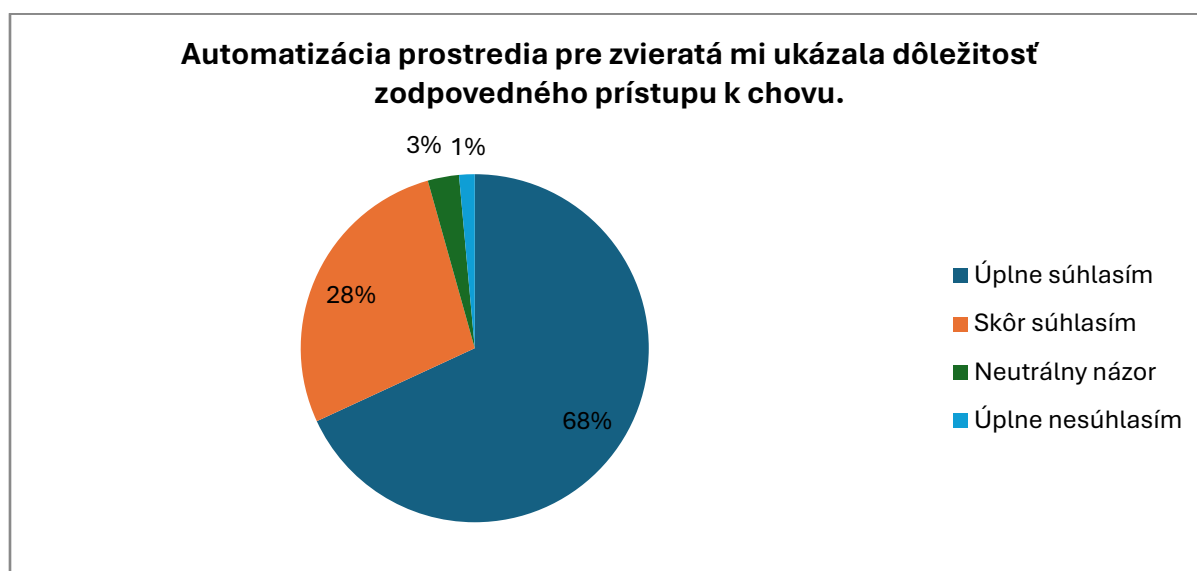
Úloha bola koncipovaná ako praktická demonštrácia automatického riadenia prostredia, v ktorom časovač zabezpečoval pravidelné intervaly činnosti zariadenia a teplotný senzor meral a reguloval teplotu vnútorného priestoru. Vďaka tomu žiaci získali skúsenosť s implementáciou časovo závislých algoritmov a senzorových systémov, ktoré sú základom moderných automatizačných procesov.

Pri práci na projekte žiaci pochopili, že v automatizovaných systémoch jednotlivé komponenty musia spolupracovať v logických väzbách a že správne fungovanie celku závisí od presnej synchronizácie času a podmienok prostredia. Tento princíp sa stal jasným najmä vďaka možnosti experimentálne meniť parametre programu a sledovať ich okamžitý vplyv na funkciu zariadenia.

Záverom možno konštatovať, že táto úloha bola didakticky veľmi efektívna. Pomohla žiakom nielen porozumieť princípom riadenia prostredia prostredníctvom senzora teploty

a časovača, ale aj pochopiť ich praktické využitie. Vysoká miera súhlasu respondentov potvrdzuje, že respondenti pochopili, ako sa používa časovač a senzor teploty na riadenie prostredia.

Položka: Automatizácia prostredia pre zvieratá mi ukázala dôležitosť zodpovedného prístupu k chovu



Obrázok 83 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že automatizácia prostredia pre zvieratá mi ukázala dôležitosť zodpovedného prístupu k chovu.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zapojili do projektu *Automat na prepeličie vajička*. Cieľom úlohy bolo, aby žiaci pochopili nielen technické princípy automatizácie prostredia, ale aj širšie etické a environmentálne súvislosti, ktoré sa viažu k zodpovednému chovu zvierat a tvorbe ich životných podmienok.

Výsledky ukázali jednoznačne pozitívny postoj žiakov. **68,12 % (47 respondentov)** s tvrdením **úplne súhlasilo** a **27,54 % (19 respondentov)** **skôr súhlasilo**, že prostredníctvom automatizácie si uvedomili potrebu zodpovedného prístupu k živej prírode. Spolu teda až **95,66 % (66 respondentov)** vnímalo úlohu ako poučnú a formujúcu ich environmentálne a etické hodnoty. Neutrálny postoj zaujali **2,9 % (2 respondenti)** a len **1,45 % (1 respondent)** vyjadril nesúhlas.

Projekt bol navrhnutý tak, aby sa žiaci nielen naučili pracovať s mikrokontrolérom BBC micro:bit a jeho senzormi, ale aby zároveň pochopili, že technológie majú zásadný význam pri zabezpečovaní optimálnych životných podmienok pre zvieratá. Automatizácia prostredia mala simulovať systém riadenia teploty a osvetlenia – teda faktorov, ktoré priamo ovplyvňujú pohodu, zdravie a vývin živých organizmov. Výsledky tak naznačujú, že projekt *Automat na prepeličie vajička* naplnil nielen poznávaciu, ale aj formujúcu funkciu vzdelávania. Žiaci pochopili, že automatizačné procesy sú v súčasnosti kľúčové pre ekologické a humánne prístupy k chovu.

Nakoniec možno konštatovať, že výsledky s takmer jednoznačnou prevahou súhlasných odpovedí potvrdzujú, že spájanie technických projektov s environmentálnou výchovou má vysoký edukačný potenciál.

Položka: Riešenie úlohy mi pomohlo porozumieť spojeniu biológie, techniky a programovania



Obrázok 84 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že riešenie úlohy mi pomohlo porozumieť spojeniu biológie, techniky a programovania.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili riešenia projektu *Automat na prepeličie vajíčka*. Úloha bola navrhnutá tak, aby žiakom umožnila pochopiť princípy interdisciplinarít v praxi – konkrétne, ako možno prostredníctvom programovania a technického riešenia podporovať biologické procesy.

Výsledky ukázali jednoznačne pozitívne vnímanie úlohy zo strany žiakov. **62,32 % (43 respondentov)** s tvrdením **úplne súhlasilo** a **24,64 % (17 respondentov)** **skôr súhlasilo**, že riešenie úlohy im pomohlo lepšie porozumieť prepojeniu medzi biológiou, technikou a programovaním. Spolu teda **86,96 % (60 respondentov)** potvrdilo, že aktivita mala vysoký vzdelávací a aplikačný prínos. Neutrálny postoj vyjadrilo **11,59 % (8 respondentov)** a len **1,45 % (1 respondent)** uviedol nesúhlas.

Z výsledkov vyplýva, že väčšina žiakov vnímala projekt ako príklad prepojenia prírodovedného a technického myslenia, ktoré sa navzájom dopĺňajú. V rámci projektu pracovali so senzorom teploty a časovačom, ktoré riadili prostredie pre liahnutie prepeličích vajíčok. Tento proces žiakom názorne ukázal, že biologické deje sú závislé od fyzikálnych veličín (teplota, svetlo) a tieto veličiny je možné presne monitorovať a riadiť pomocou technických zariadení a programových algoritmov.

Na základe spätnej väzby možno konštatovať, že úloha výrazne prispela k pochopeniu interdisciplinárneho prepojenia STEM. Žiaci si uvedomili, že technológia nie je izolovaná od prírodných vied, ale že ju možno využiť ako nástroj na ich lepšie pochopenie.

Záverom možno konštatovať, že táto úloha naplnila svoj interdisciplinárny cieľ a podporila prepojenie biologického, technického a informatického vzdelávania. Výsledky ukazujú, že žiaci ocenili praktickosť a zmysluplnosť projektu, ktorý im umožnil pochopiť princípy riadenia prírodných procesov pomocou technológie, čím sa stali aktívnymi spoluprotvorcami poznania v duchu moderného STEM vzdelávania.

Položka: Cítil/a som, že táto úloha má reálne využitie v poľnohospodárstve



Obrázok 85 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že cítil/a som, že táto úloha má reálne využitie v poľnohospodárstve.

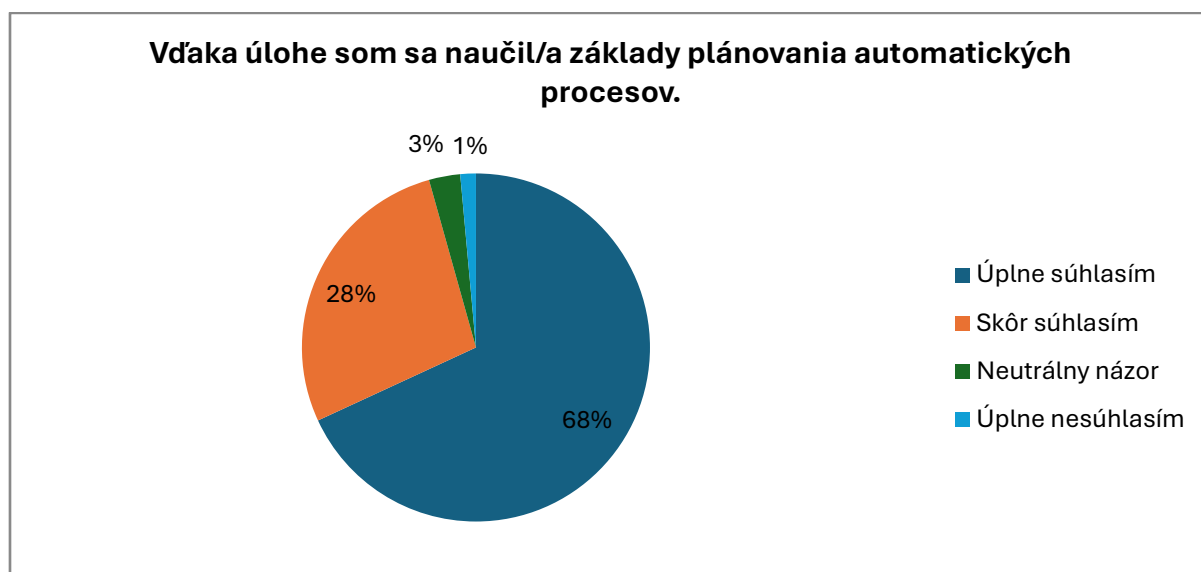
Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili realizácie projektu *Automat na prepeličie vajíčka*. Jeho cieľom bolo umožniť žiakom prepojiť teoretické poznatky o riadení prostredia s reálnymi aplikáciami technológií v oblasti poľnohospodárstva a chovu zvierat.

Výsledky ukazujú, že väčšina žiakov vnímala túto úlohu pozitívne. So zadaním **úplne súhlasilo 62,32 % (43 respondentov)** a **skôr súhlasilo 24,64 % (17 respondentov)**. Neutrálny postoj zaujalo **11,59 % (8 respondentov)** a iba **1,45 % (1 respondent)** uviedol nesúhlas. Spolu teda až **86,96 % (60 respondentov)** jednoznačne potvrdilo, že vidí prepojenie medzi týmto typom úloh a reálnou praxou v poľnohospodárstve.

Úloha bola koncipovaná ako praktický model automatizovaného systému – žiaci programovali micro:bit tak, aby riadil prostredie v automate na prepeličie vajíčka podľa zadaných parametrov teploty a osvetlenia. Tento proces im názorne ukázal, ako možno pomocou senzorov a jednoduchých algoritmov riadiť biologické a technologické procesy, ktoré sa bežne využívajú v poľnohospodárskej praxi (napr. pri chove hydiny).

Na záver môžeme konštatovať, že projekt *Automat na prepeličie vajíčka* úspešne splnil svoj cieľ – poukázať na reálne uplatnenie technológií. Drvivá väčšina žiakov jednoznačne potvrdila, že vníma priame prepojenie riešenej úlohy s reálnou praxou v poľnohospodárstve a chove zvierat.

Položka: Vďaka úlohe som sa naučil/a základy plánovania automatických procesov



Obrázok 86 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka úlohe som sa naučil/a základy plánovania automatických procesov.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí riešili úlohy projektu *Automat na prepeličie vajíčka*. Hlavným cieľom aktivity bolo, aby žiaci pochopili princípy automatizácie a riadenia procesov, konkrétne v kontexte vytvárania prostredia pre znášanie vajíčok pomocou mikrokontroléra BBC micro:bit.

Získané výsledky poukazujú na vysokú mieru porozumenia a učenia sa v oblasti plánovania automatických procesov. So zadaním **úplne súhlasilo 68,12 % (47 respondentov)** a **skôr súhlasilo 27,54 % (19 respondentov)**, čo znamená, že spolu **95,66 % (66 respondentov)** potvrdilo, že vďaka úlohe získali nové poznatky v oblasti plánovania automatických procesov. Neutrálny postoj zaujali **2,9 % (2 respondenti)** a **1,45 % (1 respondent)** vyjadril nesúhlas.

Úloha mala výrazne konštruktivistický charakter, pretože žiaci museli samostatne vytvárať logiku riadiaceho systému. Ich úlohou bolo naprogramovať sekvenciu príkazov, ktorá by zabezpečovala sledovanie teploty a zapínanie a vypínanie osvetlenia. Tým sa učili predvídať priebeh procesu, stanovovať podmienky, pri ktorých sa aktivujú jednotlivé časti systému, a overovať, či program funguje podľa zadaných cieľov.

Záverom možno konštatovať, že úloha o základoch plánovania automatických procesov zaznamenala veľký úspech. Súhlasné odpovede takmer všetkých účastníkov (takmer 96 %) potvrdzujú, že si získali nové a cenné poznatky v oblasti plánovania a riadenia automatizovaných systémov.

4.5.8.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Automat na prepeličie vajíčka“

Projekt Automat na prepeličie vajíčka s BBC micro:bit prepájal časované riadenie a senzoriku (teplota) s biologickým kontextom chovu. Cieľ: porozumieť princípom automatizácie prostredia, vidieť ich reálne poľnohospodárske využitie a získať základy plánovania automatických procesov.

Kľúčové zistenia

1) Pochopenie použitia časovača a teplotného senzora

„V úlohe som pochopil/a, ako sa používa časovač a senzor teploty na riadenie prostredia.“

- **Pozitívne (Ú/S + Sk/S): 95,65 % (66) · Neutrál: 2,90 % (2) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Žiaci rozumejú logike prepojenia periodického riadenia a senzorických vstupov v uzavretom systéme.

2) Zodpovedný prístup k chovu

„Automatizácia prostredia pre zvieratá mi ukázala dôležitosť zodpovedného prístupu k chovu.“

- **Pozitívne: 95,66 % (66) · Neutrál: 2,90 % (2) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Aktivita formovala environmentálne a etické uvedomenie pri nastavovaní životných podmienok.

3) Interdisciplinárne prepojenie

„Riešenie úlohy mi pomohlo porozumieť spojeniu biológie, techniky a programovania.“

- **Pozitívne: 86,96 % (60) · Neutrál: 11,59 % (8) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Väčšina žiakov jasne vníma prepojenie prírodovedných veličín a technicko-programových riešení.

4) Reálne poľnohospodárske využitie

„Cítil/a som, že táto úloha má reálne využitie v poľnohospodárstve.“

- **Pozitívne: 86,96 % (60) · Neutrál: 11,59 % (8) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Žiaci vidia priamy transfer konceptov (senzory, algoritmy, časovanie) do praxe chovu.

5) Základy plánovania automatických procesov

„Vďaka úlohe som sa naučil/a základy plánovania automatických procesov.“

- **Pozitívne: 95,66 % (66) · Neutrál: 2,90 % (2) · Negatívne: 1,45 % (1)**
Interpretácia: Silný nácvik sekvencovania, podmienok a verifikácie funkcie.

Súhrn Likert položiek (5 položiek; spolu 345 odpovedí)

- **Pozitívne (Ú/S + Sk/S): 92,17 % (318)**
- **Neutrálne: 6,38 % (22)**
- **Negatívne (Sk/N + Ú/N): 1,45 % (5)**

Interpretácia: Projekt má vysoký edukačný účinok v technickej (časovanie, senzorika), etickej aj aplikačnej (agro-praxe) rovine.

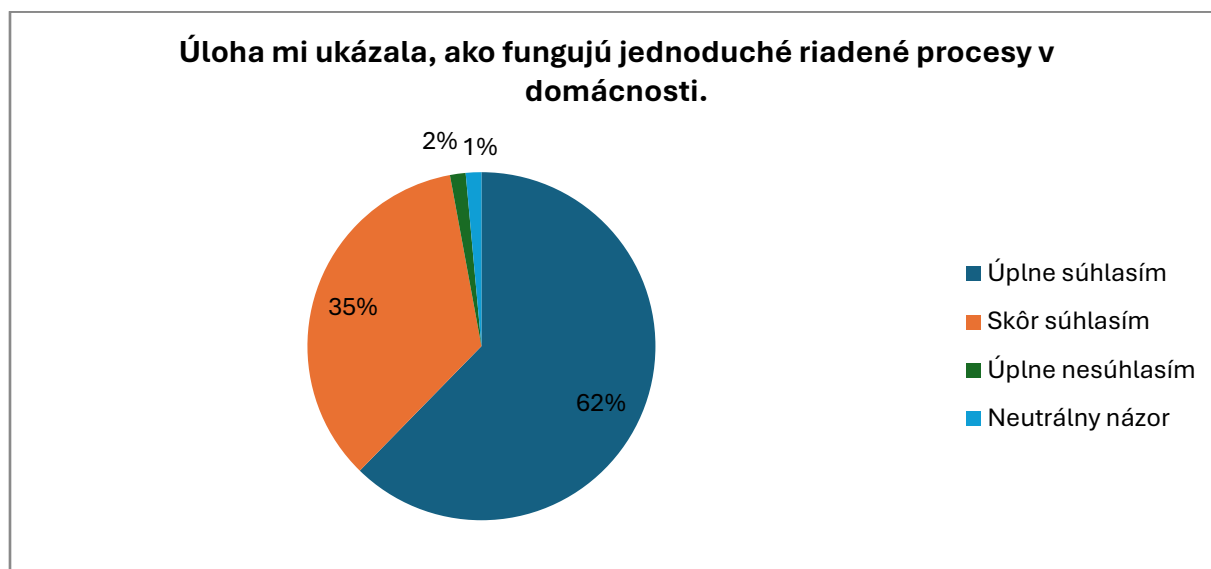
Záver

Projekt Automat na prepeličie vajíčka preukázal výraznú didaktickú hodnotu: žiaci pochopili použitie časovača a senzora (**95,65 % – 66**), osvojili si zodpovedný prístup k chovu (**95,66 % – 66**), vnímali interdisciplinárne prepojenie (**86,96 % – 60**) a reálnu agro-aplikáciu (**86,96 % – 60**), a získali základy plánovania automatizácie (**95,66 % – 66**). Celkovo **92,17 % (318)** odpovedí bolo pozitívnych, čo potvrdzuje, že ide o modelovú STEM aktivitu s prenosom do praxe.

4.5.9 Automatická práčka

Táto podkapitola uvádza položky dotazníka k projektu Automatická práčka realizovanému s mikrokontrolérom BBC micro:bit, ktorý modeloval sekvenčne riadený cyklus prania. Štyri položky cielia na kľúčové výstupy učenia: (1) porozumenie jednoduchým riadeným procesom v domácnosti, (2) precvičenie logického myslenia a algoritmického programovania, (3) pochopenie programového ovládania jednotlivých častí práčky a (4) videnie prepojenia medzi technickým návrhom, mechanikou a programom. Na všetky položky odpovedalo 69 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále (od „Úplne nesúhlasím“ po „Úplne súhlasím“). Súbor otázok tak overuje nielen kognitívne a procedurálne zručnosti (stavové automaty, sekvenčné riadenie, podmienené vetvenie), ale aj schopnosť systémovo prepájať poznatky naprieč technickými doménami. Interpretácie výsledkov sa zameriavajú na rozloženie súhlasov a nesúhlasov a ukazujú, do akej miery scenáre z reálneho života (automatizácia spotrebičov) podporili algoritmické a systémové myslenie žiakov.

Položka: Úloha mi ukázala, ako fungujú jednoduché riadené procesy v domácnosti



Obrázok 87 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že úloha mi ukázala, ako fungujú jednoduché riadené procesy v domácnosti.

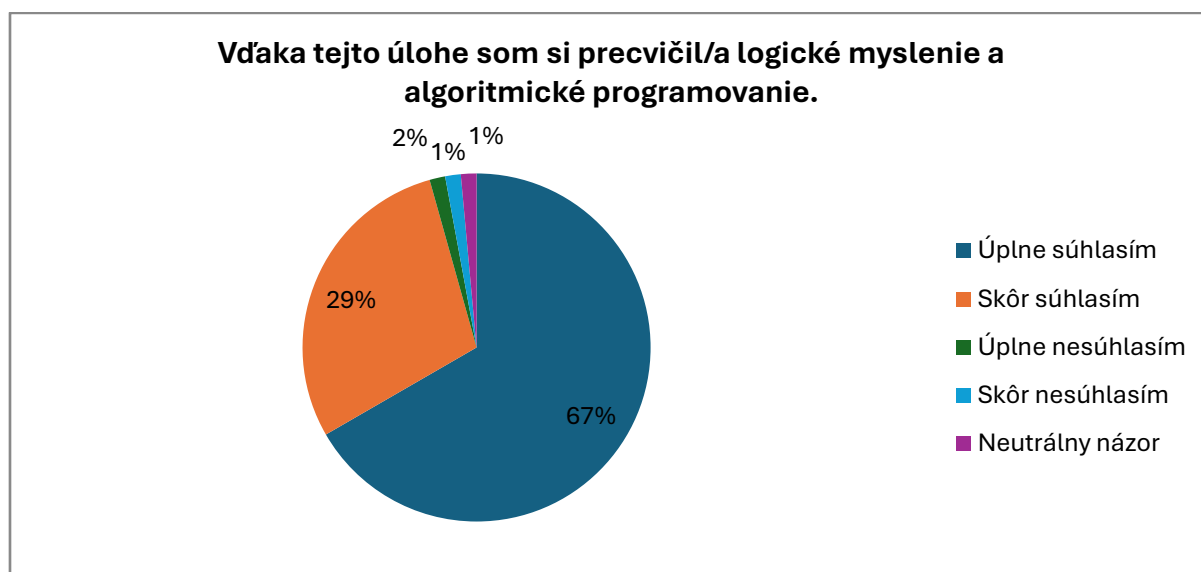
Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili riešenia projektu *Automatická práčka* využívajúceho mikrokontrolér BBC micro:bit. Cieľom úlohy bolo priblížiť žiakom princípy automatizácie riadených procesov prostredníctvom simulácie cyklu prania – teda sekvenčného riadenia činností, ktoré prebiehajú v logickom slede a závisia od vstupných podmienok.

Získané údaje ukazujú jednoznačne pozitívne hodnotenie zo strany žiakov. So zadáním **úplne súhlasilo 62,32 % (43 respondentov)** a **skôr súhlasilo 34,78 % (24 respondentov)**. Len **1,45 % (1 respondent)** vyjadril nesúhlas a rovnaký podiel (**1,45 %, 1 respondent**) zaujal neutrálny postoj. Spolu teda **97,1 % (67 respondentov)** súhlasilo s tým, že vďaka úlohe pochopilo základný princíp fungovania riadených procesov, aké sa bežne využívajú v domácnosti a v domácich spotrebičoch.

Táto úloha bola koncipovaná ako model sekvenčne riadeného systému, v ktorom žiaci programovali mikrokontrolér BBC micro:bit tak, aby napodobňoval cyklus prania. V rámci programovania si osvojili koncept stavového automatu, teda systému, ktorý vykonáva činnosti v logickom poradí podľa preddefinovaných podmienok. Úloha výrazne prispela k rozvoju algoritmického a systémového myslenia. Žiaci museli navrhnúť správnu postupnosť krokov, pochopiť, ktoré procesy môžu prebiehať súčasne a ktoré musia nasledovať po sebe. Tento prístup podporoval aj porozumenie časovým a logickým závislostiam, ktoré sú kľúčové v oblasti automatizácie a programovateľných systémov a umožnil tak pochopiť žiakom ako fungujú jednoduché riadené procesy v domácnosti.

Záverom možno konštatovať, že úloha úspešne priblížila žiakom technické princípy automatizácie v bežnom živote.

Položka: Vďaka tejto úlohe som si precvičil/a logické myslenie a algoritmické programovanie



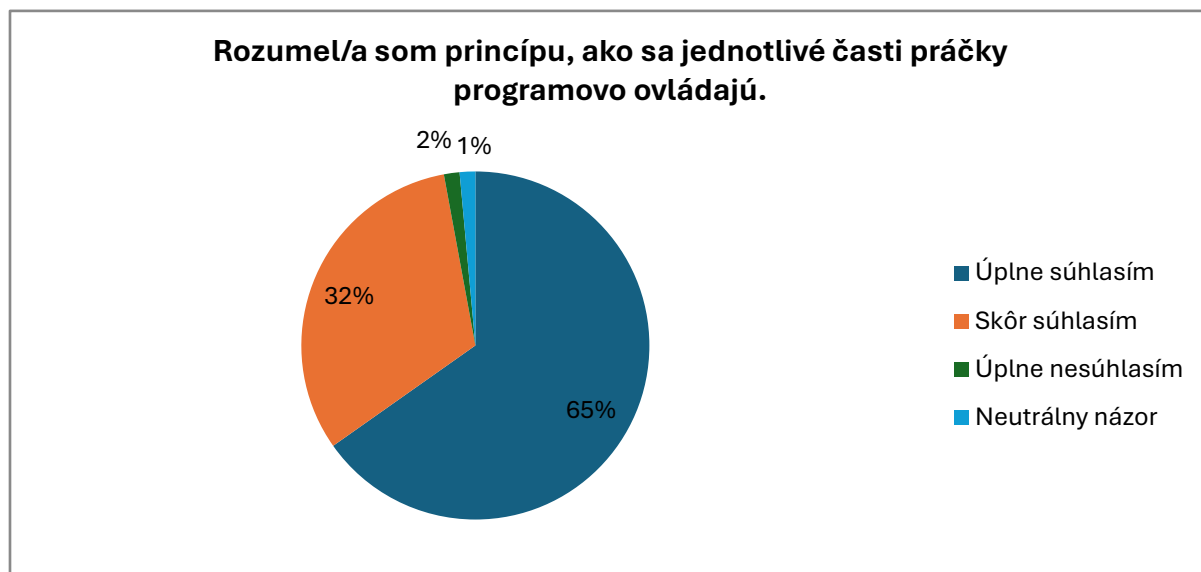
Obrázok 88 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka tejto úlohe som si precvičil/a logické myslenie a algoritmické programovanie.

Na položku zameranú na rozvoj logického a algoritmického myslenia odpovedalo **69 respondentov**, ktorí riešili úlohu projektu *Automatická práčka*. Výsledky ukazujú výrazne pozitívny prístup žiakov k tomuto typu úlohy. So zadaním **úplne súhlasilo 66,67 % (46 respondentov)** a **skôr súhlasilo 28,99 % (20 respondentov)**. Iba **1,45 % (1 respondent)** úplne nesúhlasil, rovnaký podiel (**1,45 %, 1 respondent**) skôr nesúhlasil a **1,45 % (1 respondent)** zvolil neutrálnu odpoveď. Celkovo teda **95,66 % (66 respondentov)** súhlasilo s tým, že úloha im umožnila precvičiť a rozvíjať schopnosť logicky uvažovať a programovo modelovať postupy.

Úloha bola koncipovaná ako praktická simulácia automatického prania, v ktorej žiaci vytvárali sekvenčný algoritmus pozostávajúci z niekoľkých fáz – spustenie práčky, kontrola zapnutia, pranie, plákanie, signalizácia poruchy. Tento proces vyžadoval od žiakov pochopenie logickej štruktúry programu, identifikáciu podmienok a tvorbu rozhodovacích vetiev, čo priamo rozvíjalo ich algoritmické myslenie.

Celkovo možno konštatovať, že úloha významne prispela k rozvoju algoritmických zručností a posilnila porozumenie logickej štruktúre riadených procesov. Projekt *Automatická práčka* sa tak ukázal ako efektívny nástroj technickej gramotnosti a rozvoja digitálnych kompetencií, ktorý zároveň podporuje záujem žiakov o programovanie prostredníctvom zmysluplných a reálne aplikovateľných situácií.

Položka: Rozumel/a som princípu, ako sa jednotlivé časti práčky programovo ovládajú



Obrázok 89 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že rozumel/a som princípu, ako sa jednotlivé časti práčky programovo ovládajú.

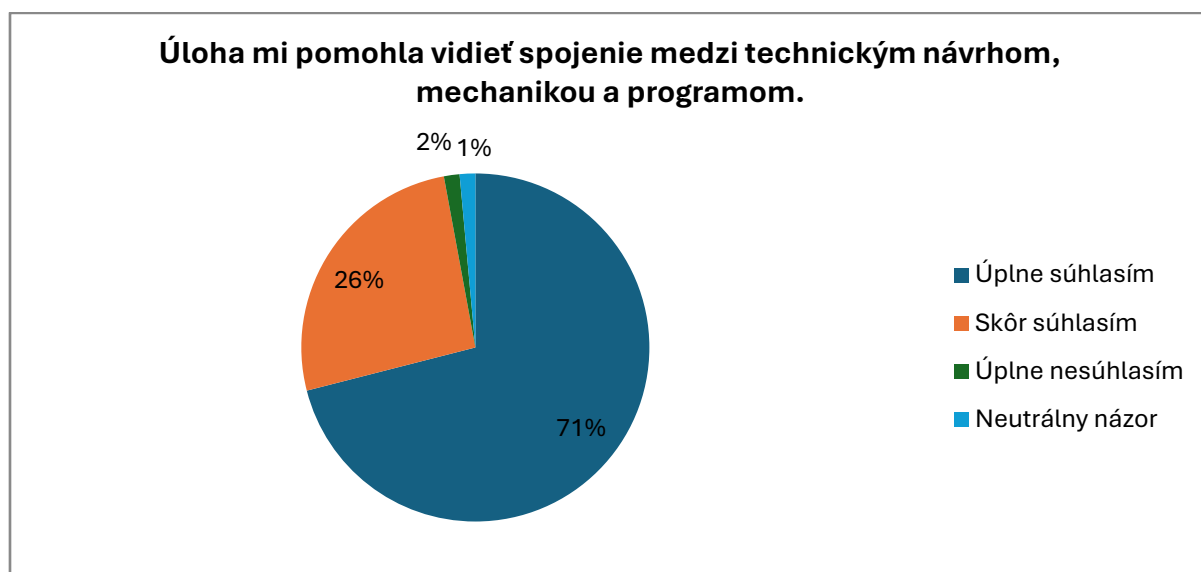
Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili realizácie projektu *Automatická práčka*. Úloha bola zameraná na pochopenie princípu programového riadenia jednotlivých komponentov systému, teda ako mikrokontrolér dokáže pomocou príkazov ovládať činnosť práčky.

Z výsledkov vyplýva, že väčšina žiakov túto tému zvládla veľmi dobre. So zadaním **úplne súhlasilo 65,22 % (45 respondentov)** a **skôr súhlasilo 31,88 % (22 respondentov)**. Len **1,45 % (1 respondent)** vyjadril nesúhlas a rovnaký podiel (**1,45 %, 1 respondent**) zaujal neutrálny postoj. Spolu teda až **97,1 % (67 respondentov)** deklarovalo, že rozumelo tomu, ako sa jednotlivé časti práčky riadia prostredníctvom programového kódu.

V rámci úlohy žiaci využívali mikrokontrolér BBC micro:bit a jeho komponenty, ktoré simulovali funkcie práčky. Týmto spôsobom sa učili, ako možno pomocou jednoduchých programových štruktúr riadiť komplexný proces, ktorý v reálnom svete prebieha automaticky.

Celkovo možno konštatovať, že úloha naplnila svoje ciele v oblasti porozumenia programového riadenia technických systémov.

Položka: Úloha mi pomohla vidieť spojenie medzi technickým návrhom, mechanikou a programom



Obrázok 90 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že úloha mi pomohla vidieť spojenie medzi technickým návrhom, mechanikou a programom.

Na túto položku odpovedalo **69 respondentov**, ktorí sa zúčastnili projektu *Automatická práčka*. Cieľom úlohy bolo podporiť interdisciplinárne myslenie – teda pochopenie, ako technický návrh, mechanické prvky a programové riadenie tvoria vzájomne prepojený systém.

Z výsledkov je zrejmé, že úloha bola mimoriadne úspešná. So zadaním **úplne súhlasilo 71,01 % (49 respondentov)** a **skôr súhlasilo 26,09 % (18 respondentov)**. Iba **1,45 % (1 respondent)** vyjadril nesúhlas a rovnaký podiel (**1,45 %, 1 respondent**) uviedol neutrálny názor. Celkovo teda **takmer 97,1 % (67 respondentov)** uznalo, že úloha im pomohla pochopiť, ako sa technický návrh, mechanické konštrukcie a programová logika vzájomne dopĺňajú.

Úloha zároveň rozvíjala technické myslenie v kontexte reality – žiaci si uvedomili, že aj bežné zariadenia v domácnosti fungujú na princípe vzájomnej súčinnosti elektroniky, mechaniky a programového riadenia.

Celkovo možno konštatovať, že úloha výrazne napomohla k prepojeniu poznatkov z viacerých oblastí (technický návrh, mechanika a programovanie), čím podporila rozvoj komplexného technického chápania. Žiaci tak získali nielen praktické skúsenosti s programovaním, ale aj širší pohľad na fungovanie technických systémov ako celkov.

4.5.9.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov dotazníka k projektu „Automatická práčka“

Projekt „Automatická práčka“ slúžil ako model sekvenčne riadeného systému, v ktorom žiaci programovali mikrokontrolér BBC micro:bit tak, aby simuloval cyklus prania (spustenie, kontrola zapnutia, pranie, plákanie, signalizácia poruchy). Cieľom bolo priblížiť princípy automatizácie v domácnosti, rozvíjať algoritmické a systémové myslenie a ukázať prepojenie technického návrhu, mechanických prvkov a programového riadenia. Dotazník vyplnilo 69 respondentov.

Kľúčové zistenia

1) Pochopenie riadených procesov v domácnosti

Vysoká akceptácia potvrdzuje, že aktivita efektívne sprostredkovala princípy riadených procesov. S tvrdením „Úloha mi ukázala, ako fungujú jednoduché riadené procesy v domácnosti“ úplne súhlasilo 62,32 % (43 respondentov) a skôr súhlasilo 34,78 % (24 respondentov). Neutrálny názor uviedlo 1,45 % (1 respondent) a nesúhlas taktiež 1,45 % (1 respondent). Spolu súhlasilo 97,10 % (67 respondentov). Výsledok naznačuje, že simulácia stavového automatu (postupnosť krokov a podmienok) bola pre väčšinu žiakov zrozumiteľná a prenositeľná do kontextu bežných domácich spotrebičov.

2) Rozvoj logického a algoritmického myslenia

Tvrdenie „Vďaka tejto úlohe som si precvičil/a logické myslenie a algoritmické programovanie“ získalo taktiež prevažne pozitívne hodnotenia: úplne súhlasilo 66,67 % (46 respondentov) a skôr súhlasilo 28,99 % (20 respondentov). Neutrálny postoj uviedlo 1,45 % (1 respondent), skôr nesúhlas 1,45 % (1 respondent) a úplný nesúhlas 1,45 % (1 respondent). Celkovo súhlasilo 95,66 % (66 respondentov). Aktivita zjavne podporila tvorbu sekvenčných algoritmov, prácu s podmienkami a vetvením, čo sú kľúčové prvky algoritmického myslenia.

3) Porozumenie programovému ovládaniu častí práčky

Pri tvrdení „Rozumel/a som princípu, ako sa jednotlivé časti práčky programovo ovládajú“ úplne súhlasilo 65,22 % (45 respondentov) a skôr súhlasilo 31,88 % (22 respondentov). Neutrálny názor uviedlo 1,45 % (1 respondent) a nesúhlas 1,45 % (1 respondent). Spolu súhlasilo 97,10 % (67 respondentov). Žiaci tak deklarovali porozumenie, ako možno pomocou jednoduchých programových štruktúr riadiť činnosť jednotlivých komponentov systému.

4) Vnímanie interdisciplinárneho prepojenia

Najvyššie zastúpenie úplného súhlasu sa objavilo pri tvrdení „Úloha mi pomohla vidieť spojenie medzi technickým návrhom, mechanikou a programom“: úplne súhlasilo 71,01 % (49 respondentov) a skôr súhlasilo 26,09 % (18 respondentov). Neutrálny názor uviedlo 1,45 % (1 respondent) a nesúhlas 1,45 % (1 respondent). Spolu súhlasilo 97,10 % (67

respondentov). Úloha preto nielen rozvíjala praktické programátorské zručnosti, ale aj systematické chápanie technických systémov ako celku.

Syntéza naprieč položkami

Naprieč všetkými štyrmi tvrdeniami súhlas vyjadrilo v priemere 96,74 % respondentov ($\approx 96,74\%$ z 69), pričom podiel „úplne súhlasím“ dosahoval v priemere 66,31 % (~ 46 respondentov) a „skôr súhlasím“ 30,44 % (~ 21 respondentov). Podiel neutrálnych a nesúhlasných odpovedí sa stabilne držal veľmi nízko (spravidla 2–3 respondenti na položku). Tieto výsledky sú konzistentné a svedčia o vysokej didaktickej hodnote úlohy: žiaci si osvojili sekvenčné riadenie, lepšie porozumeli logike programu a vnímali prepojenie medzi konštrukciou, mechanikou a kódom.

Edukačný prínos a interpretácia

- **Algoritmické a systémové myslenie:** Konštrukcia „stavového automatu“ (fázy prania, podmienky, vetvenia, signalizácia) poskytla žiakom jasný rámec na pochopenie poradia činností a závislosti krokov od vstupných podmienok. To priamo podporilo logické uvažovanie, plánovanie postupov a schopnosť modelovať procesy v kóde (súhlas 95,66 % – 66 respondentov).
- **Prenositeľnosť do reálneho sveta:** Vysoká miera súhlasu s pochopením riadených procesov v domácnosti (97,10 % – 67 respondentov) ukazuje, že žiaci dokázali preniesť skúsenosť zo simulácie na chápanie fungovania reálnych spotrebičov. Zvyšuje to zmysluplnosť učenia a pravdepodobnosť dlhodobej retencie vedomostí.
- **Interdisciplinarita:** Najvyšší podiel úplného súhlasu (71,01 % – 49 respondentov) pri vnímaní prepojenia technického návrhu, mechaniky a programu potvrdzuje, že úloha napĺňa ciele interdisciplinárne orientovanej edukácie. Žiaci pochopili, že technické systémy sú výsledkom koordinovanej spolupráce mechanických súčastí, elektroniky a softvéru.
- **Digitálne kompetencie a technická gramotnosť:** Deklarované porozumenie programovému ovládaniu častí práčky (súhlas 97,10 % – 67 respondentov) naznačuje, že žiaci nadobudli základnú istotu v používaní mikrokontroléra a v ovládaní periférií prostredníctvom kódu – kľúčový prvok digitálnych kompetencií.

Záver

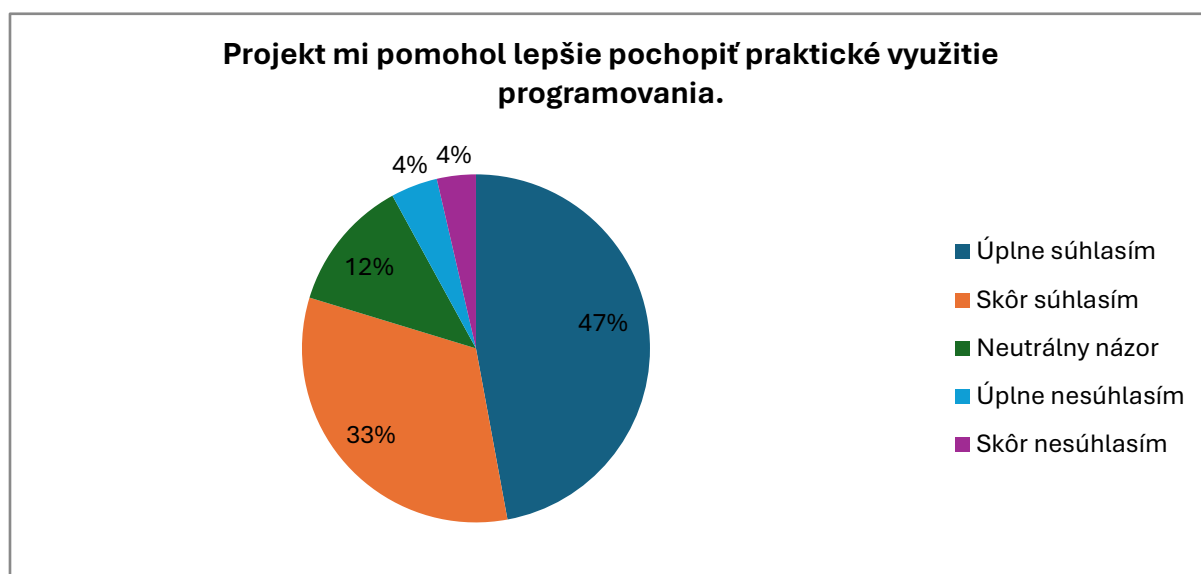
Výsledky dotazníka ($N = 69$) potvrdzujú vysokú edukatívnu hodnotu projektu „Automatická práčka“. Naprieč štyrmi kľúčovými oblasťami (pochopenie riadených procesov, rozvoj algoritmického myslenia, porozumenie programovému ovládaniu komponentov a interdisciplinárne prepojenie) sa súhlas pohyboval na úrovni **95,66–97,10 %** (66–67 respondentov), pričom úplný súhlas dosahoval v priemere **66,31 %** (~ 46

respondentov). Aktivita účinne podporuje technickú gramotnosť, digitálne kompetencie a systémové uvažovanie prostredníctvom zmysluplnej simulácie reálneho spotrebiča.

4.6 Celkové zhodnotenie práce s mikrokontrolérom

Táto podkapitola syntetizuje celkové dopady práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit na učiacich sa. Päť položiek mapuje: (1) transfer programovania do praxe, (2) vnímanú interdisciplinárnu využiteľnosť micro:bitu, (3) zámer pokračovať v programovaní mimo vyučovania, (4) nadobudnutie zručností využiteľných v budúcnosti a (5) ochotu odporučiť micro:bit rovesníkom. Na všetky položky odpovedalo 138 respondentov na päťstupňovej Likertovej škále, čo umožňuje zachytiť kognitívny (pochopenie a zručnosti), motivačno-konatívny (úmysel pokračovať) aj postojový rozmer (odporúčanie). Interpretácie grafov tejto podkapitoly ukazujú, do akej miery projekt podporil prenášanie vedomostí do reálnych kontextov, dlhodobejšiu angažovanosť v programovaní a šírenie pozitívnej skúsenosti medzi žiakmi. Tento rámec poskytuje súhrnnú spätnú väzbu k efektívnosti zásahu naprieč predmetmi a k jeho udržateľnému edukačnému dopadu.

Položka: Projekt mi pomohol lepšie pochopiť praktické využitie programovania.



Obrázok 91 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že projekt mi pomohol lepšie pochopiť praktické využitie programovania.

Na túto položku odpovedalo **138 respondentov**, ktorí hodnotili dopad projektu s mikrokontrolérom BBC micro:bit na pochopenie reálneho významu programovania. Získané výsledky poukazujú na vysokú mieru vnímaného prínosu projektu pre prepojenie teoretických vedomostí s praktickou aplikáciou v oblasti digitálnych technológií.

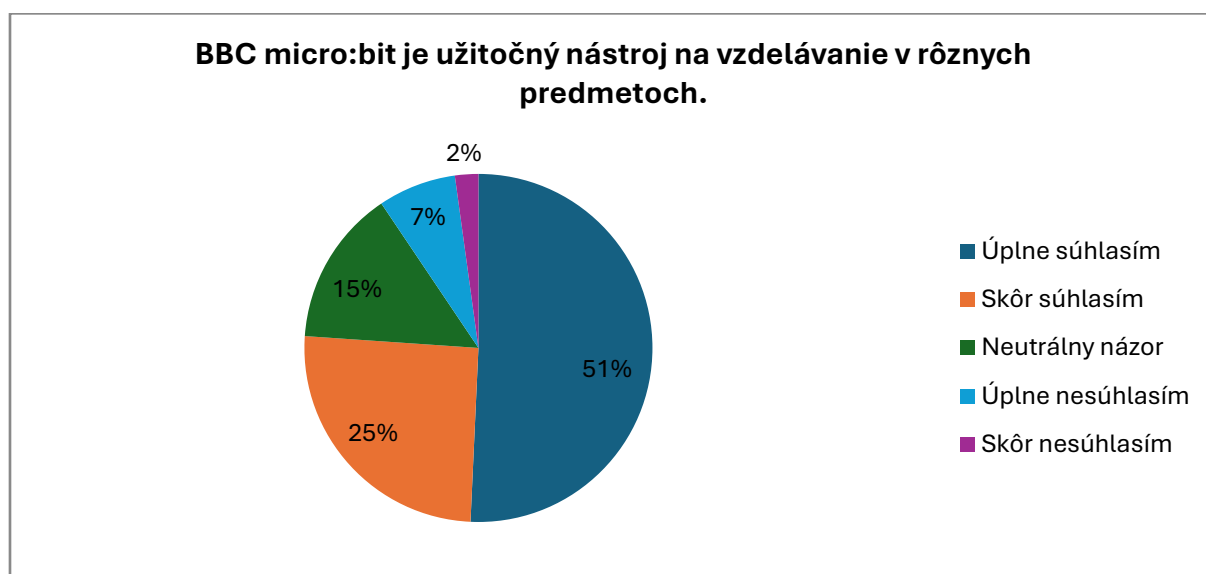
Najväčšia skupina respondentov, **47,10 % (65 respondentov)**, vyjadrila úplný súhlas s tvrdením, že projekt im pomohol lepšie pochopiť praktické využitie programovania.

Ďalších **32,61 % (45 respondentov)** sa priklonilo k odpovedi *skôr súhlasím*, čo znamená, že **takmer 80 % (110 respondentov)** hodnotí prácu s micro:bitom pozitívne. **Neutrálny postoj** zaujalo **12,32 % (17 respondentov)**, zatiaľ čo **4,35 % (6 respondentov)** úplne nesúhlasí a **3,62 % (5 respondentov)** skôr nesúhlasí.

Výsledky potvrdzujú, že projekt s BBC micro:bitom významne prispel k pochopeniu praktických aspektov programovania, predovšetkým v kontexte jeho využitia na riadenie zariadení, zber údajov zo senzorov a automatizáciu procesov. Tým sa žiaci učili vnímať programovanie nielen ako abstraktnú činnosť, ale ako nástroj riešenia reálnych problémov v oblastiach, ako sú technika, biológia, ekológia či environmentálne inžinierstvo.

Môžeme konštatovať, že projekt s BBC micro:bitom bol hodnotený ako mimoriadne prínosný z hľadiska praktickej aplikácie. Výsledky ukazujú, že väčšina účastníkov získala hlbšie pochopenie významu programovania v reálnych kontextoch, čo predstavuje zásadný krok smerom k rozvoju digitálnej gramotnosti a technickej gramotnosti žiakov.

Položka: BBC micro:bit je užitočný nástroj na vzdelávanie v rôznych predmetoch.



Obrázok 92 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že micro:bit je užitočný nástroj na vzdelávanie v rôznych predmetoch.

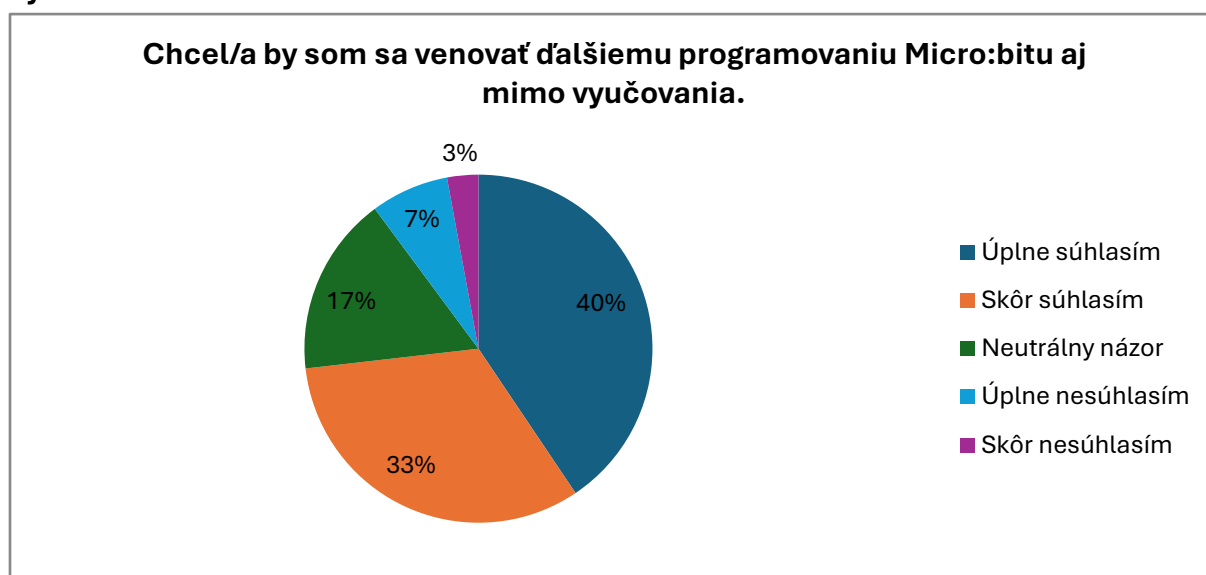
Na túto položku odpovedalo **138 respondentov**, ktorí hodnotili vnímanie mikrokontroléra BBC micro:bit ako vzdelávacieho nástroja s interdisciplinárnym potenciálom. Výsledky jednoznačne ukazujú, že väčšina respondentov považuje micro:bit za efektívnu pomôcku využiteľnú nielen v technických, ale aj v prírodovedných či humanitných predmetoch.

Najväčšia skupina respondentov, **50,72 % (70 respondentov)**, s tvrdením *úplne súhlasí*, pričom ďalších **25,36 % (35 respondentov)** označilo odpoveď *skôr súhlasím*. Spolu teda **76,08 % (105 respondentov)** vníma micro:bit pozitívne ako nástroj vhodný pre rôzne oblasti vzdelávania. **Neutrálny postoj** zaujalo **14,49 % (20 respondentov)**, kým **7,25 % (10 respondentov)** úplne nesúhlasí a **2,17 % (3 respondenti)** skôr nesúhlasí.

Tieto výsledky potvrdzujú, že micro:bit je vnímaný ako flexibilná edukačná technológia, ktorá umožňuje prepájať vedomosti naprieč rôznymi disciplínami. V praxi sa jeho využitie osvedčilo najmä v kontexte STEM a STEAM vzdelávania, kde slúži ako prostriedok pre interdisciplinárnu integráciu učiva.

Záverom možno konštatovať, že väčšina respondentov vníma BBC micro:bit ako nástroj, ktorý prispieva k modernizácii vyučovania a podporuje integráciu digitálnych technológií do rôznych vzdelávacích predmetov.

Položka: Chcel/a by som sa venovať ďalšiemu programovaniu Micro:bitu aj mimo vyučovania.



Obrázok 93 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že chcel/a by som sa venovať ďalšiemu programovaniu micro:bitu aj mimo vyučovania.

Na položku „Chcel/a by som sa venovať ďalšiemu programovaniu Micro:bitu aj mimo vyučovania“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí vyjadrovali svoj záujem pokračovať v práci s týmto mikrokontrolérom aj po skončení projektu. Otázka sa zameriavala na zisťovanie dlhodobého motivačného efektu a potenciálu BBC micro:bitu podnecovať trvalý záujem o programovanie.

Najpočetnejšiu skupinu tvorili respondenti, ktorí označili odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **40,58 % (56 respondentov)**. Táto skupina predstavuje žiakov, ktorí sa s programovaním stotožnili a prácu s BBC micro:bitom vnímali ako inšpiratívnu. Ďalších **32,61 % (45 respondentov)** zvolilo možnosť „**Skôr súhlasím**“, čo naznačuje, že väčšina účastníkov (spolu **73,19 % – 101 respondentov**) prejavila ochotu pokračovať v programovacích aktivitách. Tento výsledok potvrdzuje, že mikrokontrolér BBC micro:bit pôsobí ako atraktívny motivačný prvok, ktorý dokáže u žiakov prebudiť záujem o technológie a informatické myslenie.

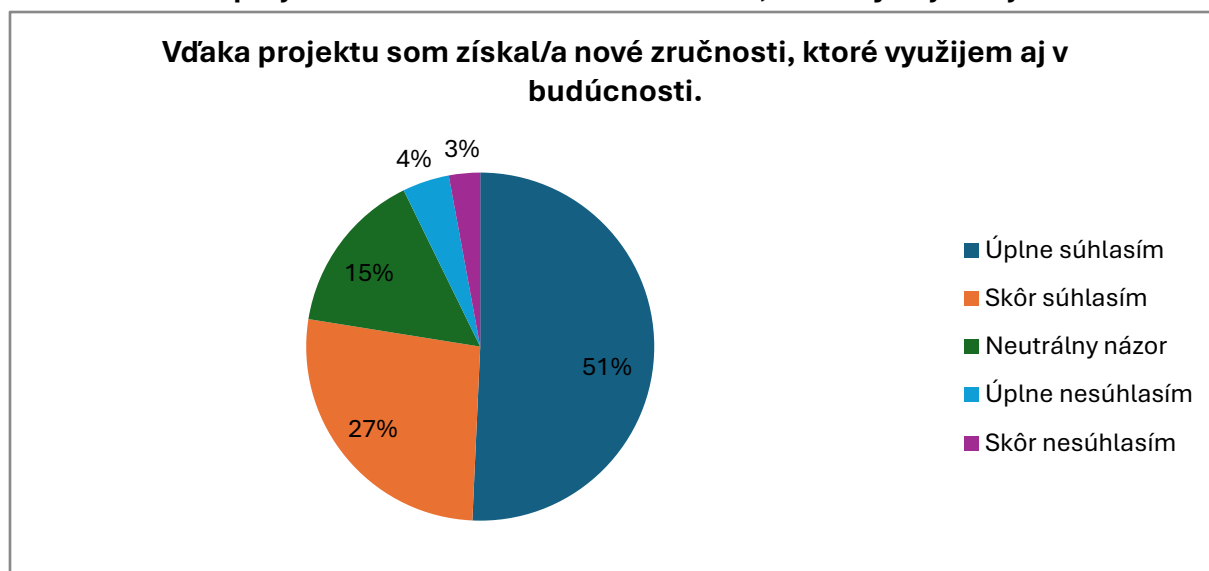
Odpoveď „**Neutrálny názor**“ označilo **16,67 % (23 respondentov)**. Táto skupina môže predstavovať žiakov, ktorí si prácu s mikrokontrolérom užili, no nevnímajú ju ako svoju

dlhodobú záľubu. Ich odpovede poukazujú na to, že trvalý záujem o programovanie si vyžaduje systematickú podporu, dostupné vybavenie a priestor na experimentovanie aj mimo vyučovacích hodín.

Negatívne odpovede boli zastúpené len okrajovo. Možnosť „**Úplne nesúhlasím**“ uviedlo **7,25 % (10 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ označilo **2,9 % (4 respondenti)**. Tieto výsledky naznačujú, že len malá časť účastníkov nemá záujem pokračovať v programovaní s BBC micro:bitom. Dôvodom môže byť preferencia iných foriem učenia, nižšia miera technickej sebadôvery alebo absencia mimoškolských možností na prácu s mikrokontrolérmi.

Z celkového hľadiska možno konštatovať, že viac než dve tretiny respondentov prejavili záujem pokračovať v programovaní, čo svedčí o vysokej motivačnej sile BBC micro:bitu. Tento výsledok má zásadný význam pre pedagogickú prax, pretože ukazuje, že projektovo orientované učenie a praktická práca s mikrokontrolérmi dokážu dlhodobo ovplyvniť postoje žiakov k programovaniu.

Položka: Vďaka projektu som získal/a nové zručnosti, ktoré využijem aj v budúcnosti.



Obrázok 94 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že vďaka projektu som získal/a nové zručnosti, ktoré využijem aj v budúcnosti.

Na položku „Vďaka projektu som získal/a nové zručnosti, ktoré využijem aj v budúcnosti.“ odpovedalo celkovo **138 respondentov**, ktorí hodnotili svoj subjektívny prínos z účasti na aktivitách s mikrokontrolérom **BBC micro:bit**. Táto otázka bola zameraná na zistenie miery, do akej sa prostredníctvom projektu podarilo rozvíjať vedomosti, praktické schopnosti a digitálne kompetencie účastníkov.

Najviac respondentov označilo odpoveď „**Úplne súhlasím**“ – **50,72 % (70 respondentov)**, čo predstavuje polovicu všetkých opýtaných. Tento vysoký podiel naznačuje, že projekt bol vnímaný ako efektívny vzdelávací prostriedok, ktorý podporil osvojovanie nových poznatkov v oblasti programovania, práce so senzormi či riešenia

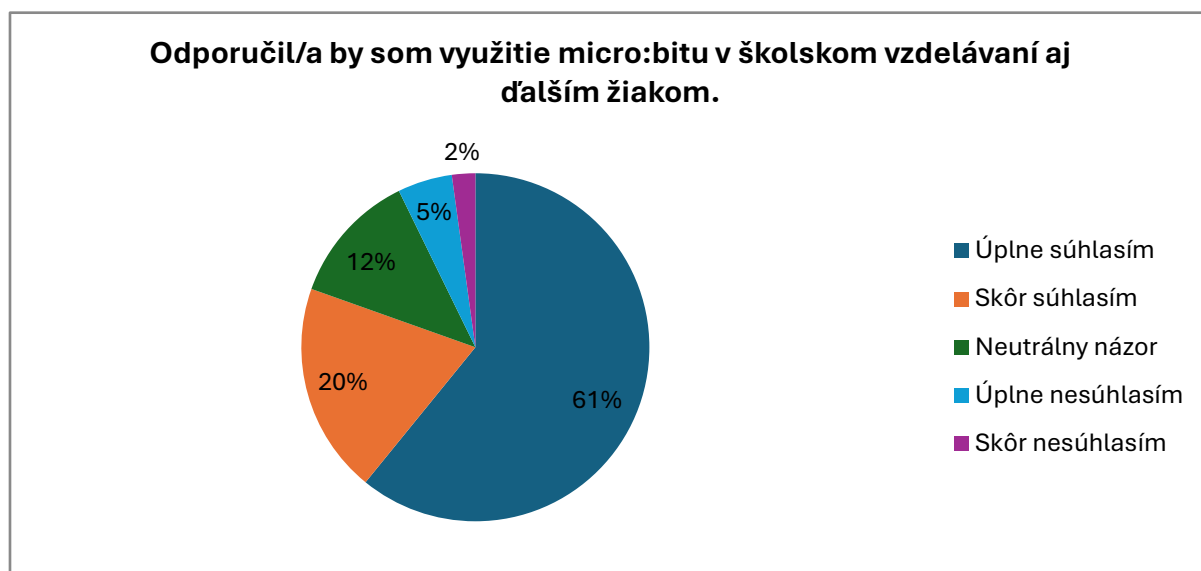
technických problémov. Ďalších **26,81 % (37 respondentov)** zvolilo odpoveď „**Skôr súhlasím**“, čo spolu tvorí **77,53 % (107 respondentov)** pozitívnych reakcií. Tieto výsledky potvrdzujú, že väčšina účastníkov si vďaka práci s BBC micro:bitom rozšírila svoje digitálne a technické zručnosti, čo má významný dopad na ich budúcu schopnosť orientovať sa v technologickom prostredí.

Neutrálne stanovisko zaujalo **15,22 % (21 respondentov)**. Títo respondenti síce nezaznamenali výrazný osobný progres, no ani nepopreli vzdelávací prínos projektu. Ich postoje môžu byť ovplyvnené tým, že niektoré úlohy pre nich nepredstavovali dostatočne náročnú výzvu, alebo že už pred začiatkom projektu disponovali určitou úrovňou znalostí v oblasti technológií.

Negatívne hodnotenia sa vyskytli len minimálne. Možnosť „**Úplne nesúhlasím**“ označilo **4,35 % (6 respondentov)** a „**Skôr nesúhlasím**“ **2,9 % (4 respondenti)**. Tento nízky podiel naznačuje, že len malé percento účastníkov nepovažovalo projekt za prínosný pre vlastný rozvoj. Dôvodom mohli byť subjektívne faktory, napríklad nižšia úroveň záujmu o technické témy, obmedzená časová angažovanosť alebo problémy pri realizácii úloh.

Celkovo možno konštatovať, že projekt s využitím BBC micro:bitu významne prispel k rozvoju nových poznatkov a zručností, ktoré väčšina respondentov využije aj v budúcnosti.

Položka: Odporučil/a by som využitie micro:bitu v školskom vzdelávaní aj ďalším žiakom.



Obrázok 95 Miera súhlasu respondentov s tvrdením, že využitie micro:bitu by som odporučil/a v školskom vzdelávaní aj ďalším žiakom.

Na položku, či by respondenti odporučili využitie mikrokontroléra BBC micro:bit v školskom vzdelávaní, odpovedalo **138 respondentov**. Výsledky poukazujú na vysokú mieru spokojnosti a pozitívneho prijatia micro:bitu, ktorý žiaci považujú za prínosný a vhodný pre širšie použitie vo vyučovacom procese.

Najväčšia skupina respondentov, **60,87 % (84 respondentov)**, s tvrdením *úplne súhlasím*, že by micro:bit odporučili svojim spolužiakom. Ďalších **19,57 % (27 respondentov)** zvolilo odpoveď *skôr súhlasím*, čo znamená, že **spolu 80,44 % (111 respondentov)** hodnotí skúsenosť s micro:bitom pozitívne. **Neutrálny postoj** vyjadrilo **12,32 % (17 respondentov)**, zatiaľ čo **7,24 % (10 respondentov)** zaujalo negatívny postoj (*úplne nesúhlasím* 5,07 % a *skôr nesúhlasím* 2,17 %).

Na základe odpovedí respondentov možno konštatovať, že väčšina žiakov odporúča využitie mikrokontroléra BBC micro:bit aj ďalším žiakom. Ich skúsenosť s týmto nástrojom bola prevažne pozitívna, čo naznačuje, že micro:bit považujú za zaujímavú a prínosnú pomôcku vo vyučovaní. Výsledky teda potvrdzujú, že žiaci by odporučili prácu s micro:bitom svojim rovesníkom ako vhodný spôsob učenia sa prostredníctvom praktických aktivít.

4.6.1 Komplexné vyhodnotenie výsledkov – Celkové hodnotenie a využiteľnosť BBC micro:bitu v praxi

Tento blok položiek (N = 138 pri každej otázke) sumarizuje globálny dopad práce s mikrokontrolérom BBC micro:bit na žiakov: prenášanie programovania do praxe, interdisciplinárny potenciál, dlhodobú motiváciu pokračovať, nadobudnuté zručnosti a ochotu technológiu odporúčať ďalej.

Kľúčové zistenia podľa položiek

1) „Projekt mi pomohol lepšie pochopiť praktické využitie programovania.“

- **Úplne súhlasím:** 47,10 % (65)
- **Skôr súhlasím:** 32,61 % (45) → **spolu súhlas:** **79,71 % (110)**
- **Neutrálne:** 12,32 % (17)
- **Skôr nesúhlasím:** 3,62 % (5)
- **Úplne nesúhlasím:** 4,35 % (6)

Interpretácia: Väčšina žiakov prepojila abstraktné koncepty s reálnymi aplikáciami (riadenie zariadení, senzory, automatizácia).

2) „BBC micro:bit je užitočný nástroj na vzdelávanie v rôznych predmetoch.“

- **Úplne súhlasím:** 50,72 % (70)
- **Skôr súhlasím:** 25,36 % (35) → **spolu súhlas:** **76,08 % (105)**
- **Neutrálne:** 14,49 % (20)
- **Skôr nesúhlasím:** 2,17 % (3)
- **Úplne nesúhlasím:** 7,25 % (10)

Interpretácia: Silné vnímanie interdisciplinarity (STEM/STEAM), presah aj mimo technických predmetov.

3) „Chcel/a by som sa venovať ďalšiemu programovaniu micro:bitu aj mimo vyučovania.“

- **Úplne súhlasím:** 40,58 % (56)
- **Skôr súhlasím:** 32,61 % (45) → **spolu súhlas:** **73,19 % (101)**
- **Neutrálne:** 16,67 % (23)
- **Skôr nesúhlasím:** 2,90 % (4)
- **Úplne nesúhlasím:** 7,25 % (10)

Interpretácia: Dvojtretinová väčšina deklaruje záujem pokračovať; menšina potrebuje ďalšie stimuly a dostupné príležitosti.

4) „Vďaka projektu som získal/a nové zručnosti, ktoré využijem aj v budúcnosti.“

- **Úplne súhlasím:** 50,72 % (70)
- **Skôr súhlasím:** 26,81 % (37) → **spolu súhlas:** **77,53 % (107)**
- **Neutrálne:** 15,22 % (21)
- **Skôr nesúhlasím:** 2,90 % (4)
- **Úplne nesúhlasím:** 4,35 % (6)

Interpretácia: Projekt významne posilnil digitálne a technické kompetencie s perspektívou ďalšieho využitia.

5) „Odporučil/a by som využitie micro:bitu v školskom vzdelávaní aj ďalším žiakom.“

- **Úplne súhlasím:** 60,87 % (84)
- **Skôr súhlasím:** 19,57 % (27) → **spolu súhlas:** **80,44 % (111)**
- **Neutrálne:** 12,32 % (17)
- **Skôr nesúhlasím:** 2,17 % (3)
- **Úplne nesúhlasím:** 5,07 % (7)

Interpretácia: Vysoká ochota odporúčať potvrdzuje pozitívnu skúsenosť a akceptáciu technológií.

Syntéza naprieč položkami

- **Súhrn všetkých odpovedí** (5 položiek × 138 = **690** odpovedí):
 - **Pozitívne (Úplne + Skôr súhlasím): 77,39 % (534 z 690)**
 - **Neutrálne: 14,20 % (98 z 690)**
 - **Negatívne (Skôr + Úplne nesúhlasím): 8,41 % (58 z 690)**
- Priemerný podiel **Úplne súhlasím** naprieč položkami: **50,00 % (345 z 690); Skôr súhlasím: 27,39 % (189 z 690).**

Zhrnutie: Dáta sú konzistentne priaznivé: žiaci deklarujú lepšie chápanie praktickej hodnoty programovania (79,71 % – 110), vidia interdisciplinárny prínos (76,08 % – 105),

majú chuť pokračovať (73,19 % – 101), hlásia nové zručnosti (77,53 % – 107) a sú ochotní micro:bit odporučiť (80,44 % – 111).

Edukačný prínos a implikácie

1. **Transfer do praxe:** Vysoký súhlas pri praktickom využití programovania naznačuje, že projektové úlohy účinne prepájajú kód ↔ senzory ↔ reálne situácie.
2. **Interdisciplinárna integrácia:** Vnímaná vhodnosť pre „rôzne predmety“ potvrdzuje, že micro:bit môže byť platformou pre STEM/STEAM, ale aj pre prírodovedu (merania), techniku (riadenie), geografiu (zbery dát), prípadne výchovu k zodpovednosti (environmentálne projekty).
3. **Motivácia:** Záujem pokračovať mimo vyučovania ukazuje potenciál pre krúžky, hackathony, súťaže a portfóliové projekty.
4. **Kompetenčný rast:** Deklarované „nové zručnosti“ pokrývajú algoritmizáciu, debugging, prácu so senzormi, dokumentáciu – základ pre ďalšiu technickú a digitálnu gramotnosť.
5. **Akceptácia a širiteľnosť:** Ochota odporúčať technológiu je sociálnym dôkazom kvality – uľahčuje zavádzanie do ďalších tried a škôl.

Záver

Celkové zhodnotenie potvrdzuje, že práca s BBC micro:bitom má výrazný edukatívny prínos:

- **Praktická hodnota programovania:** 79,71 % (110) súhlasov.
- **Interdisciplinárna vhodnosť:** 76,08 % (105) súhlasov.
- **Ochota pokračovať mimo vyučovania:** 73,19 % (101) súhlasov.
- **Nadobudnuté zručnosti s presahom do budúcnosti:** 77,53 % (107) súhlasov.
- **Ochota odporúčať ďalším žiakom:** 80,44 % (111) súhlasov.

Vážený súhrn naprieč položkami ukazuje **77,39 %** pozitívnych odpovedí (534 z 690), **14,20 %** neutrálnych (98) a **8,41 %** negatívnych (58). Projekt vďaka tomu predstavuje robustný model pre rozvoj digitálnej a technickej gramotnosti, dlhodobej motivácie a interdisciplinárneho učenia prostredníctvom praktickej práce s mikrokontrolérom. Celkovo možno konštatovať, že projekt s BBC micro:bitom naplnil svoje vzdelávacie ciele v plnom rozsahu. U účastníkov podporil pochopenie učiva, rozvoj zručností, rast motivácie i pozitívne postoje k technológiám. Súčasne sa potvrdilo, že BBC micro:bit je vysoko využiteľný v praxi, keďže jeho prínos presahuje hranice jedného predmetu a vytvára predpoklady pre systematickú implementáciu moderných technológií do školského vzdelávania v súlade s princípmi STEM a digitálnej transformácie vzdelávania.

5 Overovanie výskumných otázok

V tejto kapitole sa venujeme overovaniu výskumných otázok. Predmetom overovania je náš autorsky vytvorený blended ekosystém (učebnica – cvičebnica – e-learning – projektové vyučovanie s BBC micro:bit) implementovaný na základných školách; cieľom je zistiť, do akej miery tento ekosystém naplňa deklarované pedagogické funkcie (zrozumiteľnosť, motivácia, transfer do praxe, rozvoj algoritmického myslenia a pod.).

Primárnym zdrojom dát je dotazníkové šetrenie administrované po realizácii projektov s mikrokontrolérom BBC micro:bit. Položky škál boli operacionalizované do zrozumiteľných, priamo pozorovateľných ukazovateľov (napr. „úloha bola motivujúca“, „pochoпил/a som princíp regulácie“, „materiály mi pomohli prepojiť teóriu s praxou“). Pre prakticky orientované otázky používame prah súhlasu napr. $\geq 80\%$ ako rozhodovaciu hranicu pre „splnené očakávanie“.

Výskumná otázka 1: Poskytuje učebnica jasný a zrozumiteľný výklad práce s BBC micro:bitom?

Cieľom je overiť, či aspoň 80 % respondentov súhlasí (súčet odpovedí Úplne súhlasím + Skôr súhlasím) s výrokom, že učebnica poskytuje jasný a zrozumiteľný výklad práce s micro:bitom. Overenie vychádza z bloku „Vyhodnotenie učebnice“ v priloženom dotazníku.

Otázku sme overovali na: položka „*Učebnica mi jasne a zrozumiteľne vysvetlila, ako pracovať s micro:bitom.*“

Škála: 5-bodová Likertova škála.

Vzorka: N = 138 respondentov.

Výsledok pre kľúčovú otázku

- Úplne súhlasím: 46,38 % (64)
- Skôr súhlasím: 25,36 % (35)
- **Spolu súhlas: 71,74 % (99)**
- Neutrálne: 19,57 % (27)
- Skôr nesúhlasím: 4,35 % (6)
- Úplne nesúhlasím: 4,35 % (6).

Vyhodnotenie voči limitu: Podiel súhlasu **nedosahuje 80 %** (chýba 8,26 p. b.). V absolútnych počtoch by bolo na splnenie kritéria ($\geq 80\%$ z 138) potrebných minimálne 111 súhlasných odpovedí; reálne ich bolo 99 (deficit 12 odpovedí).

Kontext a triangulácia v rámci „Vyhodnotenia učebnice“

Hoci „jasnosť a zrozumiteľnosť výkladu“ (N = 138) prah 80 % neprekročila, ďalšie, príbuzné ukazovatele v tom istom bloku vyšli veľmi vysoko:

- Praktické príklady uľahčili pochopenie zadaní: **91,30 % (63/69)** súhlasov.
- Vizualne spracovanie (obrázky, schémy, postupy) pomohlo porozumieť učivu: **94,20 % (65/69)** súhlasov.
- Motivačný účinok učebnice: **89,86 % (62/69)** súhlasov.

Naopak, druhá „široká“ položka s N = 138 („*Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh.*“) dosiahla **69,56 % (96/138)** súhlasov, čo je rovnako pod prahom 80 %. Táto dvojica ukazovateľov (oboje N = 138) teda vykazuje podobný trend, kým konkrétnejšie položky s N = 69 (praktické príklady, vizuály, motivácia) dosahujú výrazne vyššie hodnoty.

Interpretácia

- Kde je problém: Vo vzorke (N = 138) časť žiakov zostáva pri všeobecnej položke o jasnosti výkladu **neutrálne (≈ 19,6 %)** a menšia časť uvádza **nesúhlas (≈ 8,7 %)**. To naznačuje, že všeobecný textový výklad nebol pre všetkých rovnako priehľadný.
- Kde sa darí: Keď sa výklad oprie o konkrétny príklad alebo vizualizáciu, miera porozumenia prudko rastie (91–94 % súhlasov), čo ukazuje na silný efekt príkladov a vizuálov ako „mosta“ medzi textom a praxou.

Záver

Výskumná otázka („Učebnica poskytuje jasný a zrozumiteľný výklad práce s micro:bitom?“) nie je potvrdená: pri položke „*Učebnica mi jasne a zrozumiteľne vysvetlila, ako pracovať s micro:bitom.*“ bol celkový súhlas **71,74 % (99/138)**, t. j. o **8,26 p. b.** pod stanoveným prahom (deficit **12** súhlasných odpovedí). Zároveň však platí, že konkrétne prvky výkladu – praktické príklady (**91,30 %**) a vizualne spracovanie (**94,20 %**) – sú hodnotené veľmi vysoko, čo ukazuje jasnú cestu k zvýšeniu celkovej zrozumiteľnosti v ďalšej edícii učebnice.

Výskumná otázka 2: Prepája učebnica teóriu s praxou? (limit ≥ 80 %)

Cieľom výskumnej otázky je overiť, či žiaci vnímajú, že učebnica prepája teóriu s praxou aspoň na úrovni ≥ 80 % pozitívnych odpovedí (súčet *Úplne súhlasím* + *Skôr súhlasím*). V dotazníku je tento konštrukt operacionalizovaný najmä položkou, ktorá priamo sleduje, či praktické príklady uľahčujú pochopenie a tým prepájajú teoretické učivo s riešením úloh. V sprievodnom texte vyhodnotenia je táto položka výslovne interpretovaná ako overenie prepojenia teórie s praxou.

Otázku sme overovali na otázkach dotazníka:

- Kľúčový indikátor (N = 69): „*Učebnica obsahovala praktické príklady, ktoré mi uľahčili pochopenie zadání.*“ (proxy prepojenia teórie s praxou). V komentári k položke je priamo uvedené, že overuje, či materiál podporoval prepojenie teoretického učiva s praxou.
- Podporný indikátor (N = 69): „*Vizuálne spracovanie (obrázky, schémy, návody) mi pomohlo lepšie porozumieť učivu.*“ – vizuály slúžia ako most od abstraktných pojmov k praktickým postupom (text vyhodnotenia to aj takto vysvetľuje).
- Kontextová položka (N = 138): „*Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh.*“ – širší, menej špecifický ukazovateľ praktickej využiteľnosti.

Kritérium úspechu bol podiel pozitívnych odpovedí $\geq 80\%$.

Výsledky pre kľúčové ukazovatele

Praktické príklady ako most teória → prax (N = 69)

- Úplne súhlasím: 50,72 % (35)
- Skôr súhlasím: 40,58 % (28)
- **Spolu súhlas: 91,30 % (63 z 69)**
- Neutrálne: 7,25 % (5)
- Skôr nesúhlasím: 1,45 % (1).

Vyhodnotenie: Kritérium $\geq 80\%$ je splnené s výraznou rezervou (91,30 %). V sprievodnom texte je navyše explicitne uvedené, že táto **položka overuje prepojenie teórie s praxou**.

Ďalšia otázka dotazníka: Vizuálne spracovanie (obrázky, schémy, návody) mi pomohlo lepšie porozumieť učivu slúžila ako „most“ od abstraktných pojmov k praktickým postupom.

Vzorka: N = 69 respondentov.

Výsledok pre otázku

- Úplne súhlasím: 63,77 % (44)
- Skôr súhlasím: 30,43 % (21)
- **Spolu súhlas: 94,20 % (65 z 69)**
- Neutrálne: 5,80 % (4)
- Nesúhlas: 0 % (0).

- **Interpretácia:** Vyhodnotenie priamo uvádza, že vizuálne prvky pomáhajú prepájať teoretické poznatky s reálnymi situáciami **94,20 % (65 z 69)** – teda opäť ide o faktor podporujúci prenos teórie do praxe.

Ďalšia otázka dotazníka zisťovala: širší kontext „Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh“ (N = 138).

Pri položke „Učebnica bola dobre spracovaná a pomohla mi pri riešení úloh.“ uviedlo súhlas **69,56 % (96 z 138)** respondentov; neutrálni **18,84 % (26)**; nesúhlasili **11,59 % (16)**. Z hľadiska limitov to znamená, že ku splneniu hranice $\geq 80 \%$ by bolo potrebných 111 súhlasov (80 % z 138), teda chýbalo 15 ďalších súhlasných odpovedí.

Rozloženie odpovedí detailne: Úplne súhlasím 47,10 % (65), Skôr súhlasím 22,46 % (31), Skôr nesúhlasím 6,52 % (9), Úplne nesúhlasím 5,07 % (7).

Interpretácia: Tento, menej špecifický ukazovateľ praktickej pomoci je **pod 80 %**, no ide o široko formulovanú (kompozitnú) otázku, ktorá spája celkové spracovanie s praktickou pomocou pri riešení úloh. Takáto formulácia prirodzene zachytáva viac aspektov naraz (jazyk a štruktúru textu, nadväznosť kapitol, prítomnosť príkladov, mieru „návodnosti“, konzistenciu terminológie...), a preto je prísnejšia než cielené, úzko zamerané položky.

Syntéza a odpoveď na výskumnú otázku

- **Áno, prah $\geq 80 \%$ je splnený:** Pri priamo zameranej položke (praktické príklady $\rightarrow$ prepojenie teórie s praxou) dosahuje súhlas **91,30 % (63/69)**. Vizuálna podpora, ktorá taktiež sprostredkúva prepojenie teória–praxe, dosahuje **94,20 % (65/69)**. Obe metriky vysoko prekračujú hranicu 80 %.
- **Kontext:** Celková, všeobecná položka (N = 138) o pomoci pri riešení úloh má **69,56 %** – pod prahom. Tento rozdiel naznačuje, že **špecifické prvky** učebnice (praktické príklady, vizuálne schémy) žiaci vnímajú ako **veľmi účinné mosty k praxi**, zatiaľ čo **všeobecné hodnotenie** „pomoci pri riešení úloh“ je kritickejšie.

Diskusia

Výsledky ukazujú, že prepojenie teórie s praxou je najsilnejšie tam, kde učebnica ponúka konkrétny, operatívny most: krátke príklady, krokové návody, schémy. Tam stúpa súhlas na **91–94 %**, čo je nad štandardným limitom a s minimom nesúhlasu. Všeobecnejšie formulované očakávanie („pomohla mi pri riešení úloh“) zachytí aj časť žiakov s vyššími nárokmi na detail, tempo postupu alebo naviazanie na špecifickú triednu prax – preto je nižšie. Z didaktického hľadiska je teda rozumné posilniť „mikromosty“ (mini-príklady, medzikroky, vizuálna navigácia), ktoré už preukázateľne fungujú.

Záver

Výskumná otázka je potvrdená. Žiaci vnímajú, že učebnica prepája teóriu s praxou – pri priamo zameranej položke (praktické príklady) dosahuje podiel súhlasu **91,30 % (63/69)**,

pri vizuálnych „mostoch“ až **94,20 % (65/69)**, teda vysoko nad prahom ≥ 80 %. Všeobecnejšia položka o „pomoci pri riešení úloh“ je nižšie (**69,56 %; 96/138**), čo naznačuje, že práve konkrétne príklady a vizuálne postupy sú kľúčom k vnímanému premosteniu teórie do praxe – a tie máte už dnes silné.

Výskumná otázka 3: Je vizuálne spracovanie učebnice spojené s vyššou motiváciou pracovať s obsahom?

Overujeme, či žiaci, ktorí hodnotia **vizuálne spracovanie učebnice** pozitívne, zároveň deklarujú **vyššiu motiváciu pracovať s obsahom**. V dátach sú tieto konštrukty operacionalizované dvomi položkami z bloku *Vyhodnotenie učebnice* (Likert, N = 69).

Otázku sme overovali na otázkach dotazníka:

- **Vizuálna kvalita** (indikátor porozumenia cez vizuály): *„Vizuálne spracovanie (obrázky, schémy, návody) mi pomohlo lepšie porozumieť učivu.“*

Súhlasné odpovede: **94,20 % (65 z 69)**; neutrálne odpovede: **5,80 % (4)**; nesúhlasné odpovede: **0 % (0)**. Hodnota indikuje veľmi priaznivé vnímanie funkčnosti vizuálov (schémy, postupy, nákresy).

- **Motivácia** (ochota pracovať s obsahom): *„Učebnica ma motivovala zaujímať sa o programovanie a technické riešenia.“*

Súhlasné odpovede: **89,86 % (62 z 69)**; neutrálne odpovede: **10,14 % (7)**; nesúhlasné odpovede: **0 % (0)**. Ide o silný motivačný efekt bez zaznamenaného nesúhlasu.

(Kontextová podpora „mostov“ teória → prax: *„Učebnica obsahovala praktické príklady, ktoré mi uľahčili pochopenie zadaní“* – súhlas **91,30 % (63 z 69)**, čím sa vizuálno-praktický dizajn učebnice ukazuje konzistentne silný.)

Výsledky

Obe dimenzie dosahujú veľmi vysoké pozitívne hodnotenia: vizuálna kvalita **94,20 % (65)** a motivácia **89,86 % (62)**. Na agregovanej úrovni teda „vizuálne silná“ učebnica koexistuje s vysokou motiváciou k práci s obsahom a technickými úlohami.

Na základe súbežne vysokých skóre (94,20 % a 89,86 %) konštatujeme pravdepodobnú súvislosť: kvalitná vizuálna podpora znižuje kognitívnu záťaž a zvyšuje vnímanú zrozumiteľnosť, čo typicky vedie k vyššej motivácii pokračovať v práci s obsahom. Tento interpretačný rámec je navyše podporený aj silnými výsledkami pri „praktických príkladoch“ (91,30 %).

Interpretácia

- **Mechanizmus:** Funkčné vizuály uľahčujú porozumenie zložitým postupom, čo zvyšuje sebaistotu a znižuje frustráciu – a to sa prejaví vo vyššej vnútornej motivácii

pracovať s obsahom. V dátach vidíme nulový nesúhlas pri oboch ukazovateľoch (0 %), čo je silný signál spokojnosti so štýlom aj účelom vizuálov a s motivačným pôsobením učebnice.

- **Kontext „mostov“:** Výrazne kladné hodnotenie praktických príkladov (91,30 %) ukazuje, že vizuálno-praktický dizajn pôsobí synergicky – vizuály vysvetľujú, príklady dávajú zmysel a motivácia drží žiakov pri práci.

Záver

Z dostupných výsledkov vyplýva konzistentný obraz: vizuálna kvalita učebnice je hodnotená veľmi vysoko (**94,20 %; 65/69**), zároveň je motivácia pracovať s obsahom tiež veľmi vysoká (**89,86 %; 62/69**). Tieto súbežné zistenia poskytujú indikatívny dôkaz pozitívnej väzby „vizuálna kvalita → motivácia“. Priame štatistické potvrdenie asociácie (na úrovni jednotlivca) si však vyžaduje prepojené individuálne dáta. Aj bez tohto testu sú empirické vzorce jednoznačne priaznivé a podporujú dôraz na funkčné vizuály ako kľúčový prvok motivačného a didaktického dizajnu učebnice.

Výskumná otázka 4: Obsahuje cvičebnica dostatok praktických úloh?

Cieľom je overiť, či viac ako **80 %** respondentov súhlasí s tvrdením, že cvičebnica obsahovala dostatok praktických úloh na precvičenie učiva. Hodnotenie vychádza z bloku „Vyhodnotenie cvičebnice“ s jednotnou návratnosťou N = 69 pre všetky položky.

Dáta a operacionalizácia

- **Indikátor:** položka „*Cvičebnica obsahovala dostatok praktických úloh na precvičenie učiva.*“ (Likert 5-bodová škála).
- **Kritérium úspechu:** > **80 %** pozitívnych odpovedí (Úplne súhlasím + Skôr súhlasím).
- **Kontext pre trianguláciu:** ďalšie štyri položky (jasnosť zadaní; upevňovanie vedomostí; aplikácia na technické problémy; samostatný návrh programov).

Výsledok pre kľúčovú otázku

Rozloženie odpovedí k výroku o „dostatku praktických úloh“ (N = 69):

- Úplne súhlasím: 66,67 % (46)
- Skôr súhlasím: 24,64 % (17)
- **Spolu súhlas: 91,31 % (63)**
- Neutrálne: 7,25 % (5)
- Skôr nesúhlasím: 1,45 % (1).

Záver k výskumnej otázke: Kritérium „> 80 %“ je splnené s výraznou rezervou – súhlas deklarovalo **91,31 %** respondentov (63 z 69).

Robustnosť zistenia (triangulácia naprieč položkami cvičebnice)

Vysoko priaznivé hodnotenie „dostatku úloh“ je konzistentné s ďalšími dimenziami kvality cvičebnice:

- Jasnosť a zrozumiteľnosť zadaní: **89,86 % (62/69)** pozitívnych.
- Upevňovanie vedomostí (nadväznosť na učebnicu/e-learning): **91,30 % (63/69)** pozitívnych.
- Aplikácia na konkrétne technické problémy: **95,66 % (66/69)** pozitívnych (najvyššie skóre).
- Samostatný návrh jednoduchých programov: **89,86 % (62/69)** pozitívnych.

Synteticky: naprieč 5 položkami ($5 \times 69 = 345$ odpovedí) je **91,59 %** odpovedí pozitívnych, čo potvrdzuje, že cvičebnica je vnímaná ako prakticky orientovaný a didakticky funkčný materiál.

Interpretácia

Výsledok **91,31 %** naznačuje, že kvantitatívny rozsah aj štruktúra úloh sú vnímané ako viac než primerané. Nízky podiel neutrálnych odpovedí (**7,25 %**) a minimálny nesúhlas (**1,45 %**) svedčia o dobrej edukačnej ekonomike cvičebnice: úlohy sú početné, no nie preťažujúce, a vedú k reálnej aplikácii poznatkov (potvrdené 95,66 % pri prenose na technické problémy).

Záver

Výskumná otázka „*Obsahuje cvičebnica dostatok praktických úloh?*“ je jednoznačne potvrdená. Súhlas dosiahol **91,31 % (63/69)**; výsledok je v súlade s ďalšími silnými indikátormi kvality cvičebnice (jasnosť zadaní 89,86 %, upevnenie vedomostí 91,30 %, aplikácia na technické problémy 95,66 %, samostatný návrh programov 89,86 %).

Cvičebnica výrazne prekračuje 80 % prah spokojnosti s množstvom praktických úloh; údaje zároveň ukazujú koherentný dizajn podporujúci prenesenie poznatkov do praxe a postupný rozvoj samostatného programovania.

Výskumná otázka 5: Podporuje cvičebnica aplikáciu poznatkov na technické problémy?

Cieľom je overiť, či **aspoň 90 %** respondentov súhlasí s výrokom, že „*riešenie úloh v cvičebnici mi umožnilo aplikovať vedomosti na konkrétne technické problémy*“. Táto otázka mapuje kľúčovú funkciu cvičebnice v projektovo orientovanom vyučovaní – prenos

poznatkov z výkladu a cvičení do praktického riešenia technických úloh. Overenie vychádza z vyhodnoteného dotazníka k cvičebnici (Likert, N = 69).

Dáta a operacionalizácia

- **Indikátor:** položka „*Riešenie úloh v cvičebnici mi umožnilo aplikovať vedomosti na konkrétne technické problémy.*“ (5-bodová škála).
- **Kritérium úspechu:** ≥ 90 % pozitívnych odpovedí (*Úplne súhlasím* + *Skôr súhlasím*).
- **Vzorka:** N = 69 respondentov; všetky položky bloku „cvičebnica“ majú zhodnú návratnosť.

Výsledok pre kľúčovú otázku

Rozdelenie odpovedí:

- Skôr súhlasím: 49,28 % (34)
- Úplne súhlasím: 46,38 % (32)
- **Spolu súhlas: 95,66 % (66 z 69)**
- Neutrálne: 2,90 % (2)
- Skôr nesúhlasím: 1,45 % (1).

Kritérium ≥ 90 % je teda jednoznačne splnené (**95,66 %**). Ide o najsilnejšie hodnotenie v rámci bloku cvičebnice, čo priamo svedčí o praktickej orientácii úloh a prenose do technickej praxe.

Robustnosť zistenia (triangulácia v rámci cvičebnice)

Vysoký podiel súhlasu pri „aplikácii na technické problémy“ je konzistentný s ďalšími dimenziami kvality cvičebnice:

- Dostatok praktických úloh: 91,31 % (**63/69**) pozitívnych.
- Upevňovanie vedomostí (nadväznosť na učebnicu/e-learning): **91,30 % (63/69)** pozitívnych.
- Jasnosť a zrozumiteľnosť zadaní: **89,86 % (62/69)** pozitívnych.
- Samostatný návrh jednoduchých programov: **89,86 % (62/69)** pozitívnych.

Súhrnne naprieč všetkými položkami cvičebnice ($5 \times 69 = 345$ odpovedí) tvoria pozitívne reakcie **91,59 % (316)**, neutrálne **6,96 % (24)** a negatívne **1,45 % (5)**, čo vytvára konzistentný obraz praktickej a didakticky funkčnej cvičebnice.

Interpretácia

Hodnota **95,66 %** naznačuje, že väčšina žiakov nielen rozumie obsahu, ale ho aj vie preniesť do riešenia konkrétnych technických úloh (diagnostika, návrh postupu, implementácia). Vysoká zrozumiteľnosť zadaní (89,86 %) a primeraný rozsah úloh (91,31 %) pravdepodobne znižujú kognitívnu záťaž a uvoľňujú kapacitu na problémové riešenie, čo je kľúčové pre úspešnú aplikáciu poznatkov. Súčasne „upevňovanie vedomostí“ (91,30 %) podporuje stabilizáciu schém, ktoré sa potom ľahšie transferujú do praxe.

Záver

Výskumná otázka „*Podporuje cvičebnica aplikáciu poznatkov na technické problémy?*“ je potvrdená. Až **95,66 % (66 z 69)** žiakov potvrdilo, že vďaka úlohám v cvičebnici dokázalo aplikovať svoje poznatky na konkrétne technické problémy; neutrálnych bolo **2,90 % (2)** a mierny nesúhlas vyjadrilo **1,45 % (1)** respondentov. Spolu s vysokým hodnotením dostatku úloh (91,31 %), upevňovania vedomostí (91,30 %) a jasnosti zadaní (89,86 %) vytvára cvičebnica koherentný, prakticky účinný nástroj pre transfer poznatkov do praxe.

Výskumná otázka 6: Je e-learning hodnotený ako prehľadný a dá sa v ňom ľahko orientovať?

Cieľom výskumnej otázky je overiť, či je e-learningový kurz k projektom s BBC micro:bit hodnotený ako „*prehľadný a ľahko orientovateľný*“ minimálne u 80 % respondentov. Overenie vychádza z bloku „Vyhodnotenie e-learningu“, kde rovnaká vzorka odpovedala na päť položiek (prehľadnosť, príspevok k pochopeniu a riešeniu úloh, nárast istoty pri praktickej práci, súlad s učebnicou/výkladom učiteľa, učenie vlastným tempom). Na každú položku odpovedalo **N = 69** žiakov na päťstupňovej Likertovej škále.

Dáta a operacionalizácia

- **Indikátor:** položka „E-learningový kurz bol prehľadný a jednoducho sa v ňom orientovalo.“ (N = 69).
- **Kritérium úspechu:** „väčšina žiakov“ definovaná ako **≥ 80 %** pozitívnych odpovedí (Úplne súhlasím + Skôr súhlasím).
- **Kontext pre trianguláciu:** ďalšie štyri e-learningové položky (prínos k pochopeniu a riešeniu úloh; sebaistoť pri praxi; blended dopĺňanie učebnice/výkladu; možnosť učiť sa vlastným tempom).

Výsledok pre kľúčovú otázku (prehľadnosť/orientácia)

Rozloženie odpovedí k položke „*prehľadný a jednoducho orientovateľný*“:

- Úplne súhlasím: 55,07 % (38)

- Skôr súhlasím: 37,68 % (26)
- **Spolu súhlas: 92,75 % (64 z 69)**
- Neutrálne: 7,25 % (5)
- Nesúhlas: 0 % (0).

Kritérium ≥ 80 % je splnené – pozitívne hodnotenie dosiahlo **92,75 %** respondentov (64/69), bez akejkoľvek nesúhlasnej odpovede. Textová interpretácia v súbore toto hodnotenie dopĺňa: respondenti „nemali problém s orientáciou v kurze“ a „žiadny z účastníkov nevyjadril nesúhlas“.

Robustnosť zistenia (triangulácia naprieč e-learningovými položkami)

Hoci výskumná otázka testuje výlučne prehľadnosť/orientáciu, súvisiace položky potvrdzujú, že dobrá informačná architektúra kurzu sa premieta aj do ďalších dimenzií použiteľnosti a didaktickej efektívnosti:

- **Príspevok k pochopeniu a riešeniu úloh: 95,65 % (66)** pozitívnych odpovedí (75,36 % úplný súhlas; 20,29 % skôr súhlas).
- **Nárast istoty pri praktickej práci: 86,96 % (60)** pozitívnych; neutrál 11,59 % (8); skôr nesúhlas 1,45 % (1).
- **Blended dopĺňanie učebnice/výkladu: 95,65 % (66)** pozitívnych (71,01 % úplný súhlas; 24,64 % skôr súhlas).
- **Učenie vlastným tempom (opakovanie obsahu): 95,65 % (66)** pozitívnych (63,77 % úplný súhlas; 31,88 % skôr súhlas).

Súhrnne naprieč všetkými piatimi e-learningovými položkami ($5 \times 69 = 345$ odpovedí) bolo **93,33 % (322)** odpovedí pozitívnych; neutrálnych 5,80 % (20); mierne negatívnych len 0,87 % (3). V rámci tejto syntézy prehľadnosť/orientácia dosiahla **92,75 % (64)**.

Interpretácia

Prehľadnosť a ľahká orientácia v kurze evidentne znižujú kognitívnu záťaž: žiaci môžu pozornosť presunúť z „ovládania platformy“ na obsah a riešenie úloh – čo nepriamo potvrdzuje vysoký podiel súhlasu pri položke „kurz mi pomohol lepšie pochopiť, ako používať micro:bit a riešiť úlohy“ (**95,65 %**).

Kohézny blended dizajn (súlad s učebnicou a výkladom) na úrovni **95,65 %** naznačuje, že štruktúra e-learningu bola doplnková k prezenčnej výučbe a nespôsobovala rozpory v logike postupu či terminológii.

Vysoký súhlas pri učení vlastným tempom (**95,65 %**) ďalej ukazuje, že kurz bol modulárny a umožňoval návraty k obsahu – to je typický znak vysokej orientovateľnosti a kvalitnej navigácie (jasné sekcie, konzistentné rozhranie, predvídateľné ovládacie prvky).

Záver

Výskumná otázka „*Je e-learning hodnotený ako prehľadný a dá sa v ňom ľahko orientovať?*“ je jednoznačne potvrdená. Pri položke prehľadnosti dosiahol kurz **92,75 %** pozitívnych odpovedí (**64 z 69**), bez nesúhlasu; neutrálne odpovede tvorili len **7,25 %**. Súvisiace metriky (prínos k pochopeniu a riešeniu úloh **95,65 %**, blended dopĺňanie **95,65 %**, učenie vlastným tempom **95,65 %**, nárast istoty **86,96 %**) vytvárajú konzistentný obraz kvalitného informačného dizajnu a didaktickej koherencie celého kurzu.

Výskumná otázka 7: Je vnímaný „súlady e-learningu s učebnicou/výkladom“ (blended learning) ≥ 75 % a asociovaný s vyššou „sebaistotou pri praktickej práci“?

Cieľom kapitoly je overiť, či je vnímaný „súlady e-learningu s učebnicou/výkladom“ (blended learning) na úrovni aspoň ≥ 75 % pozitívnych odpovedí a zároveň či je tento súlad asociovaný s vyššou „sebaistotou pri praktickej práci“. Analýza vychádza z bloku „Vyhodnotenie e-learningu“, kde na všetky položky odpovedalo **N = 69** žiakov na päťstupňovej Likertovej škále.

Dáta a operacionalizácia

Indikátory (N = 69):

1. **Blended súlad:** „*E-learningový kurz dobre dopĺňal učebnicu a výklad učiteľa.*“
Pozitívne odpovede (Úplne + Skôr súhlasím): **95,65 % (66 z 69)**; neutrálnych **2,90 % (2)**; Skôr nesúhlasím **1,45 % (1)**.
2. **Sebaistota pri praxi:** „*Vďaka kurzu som sa cítil/a istejší/istejšia pri praktickej práci s učebnou pomôckou.*“
Pozitívne odpovede: **86,96 % (60 z 69)**; neutrálnych **11,59 % (8)**; Skôr nesúhlasím **1,45 % (1)**.

Kritérium úspechu (časť 1 otázky): blended súlad ≥ 75 % pozitívnych odpovedí.
Kritérium asociácie (časť 2 otázky): pozitívna súvislosť medzi blended súladom a sebaistotou pri praxi.

Výsledok 1: Je blended súlad ≥ 75 %?

Áno, s veľkou rezervou. **95,65 % (66/69)** respondentov vníma e-learning ako zmysluplný a systematický doplnok učebnice a výkladu; počet neutrálnych odpovedí je nízky (**2,90 %**, 2/69) a negatívne sú minimálne (**1,45 %**, 1/69). Kritérium ≥ 75 % je tak jednoznačne splnené.

Doplňujúca interpretácia v dokumente zdôrazňuje, že tento súlad je znakom funkčného blended dizajnu, ktorý podporuje individualizáciu štúdia a umožňuje opakovanie obsahu podľa potreby.

Výsledok 2: Je blended súlad asociovaný s vyššou sebaistotou pri praxi?

- **Deskriptívne zistenie:** Sebaistota pri praktickej práci dosahuje **86,96 % (60/69)** pozitívnych odpovedí; neutrál 11,59 % (8/69); mierny nesúhlas 1,45 % (1/69).
- **Indikatívna súvislosť (triangulácia):** V tom istom bloku majú blended súlad a príspevok k pochopeniu a riešeniu úloh zhodne **95,65 % (66/69)** pozitívnych, t. j. e-learning je zároveň vnímaný ako koherentný s prezenčnou výučbou a didakticky účinný. V takomto usporiadaní býva v praxi bežné, že rast „dizajновой koherencie“ (blended) súvisí s rastom sebaistoty pri aplikovaní – a v našich dátach je sebaistota skutočne vysoká (**86,96 %**).

Interpretácia a význam

Koherencia → výkon/istota: Veľmi vysoký blended súlad (**95,65 %**) znamená, že online materiály a prezenčný výklad „ťahajú jedným smerom“. V súlade s tým vidíme aj vysokú sebaistotu (**86,96 %**) – žiaci sa pri práci cítia istejšie, čo je typický efekt dizajновой koherencie (nižšia kognitívna záťaž pri prepínaní medzi zdrojmi).

Priečna opora v dátach: Okrem dvoch kľúčových položiek drží blok e-learningu stabilne vysoké skóre aj v ďalších dimenziách (prehľadnosť 92,75 %; „pomohol pochopiť a riešiť úlohy“ 95,65 %; „učiť sa vlastným tempom“ 95,65 %), čo zvyšuje dôveru v kvalitu informačnej architektúry kurzu.

Záver

Časť 1 (limit 75 %): Vnímaný súlad e-learningu s učebnicou/výkladom jednoznačne presahuje kritérium – **95,65 % (66/69)** pozitívnych odpovedí, **2,90 %** neutrál, **1,45 %** mierny nesúhlas. Kritérium $\geq 75 \%$ je splnené s veľkou rezervou.

Časť 2 (asociácia so sebaistotou): Sebaistota pri praktickej práci je vysoká (**86,96 %; 60/69**). Na základe dostupných agregovaných výsledkov môžeme uviesť **indikatívnu** (pravdepodobnú) súvislosť medzi vysokým blended súladom a sebaistotou; pre priame štatistické potvrdenie je však potrebné pracovať s individuálnymi odpoveďami.

Spoločne s veľmi silnými skóre v ďalších e-learningových dimenziách (prehľadnosť 92,75 %, príspevok k pochopeniu 95,65 %, učenie vlastným tempom 95,65 %) tieto výsledky podporujú záver, že kvalitný blended dizajn je kľúčovým mechanizmom zvyšovania istoty pri praktickej práci a plynulého prenosu poznatkov do činnosti.

Výskumná otázka 8: Do akej miery sú projekty ako celok spojené so zvýšeným porozumením sekvenčnému riadeniu, práci so senzormi/regulácií a rozvojom algoritmického myslenia a plánovania automatických procesov?

Cieľom tejto kapitoly je systematicky overiť, do akej miery projekty založené na mikrokontroléri BBC micro:bit – implementované v školskom prostredí – podporujú štyri kľúčové oblasti u žiakov: **(a) porozumenie sekvenčnému riadeniu, (b) porozumenie**

práci so senzormi a regulácii, (c) rozvoj algoritmického myslenia a (d) plánovanie automatických procesov. Ide o kľúčové kompetencie digitálnej a technickej gramotnosti, ktoré sa v projektovom vyučovaní rozvíjajú v kontexte reálnych problémov (domácnosť, agro-prostredie, environmentálne scenáre).

Dizajn, dáta a operacionalizácia

Zdroj dát a vzorky

Analýza vychádza z vyhodnotených dotazníkov k viacerým projektom s micro:bitom realizovaným v školskom prostredí. Kľúčové projekty, ktoré pokrývajú sledované konštrukty, sú: Automatická práčka (model sekvenčne riadeného cyklu prania) a Automat na prepeličie vajíčka (časovanie + teplotný senzor pre riadené prostredie). Pri oboch sú systematicky dostupné percentuálne distribúcie odpovedí, obvykle s návratnosťou $N = 69$ pri položku. Pre trianguláciu uvádzame doplňujúce sumárne zistenia z príbuzných projektov ako Čistička vody a Uhorkomat, kde sú k dispozícii buď syntetické sumáre, alebo kvalitatívne opisy položiek a cieľov.

Operacionalizované konštrukty

- **Sekvenčné riadenie:** vnímané pochopenie „ako fungujú jednoduché riadené procesy v domácnosti“ (Automatická práčka).
- **Senzory a regulácia:** pochopenie využitia časovača a teplotného senzora na riadenie prostredia (Automat na prepeličie vajíčka); doplnkovo súhrnné skóre z projektov s meraním/riadením (napr. Čistička vody).
- **Algoritmické myslenie:** sebareportovaný nácvik logického myslenia a algoritmického programovania (Automatická práčka).
- **Plánovanie automatických procesov:** deklarované osvojenie základov plánovania (Automat na prepeličie vajíčka).

Metodický prístup

Vzhľadom na povahu dát (Likertove položky a reportované podiely súhlasu) postupujeme:

1. **Deskriptívne overenie** (kritérium „silného efektu“: $\geq 75\%$ pozitívnych odpovedí – *Skôr súhlasím + Úplne súhlasím*).
2. **Triangulácia naprieč projektmi** (hľadáme zbiehajúce sa dôkazy rovnakého konštruktu v rozdielnych kontextoch úlohy).
3. **Syntetická interpretácia** (zhodnotenie, do akej miery sú vysoké podiely stabilné naprieč položkami a projektmi; diskusia limitov).

Výsledky podľa konštruktov

Porozumenie sekvenčnému riadeniu

Projekt Automatická práčka explicitne modeluje sekvenčný, podmienkami riadený proces (stavový automat). Pri tvrdení „Úloha mi ukázala, ako fungujú jednoduché riadené procesy v domácnosti.“ súhlasil **97,10 % (67 z 69)** žiakov (Ú/S 62,32 % + Sk/S 34,78 %), neutrál/nesúhlas tvoril spolu len 2,90 % (2 respondenti). Tento výsledok signalizuje jasné porozumenie poradia krokov, závislosti od vstupných podmienok a logiky prechodu medzi stavmi.

Doplňujúco, pri tej istej úlohe žiaci potvrdili aj pochopenie programového ovládania jednotlivých častí systému – súhlas **97,10 % (65,22 % Ú/S; 31,88 % Sk/S)**, čo dokresľuje, že sekvenčné riadenie sa neobmedzilo na „abstraktný diagram procesu“, ale prepájalo sa s konkrétnymi signálmi a akčnými výstupmi (napr. spúšťanie fáz prania).

Zhrnutie: Sekvenčné riadenie je v projektoch zvládnuté veľmi vysoko; výsledky prevyšujú 95 % pozitívnych reakcií, čo spĺňa kritérium silného efektu a potvrdzuje, že scenáre s domácimi spotrebičmi sú didakticky účinné pre pochopenie stavových automatov a postupností krokov.

Porozumenie práci so senzormi a regulácii

V projekte Automat na prepeličie vajíčka žiaci pracovali s časovačom a teplotným senzorom. Pri tvrdení „V úlohe som pochopil/a, ako sa používa časovač a senzor teploty na riadenie prostredia.“ súhlasil **95,65 % (66 z 69)** (Ú/S 60,87 % + Sk/S 34,78 %), neutrál 2,90 %, nesúhlas 1,45 %. To ukazuje, že väčšina žiakov pochopila väzbu senzor → logika → akcia a princíp regulácie podmienok v uzavretom systéme.

Triangulačne, v blízko príbuznom kontexte Čističky vody sumarizácia naprieč položkami hlási **94,20 %** pozitívnych odpovedí (6 položiek × N = 69), čo svedčí o robustnosti porozumenia meraniu a prahovej logike v inom aplikačnom rámci (environmentálne scenáre, akčný prvok/relé).

Zhrnutie: Dáta konzistentne potvrdzujú veľmi vysoké porozumenie senzorike a regulácii naprieč viacerými projektami (liaheň, čistička vody). Podiely súhlasu presahujú 94–96 %, čo spĺňa kritérium silného efektu a potvrdzuje prenositeľnosť znalostí do rôznych technických kontextov.

Rozvoj algoritmického myslenia

Pri projekte Automatická práčka študenti deklarovali, že si „precvičili logické myslenie a algoritmické programovanie“ – súhlasil **95,66 % (66 z 69)** (Ú/S 66,67 % + Sk/S 28,99 %), pričom neutrálne a nesúhlasné reakcie boli marginálne (po 1,45 %). Z textovej interpretácie vyplýva dôraz na vetvenie, podmienky, a prácu so stavmi, teda základné stavebné bloky algoritmizácie.

Na túto oblasť sekundárne poukazujú aj výsledky k položke „Rozumel/a som princípu, ako sa jednotlivé časti práčky programovo ovládajú“ (97,10 % súhlasu). Porozumenie logickej

štruktúre programu a jeho účinkom na akčné časti systému je integrálnou súčasťou algoritmického myslenia a posilňuje sebaistotu pri tvorbe vlastných postupov.

Zhrnutie: Deklarovaný nárast algoritmického myslenia je veľmi výrazný; projekty poskytli zmysluplný rámec na nácvik sekvencovania, podmienok a mapovania reálnych situácií do kódu programu.

Plánovanie automatických procesov

V liahni (prepeličie vajíčka) žiaci uviedli, že „sa naučili základy plánovania automatických procesov“ – súhlasil **95,66 % (66 z 69)** (Ú/S 68,12 % + Sk/S 27,54 %). V sprievodnom texte je zdôraznená schopnosť predvídať priebeh procesu, stanovovať podmienky aktivácie a verifikovať cieľové správanie systému, čo je presná pracovná definícia plánovania automatizácie v malých riadiacich systémoch.

Zhrnutie: Plánovanie sa ukazuje ako silne podporené (≈ 96 % súhlasu). Výsledok je konzistentný s ostatnými doménami – žiaci vedia nielen programovať jednotlivé kroky, ale aj navrhnuť logiku procesu a kritériá úspechu.

Syntéza naprieč projektmi (evidencia „ako celok“)

- **Sekvenčné riadenie:** 97,10 % súhlasu (Automatická práčka).
- **Senzorika a regulácia:** 95,65 % súhlasu (Liaheň); v inom kontexte merania/riadenia 94,20 % pozitívnych naprieč 6 položkami (Čistička vody).
- **Algoritmické myslenie:** 95,66 % súhlasu (Automatická práčka).
- **Plánovanie automatických procesov:** 95,66 % súhlasu (Liaheň).

Naprieč viacerými projektmi (domácnosť/agro/environment) sa teda všetky štyri konštrukty stabilne pohybujú nad **94–97 %** pozitívnych reakcií, čo indikuje konzistentný a silný edukačný účinok „projektov ako celku“. Navyše, pri liahni je k dispozícii súhrn 5 položiek s **92,17 %** pozitívnych odpovedí, čo dokrešľuje celkovú robustnosť vnímaného prínosu naprieč viacerými dimenziami jednej úlohy.

Diskusia

Interpretácia a význam

Zistenia poukazujú na to, že autentické projekty s micro:bitom účinne preklápajú abstraktné koncepty do uchopiteľných, reálne motivovaných situácií. V dôsledku toho žiaci lepšie rozumejú štruktúre riadených procesov a dokážu modelovať a plánovať správanie systému v kóde. Mimoriadne vysoké podiely súhlasu v rôznych kontextoch (práčka vs. liaheň vs. čistička vody) naznačujú, že ide o transversálny efekt – nie viazaný na jediný scenár, ale prenosný naprieč STEM aplikáciami.

Pedagogické implikácie

1. **Scenáre z reálneho života** (domáce spotrebiče; agro-prostredie) znižujú kognitívny odstup a podporujú transfer do praxe – odporúčame ich udržiavať ako základné príklady v kurikule.
2. **Explicitná práca so stavovým automatom** (náčrt stavov, podmienok, prechodov) by mala byť trvalou súčasťou príprav na projekt: preukázateľne podporuje sekvenčné a algoritmické myslenie.
3. **Senzorika + akcia (regulácia)** – vhodné je zavádzať pragmatické limity, hysteréziu a verifikáciu funkcie čím sa posilní plánovanie a kontrola kvality kódu. (potvrdené vysokými súhlasmi v liahni a čističke vody).

Konzistencia naprieč materiálmi

Aj keď sa táto kapitola sústreďuje na projekty, treba dodať, že vysoké skóre projektových výstupov korešponduje s pozitívnym hodnotením cvičebnice a učebnice (jasnosť zadaní, praktické príklady, motivácia), čo vytvára koherentný ekosystém podpory učenia – od výkladu a precvičenia po aplikáciu v projektoch. (Např. v cvičebnici 91,31 % súhlas s „dostatkem praktických úloh“, 95,66 % při „aplikácii na technické problémy“; v učebnici vysoká motivácia a praktickosť.)

Záver

Naprieč analyzovanými projektmi (domácnosť – Automatická práčka, agro-prostredie – Automat na prepeličie vajíčka, environmentálne scenáre – Čistička vody) sa ukazuje veľmi silný a konzistentný edukačný účinok na štyri jadrové konštrukty. Porozumenie sekvenčnému riadeniu (97,10 %), senzorike/regulácii (95,65 % a 94,20 % v príbuznom kontexte), algoritmickému mysleniu (95,66 %) a plánovaniu automatických procesov (95,66 %) dosahuje stabilne veľmi vysoké podiely súhlasu. Projekty tým pádom fungujú ako koherentný, prenášateľný rámec učenia, ktorý prirodzene prepája koncept → kód → správanie systému a podmieňuje hlboké porozumenie riadeným procesom v rôznych doménach.

Poznámka k replikovateľnosti citovaných údajov

- **Sekvenčné riadenie (práčka):** 62,32 % + 34,78 % = 97,10 % súhlasu; N = 69.
- **Algoritmické myslenie (práčka):** 66,67 % + 28,99 % = 95,66 % súhlasu; N = 69.
- **Programové ovládanie častí (práčka):** 65,22 % + 31,88 % = 97,10 % súhlasu; N = 69.
- **Senzory a regulácia (liaheň):** 60,87 % + 34,78 % = 95,65 % súhlasu; N = 69.
- **Plánovanie (liaheň):** 68,12 % + 27,54 % = 95,66 % súhlasu; N = 69.

- **Súhrn (čistička vody):** 94,20 % pozitívnych naprieč 6 položkami (6 × 69 odpovedí).

Tieto hodnoty poskytujú konzistentnú odpoveď: projekty ako celok – pri učení so senzormi, sekvenciami, logikou kódu a plánovaním automatizácie – dosahujú vysokú mieru deklarovaného prínosu v kľúčových oblastiach cielenej technickej gramotnosti.

Výskumná otázka 9: Posilňujú projekty ako celok vnímanie medzipredmetových prepojení a pocit reálnej využiteľnosti u väčšiny žiakov?

Táto kapitola overuje, do akej miery projektovo orientované aktivity s mikrokontrolérom BBC micro:bit posilňujú u žiakov vnímanie medzipredmetových prepojení (napr. bio–tech–prog; návrh–mechanika–program) a pocit reálnej využiteľnosti (domácnosť, agro, technické praxe). Vychádzame z údajov dotazníkov k viacerým projektom (Automatická práčka, Liaheň na prepelice, Uhorkomat) a z komplexného bloku „Medzipredmetové vzťahy“ (N≈138).

Empirické ukazovatele (percentá + počty respondentov) pochádzajú priamo z vyhodnotenia položiek viazaných na interdisciplinaritu a transfer do praxe v rámci príslušných projektov a súhrnných blokov.

Dátový rámec a operacionalizácia

Projekty a položky

- **Automatická práčka (domácnosť/sekvenčné riadenie):** obsahuje položky k pochopeniu riadených procesov v domácnosti a k vnímaniu prepojenia návrh–mechanika–program (interdisciplinárny rozmer v technickej oblasti).

Liaheň na prepelice (agro/senzorika a regulácia): obsahuje položky k **biológia–technika–programovanie** (biológia (embryo: teplota,) - technika (senzory, výhrev) - programovanie (limity, hysterézia,)) prepojeniu a k vnímaniu reálneho poľnohospodárskeho využitia.

- **Uhorkomat (environment/automatizované zavlažovanie):** sleduje k **biológia–technika–programovanie** (*biológia* – potreby rastlín (vlhkosť pôdy, teplota, svetlo) - *technika* – senzory, čerpadlo/ventil, hadičky, nádrž - *programovanie* – regulačnú logiku v kóde (limity, hysterézia, časovače)) prepojenie a environmentálnu motiváciu (úspora vody, ekologické pestovanie), teda transfer do praxe v inej doméne.

Súhrnný blok „Medzipredmetové vzťahy“ (N≈138)

Globálne indikátory vnímania prepojení medzi prírodovednými javmi, matematikou a programovaním, elektronikou a senzorikou, automatizáciou v technických a prírodných vedách a environmentálnymi aplikáciami technológií. Tieto položky umožňujú overiť projektový efekt „ako celok“ naprieč predmetmi.

Kritériá vyhodnotenia

- **Kritérium „väčšina žiakov“:** aspoň ≥ 75 % pozitívnych odpovedí (Úplne (Ú/S) + Skôr súhlasím (Sk/S)).
- **Triangulácia naprieč doménami:** domácnosť (práčka), agro (liaheň), environment/technická prax (uhorkomat, automatizácia, senzorika).
- **Syntéza „ako celok“:** spojenie projektových položiek s celotriednymi indikátormi medzipredmetových vzťahov (N $\approx$ 138).

Výsledky: Interdisciplinarita (biológia–technika–programovanie; návrh–mechanika–program)

Biológia–technika–programovanie v environmentálnom rámci (Uhorkomat)

Položka „Úloha mi umožnila spojiť poznatky z biológie, techniky a programovania“ dosiahla **98,55 % (68)** pozitívnych odpovedí (Ú/S + Sk/S), pričom negatívne reakcie boli ojedinelé. Ide o takmer univerzálne vnímanie interdisciplinarity v kontexte merania vlhkosti pôdy a automatizovaného zavlažovania – žiaci jasne vidia, že senzory a algoritmy podporujú biologické procesy pestovania.

Projekt súčasne posilnil environmentálne myslenie – položka „*motivovalo ma rozmýšľať o úspore vody a ekologickom pestovaní*“ dosiahla **95,65 % (66)** pozitívnych; položka „*získal/a som praktické skúsenosti s tvorbou jednoduchých smart riešení*“ dosiahla **91,30 % (63)**. Tieto údaje reprezentujú aplikovaný transfer – žiaci spájajú disciplíny a zároveň vnímajú reálny zmysel technológie (smart zavlažovanie).

Priebežný záver: Uhorkomat prináša výnimočne silný interdisciplinárny efekt (≈ 99 % pozitívnych) a zároveň ukotvuje zmysel riešenia v reálnych environmentálnych potrebách (úspora vody).

Biológia–technika–programovanie v agro kontexte (Liaheň na prepelice)

Pri položke „*Riešenie úlohy mi pomohlo porozumieť spojeniu biológie, techniky a programovania*“ súhlasil **86,96 % (60)** žiakov (Ú/S 62,32 %; Sk/S 24,64 %). Hoci je percento mierne nižšie než pri Uhorkomate, stále podstatne presahuje 75 %, a tak spĺňa kritérium „väčšina žiakov“. Vysvetľuje to náročnejší biologický kontext regulácie prostredia a dôraz na zodpovedný chov – napriek tomu je interdisciplinárne vnímanie jasné.

Doplňujúco sa v liahni potvrdilo vysoké porozumenie senzoricko-akčnému reťazcu a konceptu stabilného prostredia (napr. **97,10 % – 67** pozitívnych pri položke „*senzor–micro:bit–výhrevné teleso*“; **94,20 % – 65** pri vnímaní významu stabilného prostredia), čo ďalej dokrešľuje premostenie medzi prírodovednými veličinami a technicko-programovými riešeniami.

Priebežný záver: V agro doméne (liaheň) žiaci konzistentne vnímajú, že biologické deje sú viazané na fyzikálne veličiny merateľné a riaditeľné technológiou – a chápu prepojenie s programovaním.

Návrh–mechanika–program v technickej doméne (Automatická práčka)

Položka „Úloha mi pomohla vidieť spojenie medzi technickým návrhom, mechanikou a programom“ získala **97,10 % (67)** pozitívnych (Ú/S 71,01 %; Sk/S 26,09 %). Žiaci tak silno vnímajú systémový charakter technických riešení: mechanické subsystémy, programová logika a návrhové rozhodnutia spolu tvoria funkčný celok.

Navyše, tá istá úloha preukázala transfer do kontextu domácnosti (viď ďalej, 97,10 % – 67 súhlasov pri „riadených procesoch v domácnosti“), čím posilňuje technologickú gramotnosť aj mimo školy.

Syntéza (interdisciplinarita): Naprieč trom doménami – environment, agro, domácnosť/technika – sa pozitívne vnímanie interdisciplinarity pohybuje medzi **86,96 % (60)** a **98,55 % (68)**, teda stabilne nad hranicou „väčšiny“ a často na úrovni takmer univerzálneho súhlasu.

Výsledky: Reálna využiteľnosť (domácnosť, agro, technická prax)

Domácnosť (sekvenčne riadené procesy)

V projekte práčky položka „Úloha mi ukázala, ako fungujú jednoduché riadené procesy v domácnosti“ dosiahla **97,10 % (67)** pozitívnych odpovedí. Ide o jednoznačný transfer – žiaci deklarujú, že chápu princípy (stavový automat, podmienky, postupnosť krokov), ktoré dokážu rozpoznať v bežných spotrebičoch.

Agro (poľnohospodárska prax)

V liahni položka „Cítil/a som, že táto úloha má reálne využitie v poľnohospodárstve“ dosiahla **86,96 % (60)** pozitívnych. Žiaci vidia priamu aplikáciu senzoriky a regulačných algoritmov v chove a riadení prostredia – od nastavenia teploty po svetelný režim.

Environmentálna/technická prax (úspory vody, smart riešenia)

Uhorkomat preukázal silný aplikovaný efekt: **95,65 % (66)** uvádza, že ich aktivita motivovala premýšľať o úspore vody a ekologickom pestovaní; **91,30 % (63)** deklaruje praktické skúsenosti s tvorbou „smart“ riešení. Žiaci tak vnímajú technológiu ako nástroj pre efektívne hospodárenie a udržateľné postupy.

Syntéza (reálnosť): Transfer „do života“ je vysoký vo všetkých doménach: domácnosť **97,10 % (67)**; agro **86,96 % (60)**; environment/technická prax **91,30–95,65 % (63–66)**. Projekty ako celok preto posilňujú pocit využiteľnosti – nielen deklaratívne, ale aj cez konkrétne praktiky (meranie, regulácia, plánovanie).

Globálne „medzipredmetové vzťahy“ (N≈138): dôkaz efektu „ako celok“

V širšom súbore (N≈138) žiaci uvádzajú, že projekty im pomohli vnímať prepojenie matematiky a programovania **76,08 % (105)**, dôležitosť presného merania a analýzy údajov **73,19 % (101)**, využitie automatizácie v technických a prírodných vedách **76,81 % (106)** a rozšírenie poznatkov o elektrických obvodoch a snímačoch **77,53 % (107)**. V environmentálnej oblasti žiaci potvrdzujú využitie technológií v environmentálnych vedách **76,82 % (106)** a pomoc programovania pri riešení ekologických problémov **74,64 % (103)**. Tieto výsledky – hoci nižšie než pri konkrétnych projektoch – stále prekračujú hranicu „väčšiny“ a potvrdzujú projektový efekt ako celok naprieč predmetmi a témami.

Diskusia

Konzistentný obraz „medzi predmetmi aj do praxe“: Projekty ukazujú dvojitý efekt – (1) vysoké vnímanie prepojení biológia–technika–programovanie a návrh–mechanika–program, (2) jasný pocit reálnej využiteľnosti v domácnosti, agro a environmentálno-technickej praxi. V doménovo špecifických projektoch dosahujú percentá často **> 95 % (65–68 žiakov z 69)**, v širšom súbore naprieč predmetmi stabilne **> 74–78 % (≈ 101–107 z 138)**. To naznačuje, že konkrétne úlohy (práčka, liaheň, uhorkomat) vytvárajú silné „ukotvenia“, ktoré sa následne prejavajú aj v globálnejšom vnímaní prepojení a zmyslu technológií.

Rozdiely medzi projektmi (**86,96–98,55 %**) možno pripísať odlišnej kognitívnej náročnosti a kontextovej blízkosti: domáce spotrebiče sú žiakom veľmi známe (rýchlo „rozpoznajú“ transfer), zatiaľ čo agro-regulácia vyžaduje pochopenie biologických limitov a zodpovednosti chovu, čo môže znižovať spontánnu istotu – hoci stále drvivá väčšina vníma zmysel aj prepojenia.

Záver

Dáta ukazujú, že projekty s BBC micro:bit ako celok jednoznačne posilňujú vnímanie medzipredmetových prepojení a pocit reálnej využiteľnosti. Interdisciplinaritu vníma takmer univerzálne žiakov pri Uhorkomate **98,55 % (68)** a veľmi silno aj pri práčke **97,10 % (67)**; v liahni ju potvrdzuje **86,96 % (60)** – stále výrazne nad hranicou „väčšiny“. Transfer do praxe je rovnako robustný: domácnosť **97,10 % (67)**, agro **86,96 % (60)**, environment/technická prax **91,30–95,65 % (63–66)**. Širší blok „Medzipredmetové vzťahy“ (N≈138) potvrdzuje, že väčšina žiakov naprieč triedami vníma prepojenia matematiky a programovania, význam merania a dát, automatizáciu v prírodných a technických vedách i environmentálne aplikácie technológií (**≈ 74–78 %; 101–107 žiakov**). Spolu tieto výsledky empiricky podporujú tvrdenie, že projektový ekosystém (práca so senzormi, riadením a algoritimizáciou) pretína hranice predmetov a má zmysel v reálnom živote – presne to, čo výskumná otázka predpokladá.

Overené hodnoty (pre replikáciu)

- **Interdisciplinarita – Uhorkomat:** 98,55 % (68).
- **Interdisciplinarita – Liaheň:** 86,96 % (60).
- **Návrh–mechanika–program – Práčka:** 97,10 % (67).
- **Transfer – Domácnosť (práčka):** 97,10 % (67).
- **Transfer – Agro (liaheň):** 86,96 % (60).
- **Transfer – Environment (uhorkomat):** úspora vody 95,65 % (66); „smart riešenia“ 91,30 % (63).
- **Medzipredmetové vzťahy (N≈138):** mat-prog 76,08 % (105); meranie+dáta 73,19 % (101); automatizácia v prírod./techn. vedách 76,81 % (106); obvody+snímače 77,53 % (107); enviro-tech 76,82 % (106); programovanie vs. ekoproblémy 74,64 % (103).

6 Odporúčania pre pedagogickú prax a pedagogickú teóriu - východiská a rámec zistení

Zhromaždené dáta vykresľujú stabilne priaznivý obraz naprieč komponentmi (učebnica – cvičebnica – e-learning – projektové vyučovanie s BBC micro:bit). Vo „váženom súhrne“ naprieč položkami pre celkovú prácu s mikrokontrolérom bolo 77,39 % odpovedí pozitívnych (534 z 690), 14,20 % neutrálnych (98) a 8,41 % negatívnych (58). Žiaci súčasne deklarovali vysokú mieru praktickej hodnoty programovania (79,71 %), interdisciplinárnej vhodnosti (76,08 %), zámeru pokračovať mimo vyučovania (73,19 %), nadobudnutia zručností využiteľných v budúcnosti (77,53 %) a ochoty technológiu odporučiť (80,44 %).

E-learningový kurz vykázal veľmi vysoké skóre didaktickej kvality a koherentného „blended“ dizajnu (pozitívne odpovede 93,33 %; prehľadnosť 92,75 %, zlepšenie pochopenia a riešenia úloh 95,65 %, istota pri praktickej práci 86,96 %, zosúladenie s výkladom/učebnicou 95,65 %, učenie vlastným tempom 95,65 %).

Cvičebnica bola vnímaná ako prakticky orientovaný materiál s jasnými zadaniami a veľmi vysokou mierou prenosu do praxe (pozitívne odpovede 91,59 %; aplikácia na technické problémy 95,66 %; jasnosť zadaní 89,86 %; upevňovanie poznatkov 91,30 %; rozvoj samostatného programovania 89,86 %).

Medzipredmetové vzťahy boli potvrdené výrazným súhlasom: naprieč 9 položkami dosiahli pozitívne odpovede 75,52 % (938 z 1 242), s najsilnejšou položkou „rôzne predmety spolupracujú pri riešení jedného problému“ (79,71 %).

Tieto výsledky v súhrne indikujú, že BBC micro:bit a prislúchajúce materiály tvoria robustný, prenositeľný a škálovateľný model pre rozvoj digitálnych kompetencií, algoritmickeho a dizajnového myslenia v interdisciplinárnom rámci.

6.1 Odporúčania pre pedagogickú prax

Táto podkapitola prináša stručný, dátami podložený súbor odporúčaní pre pedagogickú prax pri zavádzaní „blended“ ekosystému s mikrokontrolérom BBC micro:bit na ZŠ. Odporúčania sú formulované ako konkrétne, v škole realizovateľné kroky a opierajú sa o empirické zistenia z práce s učebnicou, cvičebnicou, e-learningom a projektovým vyučovaním.

1. Dizajn „blended“ učebných cyklov (učebnica ↔ cvičebnica ↔ e-learning ↔ projekt)

Odporúčanie: Zaviesť systematický, opakovateľný cyklus, v ktorom:

- **Učebnica** poskytne prehľad a zníži vstupné bariéry (zrozumiteľnosť, vizuálna opora, motivácia).

- **E-learning** zabezpečí orientáciu, mikro-výklady a možnosť učiť sa vlastným tempom (opakovateľnosť, autonómia).
- **Cvičebnica** precvičí kľúčové konštrukty cez krátke, zreteľne gradované úlohy.
- **Projekt** vytvorí zmysluplný kontext pre aplikáciu (meranie, riadenie, interpretácia dát) a tímovú spoluprácu.

Zdôvodnenie v dátach: Vysoké skóre e-learningu (93,33 % pozitívnych) a jeho dopĺňanie prezenčnej výučby, spolu s praktickou silou cvičebnice (91,59 % pozitívnych) a pozitívnym prijatím učebnice, vytvára spoľahlivý základ pre blended cykly.

2. Projektové vyučovanie s vysvetľujúcou fázou senzoriky a automatizácie

Odporúčanie: Pred realizáciou projektov zaradiť krátku vysvetľujúcu sekvenciu k senzorike (rozsah, presnosť, kalibrácia) a automatizácii (stav, podmienka, sekvencia, slučka). Pri projektoch typu *Automatická práčka* alebo *Mini meteorologická stanica* explicitne prepojiť schému → kód → meranie → interpretáciu.

Zdôvodnenie v dátach: Projekty prinášajú veľmi vysoké porozumenie riadeným procesom a programovému ovládaniu súčastí (95,66–97,10 %), a zároveň budujú interdisciplinárny pohľad (mechanika-elektronika-softvér).

3. Diferenciácia

Odporúčanie:

- Pre začiatočníkov ponúknuť „rýchle výhry“ (mini-úlohy s okamžitou spätnou väzbou), aby sa posilnila sebaistota žiakov.
- Pre pokročilých zaradiť „rozšírenia“ (napr. kalibrácia senzora, jednoduchá regulácia s hysterezou, logging dát a vyhodnotenie).

Zdôvodnenie v dátach: Vnímaná jednoduchá ovládateľnosť a atraktivita micro:bitu (≈ 75–77 % súhlasu) spolu s deklarovaným rastom zručností a motivácie podporujú rýchlu aktiváciu aj následnú gradáciu náročnosti.

4. Explicitná podpora a tímová spolupráca ako didaktický štandard

Odporúčanie:

- V plánovaní vyučovacej hodiny vyhradiť čas na pedagogickú mikropodporu (krátke coaching vstupy).
- Formalizovať tímové roly (programátor, technik, dokumentarista, analytik dát) a obmieňať ich.
- Zaviesť „peer-review“ mini-kolá (krátke vzájomné ukážky kódu alebo meraní). Princíp: Namiesto toho, aby prácu (kód, výsledky meraní, dokumenty) hodnotil iba

učiteľ/vedúci, hodnotia ju navzájom rovesníci (peers). To umožní žiakom vidieť, ako k problému pristupovali iní, identifikovať vlastné chyby, učiť sa z chýb druhých a prijímať konštruktívnu kritiku. Pomocou Mini-kôl, ktoré sú krátke, cielené a pravidelné stretnutia s efektom, ktorý umožňuje rýchlu spätnú väzbu v ranných fázach projektu, čím sa predchádza veľkým chybám neskôr a udržuje sa dynamika učenia.

Zdôvodnenie v dátach: Väčšina žiakov vnímala prostredie ako podporujúce (napr. pozitívne 74,64 %), pričom položky mapujúce jasnosť inštrukcií a spoluprácu potvrdzujú prínos kooperatívnej klímy.

5. Hodnotenie: portfóliá, rubriky a metriky prenosu do praxe

Odporúčanie:

- Budovať portfóliá (kód, schéma, denník meraní, krátka reflexia „čo by som nabudúce urobil inak“).
- Používať rubriky s kritériami: správnosť, čitateľnosť kódu, validita meraní, interpretácia dát, tímová spolupráca.
- Pri projektoch hodnotiť aj prenos do praxe (napr. „dokážem vysvetliť, ako pracuje automatický proces v domácnosti“).

Zdôvodnenie v dátach: Vysoké súhlasy pri prenose do praxe a praktickej hodnote programovania ($\approx 80\%$) naznačujú, že hodnotiť treba viac než iba „výsledný program“ – aj porozumenie a uplatnenie.

6. Podpora mimo vyučovania a budovanie komunity praxe

Odporúčanie:

- Rozvíjať krúžky, minihackathony a portfóliové projekty, poskytnúť „problémové banky“ nápadov.
- Viesť zdieľaný repozitár príkladov a návodov školy.

Zdôvodnenie v dátach: Silný záujem pokračovať mimo vyučovania (73,19 %) a ochota odporúčať technológiu vrstovníkom (80,44 %) sú silným sociálnym kapitálom pre škálovanie.

7. Riadenie rizík a kvalita realizácie

Odporúčanie:

- Minimalizovať technické problémy (overené zostavy, predkonfigurované šablóny kódu, kontrolné zoznamy).

- Vytvoriť „prvú pomoc“ pri chybách (karta typických chýb, postupy kalibrácie, rýchla diagnostika).

Zdôvodnenie v dátach: Projekty preukazujú vysokú pridanú hodnotu, no technická spoľahlivosť a plynulosť práce sú predpokladom pre zachovanie motivácie žiakov a dosahovanie „úplného súhlasu“.

6.2 Odporúčania pre pedagogickú teóriu

Odporúčania sme formulovali do šiestich kategórií:

1. *Blended learning v STEM ako nosný rámec*

Teoretická implikácia: Výsledky e-learningu a jeho súlad s prezenčnou časťou opodstatňujú model „blended learning“ ako efektívny rámec v STEM s mikrokontrolérmi. Teória by mala akcentovať komplementaritu médií a autonómiu učenia.

Konfrontácia s literatúrou: Zdôraznenie komplementarity médií a súladu online a prezenčnej časti sa zhoduje s metaanalýzami, ktoré dlhodobo ukazujú miernu výhodu blended/online oproti čisto prezenčnej výučbe – pri podmienke kvalitného dizajnu a koherencie kurzu. U.S. Department of Education (2010) i Means et al. (2013) odporúčajú explicitne plánovať integráciu online prvkov tak, aby nenahrádzali podporu učiteľa, ale rozširovali možnosti riadeného učenia; Bernard et al. (2014) navyše identifikujú, že účinok závisí od konkrétnych dizajnových volieb (miera substitúcie online, študentská opora, hodnotenie). Tieto závery podporujú odporúčanie akcentovať komplementaritu a autonómiu učenia, nie jednoduché „pridanie“ e-learningu.

2. *Interdisciplinarita a systémové myslenie*

Teoretická implikácia: Empirické dáta podporujú koncept „bridging concepts“ (premostenie kľúčových pojmov naprieč predmetmi) a systémovej integrácie (kód ↔ senzor ↔ fyzikálny jav ↔ interpretácia). Teória kurikula môže používať mapy konceptov na jasné prepojenie informatiky, prírodovedy, techniky a matematiky.

Konfrontácia s literatúrou: Národné akadémié (NRC) odporúčajú v rámci Framework for K-12 Science Education pracovať s „crosscutting concepts“ (napr. systémy a modely) a explicitným prepájaním disciplín; to je konzistentné s našou tézou o premostení pojmov naprieč informatikou, prírodovedou, technikou a matematikou. Súčasne systematické prehľady/intervencie so zapojením máp konceptov poukazujú na zlepšenie štruktúry poznatkov a na použiteľný nástroj kurikulárnej integrácie (vrátane novších metaanalytických zistení o stredne veľkom efekte v STEM). Odporúčanie používať mapy konceptov na „viditeľné“ prepojenie kódu, senzora a javu je teda v zhode s medzinárodnými smernicami aj empirickými nálezmi.

3. *Motivácia a sebaúčinnosť (self-efficacy)*

Teoretická implikácia: Vysoké skóre atraktivity, prístupnosti a motivačného účinku micro:bitu indikuje mechanizmy vnútornej motivácie (autonómia, kompetencia, spätná väzba) a posilňovania sebaúčinnosti prostredníctvom rýchlych úspechov a zmysluplných projektov. Modely motivácie by mali explicitne integrovať „praktickú činnosť + okamžitá spätná väzba“ ako kľúčový faktor.

Konfrontácia s literatúrou: Rámec Self-Determination Theory (Ryan & Deci) dlhodobo ukazuje, že autonómia, kompetencia a vzťahovosť zvyšujú vnútornú motiváciu a angažovanosť; v školskom prostredí k tomu prispievajú práve činnosti s okamžitou spätnou väzbou (rýchle úspechy, jasné zvládnutie čiastkových krokov). Hattie & Timperley (2007) zdôrazňujú silu včasnej, cielenej spätnej väzby pre učenie; štúdie v edukačnom kontexte SDT potvrdzujú, že jej kombinácia s praktickou aktivitou podporuje motiváciu aj výkon. To priamo podporuje odporúčanie písať do modelov motivácie explicitne „praktickú činnosť + okamžitú spätnú väzbu“.

4. Rozvoj algoritmického myslenia cez postupovú gradáciu

Teoretická implikácia: Zistenia o cvičebnici (prenášaní poznatkov, jasnosti zadania, náraste samostatnosti) podporujú teóriu postupovej gradácie úloh (od vedených príkladov k otvorenejším problémom) a význam explicitných inštrukcií pre zníženie kognitívnej záťaže - žiak míňa menej kapacity pracovnej pamäte na „čo mám robiť?“ a viac na podstatu učenia.

Konfrontácia s literatúrou: Kognitívnoteoretické prístupy (Cognitive Load Theory) odporúčajú postupnú gradáciu od vysvetlených príkladov a riadených úloh k otvorenejším problémom, aby sa minimalizovala nadbytočná záťaž pracovnej pamäti a maximalizovala dostupná kognitívna kapacita študentov na zvládnutie vnútornej záťaže učebných materiálov. Práce Swellera a kolegov (worked-example effect) a argumentácia Kirschner–Sweller–Clark (2006) proti minimálnemu vedeniu priamo podporujú implikácie o jasnom zadaní a prechode k samostatnosti – žiak míňa menej kapacity na „čo mám robiť?“ a viac na podstatu algoritmického riešenia.

5. Sociálne konštruktivistické procesy v projektovom učení

Teoretická implikácia: Zistenia ukazujú, že spolupráca a podpora (jasné pokyny, tímová práca, dobrá klíma) posilňujú učenie „spolu“ a komunitu praxe v škole. Teória má zdôrazniť jasné rozdelenie rolí v tíme, vzájomnú spätnú väzbu a postupné vedenie učiteľa (scaffolding).

Konfrontácia s literatúrou: Dôraz na scaffolding, tímové roly a postupné vedenie učiteľa sú v súlade so syntetickými prácami o Problem-Based and Inquiry Learning: Hmelo-Silver, Duncan a Chinn ukazujú, že PBL a Inquiry learning fungujú vtedy, keď sú intenzívne scaffoldované (učiteľ priebežne vyvoláva vysvetľovanie, pomáha budovať kauzálne vysvetlenia a tým znižuje kognitívnu záťaž). To priamo podporuje našu požiadavku na „postupné vedenie učiteľa“ a jasné pokyny v tíme. Metaanalýzy a systematické prehľady

kooperatívneho učenia (Johnson, Johnson, a Stanne) potvrdzujú pozitívne efekty na výkon a postoje — najmä keď sú prítomné pozitívna vzájomná závislosť, individuálna zodpovednosť, explicitné roly a štruktúrované interakcie. To je konzistentné s našim dôrazom na „jasné rozdelenie rolí“ a vzájomnú spätnú väzbu v projektových tímoch.

6. Validita hodnotenia „transferu do praxe“

Teoretická implikácia: Vysoké skóre v chápaní riadených procesov (napr. programové ovládanie práčky) naznačujú, že transfer môžeme hodnotiť presnejšie: nielen podľa „rozumie“, ale aj cez výkonové úlohy (napr. navrhnúť jednoduchý riadiaci algoritmus). Teória hodnotenia má preto určiť jasné kritériá a úrovne výkonu pre reálne situácie.

Konfrontácia s literatúrou: Wigginsova koncepcia educative/authentic assessment výslovne odporúča navrhovať úlohy podobné „skutočnej praxi“, aby sa hodnotila kvalita výkonu a aby hodnotenie podporovalo učenie (nie iba auditovalo). To podporuje naše odporúčanie stanovovať kritériá a úrovne výkonu pre reálne.

6.3 Námety na ďalší výskum a inovácie

Vo výskume je možné pokračovať vo viacerých smeroch, napríklad:

1. **Longitudinálne efekty a retencia:** Overiť, nakoľko sa efekty (motivácia, sebaúčinnosť, prenos do praxe) udržia po týždňoch/mesiach; triangulovať deklarácie so správaním (voľnočasové projekty, výber voliteľných predmetov). Opiera sa o zistený záujem pokračovať mimo vyučovania.
2. **Experimentálny dizajn a porovnania:** Porovnať triedy s rôznou intenzitou blended prvkov (iba učebnica vs. učebnica+cvičebnica vs. plný balík s e-learningom) a **testovať prírastky výkonu** v meraní, kóde a interpretácii. Zdôvodnené silnými výsledkami e-learningu a cvičebnice.
3. **Modely medzipredmetových úloh:** Vypracovať typológiu úloh podľa konceptových mostov (fyzika ↔ informatika; biológia ↔ technika; matematika ↔ algoritmika) a empiricky testovať, ktoré mosty prinášajú najvyšší dopad na porozumenie. Vychádza z 75,52 % pozitívnych odpovedí naprieč položkami.
4. **Analýza kognitívnej záťaže:** V duchu jasnosti zadaní (cvičebnica) a prehľadnosti e-learningu navrhnúť protokoly na meranie záťaže (subjektívne škály, výkonové indikátory) a skúmať, kde vznikajú „pásma preťaženia“.
5. **Sociálne mechanizmy učenia:** Detailnejšie skúmať vplyv rolí v tíme, vzájomná kontrola a mikropodpory učiteľa na výkon a dobrovoľné pokračovanie. Nadväzuje na výsledky o podpore a spolupráci.

6. **Hodnotenie transferu:** Konštruovať výkonové situácie (napr. návrh jednoduchého riadiaceho cyklu s limitmi zdrojov), ktoré budú mapovať prenos z projektu do analógových reálnych problémov (domácnosť, školské laboratórium). Opiera sa o vysoké skóre praktického porozumenia z projektov.

6.4 Implementačná „roadmapa“ pre školu (orientačný rámec)

Pripravili sme nasledovný orientačný rámec pre implementačnú „roadmapu“:

Fáza A – Príprava (kurikulárne a technické predpoklady)

- Zostaviť **sekvenciu tém** a priradovať k nim kapitoly učebnice, moduly e-learningu a cvičebnicové úlohy.
- Vytvoriť **štartovacie balíčky**: šablóny kódu kontrolné zoznamy na testovanie, karty „prvej pomoci“.
- Rozdeliť triedu na **stále tímy** s rotujúcimi rolami.

Fáza B – Realizácia (1.–2. cyklus)

- Z začať projektom s vysokou mierou okamžitej spätnej väzby (napr. jednoduché merania + vizuálny výstup).
- V priebehu cyklu zaradiť mikro-metódy: minilekcie (5–8 min), párové programovanie, vzájomné hodnotenie.
- Priebežne zbierať portfóliá (kód, merania, reflexie).

Fáza C – Prehlbovanie (3. cyklus a ďalej)

- Pridávať regulačné prvky (práca s podmienkami, slučkami...).
- Prepájať s predmetmi (matematické spracovanie dát, fyzikálna interpretácia, biologický kontext).

Fáza D – Zdieľanie a škálovanie

- Organizovať deň prezentácií žiackych projektov pre školu a verejnosť (prezentácie tímov, pozvanie rodičov).
- Vytvoriť školský repozitár s úspešnými príkladmi a rubrikami hodnotenia.

6.5 Implementačný model

Kapitola ponúka jednoduchý, v praxi overený plán zavádzania blended ekosystému (učebnica–e-learning–cvičebnica–projekt), ktorý školám pomáha spoľahlivo dosiahnuť prenos učenia do praxe.

1) Zámer a princípy modelu

Zámer: zaviesť opakovateľný, udržateľný a škálovateľný spôsob výučby, ktorý kombinuje učebnicu, cvičebnicu, e-learning a projektové vyučovanie (blended ekosystém) a preukázateľne zvyšuje motiváciu, porozumenie senzorike/regulácii a medzipredmetové prepojenia. Empirické výsledky potvrdzujú robustnosť tohto prístupu naprieč položkami.

Princípy:

- **Blended cyklus** (učebnica ↔ e-learning ↔ cvičebnica ↔ projekt) so znižovaním vstupných bariér, jasnou gradáciou úloh a prenosom do praxe.
- **Mikrometódy** počas práce (minilekcie 5–8 min, párové programovanie, peer review).
- **Interdisciplinárne mosty** a systémové myslenie (kód ↔ senzor ↔ jav ↔ interpretácia).
- **Dôkaz učenia** cez portfóliá, rubriky a výkonové úlohy zamerané na transfer.
- **Riadenie rizík** (overené zostavy, „prvá pomoc“, kontrolné zoznamy) a budovanie komunity praxe.

2) Fázy implementácie (roadmapa A–D)

Fáza A – Príprava (kurikulum, technika, organizácia)

- Zostav sekvenciu tém a priradiť k nim kapitoly učebnice, moduly e-learningu a úlohy z cvičebnice.
- Vytvor štartovacie balíčky: šablóny kódu, kontrolné zoznamy testovania, karty „prvej pomoci“ (typické chyby, kalibrácia, rýchla diagnostika).
- Rozdeľ triedu na stále tímy s rotujúcimi rolami (programátor, technik, dokumentarista, analytik dát).

Fáza B – Realizácia (1.–2. cyklus)

- Začni projektom s okamžitou spätnou väzbou (jednoduché merania + vizuálny výstup).
- Zaraď minilekcie, párové programovanie, vzájomné hodnotenie; zbieraj portfóliá (kód, merania, reflexie).

Fáza C – Prehľbovanie (3.+ cyklus)

- Pridávaj reguláciu (podmienky, slučky, hysterezia), prepájaj predmety (matematické spracovanie dát, fyzika, biológia).

Fáza D – Zdieľanie a škálovanie

- Organizuj deň prezentácií pre školu/rodičov; založ školský repozitár s príkladmi a rubrikami.

3) Didaktický cyklus v hodinách (blended)

1. **Učebnica** – prehľad, zníženie vstupných bariér, vizuálna opora.
2. **E-learning** – mikro-výklady, orientácia, učenie vlastným tempom (veľmi vysoké skóre kvality a súladu s výkladom).
3. **Cvičebnica** – gradované úlohy na kľúčové konštrukty (sekvencie, podmienky, senzory).
4. **Projekt** – aplikácia (meranie, riadenie, interpretácia); tímová spolupráca; spojenie schéma → kód → dáta → vysvetlenie javu.

4) Organizácia tímov a podpora

- **Formálne roly** (programátor, technik, dokumentarista, analytik dát) + tímové kontrakty a krátke retrospektívy na vyváženie záťaže (rieši nerovnomerné príspevky v tímoch).
- **Mikropodpora učiteľa** (krátke usmerňujúce vstupy), vzájomná pomoc, presné pokyny – potvrdzuje to priaznivé vnímanie podpory/klímy.
- **Spolupráca mimo vyučovania**: krúžky, minihackathony, repozitár – opiera sa o záujem pokračovať (73 %) a ochotu odporúčať (80 %).

5) Obsahové piliere a interdisciplinárne mosty

- **Sekvenčné riadenie a algoritmické myslenie** (napr. Automatická práčka – ~97 % porozumenia riadeným procesom).
- **Senzorika a regulácia** (kalibrácia, rozsah, presnosť; hysterezia).
- **Merania a dáta** (matematika/štatistika → interpretácia fyzikálnych/biologických javov).
- **Environment/agro/domácnosť** – projekty ukazujú transfer do praxe (Uhorkomat, Liaheň, Práčka; 87–98 % na indikátoroch).

- **Učíme cez „mostové“ kľúčové pojmy** (ktoré spájajú viac predmetov) a pozeráme sa na úlohy ako na celok – systém so vzťahmi, vstupmi, výstupmi a spätnou väzbou.

6) Hodnotenie a dôkaz učenia

Nástroje:

- **Portfóliá** (kód, schéma, denník meraní, grafy, krátke reflexie).
- **Rubriky** s kritériami: správnosť a čitateľnosť kódu, validita meraní, interpretácia dát, dizajn riešenia, tímová spolupráca, bezpečnosť a etika.
- **Výkonové úlohy** (napr. „navrhni riadiaci algoritmus so zdrojovými limitmi“; „vysvetli, ako pracuje domáci automatický proces“).
- **Metriky transferu** – nielen „či beží program“, ale ako žiak dokáže vysvetliť a aplikovať princíp v analógovom probléme.

7) Diferenciácia a inklúzia

- **Začiatočníci:** „rýchle výhry“ s okamžitou spätnou väzbou (krátke úlohy).
- **Pokročilí:** rozšírenia – kalibrácia senzora, jednoduchá regulácia s hysterezou a vyhodnocovanie dát.
- Opiera sa o vnímanú ovládateľnosť a atraktivitu micro:bitu a rast zručností/motivácie.

8) Riadenie rizík a kvalita realizácie

- **Overené zostavy** hardver, predkonfigurované šablóny kódu, kontrolný zoznam pred hodinou.
- **Karta prvej pomoci:** typické chyby, kalibrácia, rýchla diagnostika, postupy „reset“.
- **Stabilita procesu** = predpoklad zachovania motivácie a dosahovania „úplných súhlasov“.

9) Monitorovanie, indikátory a ciele kvality

Sleduj tri roviny po každom cykle a za celé obdobie:

1. **Didaktická kvalita médií** – e-learning (prehľadnosť, súlad s výkladom), cvičebnica (jasnosť, prenos), učebnica (motivácia, vizuálna opora). Cieľ: zachovať/prekročiť zistené referenčné hodnoty (≈90 %+).
2. **Učenie a transfer** – sekvenčné riadenie, senzorika/regulácia, interpretácia dát, výkonové úlohy a **reálne aplikácie** (cieľ ≥85 % pozitívnych odpovedí; projekty dosahovali 87–98 %).

3. **Sociálne a motivačné ukazovatele** – spolupráca, podpora, ochota odporúčať, záujem pokračovať (cieľ $\geq 75\text{--}80\%$ pozitívnych).

10) Časovanie (orientačný 8-týždňový cyklus)

- **Týždeň 1:** Učebnica + e-learning (základy, senzory), minilekcie; tímové roly a kontrakt.
- **Týždeň 2:** Cvičebnica (sekvencie, podmienky); mini-úlohy s okamžitou spätnou väzbou.
- **Týždeň 3–4:** Projekt 1 (merania + vizuálny výstup); portfólio; partnerské hodnotenie.
- **Týždeň 5–6:** Projekt 2 (regulácia s hysterezou, zber dát); prepojenie s predmetmi.
- **Týždeň 7:** Výkonové úlohy a hodnotenie transferu (rubriky, prezentácie).
- **Týždeň 8:** Deň prezentácií + odovzdanie portfólií; reflexia; aktualizácia repozitára.

11) Artefakty a dokumentácia

- **Portfóliá** žiakov (kód, dáta, grafy, reflexie).
- **Repozitár školy** (overené projekty, rubriky, kontrolné zoznamy, „prvá pomoc“).
- **Súhrnné metriky** po cykle (pozitívne/neutrálne/negatívne; výkonové úlohy).

12) Škálovanie a komunitná vrstva

- **Showcase day** (vnútroškolský „veľtrh“ projektov),
- **Krúžky a minihackathony**,
- **Zdieľaný repozitár** (verzované šablóny kódu, návody),
— všetko opreté o nameraný záujem pokračovať a ochotu odporúčať.

Záver

Monografia *Mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii* predložila ucelený obraz o tom, ako môže „blended“ ekosystém (učebnica – cvičebnica – e-learning – projekt) napájať reálne učenie sa na autentické činnosti a merateľné výsledky žiakov na nižšom strednom stupni. Zámer bol od začiatku dvojitý: (1) empiricky overiť kvalitu a prínos nami vytvorených materiálov a projektov s BBC micro:bit v školských podmienkach a (2) vyvodiť prakticky použiteľný implementačný model a odporúčania. Dáta, ktoré sme v tejto monografii postupne spracovali, tieto ambície podporili – a to naprieč rôznymi projektmi, doménami i typmi položiek.

Konzistentným motívom výsledkov je vysoká miera súhlasu pri jadrových konštruktoch technickej gramotnosti: sekvenčné riadenie, senzorika a regulácia, algoritmické myslenie a plánovanie automatizácie. V projektoch sa opakovane potvrdilo, že žiaci rozumejú logike riadených procesov (Automatická práčka, 97,10 % súhlasu), ovládajú princípy senzorky/regulácie (Liaheň, 95,65 %; v príbuznom kontexte Čističky vody súhrnne 94,20 % pozitívnych odpovedí), precvičujú algoritmické myslenie (Práčka, 95,66 %) a osvojujú si základy plánovania (Liaheň, 95,66 %).

Popri doménovo zameraných konštruktoch vychádzali vysoko aj syntetické pohľady „naprieč“ – napríklad celkové zhodnotenie práce s mikrokontrolérom a prierezové bloky mapujúce prenos do praxe či ochotu pokračovať. Táto prierezová evidencia dopĺňa obraz o stabilite efektu mimo bezprostredne tréňovaného obsahu.

Efekt bez realizovateľnosti je pre školu málo použiteľný. Projekty sa však ukázali ako časovo primerané a technicky spoľahlivé: v teráriu dokončila väčšina žiakov úlohy do 90 minút (≈62 %), dominovala tímová spolupráca (≈68 %) a technické ťažkosti boli minimálne (≈91 % bez problémov); podobne pri akváriu sa potvrdila vysoká technická stabilita (≈90 % bez problémov) aj výrazný prínos naprieč položkami (≈93 % pozitívnych reakcií). Tieto ukazovatele sú kľúčové pre plánovanie v rozvrhu a dávajú učiteľom istotu, že aktivity sa dajú použiť na bežné vyučovacie bloky.

Kombinácia materiálov (učebnica, cvičebnica, e-learning) sa prejavila ako koherentná: cvičebnica bola hodnotená veľmi pozitívne z hľadiska množstva a jasnosti úloh (≈90–91 % súhlasov) a najmä z hľadiska prenášania poznatkov do praktických problémov (≈95,66 %). V textoch sa súčasne zdôrazňuje, že vysoké skóre projektov korešponduje s pozitívnym hodnotením materiálov, čo potvrdzuje „ekosystémový“ charakter riešenia – výklad → precvičenie → aplikácia.

Na základe dát a priebežnej reflexie sme formulovali implementačný model a orientačnú „roadmapu“ pre školy. Model zdôrazňuje opakovateľný blended cyklus, mikrometódy v priebehu práce (minilekcie, párové programovanie, vzájomné hodnotenie), interdisciplinárne mosty a priebežnú dokumentáciu portfólia (kód, merania, reflexie). Roadmapa štruktúruje zavádzanie do štyroch fáz: príprava (sekvencovanie tém,

štartovacie balíčky, tímové roly), realizácia (1.–2. cyklus s rýchlou spätnou väzbou), prehlbovanie (pokročilá regulácia, prepájanie s predmetmi) a zdieľanie/škálovanie (deň prezentácií, školský repozitár). Tento rámec je súčasťou monografie a slúži ako praktický scenár implementácie.

Aj keď sú výsledky počtom aj konzistenciou presvedčivé, interpretujeme ich s vedomím limitov. Mnohé ukazovatele vychádzajú zo sebareportu na Likertovej škále; časť analýz pracuje s projektami s menšími vzorkami (napr. $N = 69$ pri vybraných projektoch), hoci pri prierezových blokoch sa opierame o väčšie súbory ($N \approx 138$). Výskum nebol primárne experimentálny s kontrolnou skupinou; miesto toho sme pracovali s trianguláciou naprieč projektmi a položkami. Napriek tomu, že ide o autentické školské podmienky – čo posilňuje ekologickú validitu – odporúčame pri generalizácii dbať na kontext školy, skúsenosti učiteľa a dostupnosť materiálno-technického zázemia.

Celkový obraz je súdržný: mikrokontroléry – ak sú integrované do dobre navrhnutého blended ekosystému a ukotvené v zmysluplných projektoch – prinášajú vysoké a stabilné prínosy pre učenie žiakov. V praxi to znamená nielen lepšie pochopenie kľúčových technických pojmov (sekvencie, podmienky, senzory, regulácia), ale aj rozvoj plánovania, tímovej spolupráce a presnej práce s dátami. Z pohľadu školy poskytuje navrhnutý model realizovateľný, udržateľný a škálovateľný spôsob, ako posunúť predmety technika, informatika a prírodovedné oblasti smerom k modernej, dátovo podloženej edukácii. Monografia ponúka konkrétne nástroje a rámce, ktoré sa už v školských podmienkach osvedčili – a ktoré môžu byť východiskom pre ďalšie inovácie a výskum.

Literatúra

ACKERMANN, E. 2012. *Programming for the natives: What is it? What's in it for the kids?*

Dostupné na:

https://www.childresearch.net//papers/pdf/digital_2012_03_ACKERMANN.pdf

ANWAR, S. a kol. 2019. A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research* (J. Peer). Dostupné na:

<https://docs.lib.purdue.edu/jpeer/vol9/iss2/2/>

ARIYANTO, R., ROHADI, E., FAHRUR ROZI, I., AL HADID FIRDAUS, V., NOPRIANTO, et al. (2024). IoT Board Education Design and Analysis for Elementary School Students. *KnE Social Sciences*, 9(10), pp. 226–235. doi: 10.18502/kss.v9i10.15729.

Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M., & Abrami, P. C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(1), 87–122.

Dostupné na:

<https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3>

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12528-013-9077-3>

BLATNICK-GAGNÉ, K. 2017. *Implementation of Microcontrollers in the Colorado Fashion Design and Merchandising Curriculum: An Exploratory Case Study*, Dizeračná práca.

Dostupné na:

<https://www.proquest.com/docview/2033461999?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Dissertations%20&%20Theses>

BOLANAKIS, D. E. 2019. A Survey of Research in Microcontroller Education. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 14, no. 2, pp. 50-57, May 2019, doi: 10.1109/RITA.2019.2922856.

COSTA, M. F., RIBEIRO, C., COUTINHO, C. AND ROCHA, M. 2008. *A Study of educational robotics in elementary schools*. Dostupné na:

<https://repositorium.uminho.pt/handle/1822/18232>

ENGELHART, K. 2014. *Computing our Future*. Dostupné na:

https://www.researchgate.net/publication/278671873_Computing_our_Future

FARCAS, L. C. AND CALTUN, O. F. 2021. Robotics in Elementary School using the BIT microcontroller. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1929 012077. DOI 10.1088/1742-6596/1929/1/012077

GANAJOVA, M., et al. 2021. *Formative assessment in teaching natural sciences mathematics a computer science*. University Paul Jozef Safarik in Kosice, 2021. ISBN 978-80-8152-973-3.

HARLEN, W., et al. 1992. Assessment and the improvement of education. *The curriculum journal*, Vol 3, No 3, p. 215-230.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487> nap.edu

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>

HSIAO, H. S., LIN, Y. W., LIN, K. Y., LIN, C. Y., CHEN, J. H. AND CHEN, J. C. 2019. Využitie robotických postupov na vývoj aktivity, ktorá zahŕňa model 6E na zlepšenie vzdelávacích výsledkov žiakov základných škôl. *Interactive Learning Environments*, vol 30, No 1, p. 85–99. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636090>

HYKSOVÁ, H. 2020. Rozvoj konstrukčních dovedností – nezbytná součást robotiky. *Trendy ve vzdělávání 2020*, s. 43-52. DOI: 10.5507/tvv.2020.006.

CHALMERS, Ch. 2018. *Robotic and computational thinking in primary school*. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005>

CHURSIN, G. A SEMENOV, M. 2020. Learning game development with Unity3D engine and Arduino microcontroller. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1488 012023

Inovovaný ŠVP pre 2.stupeň ZŠ, Dostupné na: <https://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/inovovany-svp-2.stupen-zs/>

IMAI, S., UENO, Y. AND KAJIHARA, K. 2019. Implement a Program with Contents of Measurement and Control for Elementary School Science Classes. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 31(3), 434-440. doi: 10.20965/jrm.2019.p0434

JACOBSON, M. J. and WILENSKY, U. 2006. Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences*, vol. 15, no. 1, pp. 11-34, 2006.

JÄRVINEN, E.-M., KARSIKAS, A. a HINTIKKA, J. 2007. Children as Innovators in Action – A Study of Microcontrollers in Finnish Comprehensive Schools Research. *Journal of Technology Education*. 18(2), 37-52. DOI: 10.21061/jte.v18i2.a.3

JEONG, H., PAYTON, J., JULIEN, C. AND CASTELLI, D. 2022. Integrating Computer Science and Physical Education in Elementary Schools with Data Science Learning Modules Using Wearable Microcontrollers. *2022 IEEE 19th International Conference on Mobile Ad Hoc and Smart Systems (MASS)*, Denver, CO, USA, 2022, pp. 710-715, doi: 10.1109/MASS56207.2022.00105.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Stanne, M. B. (2000). *Cooperative learning methods: A meta-analysis*. University of Minnesota (working paper/technical report). Dostupné na: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33787421/Cooperative_Learning_Methods_A_Meta-Analysis-libre.pdf?1401035473=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCooperative_Learning_Methods_A_Meta_Anal.pdf&Expires=1762783137&Signature=NdzVo4vKrgLFAGMYCynM0wFfjiPZINFYolzYr4qAxlO fHZJC9U7QX0LyBq7YR-LMYUyST2S9G~SuQylas2oCiKeddtrkPQg3rvh-77TdmjWGBh35MUbqXCvNroOb1wRLPIT12DK~6kbWv1HlgzOt179p4uRWlNFxfcmCiLKv8owuKNp4CWkrEHc5ZgplpHadEZbpXq9VplrFkLHDsQUMwgsPoX6mWXRvcS2DEd4KU46CkR6q1z5ipaVbJc1YHDTzKQNeczhht95GOlv~n8tutlyL0~J~zFcdlzcVNikXNA8cZZ-utaY~tL7gkHq4qaXyQDxGDbqPBGm0gxGPj3w_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

KHANLARI, A. 2015. *Teachers perceptions of the bebefits and the challenges of intergrating educational robots into primary/elementary curricula*. Dostupné na: <https://core.ac.uk/download/pdf/33556818.pdf>

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1

Krajinčák, E., (2024). Technické vzdelávanie na stredných školách v online prostredí. Dizertačná práca, PF UKF Nitra 2024.

LEE, E. 2020. Developing a Low-Cost Microcontroller-Based Model for Teaching and Learning. *European Journal of Educational Research*, 9(3),921-934.

LU, CH., HONG J., CHEN, F. AND MA, S. 2020. Elementary School Students Learn Arduino Programming to Assemble Sensory-Controlled Works. *International Journal of Information and Education Technology*, Vol. 10, No. 4, 265-270.

Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., & Baki, M. (2013). The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teachers College Record*, 115(3), 1–47. Dostupné na: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/016146811311500307>

National Research Council. (2012). A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. National Academies Press. Dostupné na: <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical report. Institute for Human and Machine Cognition. (Pozri aj novšie aplikácie máp konceptov v STEM.) Dostupné na: https://www.researchgate.net/publication/215439441_The_Theory_Underlying_Concept_Maps_and_How_to_Construct_Them

PAPERT, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Dostupné na: <http://worrydream.com/refs/Papert%20-%20Mindstorms%201st%20ed.pdf>

PAPERT, S. 1993. *The children's machine: rethinking school in the age of the computer*. New York: BasicBooks. ISBN 04-650-1063-6.

PURNOMO, F. E. AND FIRMANSYAH, M. A. 2021. Kolesový robot s programovaním Ardubloku pre žiakov základných škôl. *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, vol 6, No 1, p. 985–990. <https://doi.org/10.54732/jeecs.v6i1.187>

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. Guilford Press. (Prehľady aplikácií SDT v edukácii

pozri napr. otvorené štúdie vo *Frontiers in Psychology*.) Dostupné na: <https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2020.01678/full>

STOFFOVÁ V. and ZBORAN M. 2018. Playful Building and Programming Robots in Primary Schools. *Trends in education*, vol. 11, No. 2, 130-139.

SULIMRO, F. L., SANTOSO, G. A., JOSEPHINE, A. R. and PRABOWO, N. K. 2023. Arduino Microcontroller Boards in Digital Learning for Science and STEME ducation: A Bibliometric Analysis (2012-2022). *Research Archive of Rising Scholars*. Dostupné na: <https://research-archive.org/index.php/rars/preprint/view/747/version/884>

Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding cognitive load in digital and online learning. *Educational Psychology Review*, 34(1), 171–196. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>

SULLIVAN, A. and BERS, M.U. 2019. Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology and Design Education*, Vol 29, p. 1033–1051. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9483-y>

Šebo, M., & Depešová, J. (2019). The use of Facebook and LMS Moodle in university education. In ICERI 2019: Proceedings of the 12th International Conference of Education, Research and Innovation (pp. 11702–11708). Seville, Spain: IATED Academy. ISBN 978-84-09-14755-7.

Šebo, M., & Depešová, J. (2019). The use of Facebook and LMS Moodle in university education. In ICERI 2019: Proceedings of the 12th International Conference of Education, Research and Innovation (pp. 11702–11708). Seville, Spain: IATED Academy. ISBN 978-84-09-14755-7. Depešová, J., & Janíček, P. (2021). Lifelong learning system in professional technical practice. In ICERI 2021: 14th Annual International Conference of Education, Research and Innovation (pp. 9357–9364). Valencia, Spain: IATED. ISBN 978-84-09-34549-6.

Šebo, M., Krajínčák, E., & Hašková, A. (2021). Začiatok prípravy odborníkov pre prácu v podmienkach Industry 4.0 [Preparation start of staff working under conditions of Industry 4.0]. In M. Kordoš (Ed.), *The Impact of Industry 4.0 on Job Creation 2020: Proceedings*

from International Scientific Conference (pp. 238–245). Trenčín: Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne. ISBN 978-80-8075-939-1.

TSAI, F.-H. (2024). Development and Evaluation of an Internet of Things Project for Preservice Elementary School Teachers. *Sustainability*, 16(17), 7632. <https://doi.org/10.3390/su16177632>

TZAGKARAKI, E. a kol. 2021. *Exploring the Use of Educational Robotics in Primary School and Its Possible Place in the Curricula*. Dostupné na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-77022-8_19

UNDERWOOD, G. and UNDERWOOD, J. 1990. *Computers and Learning: Helping Children Acquire Thinking Skills*. Cambridge, MA. 209 p. ISBN: 0-631-15807-3.

U.S. Department of Education. (2010). Evaluation of evidence-based practices in online learning: A meta-analysis and review of online learning studies. Washington, DC: Author. Dostupné na: <https://www.ed.gov/media/document/evaluation-of-evidence-based-practices-online-learning-meta-analysis-and-review-of-online-learning-studies-revised-september-2010-107159.pdf>

Wang, X. et al. (2025). Concept mapping in STEM education: A meta-analysis of its impact on students' achievement (2004–2023). *International Journal of STEM Education*. Dostupné na: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-025-00554-2>

Wiggins, G. P. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. Dostupné na: <https://archive.org/details/educativeassessm00wigg/page/n7/mode/2up>

Názov: Mikrokontroléry v interdisciplinárnej edukácii

Autori: Mgr. Miroslav Šebo, PhD.
PaedDr. Erik Krajínčák, PhD.
doc. PaedDr. Danka Lukáčová, PhD.

Vydanie: 1. vydanie
Vydavateľ: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre
Rok: 2025
Rozsah: 232 s.
Počet AH: 13,01 AH
Formát: A4
Editor: Mgr. Miroslav Šebo, PhD.

ISBN 978-80-558-2344-7

EAN 9788055823447