

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

Katedra technické a informační výchovy

Bakalářská práce

Jakub Doskočil

Informační výchova se zaměřením na vzdělávání a geografie

Návrh a konstrukce vzdáleného experimentu -
meteorologická stanice

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem použil pouze uvedených pramenů a literatury.

V Olomouci dne

.....

Jakub Doskočil

Chtěl bych poděkovat PhDr. PaedDr. Jiřímu Dostálovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, cenné rady a odborný dohled. Děkuji také PhDr. Jitce Mannové za pomoc při gramatické kontrole práce a Ing. Oldřichu Horáčkovi za technickou konzultaci.

Obsah

Úvod.....	6
Teoretická část.....	8
1 Pedagogické aspekty vzdálených experimentů a vymezení základních pojmů	9
1.1 Vzdálený experiment z metodického hlediska	10
1.2 Metody manuálně-praktické	11
1.2.1 Manipulování, laborování a experimentování.....	11
1.3 Experiment ve výuce a jeho použití	13
1.4 Klasifikace experimentů ve školním prostředí	14
1.4 Vzdáleně ovládané experimenty.....	19
1.4.1 Vzdáleně ovladatelné laboratoře v České republice.....	20
1.4.2 Vzdáleně ovladatelné laboratoře ve světě	25
1.7 Výhody a nevýhody vzdálených experimentů.....	28
2 Technické aspekty systému Arduino	29
2.1 Charakteristika komponentu nezbytných pro konstrukci vzdáleného experimentu	30
2.1.1 Arduino Mega 2560.....	30
2.1.2 Ethernet Shield WITHOUT PoE.....	31
2.1.3 4x20 LCD displej s žluto/zeleným podsvícení.....	32
2.1.4 Sériový převodník LCD	33
2.1.5 Senzor teploty a vlhkosti SHT15.....	33
2.1.6 Senzor tlaku BMP085	33
2.1.7 Měřič počasí (srážkoměr, anemometr, větrník).....	34
2.1.8 Senzor okolního světla TEMT6000	35
Praktická část.....	36
3 Schéma zapojení	37
3.1 Zapojení LCD displej 4x20 + SerLCD.....	37
3.2 Zapojení SHT15 - teplota a vlhkost.....	37
3.3 Zapojení BMP085 - atmosférický tlak v hPa	38
3.4 Zapojení TEMT6000 - množství okolního světla	39
3.5 Měřič počasí	39
3.6 Zapojení Arduino Ethernet Shield.....	40

3.7 Návrh a zhotovení krytu konstruovaného systému	41
Závěr.....	42
Zdroje	43
Internetové zdroje.....	44
Seznam obrázků	45
Seznam tabulek.....	46
Seznam zkratk.....	46
Seznam příloh.....	47

Úvod

V dnešní době se bez internetu neobejde téměř nikdo. Týká se to také většiny dětí, ať se jedná o dítě v předškolním věku nebo žáka základní školy. Internet je všude, žáci se s ním setkávají téměř na každém kroku. Současné vzdělávání je převážně založeno na předávání hotových poznatků. Žáci sedí a poslouchají, co jim vyučující sděluje. Na konci vyučovací hodiny je jim zadán úkol, který mají vyřešit¹. A tady přichází první okamžik, kdy je rozhodování žáka ovlivněno internetem. Žáci nehledají pomoc v odborné literatuře, ale sednou si za počítač a s pomocí internetového vyhledávače si zajistí potřebné informace. Těžko dostupná odborná literatura byla nahrazena snadno dostupnými informacemi na internetu.

V současné době, která je plná možností v informační technologii, se začíná v pedagogice zvláště v rámci teorie výukových metod rozvíjet oblast vzdělávacích experimentů. Experimentování však není pouze spojováno s chemickými a fyzikálními pokusy, ale i s ostatními přírodními vědami. Je to metoda, která slouží k efektivnějšímu vzdělávání. Žáci při experimentu dávají pozor a pečlivě sledují, co jim vyučující nebo experimentátor předvádí za pokus. Výuka jde dál a po získání daných teoretických informací je již sám žák připraven vyzkoušet si experiment, který provádí pod kvalifikovaným dohledem. Aby bylo použití experimentu ještě kvalitnější, žáci musí vytvářet také zpětnou vazbu k experimentu a to ve formě laboratorního protokolu, kde ve vypracování popisují např.: jak pokus probíhal a v závěru shrnou, co se při experimentu naučili či jaké získali zkušenosti.

Prvním cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit teoretickou bázi vázanou k problematice vzdělávacích experimentů a vymezit základní pojmy, dále seznámit čtenáře s pojmem vzdálený experiment, jeho vymezení, jaké můžeme najít vzdálené experimenty na internetu, jak fungují a jaké mají výhody a nevýhody.

Druhým cílem bylo navrhnout a zkonstruovat vlastní vzdálený experiment, který bude sloužit žákům i učitelům jako demonstrační pomůcka při výuce technických předmětů, informačních technologií a přírodovědných předmětů. Zvolil jsem meteorologickou stanicí. Při vyhledávání dat jsem našel velké množství podobných domácích meteorologických stanic, které fungují na podobné principu. Žáci mohou v konstruovaném experimentu

¹ Jako modelový příklady bych chtěl uvést situaci, která se mi stala ve skautu. Zadal jsem svým skautům, aby mi vytvořili referát na vybraný tvar reliéfu, který se vyskytuje v blízkosti naší skautské základny. Při vyhodnocování jsem zjistil, že ani jeden z deseti referátů nebyl podložen tištěnou literaturou, ale pouze okopírovány z internetových stránek.

získávat data o přírodních podmínkách v Olomouci resp. v místě, kde je umístěna stanice. K realizaci jsem použil modul Arduino, který se hodí do hodin fyziky a informatiky. Je konstrukčně nenáročný a má nízkou pořizovací cenu. Součástí je řada různých přídatných komponentů, ať se jedná o Bluetooth, Wi-Fi, nebo jednoduché klávesnice. Práce s tímto modulem má vysoký motivační potenciál a nabízí další možnosti pro práci v technických předmětech.

Teoretická část

1 Pedagogické aspekty vzdálených experimentů a vymezení základních pojmů

Škola jako výchovně-vzdělávací institut má ve zvyku zachovávat své organizační formy, způsoby výuky, zprostředkované učivo a všechno, co již je na škole osvědčené a zvykově zaběhlé. Změny koncepce výuky se vyskytují jen zřídka, a to při změnách ve školní reformně či realizaci individuálního záměru. S používanými metodami je to však jinak, ty jsou ve své podstatě úzce svázány s osobností svých nositelů, tj. učitelů a žáků, a odráží se v nich jejich postoje, názor a zkušenosti. (Maňák, Švec, 2003)

Koncepce výuky jsou podle J. Maňáka (2003) výrazem daného stavu poznávání edukační reality zobecňující dosažené teoretické poznatky i praktické zkušenosti a jsou východiskem pro nové nebo inovované pojetí výchovně vzdělávací práce. Zahrnuje cíl a organizaci vyučování, vztahy mezi učitelem a žákem, charakteristiku pedagogické komunikace, obsah výuky a organizační formy.

Metoda (z řeckého slova *methodos* = postup, cesta k něčemu, způsob) v obecném významu je metoda „*soustavný postup, který v dané oblasti vede k cíli, v ideálním případě nezávisle na schopnostech toho, kdo ho provádí.*“ (Klabanová, 1996, s. 122) Je to souhrn pravidel, nástrojů a pojmů, jenž patří k základům každé vědy a jiných činností. (Svoboda, Kolářová, 2006)

Jednou z nejdůležitějších funkcí výukových metod je **řídít** (regulovat) učení žáka tak, aby jeho výsledkem bylo získání vědomostí, dovedností a postojů, a to v souladu s výukovými cíli. Učitel své vyučování směřuje k dosažení výukových cílů v závislosti na učební aktivitě žáků. Do své části výuky může zahrnout například diskuzi o učivu, zadání samostatné práce či zaměření pozornosti žáka na klíčovou informaci. Těmito postupy učení si žáci pod vedením učitele osvojují dovednosti, vědomosti, návyky a rozvíjejí své schopnosti a postoje. (Maňák, Švec, 2003)

Obecné pojetí experimentu

Experiment není vždy jednoznačně vymežován a chápán. Ve slovníku spisovného jazyka českého (Filipec, 1998, s. 80) můžeme najít pod heslem experiment, že se jedná o „*pokus jako zvláštní vědecké zkoumání*“. Encyklopedický slovník (a – i), (Štěpánek, 1980, s. 617) uvádí experiment jako „*pokus, postup, způsob zkoumání, při němž za určitého systematického působení na procesy objektivní reality anebo v důsledku tohoto působení získáváme nové poznatky.*“ V pedagogickém slovníku (Průcha a kol., 2009, s. 63) je pojem Experiment ve školním vyučování definován jako „*pokus, v němž žáci zpravidla pod velením*

učitele, provádějí pozorování určitého jevu, jeho průběh a výsledky zaznamenávají a hodnotí. Nejobecněji se jako experiment chápe postupné objevování něčeho nového pomocí zkoušení. Je to tedy aktivní činnost a určitý druh praxe, jíž člověk působí záměrně na hmotné objekty svého prostředí. **Praktické experimentování** provází člověka již od počátku lidstva, neboť se člověk musel přivyknout například na přírodní jevy a podle toho se také zařídit. Dále pak například experimentování lékařů ve středověku. A v tomto smyslu lidé experimentují i dnes.

Z praktického experimentování se časem začalo vyčleňovat **vědecké experimentování**, které se zaměřovalo na obohacování teoretického poznání člověka. V dnešní době se jako vědecký experiment označuje pouze vysoce specializovaná poznávací činnost. Praktické experimentování v současnosti i minulosti prokazuje četné množství závažných objevů, kterých bylo dosaženo tímto způsobem. V sociálních vědách se kladou velké nároky, jak na teoretickou část, tak na plánování a praktickou realizaci experimentu. **Sociální experiment** se vymezuje jako výzkumná metoda, při nichž se pravidelně zachycuje a kontroluje stav objektu, který se mění změnami faktorů řízených experimentátorem. (Maňák, Švec, 1994)

1.1 Vzdálený experiment z metodického hlediska

V různě zaměřených pedagogických literaturách se setkáváme s rozličnými kritérii na klasifikaci metod vyučování. Podstatné je, že ani v současné didaktice se nepodařilo vytvořit jednotnou a obecně platnou klasifikaci. Vytvořit klasifikaci metod, která vyhovuje a odpovídá vědeckým postupům, není snadné. Musíme utřídit jevy velmi složité a různorodé, na něž nejdou uplatnit jednotná kritéria. Příčinou je různorodost vyučovacích procesů. Dělení metod podle I. J. Lerner se odvíjí od společných poznávacích činností žáka při získání poznatků z obsahu učiva a organizované práci učitele ve výuce. (Vališová, Kasíková, 2007)

Lerner (1986) dělí výukové metody na:

- **Metoda informačně receptivní:** předávání úplných informací žákům (vysvětlením, výkladem, popisem, ilustrací, pokusem, filmem apod.). Osvojení poznatků závisí pouze na schopnostech, zkušenostech a vlastnostech žáka.
- **Metoda reproduktivní:** učitel vytvoří učební úlohy, které kontroluje, a řídí jejich plnění. Žáci poznatky doplní o nové údaje, řeší typové úlohy, záměrně či nezáměrně si učivo zapamatovávají. Metoda však nevede k tvůrčí činnosti žáků.

- **Metoda problémového výkladu:** učitel stanoví problém, jehož řešení jako jediný zná, a postupně seznamuje žáky s jednotlivými kroky (fázemi). Žáci si postup a znalosti nevědomky zapamatovávají.
- **Metoda heuristická:** učitel vytvoří učební úlohy tak, aby byly pro žáky obtížnější, a klade důraz na samostatné řešení některých fází a na rovnováhu mezi učitelem a žákem.
- **Metoda výzkumná:** žáci samostatně hledají řešení pro celý problémový úkol. Žáci vytváří vlastní etapy řešení a samostatně studují. Učitel kontroluje průběh řešení, ale v procesu výuky ustupuje do pozadí. (Kalhous, 1998)

Ve své publikaci „Výukové metody“ J. Maňák a V. Švec, 2003 využívají sdružený pohled na výukové metody a rozlišují je do tří skupin, a to na metody klasické, metody aktivizující a metody komplexní. Skupiny rozlišují podle stupňující se složitosti edukačních vazeb. Já se zaměřím na vysvětlení pojmu „experiment“, a jeho historii a obecnou charakteristiku, především však na metodu manipulování, laborování a experimentování, která se řadí mezi metody manuálně-praktické z klasických výukových metod. V tabulce můžeme vidět základní rozdělení klasických výukových metod dle Maňáka a Švece.

Dělení metod (Maňák, Švec, 2003):

Tabulka 1 - Dělená výukových metod (Maňák, Švec, 2003)

<p>1. Klasické výukové metody</p> <p>1.1. Metody slovní</p> <p>1.1.1. Vyprávění</p> <p>1.1.2. Vysvětlování</p> <p>1.1.3. Přednáška</p> <p>1.1.4. Práce s textem</p> <p>1.1.5. Rozhovor</p> <p>1.2. Metody názorně-demonstrační</p> <p>1.2.1. Předvádění a pozorování</p> <p>1.2.2. Práce s obrazem</p> <p>1.2.3. Instruktaž</p> <p>1.3. Metody manuálně-praktické</p> <p>1.3.1. Napodobování</p> <p>1.3.2. Manipulování, laborování a experimentování</p> <p>1.3.3. Vytváření dovedností</p> <p>1.3.4. Produkční metody</p>
--

1.2 Metody manuálně-praktické

1.2.1 Manipulování, laborování a experimentování

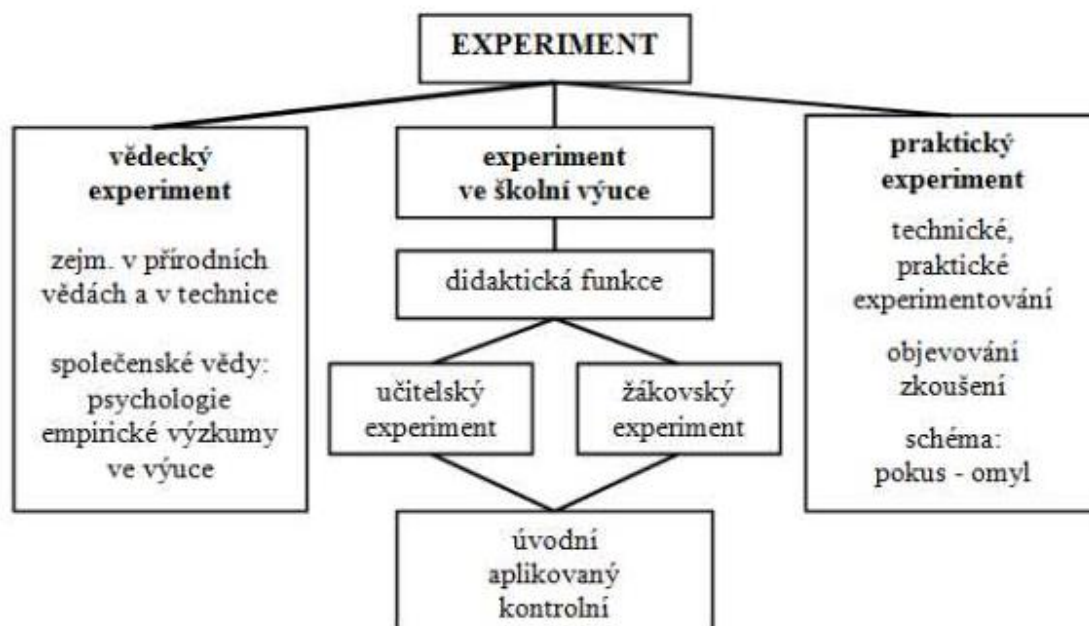
Od kojeneckého věku začíná člověk provádět cílené pohyby - manipulaci. Nejdříve manipuluje jen se svými končetinami, ale postupem času se jeho manipulování vztahuje i k vnějšímu světu. Začíná věci kolem sebe poznávat pomocí ohmatávání a přemísťování,

poznává je rozebíráním ale i ochutnáváním. Později se manipulace s předměty zkvalitňuje, nabývá charakteru hry a taková manipulace vede k poznání. Po nástupu do školy se u dětí neustále projevuje tendence hrát si, a to často přinesením vlastních hraček do školy. Škola však tuto potřebu netoleruje a ani nehledá způsob jak ji využít k plnění výchovných a vzdělávacích cílů. Někteří pedagogové dokázali zapojit manipulaci s předměty do naplně výuky. Nejznámější jsou tzv. Fröberovy dárky, které F. W. A. Fröber, prostřednictvím her, představoval dětem v předškolním věku. Např.: koule, krychle, válec, míč atd.). Pomocí manipulace můžeme pracovat i s dětmi v mladším školním věku, kdy na děti můžeme klást větší nároky při různých pracovních činnostech, jako je např.: stříhání, lepení, modelování. V dnešní době jsou také k dispozici různé stavebnice, se kterými například žáci v prepubertě mohou ukázat svou kreativitu a tvořivost. Jako jedny z nejznámější můžeme vzpomenout stavebnici Merkur, či Lego. Nemusíme však zůstat jen u mechanických stavebnic, ale můžeme se posunout i do oblasti elektronické, kde děti pomocí stavebnice „Voltík“ mohou podle návodu sestavit jednoduché elektrické stroje, například bzučák. (Maňák, 2003)

Žáci mladšího věku mají v oblibě laborování, které se nejčastěji vztahuje k fyzice, chemii a přírodovědným předmětům. Žáci při něm plní jednoduché úkoly a provádějí jednoduché pokusy, ve kterých si ověřují poučky, předpisy a teorie. Laborování se nejčastěji provádí ve skupinách více žáků, kde přichází na řadu i dělba práce. Výstupem laborování je protokol, ve kterém žáci podávají výsledky daného měření s vysvětlením a s popisem průběhu celého laborování, jež bývá doplněno grafem či vypočítanými údaji. Žáci na vyšších stupních provádějí laborování ve specializovaných učebnách - laboratorních dílnách nebo na školním pozemku. V souladu s vyspíváním žáků a s jejich získanými zkušenostmi se laborování na vyšších stupních školy mění na experimentování v tzv. laboratorních pracích. Modelem je pro ně vědecký experiment (pokus). Experimentem, ať vědeckým nebo výzkumným, se podle J. Maňáka (1994, s. 21) *rozumí badatelský přístup k realitě, kterým se na základě určité, teoreticky zdůvodněné hypotézy, záměrně mění nebo ovlivňují některé stránky sledované skutečnosti, při čemž se existující podmínky udržují konstantní, a provedené zásahy a dosažené výsledky se přesně registrují.* Pod pojmem experiment, či experimentování se ukrývají tři typy experimentu (obrázek 1).

- **Praktické experimentování:** nás provází na každém kroku. Jedná se o zkoušení, ověřování jevů a je základem veškerých pokroků.
- **Vědecký experiment:** vědecký pokus, kterým si ověřujeme nebo vyvracíme hypotézu nebo poznatek.

- **Školní experiment:** je činnost učitele nebo žáka, při které je samostatně pozorována a zkoumána skutečnost za pomoci ovlivňování podmínek a následného vyhodnocení průběhu a výsledku. (Maňák, 2003)



Obrázek 1 - Rozdělení experimentů (Maňák, Švec, 2003)

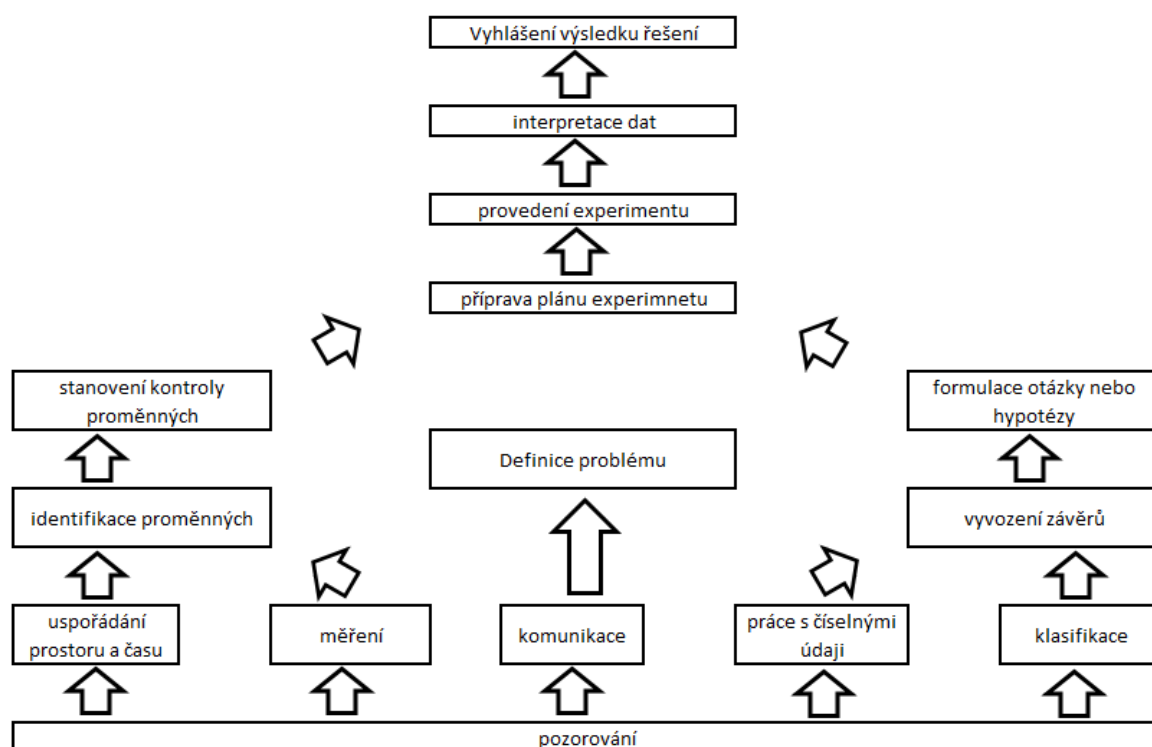
1.3 Experiment ve výuce a jeho použití

Na vyšším stupni škol se manipulování a laborování uplatňuje jako školní experimentování, které se může, v případě zájmu studentů, rozšířit na výzkumnou a badatelskou činnost. Tyto experimenty pak můžeme rozdělit na několik typů, a to podle vyučovacího předmětu, pedagogického záměru nebo materiálních podmínek. Realizace školního experimentu je dosti náročná, a proto je nutné, dle možností, dodržovat obvyklé průběhové schéma:

- Identifikace otázek.
- Vytvoření hypotéz.
- Hledání vhodné formy experimentu.
- Provedení experimentu.
- Srovnání dosažených výsledků s hypotézami.
- Zobecnění výsledků, formulace závěru.

V případě školního experimentu se nám nabízí nejčastěji dvě možnosti, a to učitelský experiment (předváděný) a žakovský experiment. Žakovský experiment umožňuje samostatné zkoušení, hledání a objevování. Mezi všemi třemi typy experimentu (praktickým, vědeckým a školním) nacházíme plynulé přechody, na nichž vzniklo množství

variant a modifikací. Experimenty však nemusí být vázány striktně na přírodovědné předměty, ale je možné je využít i ve společenských disciplínách jako například myšlenkový experiment. Aby mohli žáci provádět experiment co nejpřesněji a plnit i náročnější operace, musí si osvojit požadované dovednosti. Patří mezi ně dovednosti, jako jsou: pozorování, měření, klasifikace, vyvození závěrů a mnohé další. Mezi těmito dovednostmi existuje částečné hierarchické uspořádání, kdy na sebe dovednosti většinou navazují (obrázek 2). To ale neznamená, že se musí dovednosti osvojit v daném pořadí. Pro laboratorní práce a experimenty lze v příslušných materiálech najít příklady, které jsou proveditelné v daných



Obrázek 2 - Řešení problému prostřednictvím experimentu (Maňák, Švec, 2003)

podmínkách. Jako příklad můžeme použít experiment, ve kterém je naší úlohou vysvětlit polohu vajíčka v různě husté tekutině (čistá voda, středně a silně osolená). (Maňák, 2003)

1.4 Klasifikace experimentů ve školním prostředí

V naučných literaturách se uvádějí různá kritéria, dle kterých můžeme klasifikovat druhy pokusů. Zvolená klasifikace je zaměřena na fyzikální jevy. Nejčastěji se ale v dnešní době klasifikují podle svého zaměření, provedení, logické povahy a podle jejich didaktické funkce.

a) Podle zaměření

Rozděluje pokusy na demonstrační pokusy prováděné učitelem a na pokusy žákovské.

Demonstrační pokus

Demonstrační pokus je pokus předvedený za určitých podmínek, kdy slouží učiteli k motivaci žáků k danému učivu. Pokus se většinou předvádí před celou třídou. Podstatnou částí experimentu je, že učitel může předvádět experiment sám nebo za pomoci jednoho či více žáků, a zbytek žáků je plně soustředěn na průběh pokusu. Tyto pokusy bývají nejčastěji používány při ukázkách základních fyzikálních jevů nebo vlastností a pro studování vlastností fyzikálních objektů, jevů a procesů. V demonstračních pokusech se používá termín tzv. demonstrace, který má ale širší pojetí. My ji použijeme pro didaktickou činnost, při níž využijeme prostředky k objasnění učiva. Mezi takové prostředky řadíme demonstrační pokusy, materiální modely, ukázky reálných předmětů, grafy, nákresy na tabuli a edukační videa. (Svoboda, Kolářová, 2006)

Žákovský pokus

Je pokus, který provádí žák nebo skupina žáků v rámci vyučovacího procesu, popřípadě jako domácí přípravu. Žák si sám vyzkouší jak například metody poznávání, tak i bezprostřední poznávání fyzikálních jevů.

- **Individuální žákovský pokus** - pokus, který provádí pouze jeden žák. V rámci vyučování může spolužákům demonstrovat např.: platnost Newtonových zákonů.
- **Frontální žákovský pokus** - je jednoduchý pokus, na kterém pracuje celá třída v různých skupinách po dvou nebo čtyřech žácích, popřípadě i samostatně. Každá skupina má tu možnost, že si pokus vyzkouší samostatně pod přímým vedením učitele.
- **Skupinové pokusy** - organizace skupinových pokusů je podobná jako při frontálních žákovských pokusech s tím rozdílem, že se pracuje ve skupinách po třech až pěti žácích. Liší se především tím, že učitel již tolik nezasahuje do přípravy a provádění pokusu. Žáci mezi sebou musí více komunikovat.
- **Laboratorní úlohy** - jsou již náročnější a zpravidla kvantitativní pokusy, jejichž počet i zaměření je doporučeno rámcovým vzdělávacím programem. Na každém konci pokusu musí žáci vypracovat laboratorní protokol, ve kterém podrobně popisují průběh experimentu a jeho vyhodnocení. (Svoboda, Kolářová, 2006)

b) Podle provedení

- **Reálné** (pravé pokusy) - „*předvádějí přímo fyzikální jev a jeho zákonitosti. Pokusy jsou přímo dostupné smyslovému pozorování zaměřenému na originální objekt či proces.*“ (Svoboda, Kolářová, 2006, s. 96). Jako příklad můžeme použít rozsvícení a zhasnutí žárovky při přepnutí přepínače.
- **Modelové** - „*nepředvádí skutečný zkoumaný jev, ale jeho náhradu (imitaci).*“ (Svoboda, Kolářová, 2006, s. 96). Toto provedení se používá především tam, kde není vhodné prostředí ke zkoumání jevu či objektu díky jeho složité fyzikální skutečnosti. Místo reálného objektu či jevu se musí využít například model, který ale funguje stejně jako zkoumaný objekt, například model čtyřtaktního motoru auta.

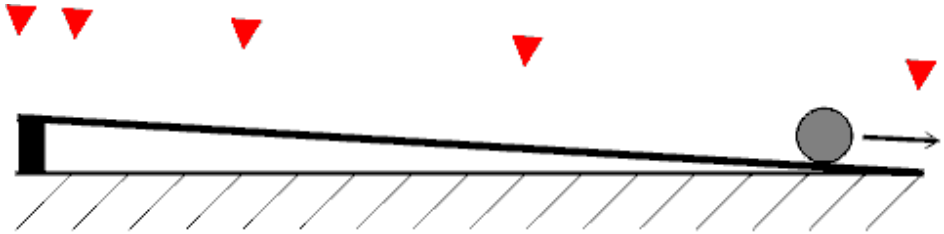
c) Podle didaktické funkce

Podle didaktické funkce, tedy podle pokusů v kontrolním a poznávacím procesu, probíhajících v rámci vyučovací hodiny, lze pokusy rozdělit na:

- **Heuristické** (objevitelské) - tyto pokusy jsou nejvýznamnější ve výuce fyziky. Žáci sami objevují pro ně doposud neznámé fyzikální poznatky. Aktivně se zapojují do vyučovacího procesu vyvozováním nových poznatků.
- **Ověřovací** (verifikační) - je-li nový fyzikální zákon odvozen prostou dedukcí nebo dogmaticky sdělen, musí být jeho platnost prokázána pomocí vhodného ověřovacího pokusu.
- **Motivující učivo** - jde o pokusy zařazené vyučujícím před začátkem výkladu nového učiva. Žák by měl získat zájem o nově probírané učivo. Také mají upoutat jeho pozornost na zkoumání, případně připomenout určitou zkušenost z denního života žáka. (Svoboda, Kolářová, 2006)
- **Ilustrační** (expoziční) - jsou to většinou demonstračně kvalitativní pokusy, které mají seznámit žáka s tím, jak zkoumaný jev vypadá. Například pokus s varem za sníženého tlaku. Velké množství ilustračních pokusů může mít i heuristickou funkci.
- **Uvádějící problém** - „*Tyto pokusy mohou být vhodnými motivačními prostředky před výkladem nových poznatků nebo součástí opakování a*

prohlubování učiva nebo při kontrole vědomostí žáků.“ (Svoboda, Kolářová, 2006, s. 103)

- **Aplikační** - jedná se o sloučení teorie s praxí. Při tomto sepětí je často potřeba objasnit abstraktní poznatky jak v technické praxi, tak v běžném životě.
- **Historické** - k těmto pokusům patří ty, které mají historickou hodnotu, jako např.: objev fyzikálního zákona, a také pokusy, které znamenaly v historii výrazný pokrok pro rozvoj myšlení a vědy vůbec. Patří sem i Galileův pokus s padostrojem, který probíhá sestavením a nastavením kuličkové dráhy na 5–10 °. Dráha pohybující se kuličky se zvětšuje s druhou mocninou času.



Obrázek 3 - Pohyb rovnom. zrychlený na Galileově padostroji
(Zdroj: http://physics.ujep.cz/~rseifert/oldweb/dipl/images/prz_pado.png)

- **Opakující a prohlubující (fixační)** - opakováním pokusů zajistíme u žáků, že pokusy nebyly jen zážitek, ale byly důležitým zdrojem poznání. K opakování a prohlubování slouží všechny pokusy, které žáci provádí ve formě laboratorních úloh. Pokusy musí být obměňovány oproti původním demonstracím, abychom poznali, zdali tomu žák skutečně rozumí.
- **Kontrolní (diagnostické)** - rozumí se experimentální zkouškou, při níž musí žák prokázat, zda pokusu a jeho smyslu rozumí. Také kontrolujeme, zda dokáže pokus naplánovat, sestavit, provést a vyhodnotit. Měl by i dokázat manuální zručnost žáka. Úplnější informace o schopnostech při činnosti žáka je třeba získat při zkoušení žáka. Např.: žák má magnet a ocelovou tyč stejného vzhledu a musí poznat, která z obou tyček je magnet. (Svoboda, Kolářová, 2006)

d) Podle použitých prostředků

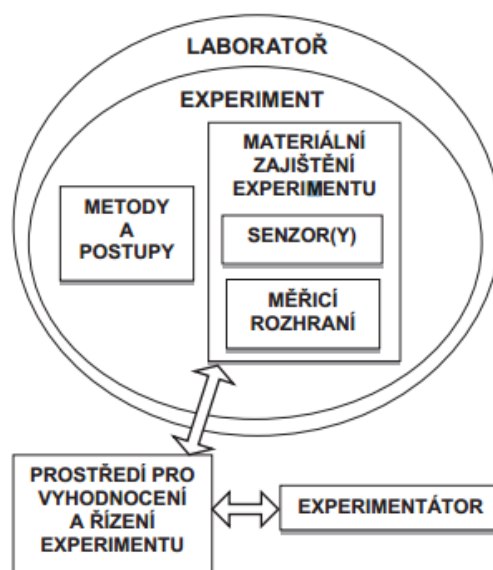
- **Reálné experimenty** - viz dělení dle provedení.
- **Myšlenkové experimenty** - tento termín používáme ve dvou případech. V prvním případě je myšlenkový experiment jednou fází reálného

pokusu, ve které si experimentátor vybuduje myšlenkový model reálného pokusu a s pomocí logické analýzy problému si ověří funkčnost provedení pokusu. V druhém případě si pod pojmem myšlenkový experiment představujeme pokusy, které jsou prováděny pouze v ideální sféře vědomí, kdy reálné objekty a fyzikální děje jsou substituovány myšlenkově možnými. Tyto myšlenkové pokusy užívají různých modelových konstrukcí opírajících se o idealizaci, analogii, abstrakci a fyzikální podobnosti. Myšlenkovými pokusy zkoumáme situace vědecky možné, i když často prakticky neuskutečnitelné. Nezbytnou součástí každého myšlenkového experimentu je odpovídající schematický plán. Myšlenkový experiment však má svá omezení a nikdy nemůže nahradit reálný experiment. Na základní škole není tento experiment používán.

- **Počítačem ovládané**
 - **Klasické počítačem ovládané školní systémy** - jedná se především o školní systémy, které byly vytvořeny pro práci, měření a zaznamenání dat ve školním vzdělávacím systému. Mezi nejrozšířenější u nás je patří měřicí a laboratorní studio iSES (Internet School Experimental System).
 - **Virtuální experimenty** - tyto experimenty jsou realizovány jako počítačové aplikace či programy. Nejčastěji jsou realizovány v jazyce Java. Učitelé mohou pomocí těchto aplikací demonstrovat daný jev či děj. Některé experimenty jsou dostupné veřejnosti na internetu. Např.: na <http://www.physicslessons.com/iphysics.htm>.
 - **Vzdáleně ovládané experimenty** - jsou experimenty, které můžeme na dálku pomocí internetu ovládat či sledovat celých 24 hodin denně. Experiment je zrealizován pomocí webové stránky, na kterou se uživatel přihlásí, může ho ovládat a komunikovat s ním. Těmto pokusům stačí pouze připojení na internet a internetový prohlížeč s podporou programu JAVA. (Svoboda, Kolářová, 2006)

1.4 Vzdáleně ovládané experimenty

V dnešní době technologie umožňují realizovat badatelsky orientovanou výuku i bez využití materiálních prostředků. Dokonce ani není nutná místní, ani časová vazba. Žák tedy může bádát kdekoliv a kdykoliv (Dostál, 2013). Existuje mnoho variant pro takto pojaté bádání, ale z praktického hlediska je žádoucí rozlišovat pouze mezi virtuální a vzdálenou laboratoří. Při bádání prostřednictvím vzdálené laboratoře jsou získávány reálné údaje ze skutečných zařízení. V poslední době získávají vzdálené internetové laboratoře na



Obrázek 4 - Vzdálená laboratoř - princip (Dostál, 2013)

významu. Jak je možné vidět na obrázku 4, jsou vzdálené internetové laboratoře založeny na tom, že je vytvořen reálný pokus, který je oddělen od studujícího. Je oddělen za pomoci ovládatelného webového rozhraní, které ovládá experiment a získává relativní data přes počítačovou síť. Vzdálené laboratoře mají podle Calva (2009) tyto společné znaky:

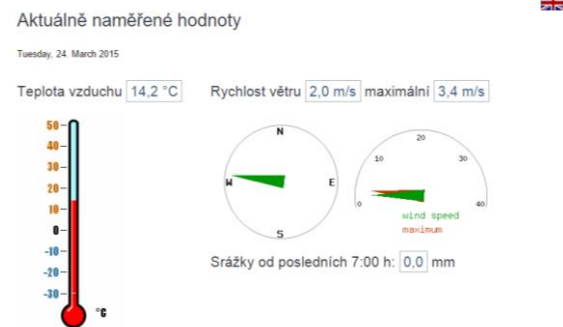
- **Flexibilitu** – laboratoř může být otevřená 24 hodin denně po celý rok. Studenti se mohou připojit z jakéhokoliv místa s připojením k internetu.
- **Maximální využití** – studenti se mohou připojit k jednomu experimentu ve větším množství. Laboratorní zařízení jsou převážně finančně nákladná.
- **Skutečné experimentování** – skutečné experimentování nelze plnohodnotně nahradit pomocí virtuální laboratoře, i když poskytuje cenné zkušenosti založené na počítačových simulacích.
- **Aktivní učení** – experiment vyžaduje aktivní účast studentů na procesu.

Virtuální laboratoř pracuje zcela bez technického vybavení. Je využito pouze počítače k virtualizaci. Tato laboratoř je realizována za pomoci simulace a počítačového modelování, u kterých může uživatel měnit hodnoty a parametry studovaných dějů a pracovat tak s reálnými údaji. Celý experiment je připravený tak, že žák do něj musí aktivně zasahovat. Ovlivňuje proměnné a získává výsledky, s kterými pak může nadále pracovat. (Dostál, 2013).

1.4.1 Vzdáleně ovladatelné laboratoře v České republice

Meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze

Stanice je umístěna v Praze-Suchdole v areálu kampusu zemědělské university. Její nadmořská výška činí přibližně 280 m, zeměpisná délka 14°22', šířka 50°08'. Roční teplota se průměrně pohybuje okolo 9 °C, průměrný roční srážkový úhrn je 500 mm. Meteorologická stanice disponuje různými možnostmi, jako jsou export dat za určité dané období, popis jak číst data, technické informace. Stanice slouží pro měření teploty, vlhkosti a tlaku vzduchu, globálního záření, rychlosti a směru větru a to po intervalu 15 (10) minut. Dále měří denní hodnoty nebo hodnoty po 1 hodině. Mezi ty patří průměrná denní teplota, průměrná denní vlhkost vzduchu, teplotní extrémy, barometrický tlak, směr a rychlost větru, vítr, srážky, denní úhrn srážek a globální záření. Hodnoty jsou dostupné na stránkách (<http://meteostanice.agrobiologie.cz/>)



Obrázek 5 - Applet vypisování hodnot
(Zdroj: <http://meteostanice.agrobiologie.cz/graf7.php>)



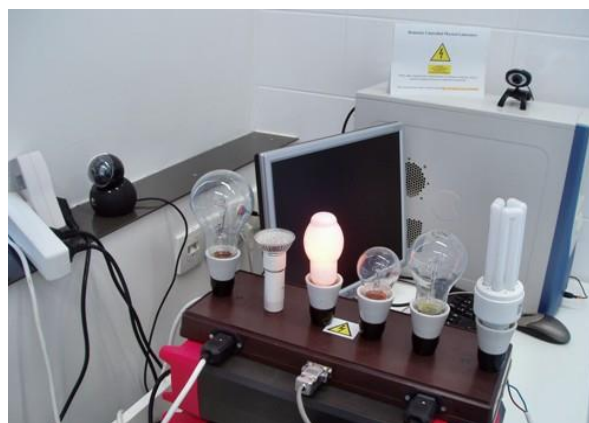
Obrázek 6 - Vzhled stanice
(Zdroj: <http://meteostanice.agrobiologie.cz/fotos/uvod.jpg>)

Vzdálená laboratoř PŘF UP Olomouc

Vzdálené experimenty se nacházejí na Katedře experimentální fyziky na Přírodovědecké fakultě v Olomouci. Tyto experimenty se skládají z reálných fyzikálních přístrojů, které jsou připojeny k počítači. Můžeme je sledovat 24 hodin denně z libovolného místa prostřednictvím internetu. Data, která jsou na webové stránky ukládána, může uživatel libovolně stahovat a dále s nimi pracovat a využívat je. Navíc vše můžeme sledovat online za pomoci webových kamer. Všechny stránky experimentů jsou zpracovány velmi podobně. K dispozici tu uživatel má fyzikální princip experimentu, návod k měření, videonávod, sestavení experimentu, pracovní list, statistiky přístupů fotografie a nejdůležitější částí je spuštění samostatného experimentu. Jako vedoucí této laboratoře a kontakt při odpovídání na dotazy ohledně experimentů je uváděn Mgr. František Látal.

Experiment 1 - Voltampérová charakteristika šesti různých zdrojů světla

Ke spuštění tohoto experimentu není za potřebí nic víc než program Java, který je volně stažitelný na webových stránkách filmy Oracle. Ve fyzikálním principu najdeme popis funkce daného experimentu. Po spuštění experimentu se nám zobrazí záběry ze dvou webových kamer. Na záběru jedné kamery můžeme sledovat hodnoty účinníku a druhá kamera živě

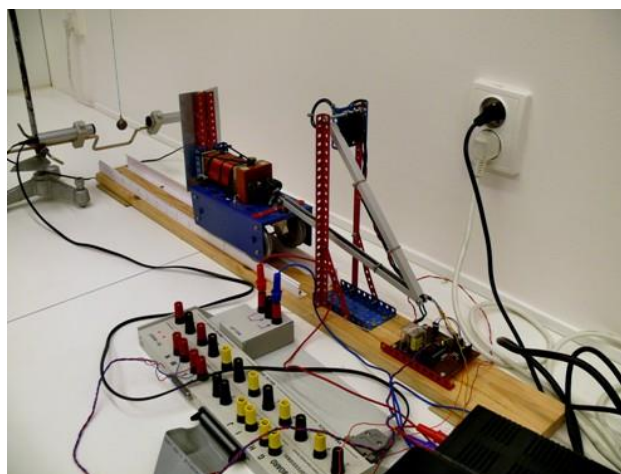


Obrázek 5 - VA charakteristika zdrojů světla (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/fotogalerie/P14.JPG>)

zachycuje aktuální dění v laboratoři. V ovládací části, jak autoři píší v „appletu“, volíme mezi šesti různými žárovkami. Dále můžeme měnit napětí v rozsahu 1 – 250 V a sledovat hodnoty procházejícího proudu. Tyto hodnoty lze ukládat a kopírovat do textových polí. Pokud s programem více než 3 minuty nepracujeme, program automaticky nastaví napětí na 0 V. Ve volbách stránky také můžeme najít již předem připravené pracovní listy pro žáky středních i vysokých škol. (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/rlab1.html>)

Experiment 2 - Určení tíhového zrychlení z doby kmitu matematického kyvadla

Ke spuštění experimentu číslo 2 již budeme potřebovat, kromě programu Java, také program VLC media player s pluginem pro používaný prohlížeč. Při spuštění experimentu se nám na levé straně zobrazí pohled z webkamery, pod kterou se nachází applet, na němž nejprve musíme nastavit výchylku kyvadla a až poté experiment spustit tlačítkem „Start“. Na pravé straně experimentu vidíme graf, který nám ukazuje průchod kyvadla optickou závorou.



Obrázek 6 - Experiment matematického kmitu (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/fotogalerie/KYV1.JPG>)

Jeden dílek na ose x odpovídá 0,1 s. Hodnoty si může nechat vygenerovat prostřednictvím tlačítka „Hodnoty“ a uložit si je například v programu Excel. (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/rlab2.html>)

Experiment 3 - Studium proudění vody v soustavě trubíc

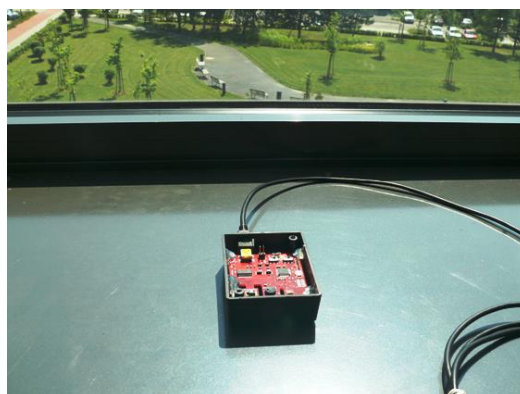
Experiment je vytvořen v prostředí LabVIEW od firmy National Instrument, a proto, aby si ho uživatel mohl spustit, musí si do svého počítače nainstalovat program LabVIEW run-time engine, který je volně stažitelný na stránkách firmy. Při spuštění experimentu se nám otevře ovládací panel s tlačítkem „Spustit“ v levém horním rohu, v pravém rohu pak panel, na kterém můžeme nastavit výkon čerpadla 0 %, 50 % a 100 %. Hodnoty tlaku se poté začnou zobrazovat v číselném i grafickém zobrazení stejně jako rychlost proudící vody ve vybrané trubici. Tato data jsou generována v časovém intervalu 10 s a jedná se tedy o hodnotu za tento časový úsek. Pro správné vyhodnocení měření je ale zapotřebí vynechat první a poslední hodnotu. Hodnoty se ukládají do tabulky a jdou zkopírovat do Excelu. Uživatel má na pokus 120 s, jestliže však experiment využívá aktivně, čas se opět nastaví na maximální hodnotu. Nevýhodou tohoto experimentu je to, že jej může současně ovládat pouze jeden uživatel, který po ukončení experimentování ukončí měření pomocí tlačítka „Ukončit“. Pokud se tak nestane, experiment se automaticky ukončí sám po uplynutí časového limitu. Experiment také můžeme sledovat pomocí dvou webových kamer, které však nejsou na stejné webové stránce jako ovládací panel, ale jsou na ně odkazy pod ovládacím panelem. (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/r1ab3.html>)



Obrázek 7 - Sestava trubíc (Zdroj: http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/fotogalerie/w3_1.JPG)

Experiment 4 - Meteorologická stanice v Olomouci

V horní části webové stránky můžeme vidět čtyři aktuální hodnoty základních meteorologických prvků a to teplotu, tlak, vlhkost a množství okolního světla, které lze naměřit v laboratoři. V apletu můžeme nastavit určité časové období od 19. 7. 2011 a nechat si vykreslit graf jednoho ze čtyř výše zmíněných prvků. Ve spodní části webové stránky je záběr z webové kamery, který zobrazuje aktuální pohled ven z laboratoře a tlačítko na ukládání zobrazených naměřených hodnot, které můžeme dále použít ve svých pracích. Zdroj: (<http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/r1ab4.html>)



Obrázek 8 - Meteorologická stanice (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/fotogalerie/pocasi1.png>)

Experiment 5 - Monitorování radioaktivního pozadí v Olomouci

V ovládacím panelu, který je poměrně rozsáhlý, můžeme vidět hodnoty částic, jež dopadly na senzor za poslední tři sekundy, za posledních deset sekund, za poslední tři minuty, tři hodiny, nebo tři dny. V grafu si můžeme nechat vykreslit průběh dopadajících částic za dobu, kterou si můžeme sami nastavit na posledních několik hodin. Dále máme k dispozici tlačítko, kterým můžeme generovat naměřené číselné hodnoty a dále zpracovávat např.:



Obrázek 9 - Experiment radioaktivního pozadí (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/fotogalerie/GM%20counter2.png>)

v Excelu. Ve spodní části stránky je možné zobrazit webovou kameru a sledovat aktuální pohled z laboratoře. (Zdroj: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/rlab5.html>)

Vzdálená Internetová Laboratoř GymKT

Vzdáleně řízená internetová laboratoř obsahuje skutečné fyzikální experimenty, které uživatel může ovládat pomocí svého internetového prohlížeče. Vzdálené experimenty laboratoře Gymnázia J. Vrchlického v Klatovech jsou zcela zdarma a bez jakékoliv registrace. Naměřené hodnoty jdou vždy stáhnout do počítače, kde s nimi můžeme dále pracovat. Všechny experimenty jsou připojeny k internetu a můžeme je sledovat pomocí webkamery, jsou dostupné 24 hodin denně. Laboratoř prezentuje experimenty, které nejsou až tak běžné při výuce díky kvalitnímu provedení a zdlouhavé přípravě. (Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net/>)

Experiment 1 - Tepelná závislost odporu kovu a polovodiče

Experiment je zaměřen na měření odporů dvou různých elektronických součástek a to platinového čidla a termistoru se zápornou charakteristikou – při různých teplotách. Odpor součástek snímá operační zesilovač, který hodnoty převádí pomocí dvou AD převodníků. Obě součástky jsou doplněny digitálními teploměry. Aktuální teplota se vypisuje na displeji teploměru, v experimentu je čtena



Obrázek 10 - Experiment závislosti odporu (Zdroj: <http://remotelab.fyzika.net/vzdalene-experimenty.php?lng=cs>)

připojenou USB web kamerou. Ovládání experimentu se skládá z několika kroků. Nejprve se zvolí teplota pomocí 12 připravených hodnot. Hodnoty odporů se načtou automaticky, ale

teplotu musíme odečíst z webkamery. Do tabulky se zapisuje hodnota teploty, odporu kovové součástky a polovodičové součástky. Dále můžeme zobrazit graf, uložit data a vymazat tabulku. (Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net>)

Experiment 2 - Určení horizontální složky magnetického pole Země

Jedná se o porovnávání zemské magnetické indukce a indukce uměle vytvořené pomocí tzv. Helmholtzových cívek. Metodou tangentové buzoly měříme velikost horizontální složky zemského magnetického pole. Na začátku experimentu je cívka nastavena tak, aby její rovina souhlasila s rovinou magnetického poledníku. „*Počne-li cívkou protékat elektrický proud, v místě magnetky vzniká magnetické pole, jehož magnetická indukce je dána vektorovým součtem magnetického pole Země a magnetickým polem vytvořeným cívkou*“. (Gymnázium J. Vrchlického, 2011) Vlivem magnetického pole cívky se magnetka vychýlí ze své původní polohy o nějaký úhel a zaujme novou polohu odpovídající směru celkové magnetické indukce. Hodnotu změny střelky odečteme pomocí webové kamery. Ovládání experimentu začíná nastavení elektrického proudu pomocí posuvníku. Hodnota proudu je načítána automaticky a úhel střelky kompasu odečítáme pomocí webkamery. Dále se hodnoty zapisují do tabulky, kterou můžeme uložit, zobrazit graf z hodnot v tabulce a tabulku vymazat. (Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net>)



Obrázek 11 - Experiment magnetického pole
(Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net/vzdalene-experimenty.php?lng=cs>)

Experiment 3 - Vzdálené ovládání robotické paže

Ve třetím experimentu se můžeme seznámit se základním principem vzdáleného řízení robotické ruky. Jako zorné pole používá kamery neumožňující prostorové vidění a má velmi malé rozlišení. Robot pracuje s určitým zpožděním. Robotická ruka KSR-10 je vyrobena firmou Velleman a byla upravena pro účely úlohy. Na paži byly přidány koncové spínače omezující pohyby v krajních polohách. Baterie, které byly použity jako napájení, jsou nahrazeny zdrojem. Ruční řídicí panel byl doplněn o elektrické řízení pomocí USB desky K8055.



Obrázek 12 - Experiment robotické paže
(Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net/vzdalene-experimenty.php?lng=cs>)

Pro vzdálené řízení byl použit „Vzdálený řídicí server“, ve kterém spolupracuje JavaScriptu a PHP. Úloha není doslova fyzikálním experimentem, ale slouží uživateli k ovládání robotické ruky. Úloha je navíc doplněna osvětlením pro noční provoz. Ovládání ruky je založeno na pohybu čtyř různých kloubů: zápěstí, loktu, náklonu základny a otočné základny. Jako další můžeme ovládat kleštěnu, kterou můžeme předměty svírat a uvolňovat. (Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net>)

Experiment 4 - Voltampérová charakteristika LED

V posledním experimentu laboratoře GymKT, který uvádím, si můžeme vzájemně porovnat voltampérové charakteristiky červené, žluté, zelené, modré a bílé LED diody v propustném směru. Díky prahovému napětí můžeme určit šířku zakázaného pásma a vlnovou délku emitovaného světla. Měření této úlohy je založeno na standartním postupu při ověřování V-A charakteristiky elektrického prvku. Proměnným zdrojem můžeme měnit napětí a hodnoty proudu odečítáme na ampérmetru. Regulovaný zdroj a měřicí přístroje jsou nahrazeny USB kartou K8055. Dva analogově-digitální vstupy slouží jako voltmetry. Jeden měří napětí na proměřované LED diodě a druhý na předřadném rezistoru. Elektrický proud je určován z napětí na rezistoru. Karta K8055 je připojena ke každé z pěti proměřovaných diod. (Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net>)



Obrázek 13 - Experiment LED diod (Zdroj: <http://remote-lab.fyzika.net/vzdalene-experimenty.php?lng=cs>)

1.4.2 Vzdáleně ovladatelné laboratoře ve světě

Díky vzdáleným experimentům můžeme komunikovat a ovládat experimenty i v laboratořích po celém světě. Některé laboratoře požadují registraci, ale velké množství stačí pouze vyhledat a můžeme pracovat. Laboratoře s nejkvalitnějším vybavením mají americké univerzity, ale pozadu nezůstávají ani laboratoře v Austrálii nebo Německu. Vybral jsem laboratoře, které nejsou ve světě tak známé.

University of Deusto

WebLab Deusto je iniciativou University of Deusto. Jeho cílem je rozšířit zkušenostní učení o využívání vzdálených laboratoří. Za tímto účelem nabízí experimenty z několika vzdálených laboratoří zdarma přes internet. Základní software je k dispozici pod open source licencí a zařízení mohou být kopírována. WebLab Deusto používají univerzity a střední

školy z různých zemí po celém světě. Systémový software je k dispozici ve více než 10 jazycích. Jako ukázkou jsem si zvolil několik experimentů:

Experiment 1 - Akvárium

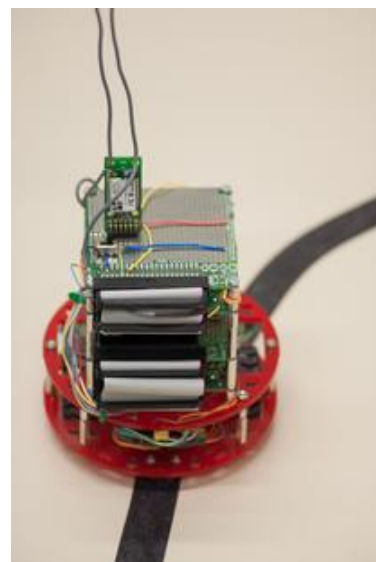
Skutečné akvárium se nachází v laboratoři univerzity a uživatelé v něm mohou krmit rybičky, zapínat a vypínat světla, a také ovládat ponorku je-li nabitá a je ve vodě. Problém je v tom, že je ponorka napájena baterkou a ty jsou často vybité. Krmení je zabezpečeno tak, aby se akvárium nenaplnilo množstvím krmení od uživatelů. Krmení je nastaveno automaticky na 3krát denně každých 8 hodin. Pokud někdo rybičky nakrmí, musí další uživatel čekat danou dobu, než se krmení znovu povolí. Důvodem vytvoření tohoto experimentu bylo, aby se skupiny studentů základních škol, naučili starat o život těchto rybiček. Učitel může sledovat, zda studenti správně krmili, nebo zapoměli. Cílová skupina jsou děti základní školy. Nyní se experiment rozšiřuje o další senzory. (Zdroj: <http://weblab.deusto.es/website/labs.html>)



Obrázek 14 - Experiment akvárium
(Zdroj: <http://weblabdeusto.readthedocs.org/en/latest/images/submarine.jpg>)

Experiment 2 - Robot

Jako laboratorní robot je používán komerční robot „Azkar-bot“, s připojeným mikrokontrolérem. Lze do něho naprogramovat tři různé programy na pohybování s robotem. Proto je ne interně naplánován systém, který určuje frontu uživatelů. První program s názvem *robot-proglist* má tři různé podprogramy. První podprogram je takový, že se robot nejprve pohybuje libovolně prostorem a vyhýbá se všem překážkám, dokud nenarazí na černou čáru. Poté se bude robot pohybovat pouze po černé lince pomocí infračerveného senzoru. Druhý podprogram je, že se robot pohybuje sám a vyhýbá se překážkám ve své cestě. Druhý program *robot-movement* umožňuje ovládat robota pomocí tlačítek či šipek klávesnice do čtyř stran. Pohyb je sledován webkamerou. Poslední program *robot-standart* umožňuje naprogramovat robota pomocí programu, jak si přejeme. (Zdroj: <http://weblab.deusto.es/website/labs.html>)



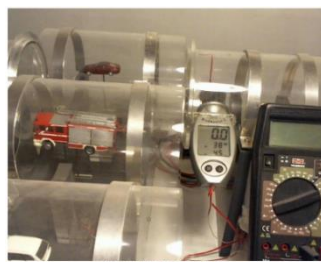
Obrázek 15 - Robot
(Zdroj: http://weblabdeusto.readthedocs.org/en/latest/_images/robot.jpg)

Technické univerzity v Kaiserslauternu

Vzdálená internetová laboratoř Technické univerzity v Kaiserslauternu na svých stránkách (<http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/>) uvádí 17 funkčních vzdálených experimentů. Např.: Aerodynamický tunel, mýtné, robot v labyrintu či rychlost světla. Pro spuštění experimentu není potřeba žádná registrace ani stažení žádného speciálního softwaru.

Experiment 1 - Aerodynamický tunel

Aerodynamický tunel je zařízení, které sleduje chování toku vzduchu okolo zkoušeného předmětu. Cílem tohoto experimentu je zprostředkovat základní fyzikální principy. Uživatel může pozorovat chování různých modelů autíček v aerodynamickém tunelu. V experimentu můžeme měnit model sportovního auta, SUV a auta nákladního. Koncový, uživatel může měnit rychlost větru a posoudit vliv větru na jízdní vlastnosti. Při zapnutí tunelu můžeme sledovat rychlost větru pomocí digitálního anemometru. Můžeme také vypnout anemometr a zapnout multimetr, který ukazuje třecí sílu za pomoci 4 tenzometrů. (Zdroj: <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/>)



Obrázek 16 - Experiment Aerodynamického tunelu (Zdroj: http://137.193.65.97:8081/cam_1.jpg?counter=1427735866256)

Experiment 2 - Osciloskop

Cílem tohoto vzdáleného experimentu je naučit se používat osciloskop jako měřicí zařízení. Schéma zapojení je jednoduché, na kanál digitálního osciloskopu je přivedený signál z frekvenčního generátoru. Funkční generátor poskytuje tři periodická napětí o různých frekvencích, které mohou být stanoveny a vyhodnoceny. Napětí je viditelné díky zobrazení na osciloskopu. Obraz, je snímán pomocí webové kamery. Při spuštění laborování nám vyskočí tabulka, do které zadáme požadované informace a spustíme experiment. V levé části obrazovky se nám zobrazí webkamera, která je namířená na displej osciloskopu. V pravé části obrazovky si zvolíme jeden ze signálů, který se nám s určitým zpožděním zobrazí na záznamu z webkamery. (Zdroj: <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/>)

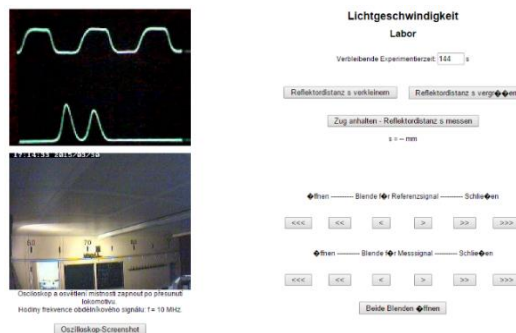


Obrázek 17 - Prostředí experimentu s osciloskopem (Zdroj: <http://141.7.70.39/Labor/Bilder/Frontansicht.jpg>)

Experiment 3 - Rychlost světla

Před 400 lety se Galileo domníval, že se světlo pohybuje konečnou rychlostí. Jen o 350 let později se Ole Römerovi podařilo určit rychlost světla pomocí astronomické metody. Od této doby, bylo vyvinuto mnoho různých metod pro stanovení rychlosti světla a zvyšuje se přesnost hodnoty. Rychlost světla je v dnešní době

definováno na hodnotu $C = 299792458 \text{ m / s}$. Velkou roli zde hraje i Einsteinova teorie relativity. V levé části ovládacího panelu experimentu jsou dvě webkamery. Jedna zobrazuje signál na digitálním osciloskopu a druhá zachycuje obraz na pojízdný mechanismus, který snímá světlo. V pravé části můžeme pohybovým zařízením pohybovat vlevo a vpravo. Při zastavení si můžeme nechat zobrazit hodnotu pozice, v které se nachází pohybové zařízení. (Zdroj: <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/>)



Obrázek 18 - Prostředí experimentu rychlosti světla (Zdroj: http://141.7.70.49:8080/cam_1.jpg?counter=1427732570596)

1.7 Výhody a nevýhody vzdálených experimentů

Výhody vzdáleného experimentu

- Žáci mohou ovládat pokus z libovolného místa, v libovolném čase, nezávazně na vyučovací hodině.
- Žáci mohou pracovat svým vlastním tempem bez ohledu na ostatní.
- Experiment je neustále sestaven a připraven k použití, odpadá fáze sestavování experimentu.
- Je možné provádět experimenty, které nejsou, kvůli bezpečnosti, povoleny ve školních laboratořích.

Nevýhody vzdáleného experimentu

- Závislost na technických prostředcích, které mají různou míru spolehlivosti.
- Práce většinou probíhá pomocí webkamery - uživatel není v kontaktu s experimentem.
- Často může experiment ovládat pouze jeden uživatel.
- Opravy jsou složitější na opravu a jsou časově náročnější.
- Uživatel musí mít počítač, který je připojen s internetem a má nainstalován software, který komunikuje s experimentem.

2 Technické aspekty systému Arduino

Arduino je otevřená elektronická platforma založená na uživatelsky jednoduchém hardware a software. Velmi laicky by se dalo také říct, že Arduino je pouze návrhářská deska s mikroprocesorem, která vznikla v roce 2005 v Itálii jako levné řešení pro studenty škol s technickým zaměřením. Cílem autorů (David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, a Massimo Banzi) bylo vyrobit platformu i pro netechnické publikum zaměřenou na jednoduchost, nízkou cenovou nákladnost, dodávanou s jednoduchým vývojovým prostředím (IDE) založeným na open source licenci, s programovatelností přes USB a hlavně sloužící k vytvoření široké komunity uživatelů po celém světě. Arduino je určeno pro zájmové konstruktéry, ale také pro designéry a firmy zabývající se mikroprocesorovou tematikou. Může jej použít každý, koho zajímá vytváření interaktivních objektů nebo prostředí. Arduino je schopné vnímat okolí pomocí vstupů různých senzorů a ovlivňovat jej díky připojení různých výstupních periférií jako jsou LED diody, motorky či obrazovky. Mikroprocesor na desce Arduina se programuje pomocí speciálního programovacího jazyka (založený na jazyku Wiring, který je podobný jazyku C) ve vlastním vývojovém prostředí. Desky Arduino je možné si koupit již sestavené a otestované, nebo si je koupit jako součástky a ručně si je sestavit. Návrhy plošných spojů jsou k dispozici pod otevřenou licencí a lze je tedy upravovat podle vlastních potřeb. Arduino má nyní již více jak 10 modelů a další se připravují. Mezi nejznámější patří Arduino UNO², Arduino Mega a Mega 2560.

Alternativní systémy pro nahrazení systému Arduino

Jak je již v dnešní době zvykem, tak i tato platforma nezůstala jen jediná ve své oblasti zájmů. Nyní již existuje velké množství tzv. „duin - klonů“. To díky tomu, že Arduino je otevřené zapojení s open source firmwarem a IDE. Kdokoliv jej může jakkoliv upravit, zjednodušit či vylepšit. Nesmí však použít pojmenování Arduino, které je chráněno ochrannou známkou. Na trhu nyní najdeme různé, více či méně kompatibilní, stavebnice. Mezi nejrozšířenější patří naprosto volná verze „FreeDuino“, verze „Boarduino“, speciálně určená pro nepájivá kontaktní pole. Poslední variantou je verze postavená ze SMD součástek a pojmenovaná „Seeeduino“, které může být zajímavou alternativou k Arduino. Jedná se o levnější verzi díky použití SMD součástek. Na rozdíl od Arduino používá pro připojení menší konektor USB. (Malý, 2010)

² Arduino UNO se u nás cenově pohybuje kolem 650 Kč a Arduino Mega a Mega 2560 kolem 1000 Kč.

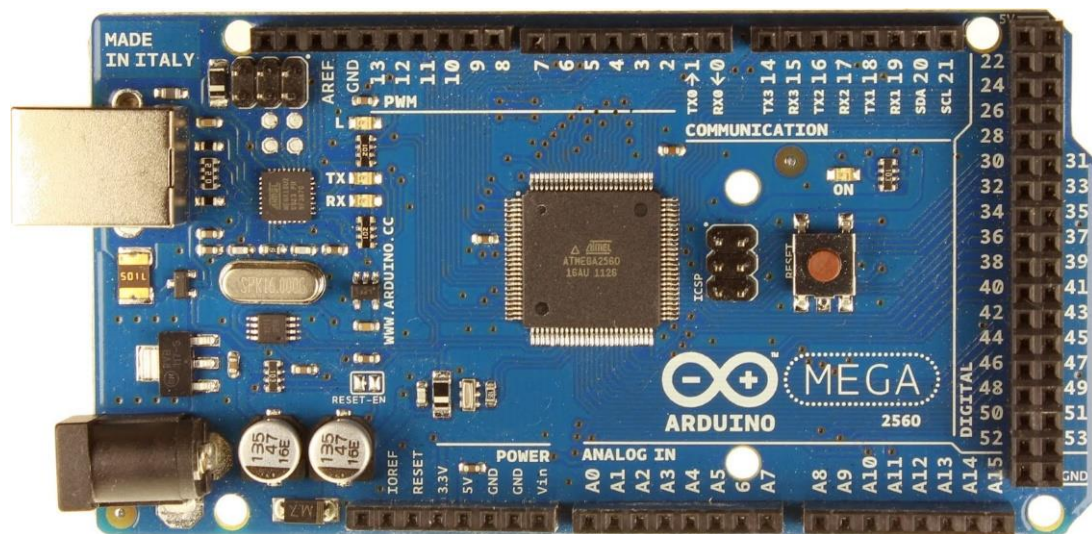
2.1 Charakteristika komponentu nezbytných pro konstrukci vzdáleného experimentu

Pro meteorologickou stanici jsem zvolil tyto součástky: **Arduino Mega 2560**, které disponuje velkým množstvím digitálních a analogových vstupů a výstupů, **Ethernet Shield WITHOUT PoE** díky snadnější komunikaci s internetem. **LCD display a SerLCD** převodník, kvůli jednoduchému zapojení a komunikaci s Arduino Mega 2560. **Senzor SHT15** jsem vybral po delší diskuzi s dodavatelem součástek, který mi ho doporučil díky jeho rychlosti snímání veličin a vysoké přesnosti snímaných hodnot. To samé platí i u **senzoru BMP085**, který nabízí více hodnot než jen měření tlaku. **TEMT6000** jsem volil kvůli jeho velikosti a jednoduchosti, z důvodu, že bude nainstalován přímo ve víčku krabičky. **Měřič počasí** jsem volil díky využitelnosti a jeho designu, který dodává klasický vzhled meteorologické stanice.

2.1.1 Arduino Mega 2560

Arduino Mega je jedna z desek, jejíž vzhled vznikl prodloužením designu Arduino UNO. Zvětšení rozměrů přináší prostor pro větší a výkonnější čipy a také více vstupů a výstupů. Rozšířením získalo 54 digitálních vstupních a výstupních pinů, 16 analogových vstupů. Na desce zůstává také konektor USB k připojení k počítači, napájecí konektor k připojení napájecího adaptéru a tlačítko „Reset“ Hodí se tam, kde je zapotřebí většího výpočetního výkonu. Deska může pracovat s napětím v rozmezí 7 – 20 V bez poškození. Při nižší hodnotě napětí, než je 7 V, dochází k nestabilitě desky a při vyšším napětí může docházet k přehřívání regulátoru a trvalému poškození. Doporučený rozsah firma určuje 7 – 12 V. Na desce se nacházejí napájecí kolíky „VIN, 5V, 3V3, GND, IOREF“. Abychom mohli do desky ukládat příkazy, které neprogramujeme, používá paměť ATmega2560, která má 256 KB pro ukládání kódu, 8 KB SRAM a 4 KB EEPROM (fungují pro čtení a zapisování s knihovnou EEPROM). Arduino má celou řadu zařízení pro komunikaci s počítačem, s další Arduino deskou či jiným mikroprocesorem. Při připojení desky Arduino k počítači pomocí kanálu přes USB nám software poskytuje sériový monitor, který umožňuje jednoduché vypisování textových údajů, které jsou posílány do desky. Arduino Mega se programuje pomocí vlastního softwaru Arduino, který je volně šiřitelný a dostupný na internetu. Zajímavou verzí této desky je Arduino Mega ADK vybavené jedním USB navíc pro propojení s Androidem. K desce se dá připojit také spousta štítů (Shieldů), které pomáhají šířit data či lépe komunikovat s externími čidly. Nejpoužívanější jsou Ethernet

Shield, který pracuje s internetem za pomoci klasického RJ-45 konektoru a Wi-Fi Shield, který komunikuje pomocí bezdrátového přenosu. (Zdroj: Arduino.cc)



Obrázek 19 - Arduino Mega 2560 (Zdroj: <http://www.electroschematics.com/wp-content/uploads/2013/01/Arduino-Mega-2560-Pinout-550x267.jpg>)

Napájecí piny:

- **VIN** – pin, je používán při použití externího napájení. Jedná se o napájení 9 V.
- **GND** – uzemnění obvodu.
- **5V** – regulovaný napájecí zdroj sloužící k napájení senzorů, mikrokontroléru a dalších komponent na desce.
- **3V3** – regulovaný výstup, který je možno použít pro napájení externího obvodu a senzorů.
- **IOREF** – tento pin poskytuje referenční napětí, s nímž pracuje mikroprocesor.
- **Reset** – přivedením signálu resetujeme desku (stejná funkce jako hardwarový reset na desce).

2.1.2 Ethernet Shield WITHOUT PoE

Ethernet Shield, jako celé Arduino, prošlo dlouhým vývojem, a proto můžeme na internetu najít několik různých verzí tohoto shieldu. Pro svou práci jsem si vybral nejnovější verzi Arduino Ethernet Rev3 WITHOUT PoE. Hlavním prvkem této desky je konektor RJ45 pro připojení Ethernet kabelu. Na desce také nalezneme slot na SD kartu, na kterou můžeme ukládat data. Síťová komunikace pracuje s rychlostí 10 / 100 MB, což je pro naše účely dostačující, ale v dnešní době to není nijak ohromující.

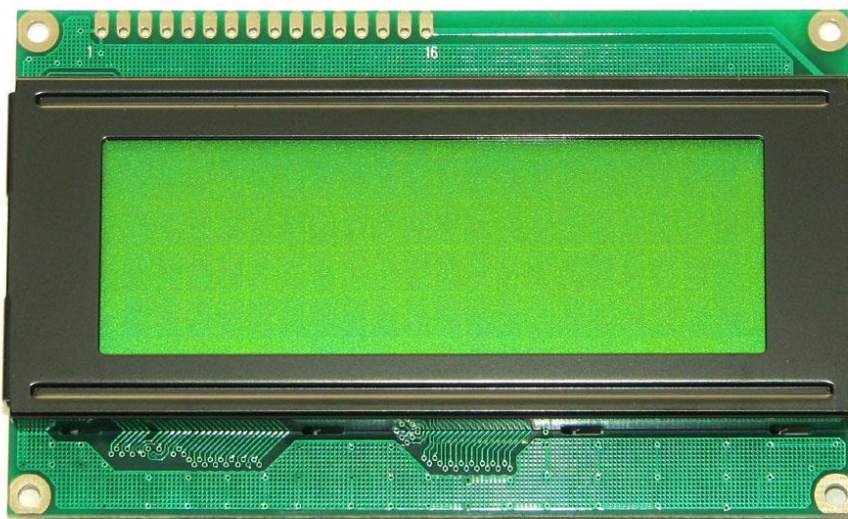
Arduino Ethernet můžeme naprogramovat, aby pracoval jako server, který nám bude na zvolenou IP adresu odesílat data. Do klasického programování vkládáme příkazy pro práci s HTML. Další možností je připojení k serveru, kde budeme požadovat získávání dat, která vypíšeme po sériové lince. V neposlední řadě ho můžeme použít pro ovládání Arduino pomocí internetového prohlížeče či jiného síťového zařízení. (Zdroj: <http://www.hwkitchen.com>)



Obrázek 20 - Ethernet Shield Rev3 WITHOUT PoE (Zdroj: <http://files.hwkitchen.com/200000845-82bff83b9c/arduino-ethernet-shield-rev3-without-poe-module.jpg>)

2.1.3 4x20 LCD displej s žluto/zeleným podsvícením

LCD displej modul používá 4 řádky a na každém se může vypsat až 20 znaků. Display je podsvícený žlutozelenými LED diodami. S technologií STN má displej velký kontrast a široký pozorovací úhel. Zobrazovací modul je řízen paralelním rozhraní pro snadnou



Obrázek 21 - LCD display 4x20 (Zdroj: <http://files.hwkitchen.com/200000115-f0b35f1aaf/AMC2004A-B-Y6WFDY.JPG>)

komunikaci s Arduino deskou. Z velkého množství displejů jsem si zvolil LCD 4x20 kvůli jeho čitelnosti, dostačujícímu počtu znaků a pro jeho provozní teploty - 20 do 70 °C, což je pro mou práci dostačující. (Zdroj: <http://www.hwkitchen.com>)

2.1.4 Sériový převodník LCD

Pro usnadnění komunikace mezi deskou Arduino jsem si zvolil Sériový převodník, dále jako SerLCD, který komunikuje na jediném sériovém rozhraní. SerLCD v současné době podporuje obrazovku s 2 nebo 4 řádky o šířce 16 a 20 znaků. Převodník může ztlumit podsvícení v případě požadované úspory energie. K dispozici je také potenciometr, který můžeme využít k nastavení kontrastu displeje. Komunikace s SerLCD vyžaduje připojení napětí 5 V. Propojení pro přenos dat je použit pin RX. Dále je také vyveden vstup na připojení k GND. (Zdroj: <http://www.hwkitchen.com>)



Obrázek 22 - SerLCD převodník (Zdroj: <http://files.hwkitchen.com/200000200-43946448da/00258-03-L.jpg>)

2.1.5 Senzor teploty a vlhkosti SHT15

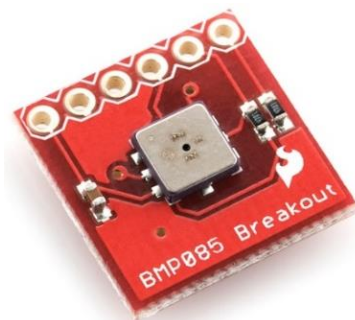
Senzor vlhkosti a teploty SHT15 je jednoduchý senzor, který v sobě kombinuje teploměr a vlhkoměr. SHT 15 nabízí vysokou přesnost a dlouhodobou stabilitu. Z řady senzorů SHT1x je SHT15 nejpřesnější a nejkvalitnější co se týče přenosu dat. Teplotní senzor měří teplotu v rozsahu -40 °C až 123,8 °C a senzor relativní vlhkosti měří vlhkost v rozsahu 0 % až 100 %. Tepelná přesnost při 25 °C je +/- 0,3 °C a přesnost při měření relativní vlhkost +/- 2 %. Hodnoty čidla získáváme prakticky okamžitě a hned je můžeme dát vypisovat na display. V mém programu jsem si zvolil vypisování hodnot po časovém intervalu 1 minuty. (Zdroj: <http://www.hwkitchen.com>)



Obrázek 23 - Senzor SHT15 (Zdroj: <http://files.hwkitchen.com/200000302-ec8bdee977/08527-01.jpg>)

2.1.6 Senzor tlaku BMP085

Jedná se připravený modul o velikosti 20x15 mm od firmy Bosch. Na desce je 6 vývodů, ale díky komunikaci s protokolem I2C použijeme pouze 4 konektory (2 napájení a 2 pro I2C). Senzor jako jediný v mé práci je napájen napětím 3,3 V. Senzor dokáže snímat velikost tlaku od 300 do 1100 hPa, což odpovídá 9000 m až – 500 m nad mořem. Model umožňuje měření teploty, atmosférického tlaku, nadmořské výšky. Ottova moderní encyklopedie, (1999) uvádí že „Atmosféru si můžeme představit jako



sloupec tekutiny, jejíž tlak se na libovolné úrovni rovná hmotnosti tekutiny nad ní. Tlak je tedy největší na úrovni mořské hladiny a s rostoucí výškou klesá“. Nadmořskou výšku jsem nepoužil, jelikož se v programu musí nastavit hodnota nadmořské výšky v místě, kde bude stanice umístěna. Teplotu tohoto senzoru nenechávám na serveru vypisovat. Pro přesnou hodnotu teploty jsem zvolil senzor SHT15 popsany výše. Pro výpočet tlaku je použit velmi složitý postup s výpočty, který firma Bosch z nějakého zvláštního důvodu nenaprogramovala do modulu. V mém programu musím nejprve spustit kalibraci senzoru, až poté začne senzor měřit hodnoty, které projdou přes složitý algoritmus. (Zdroj: <http://www.hwkitchen.com>)

Obrázek 24 - Senzor BMP085 (Zdroj: <http://files.hwkitchen.com/200000812-6ff6a70f07/barometric-pressure-sensor-bmp085-breakout.jpg>)

2.1.7 Měřič počasí (srážkoměr, anemometr, větrník)

Nejdominantnější částí celé Meteorologické stanice je soustava čidel pro měření rychlosti větru, směru větru a množství srážek. Každý senzor je vybaven vlastním kabelem zakončeným konektorem RJ11. Když vidíme precizní práci odvedenou na designu vzhledu, tak bychom čekali i kvalitní konstrukční provedení, kdy jsou všechny části propojeny aktivní elektronikou. Opak je však pravdou, ve všech čidlech jsou místo aktivní elektroniky použity magnetické jazýčkové spínače a magnety. Uvnitř srážkoměru je mističkový (váhový) spínač, který se vždy po naplnění mističky o obsahu 0,2794 mm srážek překlopí a vyšle jeden signál s touto hodnotou. Na měření rychlosti větru se používá



Obrázek 25- Měřič počasí (Zdroj: <https://cdn.sparkfun.com/assets/parts/2/2/3/3/08942-01.jpg>)

anemometr, který pracuje s jazýčkovým spínačem. Ten posílá do Arduino signál že se kostra jednou otočila, já počítám otáčky za 5 sekund a poté je vydělím hodnotou 5. Jeden Hz (otáček/sekundu) = 1,492 mil/h = 2.401 km/h. Směr větru pracuje také na jazýčkovém principu, ale ke každému jazýčku je přidán rezistor s rozdílnou hodnotou odporu. Hodnota, která přichází do desky Arduino, je hodnota napětí s připojením daného odporu. Pro daný směr je vždy definovaná hodnota daná hodnota napětí. Výsledkem je tedy znak směru větru ("Z", "SZ", "S", "JZ", "SV", "J", "JV", "V"). Aby z měřiče vycházelo co nejmenší množství kabelů, a tak byla i ulehčena komunikace, je anemometr připojen do směrové růžice za pomoci kabelu s koncovkou RJ11. (Zdroj: www.sparkfun.com)

2.1.8 Senzor množství okolního světla TEMT6000

Senzor funguje stejně jako fotoodpor s vyšší přesností hodnot. TEMT6000 skvěle reaguje na velmi malé změny ve velkém rozsahu jasu. Jednoduchá zapojení tohoto senzoru se provádějí pomocí napájení 5V a GND. Hodnoty se přenášejí pomocí kabelu zapojeného do analogového vstupu na svorce A0. Jako výstup jednoduchého kódu dostaneme hodnoty od 0 - 1023. Hodnota 1023 znamená velmi světlé okolí, hodnota 0 velmi tmavé. Já jsem kód doplnil příkazem na převod na procenta a výstupní hodnotou je tedy množství okolního světla v procentech. (Zdroj: www.sparkfun.com)



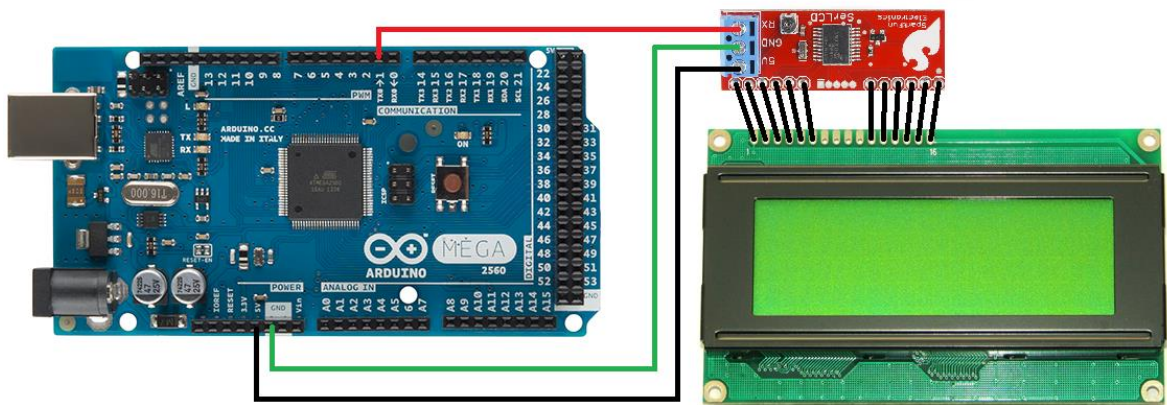
Obrázek 26 - Senzor TEMT6000 (Zdroj: <http://files.hwkitchen.com/200000767-2ac392bbd6/temt6000-breakout-board.jpg>)

Praktická část

3 Schéma zapojení

3.1 Zapojení LCD displej 4x20 + SerLCD

LCD display používáme k přímému vypsání hodnot. Pokud nemáme připojení k internetu, zobrazí se nám hodnoty na display. Zapojení na pin TX1 je kvůli tomu, že tento pin přenáší sériová data. Zdroj je připojen na 5 V, GND na GND. Připojením sériového portu se nám zmenší množství propojovacích kabelů a složitost zapojení. Práce s displejem byla již od začátku velmi obtížná. Problémy se vyskytly hned na začátku. Po vypsání jakéhokoliv slova obrazovka výpis zacyklila a ten se vypisoval za sebe na displej. Po zaplnění všech znaků na obrazovce se začaly vypisovat znovu od prvního znaku. Problém byl vyřešen nastavením začátku a konce sériové linky. Pomocí potenciometru na sériovém portu můžeme nastavit kontrast displeje.



Obrázek 27 - Zapojení LCD displeje 4x20 + SerLCD (Upravil: Jakub Doskočil)

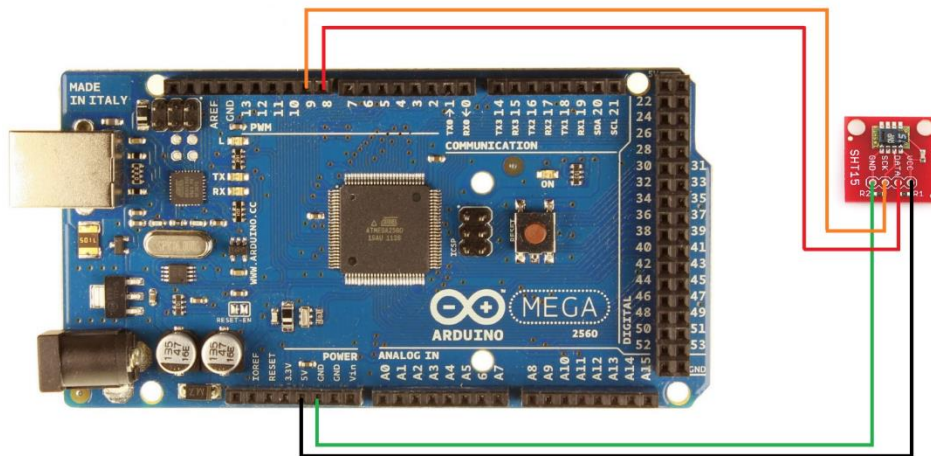
Příkazy pro práci se sériovým displejem:

```
void setupDisplay() { // Tento příkaz platí pro nastavení displeje na 4x20 znaků
Serial.write(0x7C);
Serial.write(3);}
Serial.print("AHOJ"); // Vypíš na první řádek displeje slovo AHOJ
Serial.println("AHOJ"); //Zalomení řádku (vypsání slova AHOJ na další řádek)
Serial.end(); //ukončí komunikaci se sériovou linkou
```

3.2 Zapojení SHT15 - teplota a vlhkost

Zapojení senzoru teploty a vlhkosti SHT15 bylo mým prvním úkolem. Při zapojení jsem omylem zapojil výstupy DATA a SCK na nesprávné piny na desce Arduino a hodnoty, které jsem získal, byly nereálné. Pozor jsem si musel dát ale také na to, že pro správné určení vlhkosti nesmí senzor dojít ke styku s vodou. Dle přiložené dokumentace by po připájení

pinů měl být senzor minimálně 12 hodin v prostředí s vlhkostí větší než 75 %, aby polymer, používaný k určování vlhkosti, stihl rehydratovat. Dané vlhkosti by se mělo dosáhnout

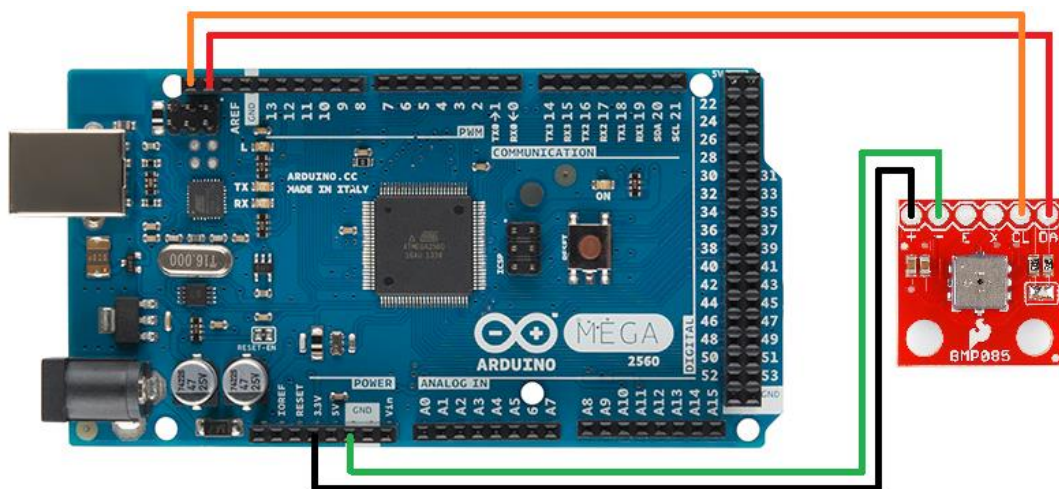


Obrázek 28 - Zapojení SHT15 (Upravil: Jakub Doskočil)

umístěním senzoru s navlhčeným kapesníčkem do sáčku tak, aby se navzájem nedotýkaly. Další možností je nechat senzor v prostředí větším než 40 % po dobu delší než pět dní. Já jsem zvolil metodu s navlhčeným kapesníčkem. Teplota a vlhkost jsou jedny ze základních veličin, které se v meteorologii měří a porovnávají.

3.3 Zapojení BMP085 - atmosférický tlak v hPa

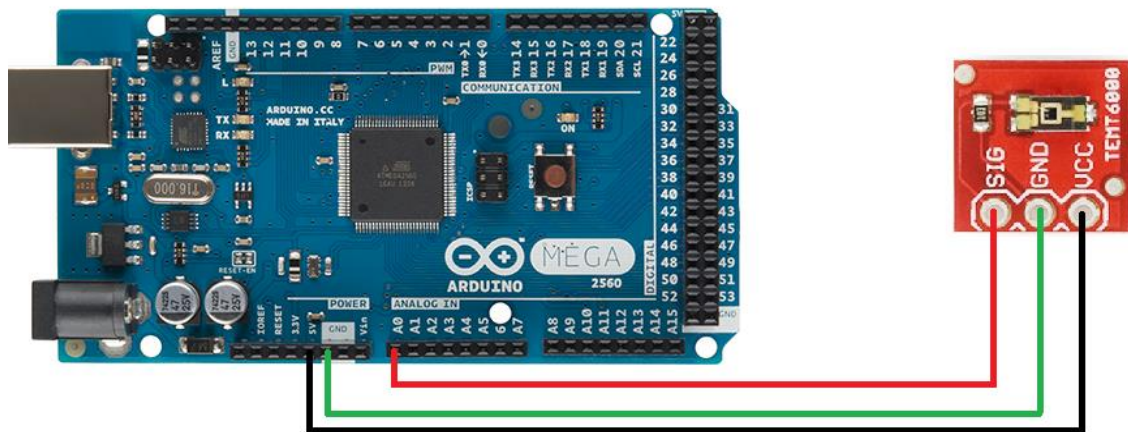
BMP085 je jedno z mála čidel, které slouží k měření atmosférického tlaku, a má poměrně nízkou cenu. Otázka proč měřit atmosférický tlak, má jednoduchou odpověď, a to že pokud by stanice fungovala jako přenosná, tak při cestování mezi úrovní moře a velehorami se nám tlak vzduchu mění. To znamená, že pomocí atmosférického tlaku můžeme také určit nadmořskou výšku, a to bez zabudování GPS jako další součástky do projektu. Navíc atmosférický tlak můžeme použít jako prediktor počasí.



Obrázek 29 - Zapojení BMP085 (Upravil: Jakub Doskočil)

3.4 Zapojení TEMT6000 - množství okolního světla

Čidlo TEMT6000 jsem v experimentu použil, i když je problematické jeho upevnění tak, aby na něj dopadalo sluneční záření, ale aby při tom nepřišlo do kontaktu např.: s vodou, či sněhem a nemohlo dojít k poruše. Tento problém sem vyřešil tak, že jsem pořídil krabičku s ochranou IP54 a do jejího víka jsem vyřezal otvor přesně na velikost snímače. Otvor jsem překryl průhledným plastovým čtverečkem, který jsem připevnil za pomoci tavné pistole. Hodnota „value“ je upravena tak, abychom dostali výsledek v procentech.



Obrázek 30 - Zapojení TEMT6000 (Upravil: Jakub Doskočil)

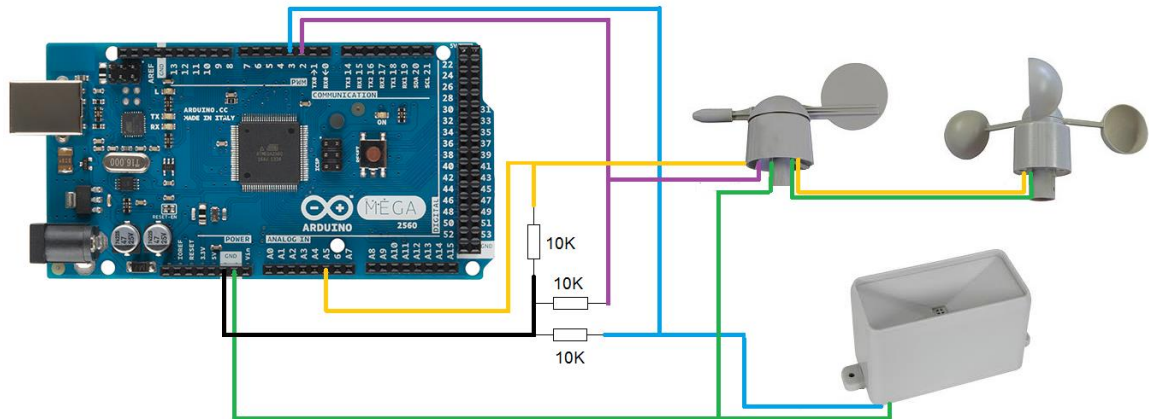
Základní program pro získání hodnoty a její výpis (Upravil: Jakub Doskočil):

```
int temt6000Pin = 0; // deklarace proměnné na pinu A0
void setup()
{
    Serial.begin(9600); // Zahájení komunikace
}
void loop() {
    int value = analogRead(temt6000Pin); // zadá hodnotu do proměnné "value"
    Serial.println(value/11.1); // vypíše hodnotu "value" - osvětlení
    delay(100); } //nastavení zpoždění než se proces bude znovu opakovat
```

3.5 Měřič počasí

Měřič počasí v originále „*Arduino Weather Station*“ je dominantním prvkem celé meteorologické stanice. Navíc je asi nejkomplikovanější na naprogramování. Vybíral jsem mezi dvěma předlohami pro program, který vypisuje hodnoty větru a deště. Jedna, jejíž program funguje jako celek a hodnoty vypisuje po určité časové době, a druhá, která rozdělí

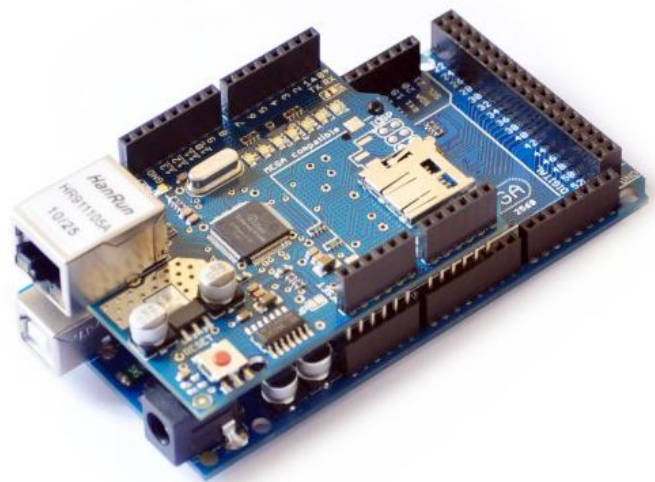
stanici tak, že každá část má svůj vlastní kód, kterým můžeme okamžitě vypisovat aktuální hodnoty. Odpor 10 K Ω jsem použil jako dělič napětí pro měření napětí v hlavičce, která nám ukazuje směr větru. Díky tomuto odporu bude naše čtení $102 * (R / (10000 + R))$, kde R je neznámý odpor z lopatky.



Obrázek 31 - Zapojení měřiče počasí (Upravil: Jakub Doskočil)

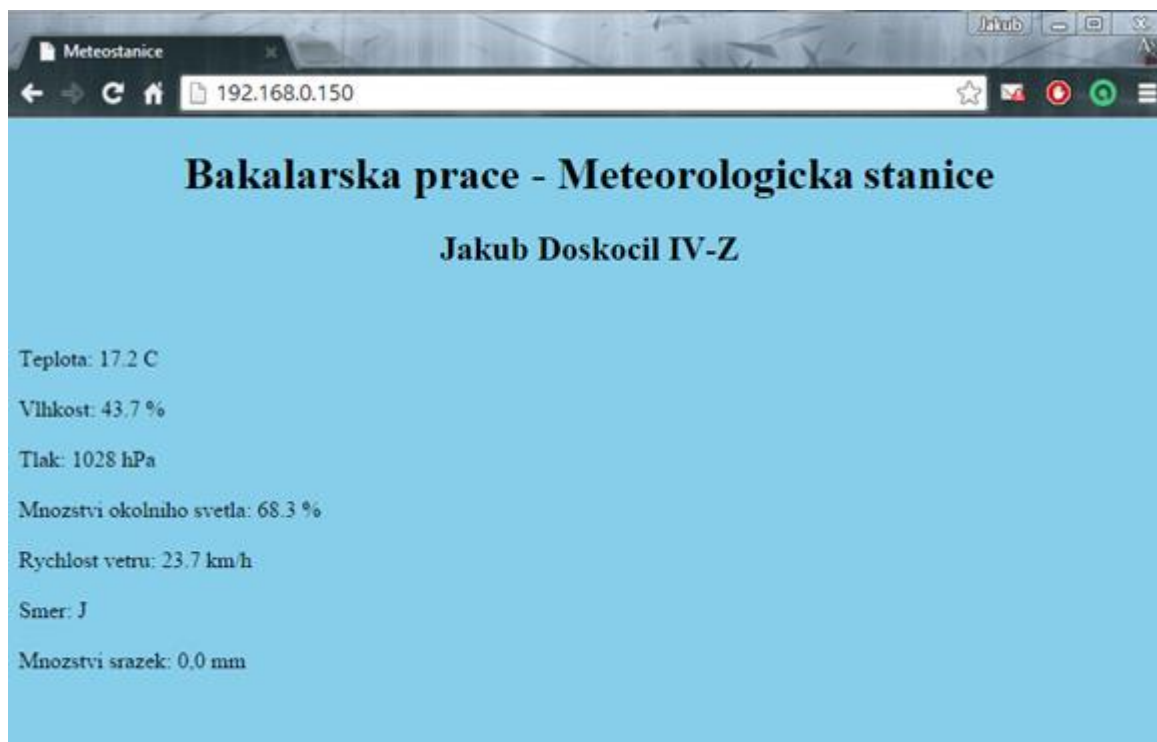
3.6 Zapojení Arduino Ethernet Shield

Zapojení je velice jednoduché, jelikož Shield má stejně sestavené piny jako Arduino Mega 2560, a tak se do sebe pouze zasunou. Jeho naprogramování je založeno na způsobu psaní klasického HTML kódu, jen je každý řádek doplněn o příkaz `Client.print(" ")` či `Client.println(" ")`. V některých příkazech to může být na obtíž, a to tehdy, když vložíme příkaz který, již obsahuje uvozovky. Problém Ethernet Shieldu je, že pracuje se statickou IP adresou. Problém jsem odhalil tak, že v Olomouci, kde mám dynamické přidělování IP adresy, výpis dat nefungoval, ale doma, kde ještě používáme statickou adresu kvůli starším PC



Obrázek 32 - Zapojení Arduino Mega 2560 a Ethernet Shield (Zdroj: www.arduino.cc)

v domácnosti, výpis dat fungoval. Takže pokud, při uvedení do provozu máme nastavené v routeru dynamické přidělování IP adresy, musíme ho změnit na přidělování statické. Jako alternativní řešení místo Ethernet Shieldu se nám nabízí zapojení WiFi Shieldu, který opět pracuje se statickou adresou, ale vyhneme se propojování pomocí kabelu UTP s koncovkami RJ45.



Obrázek 33 - Vypsání hodnoty pomocí Ethernet Shieldu (Upravitel: Jakub Dosekocil)

3.7 Návrh a zhotovení krytu konstruovaného systému

Na zhotovení krytu pro „mozek“ experimentu, který se skládá z Arduino Mega 2560 a Ethernet shieldu a LCD displeje 4x20, jsem použil typizovanou krabici GW44206 150x110x70 IP56 Gewiss. Tuto krabici jsem upravil tak, aby bylo možné ji kdykoliv odpojit a přemístit. Na obrázku 37 můžeme vidět zásuvku konektoru RJ45 pro připojení k internetu, svorku pro připojení napájecího zdroje a konektor DA-15, který slouží pro připojení senzorů. Z boční stany je vloženo tlačítko, které slouží jako mechanický spínač k zapínání a vypínání přívodu napětí.



Obrázek 36 - Pohled na finální verzi krabičky



Obrázek 37 - Vstupy a výstupy v krytu

Závěr

Bakalářská práce „Návrh a konstrukce vzdáleného experimentu: Meteorologická stanice“, je zaměřena na problematiku použití a realizaci vzdálených experimentů.

V teoretické části jsem se zaměřil na základní rozdělení vzdělávacích metod ve výuce. V první polovině jsem se soustředil na pedagogické aspekty vzdálených experimentů a vymezení základních pojmů. Toto téma jsem rozdělil dle různých hledisek, přiblížil jsem několik konkrétních experimentů, které můžeme najít jak v České republice, tak v zahraničí, a shrnul jsem jejich výhody a nevýhody.

V druhé polovině teoretické části jsem jeden takový experiment sestavil a uvedl jeho základní parametry a součástky, s kterými jsem v experimentu pracoval. Jedná se o meteorologickou stanici, která je připojena k internetu, a vzdáleně můžeme využívat její data k dalším úlohám. Základním kamenem tohoto experimentu je stavebnice Arduino, která umožňuje monitorování teploty a vlhkosti vzduchu, barometrického tlaku, množství osvětlení, srážek, rychlost a směr větru. Tyto hodnoty jsou vypisovány na displej, ale také na internet, jak už je výše zmíněno.

Praktickou částí byla realizace celého experimentu meteorologické stanice. Postupně jsem popsal jednotlivé součástky, jejich zapojení a funkčnost. Vložil jsem také několik příkladů zajímavých částí kódu, které byly použity v programovací části. Popsal jsem také postup vlastnoručně upraveného pouzdra určeného pro kompletaci celé stanice.

Můj vytvořený experiment se dá využít ve školním prostředí, především v hodinách přírodovědných studií. Žáci mohou hodnoty z mé meteorologické stanice porovnávat s hodnotami jiných stanic, které jsou dostupné na internetu, nebo s jinak získanými hodnotami např.: z televize. Doufám, že experiment bude k prospěchu učitelům i žákům, kterým přiblíží v praxi tuto problematiku.

Díky velkému množství různých přídatných periférií k soustavě Arduino jde s meteorologickou stanicí i dále pracovat a rozšiřovat ji. Jeden z velmi zajímavých nápadů je připojit ke stanici webkameru, která by snímala aktuální pohyb anemometru či směrovky.

Zdroje

- CALVO, I., MARCOS, M., ORIVE, D., & SARACHAGA, I. (2009) Building komplex remote learning laboratories. *Computer Applications in Engineering Education*.
- DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 151 s. ISBN 978-80-244-4393-5.
- DOSTÁL, Jiří. Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trends in Education*. 2013, č. 1, s. 9–19. ISSN 1805-8949.
- FILIPEC, J. a kol. *Slovník spisovné češtiny pro školu a veřejnost*. Praha: Academia, 1998. 647 s. ISBN 80-200-0493-9
- JANOŠTÍK, Ladislav. *Návrh a realizace vzdáleného experimentu pro vzdělávací účely*. Olomouc, 2014. Diplomová práce. Univerzita Palackého V Olomouci.
- KALHOUS, Z., Otto Obst a kol. *Školní didaktika*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2009. 447 s. ISBN 80-736-7571-4.
- KLABANOVÁ, Olga. *Všeobecná encyklopedie ve čtyřech svazcích*. Vyd. 1. Praha: Nakladatelský dům OP, 1996, 4 sv. ISBN 80-85841-17-7.
- KOŽEŠNÍK, Jaroslav a kol.: *Ilustrovaný encyklopedický slovník (a – i)*. Praha: Academia, 1980.
- LÁTAL, F. Porovnávání charakteristik klasické a úsporné žárovky s využitím vzdáleně ovládané laboratoře. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky*. 2009. s. 147 – 151. ISBN 978-80-210-5022-8
- LERNER, Isaak Jakovlevič. *Didaktické základy metod výuky*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1986. 165 s.
- MAŇÁK, Josef a Martina HORÁKOVÁ. *Experiment v pedagogice*. Brno: Pedagogická knihovna Brno, 1994. 72 s. ISBN 80-705-1076-5.
- MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.
- Ottova moderní encyklopedie*. České vyd. 1. Překlad Michael Borovička, Helena Kholová. Praha: Cesty, 1999, 289 s. ISBN 80-718-1314-1.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2009. 395 s. ISBN 978-80-7367-649.
- SVOBODA, Emanuel a Růžena KOLÁŘOVÁ. *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. 230 s. ISBN 80-246-1181-3.

VALÍŠOVÁ, A., KASÍKOVÁ, H. a kol. *Pedagogika pro učitele*. 2. rozšířené a aktualizované vyd. Praha: Grada Publishing, a. s., 2011. 456 s. ISBN 978-80-247-3357-9.

Internetové zdroje

Arduino.cz, 2014 [online]. Arduino.cz [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://arduino.cz/>

Česká zemědělská univerzita v Praze, *Meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze*, Praha. 2006 [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://meteostanice.agrobiologie.cz/>

Gymnázium J. Vrchlického, *Vzdálená internetová laboratoř: Fyzikální pokusy řízené přes internet.*, Klatovy. 2011 [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://remotelab.fyzika.net/kontakt.php?lng=cs>

HORÁČEK, Oldřich. *HW Kitchen: Open Source Electronic Cooking* [online]. 2014 [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://www.hwkitchen.com/>

LÁTAL, František. *Vzdáleně ovládaná laboratoř*, Olomouc. 2011 [Online] [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.ictphysics.upol.cz/remotelab/>

MALÝ, M. *Arduino: novinky a alternativy, 2010* [online]. Root. Informace nejen ze světa Linuxu [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/arduino-novinky-a-alternativy/>

MEYER, Adam. *BilDr*, 2010 [online]. BilDr [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: <http://bilDr.org/>

Sparkfun Electronic, 2010 [online]. Sparkfun [cit. 2015-04-11]. Dostupné z: www.sparkfun.com

Technische Universität Kaiserslautern, *Remote Controlled Laboratories – RCLs* [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://rcl-munich.informatik.unibw-muenchen.de/>

Univerzity of Deusto. *Weblab Deusto*, Bilbao. 2012 [online]. [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://weblab.deusto.es/website/labs.html>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Rozdělení experimentů.....	13
Obrázek 2 - Řešení problému prostřednictvím experimentu.....	14
Obrázek 3 - Pohyb rovnom. zrychlený na Galileově padostroji	17
Obrázek 4 - Vzdálená laboratoř - princip	19
Obrázek 5 - Vzhled stanice	20
Obrázek 6 - Applet vypisování hodnot.....	20
Obrázek 7 - VA charakteristika zdrojů světla	21
Obrázek 8 - Experiment matematického kmitu.....	21
Obrázek 9 - Sestava trubic.....	22
Obrázek 10 - Meteorologická stanice.....	22
Obrázek 11 - Experiment radioaktivního pozadí	23
Obrázek 12 - Experiment závislosti odporu	23
Obrázek 13 - Experiment magnetického pole	24
Obrázek 14 - Experiment robotické paže	24
Obrázek 15 - Experiment LED diod.....	25
Obrázek 16 - Experiment akvárium	26
Obrázek 17 - Robot	26
Obrázek 18 - Experiment Aerodynamického tunelu	27
Obrázek 19 - Prostředí experimentu s osciloskopem	27
Obrázek 20 - Prostředí experimentu rychlosti světla	28
Obrázek 21 - Arduino Mega 2560.....	31
Obrázek 22 - Ethernet Shield Rev3 WITHOUT PoE.....	32
Obrázek 23 - LCD display 4x20.....	32
Obrázek 24 - SerLCD převodník.....	33
Obrázek 25 - Senzor SHT15	33
Obrázek 26 - Senzor BMP085.....	34
Obrázek 27- Měřič počasí	34
Obrázek 28 - Senzor TEMT6000	35
Obrázek 29 - Zapojení LCD displeje 4x20 + SerLCD (Upravil: Jakub Doskočil)	37
Obrázek 30 - Zapojení SHT15 (Upravil: Jakub Doskočil).....	38
Obrázek 31 - Zapojení BMP085 (Upravil: Jakub Doskočil).....	38
Obrázek 32 - Zapojení TEMT6000 (Upravil: Jakub Doskočil)	39

Obrázek 33 - Zapojení měřiče počasí (Upravil: Jakub Doskočil).....	40
Obrázek 34 - Zapojení Arduino Mega 2560 a Ethernet Shield.....	40
Obrázek 35 - Vypsání hodnoty pomocí Ethernet Shieldu	41
Obrázek 36 - Pohled na finální verzi krabičky.....	41
Obrázek 37 - Vstupy a výstupy v krytu.....	41

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Dělení výukových metod (Maňák, Švec, 2003).....	11
---	----

Seznam zkratk

AD	- A/D převodník, analogově-digitální převodník
GND	- GrouND, uzemnění
GPS	- Global Position System
HTML	- HyperText Markup Language, značkovací jazyk pro hypertext.
IDE	- Integrated Development Environment, integrované vývojové prostředí
iSES	- Internetové Školní Experimentální Studio
LCD	- Liquid Crystal Display, displej s kapalnými krystaly
LED	- Displej s kapalnými krystal, svítivá dioda
PC	- Personal computer, osobní počítač
SCK	- Seriál Clock, hodinový impuls pro synchronizaci dat
SerLCD	- Serial LCD, sériový převodník pro LCD display
STN	- Super-twisted nematic, druh jednobarevné pasivní matrice displeje
SUV	- Sport Utility Vehicle, auto pro volný čas
USB	- Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice
VIN	- Voltage input, vstupní napětí
WiFi	- Wireless Fidelity, komunikační standard pro bezdrátový přenos dat

Seznam příloh

Příloha 1 - Program pro získání hodnot teploty a vlhkosti

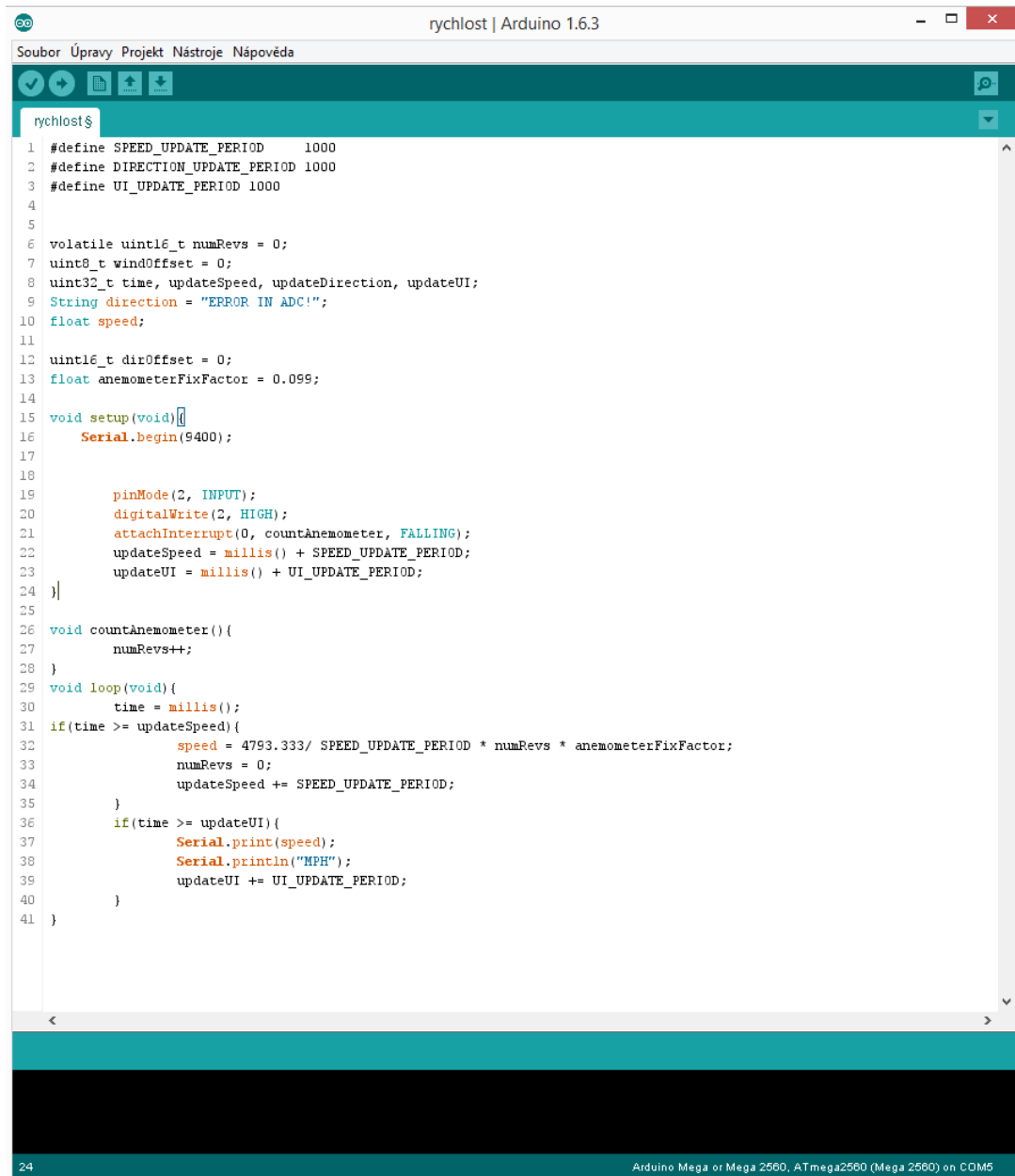
Příloha 2 - Program pro získání hodnot rychlosti větru

Příloha 3 - Základní program pro výpis hodnot na serveru

Příloha 1 - Program pro získání hodnot teploty a vlhkosti

```
SHT15 | Arduino 1.6.3
Soubor Úpravy Projekt Nástroje Nápověda
SHT15$
1 int SHT_clockPin = 9;
2 int SHT_dataPin = 8;
3
4 void setup(){
5   Serial.begin(9600);
6 }
7
8 void loop(){
9   float temperature = getTemperature();
10  float humidity = getHumidity();
11
12  Serial.print(temperature);
13  Serial.print(" | ");
14  Serial.println(humidity);
15
16 }
17
18 float getTemperature(){
19   SHT_sendCommand(B00000011, SHT_dataPin, SHT_clockPin);
20   SHT_waitForResult(SHT_dataPin);
21   int val = SHT_getData(SHT_dataPin, SHT_clockPin);
22   SHT_skipCrc(SHT_dataPin, SHT_clockPin);
23   return (float)val * 0.01 - 40;
24 }
25
26 float getHumidity(){
27   SHT_sendCommand(B00000101, SHT_dataPin, SHT_clockPin);
28   SHT_waitForResult(SHT_dataPin);
29   int val = SHT_getData(SHT_dataPin, SHT_clockPin);
30   SHT_skipCrc(SHT_dataPin, SHT_clockPin);
31   return -4.0 + 0.0405 * val + -0.0000020 * val * val;
32 }
33
34
35 void SHT_sendCommand(int command, int dataPin, int clockPin){
36   pinMode(dataPin, OUTPUT);
37   pinMode(clockPin, OUTPUT);
38   digitalWrite(dataPin, HIGH);
39   digitalWrite(clockPin, HIGH);
40   digitalWrite(dataPin, LOW);
41   digitalWrite(clockPin, LOW);
42   digitalWrite(clockPin, HIGH);
43   digitalWrite(dataPin, HIGH);
44   digitalWrite(clockPin, LOW);
45
46   shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, command);
47
48   digitalWrite(clockPin, HIGH);
49   pinMode(dataPin, INPUT);
50
51   if (digitalRead(dataPin)) Serial.println("ACK error 0");
52   digitalWrite(clockPin, LOW);
53   if (!digitalRead(dataPin)) Serial.println("ACK error 1");
54 }
55
56
57 void SHT_waitForResult(int dataPin){
58   // wait for the SHTx answer
59   pinMode(dataPin, INPUT);
60
61   int ack; //acknowledgement
62
63   //need to wait up to 2 seconds for the value
64   for (int i = 0; i < 1000; ++i){
65     delay(2);
66     ack = digitalRead(dataPin);
67     if (ack == LOW) break;
68   }
69
70   if (ack == HIGH) Serial.println("ACK error 2");
71 }
72
73 int SHT_getData(int dataPin, int clockPin){
74
75   pinMode(dataPin, INPUT);
76   pinMode(clockPin, OUTPUT);
77   byte MSB = shiftIn(dataPin, clockPin, MSBFIRST);
78
79   pinMode(dataPin, OUTPUT);
80   digitalWrite(dataPin, HIGH);
81   digitalWrite(dataPin, LOW);
82   digitalWrite(clockPin, HIGH);
83   digitalWrite(clockPin, LOW);
84
85   pinMode(dataPin, INPUT);
86   byte LSB = shiftIn(dataPin, clockPin, MSBFIRST);
87   return ((MSB << 8) | LSB); //combine bits
88 }
89
90 void SHT_skipCrc(int dataPin, int clockPin){
91   // skip CRC data from the SHTx sensor
92   pinMode(dataPin, OUTPUT);
93   pinMode(clockPin, OUTPUT);
94   digitalWrite(dataPin, HIGH);
95   digitalWrite(clockPin, HIGH);
96   digitalWrite(clockPin, LOW);
97 }
```


Příloha 2 - Program pro získání hodnot rychlosti větru



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "rychlost | Arduino 1.6.3". The menu bar includes "Soubor", "Úpravy", "Projekt", "Nástroje", and "Nápověda". The toolbar contains icons for file operations and a search icon. The main editor area shows a C++ program for measuring wind speed. The code includes preprocessor directives for update periods, variable declarations for counts and times, a setup function for pin configuration and serial communication, and a loop function that calculates wind speed based on sensor readings and prints it to the serial monitor. The status bar at the bottom indicates "24" and "Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM5".

```
1 #define SPEED_UPDATE_PERIOD 1000
2 #define DIRECTION_UPDATE_PERIOD 1000
3 #define UI_UPDATE_PERIOD 1000
4
5
6 volatile uint16_t numRevs = 0;
7 uint8_t windOffset = 0;
8 uint32_t time, updateSpeed, updateDirection, updateUI;
9 String direction = "ERROR IN ADC!";
10 float speed;
11
12 uint16_t dirOffset = 0;
13 float anemometerFixFactor = 0.099;
14
15 void setup(void) {
16     Serial.begin(9400);
17
18
19     pinMode(2, INPUT);
20     digitalWrite(2, HIGH);
21     attachInterrupt(0, countAnemometer, FALLING);
22     updateSpeed = millis() + SPEED_UPDATE_PERIOD;
23     updateUI = millis() + UI_UPDATE_PERIOD;
24 }
25
26 void countAnemometer() {
27     numRevs++;
28 }
29 void loop(void) {
30     time = millis();
31     if(time >= updateSpeed) {
32         speed = 4793.333 / SPEED_UPDATE_PERIOD * numRevs * anemometerFixFactor;
33         numRevs = 0;
34         updateSpeed += SPEED_UPDATE_PERIOD;
35     }
36     if(time >= updateUI) {
37         Serial.print(speed);
38         Serial.println("MPH");
39         updateUI += UI_UPDATE_PERIOD;
40     }
41 }
```

24 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM5

Příloha 3 - Základní program pro výpis hodnot na serveru



```
WebServer | Arduino 1.6.3
Soubor Úpravy Projekt Nástroje Nápověda
WebServer$
1 #include <SPI.h>
2 #include <Ethernet.h>
3
4 byte mac[] = {
5   0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED
6 };
7 IPAddress ip(192, 168, 1, 177);
8 EthernetServer server(80);
9
10 void setup() {
11
12   Serial.begin(9600);
13   while (!Serial) {}
14 }
15
16 Ethernet.begin(mac, ip);
17 server.begin();
18 Serial.print("server is at ");
19 Serial.println(Ethernet.localIP());
20 }
21
22 void loop() {
23   // listen for incoming clients
24   EthernetClient client = server.available();
25   if (client) {
26     Serial.println("new client");
27     boolean currentLineIsBlank = true;
28     while (client.connected()) {
29       if (client.available()) {
30         char c = client.read();
31         Serial.write(c);
32         if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
33           client.println("HTTP/1.1 200 OK");
34           client.println("Content-Type: text/html");
35           client.println("Connection: close");
36           client.println("Refresh: 5");
37           client.println();
38           client.println("<!DOCTYPE HTML>");
39           client.println("<html>");
40
41           client.println("</html>");
42           break;
43         }
44         if (c == '\n') {
45           currentLineIsBlank = true;
46         }
47         else if (c != '\r') {
48           currentLineIsBlank = false;
49         }
50       }
51     }
52     delay(1);
53     client.stop();
54     Serial.println("client disconnected");
55   }
56 }
57
```

28 Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM5

ANOTACE

Jméno a příjmení:	Jakub Doskočil
Katedra:	Katedra technické a informační výchovy
Vedoucí práce:	PhDr. PaedDr. Jiří Dostál, Ph.D.
Rok obhajoby:	2015

Název práce:	Návrh a konstrukce vzdáleného experimentu - Meteorologická stanice
Název v angličtině:	Design and construction of remote experiment - The weather station
Anotace práce:	Tato bakalářská práce je zaměřená na návrh a konstrukci vzdáleného experimentu. V teoretické části se zabývá teoretickouází vzdálených experimentů, jejich rozřazení a využití ve výuce. Praktická část je pak věnována samotnému návrhu vzdáleného experimentu a to meteorologické stanice, která může sloužit studentům při zkoumání meteorologických podmínek.
Klíčová slova:	Vzdálený experiment, informační a komunikační technologie, návrh, konstrukce, meteorologická stanice
Anotace v angličtině:	This bachelor's thesis is aimed to design and construction of remote experiment. In theoretical part it deals with theoretical base of remote experiments, their placing and use in teaching. The practical part is dedicated to design on itself of remote experiment and that is weather station, which can be used by students for research of meteorological condition.
Klíčová slova v angličtině:	Remote experiment, information and communication technology, design, construction, weather station
Přílohy vázané v práci:	CD-ROM
Rozsah práce:	47 s.
Jazyk práce:	Český jazyk