



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**

**Pedagogická fakulta**

**Katedra aplikované fyziky a techniky**

**Diplomová práce**

**Voda ve fyzice a fyzika ve vodě**

Vypracovala: Bc. et Bc. Hana Breburdová

Vedoucí práce: doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

České Budějovice

2022

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 2022

.....

Hana Breburdová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych zde poděkovala svému vedoucímu diplomové práce doc. PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D. za odborné vedení, podnětné rady, ochotu, zájem a čas, který mi po celou dobu sepisování práce věnoval.

## **ANOTACE**

Breburdová, H. (2022): Voda ve fyzice a fyzika ve vodě. Diplomová práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta.

Diplomová práce se zabývá badatelskou výukou a tvorbou fyzikálních experimentů vhodných pro výuku předmětu fyziky na 2. stupni základní školy. Základním cílem této práce je navržení některých fyzikálních experimentů, ve kterých lze použít vodu, a zároveň na těchto pokusech vysvětlit základní poznatky fyziky tekutin. Dále sestavit pracovní list pro výuku realizovanou badatelskou metodou. Výstupem této práce jsou vybrané experimenty s vodou a pracovní list badatelské výuky.

### **Klíčová slova**

fyzika, voda, experiment, badatelská výuka, teplota, hustota, didaktika, pedagog, optika, kapilární jevy, lom světla

## **ABSTRACT**

Breburdová, H. (2022): Water in physics and physics in water. Diploma thesis. České Budějovice: University of South Bohemia in České Budějovice, Faculty of Education.

This diploma thesis focuses on research-based teaching and the creation of physics experiments fit for teaching physics at the lower-secondary level of education. The primary goal of this thesis is to suggest certain physics experiments that, while allowing the use of water, also explain the basic behaviour of liquids in physics. Furthermore, it aims to create a worksheet for realised research-based. The outputs of this are selected experiments and a worksheet of research-based teaching.

### **Keywords**

physics, water, experiment, research teaching, temperature, didactics, pedagogue, optics, capillary phenomena, refraction of light

## **OBSAH:**

<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>7</b>
<b>2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM A FYZIKA NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE .....	9
2.2 BADATELSKY ORIENTO VANÁ VÝUKA.....	14
2.3 PROJEKTOVÁ VÝUKA.....	17
2.4 KOMPETENCE PEDAGOGA .....	19
2.5 TYPOLOGIE FYZIKÁLNÍCH POKUSŮ .....	20
<b>3. FYZIKÁLNÍ ANALÝZA JEVŮ SPOJENÝCH S VODOU .....</b>	<b>23</b>
3.1 FORMY VÝSKYTU VODY V PŘÍRODĚ .....	23
3.2 ANOMÁLIE VODY .....	29
3.3 TEPELNÁ VODIVOST A TEPELNÁ KAPACITA VODY .....	31
3.4 HYDROSTATICKÁ TLAKOVÁ SÍLA.....	32
3.4.1 PASCALŮV ZÁKON.....	33
3.4.2 ARCHIMÉDŮV ZÁKON.....	35
3.4.3 PLOVÁNÍ TĚLES .....	36
3.5 OPTICKÉ VLASTNOSTI VODY .....	39
3.6 KAPILÁRNÍ JEVY .....	41
3.7 ELEKTRICKÁ VODIVOST VODY .....	42
<b>4. VYPRACOVÁNÍ METODICKÝCH MATERIÁLŮ PRO VYUŽITÍ VYBRANÝCH JEVŮ PŘI VÝUCE FYZIKY .....</b>	<b>44</b>
4.1 Vedení tepla v kapalině a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu .....	45
4.2 Archimédův zákon a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu .....	47
4.3 Hydrostatický tlak v kapalinách a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu .....	49
4.4 Optické vlastnosti vody a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu .....	51
4.5 Kapilární jevy a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu .....	53
4.6 VHODNÉ DIDAKTICKÉ ZAČLENĚNÍ VYBRANÝCH JEVŮ DO VÝUKY FYZIKY... ..	55
<b>5. ZPRACOVÁNÍ A NÁVRH JEDNOHO JEVU FORMOU „BADATELSKY ORIENTO VANÉ VÝUKY“.....</b>	<b>56</b>
<b>6. OVĚŘENÍ EFEKTIVITY NAVRŽENÝCH METODICKÝCH MATERIÁLŮ A POSTUPŮ.....</b>	<b>62</b>
6.1 Zvolená metoda pedagogické sondy .....	62

6.2 Presentace výzkumu – učitelé.....	62
<b>Diskuze.....</b>	<b>68</b>
6.3 Presentace výzkumu – žáci.....	69
<b>Diskuze.....</b>	<b>74</b>
<b>7. ZÁVĚR .....</b>	<b>75</b>
<b>8. SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>77</b>
<b>9. SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>79</b>
<b>10. LITERATURA.....</b>	<b>81</b>
<b>11. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....</b>	<b>82</b>
<b>12. SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>83</b>

# 1. ÚVOD

Pro fyziku jsou významné její vazby na okolí. Okolím rozumíme vědy a oblasti, jež do fyziky vstupují jako pomocné obecné přírodní vědy, a které fyziku používají jako vědy základní. Toto propojení je výhodné při výuce fyziky na základních a středních školách, protože zde existuje propojení teorie a praktického života žáků. Především se jedná o jevy pozorovatelné v přírodě, se kterými se žáci běžně setkávají a berou je jako základní přírodní principy.

Voda je látka, na které je možné zkoumat některé fyzikální zákonitosti, jež učíme na základních školách. Dostupnost, blízkost, známost a bezpečnost vody je nejlepším prostředkem pro předvedení obecně platných zákonů fyziky pro tekutiny. Uvedené prostředky umožňují jistou atraktivitu při práci s vodou a tím dochází k překonávání bariér mezi teorií a praxí, která u žáků základní školy způsobuje nezáměr o výuku.

Především bezpečnost práce s vodou umožňuje vlastní sestavení experimentu a jeho pozorování. Pro konstrukci experimentů je také možné použít běžné kuchyňské a akvarijní vybavení.

Úlohu pedagoga lze chápat jako pozici průvodce a mentora vůči žákovi, kterému zprostředkovává znalosti o světě získané vědeckými metodami poznání. Z žáka se v takovém případě stává badatel, který sestavuje a provádí pokus, v jehož závěru se pokouší o jeho interpretaci.

Základním cílem této práce je navržení některých fyzikálních experimentů, kde je použita voda, a zároveň lze pomocí těchto pokusů vysvětlit základní poznatky fyziky tekutin, a dále sestavit pracovní list pro výuku realizovanou badatelskou metodou. Tomuto odpovídá i struktura, kde je pracováno s fyzikální teorií i s didaktikou a badatelskou výukou.

Práce je členěna do šesti kapitol, jež odráží výuku fyziky na základních školách a jsou vedeny v tomto pořadí a obsahu.

Úvodní kapitola řeší základní teoretická východiska výuky fyziky na základní škole prostřednictvím rámcových a školních vzdělávacích plánů. Dále jsou řešeny preferované mezioborové vztahy, kde lze uplatňovat propojení na další přírodovědné předměty. V kontextu práce jde spíše o nalezení tématu vody i v jiných vzdělávacích programech, než je fyzika. Nelze opomenout propojení s praxí či předměty humanitními. Ve druhé kapitole

jsou řešeny možnosti badatelsky orientované výuky v prostředí základní školy. Dále je v kapitole teoreticky rozvedena badatelská výuka pro potřeby pracovního listu.

Ve třetí kapitole je analyzována možnost využití jednotlivých fyzikálních jevů spojených s vodou, respektive s fyzikou tekutin. Uvádíme zde nejen jednotlivé fyzikální principy, ale i odkazy do přírody, kde se vyskytují, či je možné se s nimi setkat v praktickém životě. Jedná se o tyto jevy: skupenství vody, tepelná kapacita vody, hydrostatická tlaková síla, kapilární jevy, optické vlastnosti vody a elektrická vodivost vody.

V kapitole č. 4 jsou řešeny metodické materiály pro vybrané fyzikální jevy spojené s vodou. Ty obsahují část fyzikální teorie a dále důkaz pomocí experimentu. V následující kapitole je řešeno jejich didaktické začlenění do výuky fyziky.

V kapitole č. 5 je rozvedeno vybrané téma, respektive jev, který souvisí s fyzikou vody v kontextu přípravy a realizace badatelsky orientované výuky. V poslední části práce je popsáno vytvoření systému ověření jednotlivých postupů a metodických materiálů.



## 2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Teoretická východiska se opírají o nový přístup v chápání výuky fyziky. Jde o propojení nových poznatků fyzikální vědy a obsahu výuky fyziky s modernizací metod a prostředků výuky. Je nutné se zaměřit v didaktice fyziky na uspořádání získaných informací a souvislý proces předávání poznatků a jejich osvojení.

### 2.1 RÁMCOVÝ VZDĚLÁVACÍ PROGRAM A FYZIKA NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

Oblast fyziky pro 1. stupeň je obsažena ve vzdělávací oblasti, kterou Rámcově vzdělávací program Základní vzdělání koncipuje jako poznávání světa, ve kterém člověk žije, a je nazván *Člověk a příroda*. V užším vymezení této oblasti vzdělávání se jedná o témata rodiny, člověka, společnosti, vlasti, kultury, zdraví, bezpečí, techniky a přírody. Z uvedeného je patrné, že se jedná o poměrně široké rozpětí obsahových témat a vztahů mezi nimi. V tomto širokém a komplexním pojetí vzdělávání lze spatřovat poměrně velkou výhodu například při práci s tématem voda.

K úspěšné realizaci a průběhu vzdělávání v uvedené oblasti přispívá vlastní prožitek žáků, který vycházejí z modelových anebo konkrétních situací při procesu osvojování nutných dovedností, forem jednání, rozhodování a aplikaci zkušeností. Dalším prvkem je pomoc školám při identifikaci a nalézání postavení mezi vrstevníky. Dále je to pomoc při upevňování pracovních a režimových (opakujících se) návyků žáků, kteří se výuky účastní. Specifické vzdělávací oblasti tímto vytváří základy pro specializovanější výuku ve vzdělávacích tématech Člověk a příroda, Člověk a společnost a Výchova ke zdraví. Obsah vzdělávacího oboru Člověk a jeho svět je členěn do pěti definovaných tematických okruhů. Díky možnosti propojování jednotlivých tematických okruhů je možné vytvářet ve školním vzdělávacím programu různé varianty vzdělávacího obsahu a vyučovacích předmětů. V tomto kontextu nelze opomenout osobnost pedagoga, který mimo jiné slouží i jako osobní příklad.

Tematický obsah nazvaný Rozmanitost přírody, kde žáci poznávají Zemi v kontextu Sluneční soustavy. Jedná se především o kontext vzniku a vývoje života. Předmětem poznávání je rozmanitost i proměnlivost živé a neživé přírody v České republice. Praktické poznávání okolní krajiny jako metoda poznání přináší žákům informace a důkazy

o proměnách přírody. Učí se je zaznamenávat, hodnotit a využívat například pro sledování vlivu lidské činnosti na přírodu a mimo jiné i hledat možnosti, jak ve školním věku přispět ke zlepšení životního prostředí, jak přírodu chránit a jak dosáhnout udržitelného rozvoje. Úlohou učitele je vést žáky k tomu, aby si uvědomili, že Země a její život je jeden propojený celek, kde jsou všechny elementární děje ve vzájemné rovnováze a souladu. Současný život člověka a jeho působení v přírodě může toto křehké propojení snadno narušit a k jeho obnovení dochází velmi obtížně.[17]

V kontextu tématu vody ve fyzice nalzáme toto učivo v tématu látky a jejich vlastností: třídění jednotlivých látek, změny látek a jejich skupenství, vlastnosti, srovnávání látek a měření veličin s praktickým využíváním základních jednotek. U žáka jsou očekávány tyto výstupy: hledá a zjišťuje vzájemnou propojenost prvků živé a neživé přírody, principy rovnováhy v přírodě a nalzá vzájemné souvislosti mezi konečným stavem přírody a činností člověka. V rámci podpůrných opatření vysvětlí na jednotlivých příkladech vzájemnou propojenost živé a neživé přírody.

Voda a vzduch: výskyt, vlastnosti a formy vody, oběh vody v přírodě, vlastnosti, složení, proudění vzduchu, význam pro život na Zemi. V rámci podpůrných opatření provádí elementární pokusy se známými látkami.

Nerosty a horniny, půda: některé hospodářsky významné horniny a nerosty, zvětrávání, vznik půdy a její význam. U žáka jsou očekávány tyto výstupy: je schopen porovnávat základní projevy života na konkrétních organismech, umí prakticky zařadit jednotlivé organismy do definovaných skupin.

Vesmír a Země: Sluneční soustava, střídání dne a noci, střídání ročních období.

U žáka jsou očekávány tyto výstupy: umí vysvětlit základní poznatky o Zemi jako součásti vesmíru, dále identifikovat souvislosti s rozdělením času a střídáním ročních období.

Rostliny, houby, živočichové: základní znaky života a životních potřeb, včetně jeho projevů, běh a způsob života, výživa, stavba fyzického těla u některých vybraných druhů, význam v přírodě a pro existenci člověka. V rámci podpůrných opatření zkoumá základní společenstva ve vybraných místních lokalitách, umí zdůvodnit důležité vzájemné vztahy mezi organismy, včetně hledání shod a rozdílů v přizpůsobení se organismů danému prostředí. Dále zvládá péči o pokojové rostliny a drobná domácí zvířata.

Životní podmínky: rozmanitost podmínek života na Zemi; význam atmosféry, vody, půdy, rostlin a živočichů žijících na Zemi. V rámci podpůrných opatření zkoumá základní

společnosti žijící v nejbližším okolí a pozoruje jejich přizpůsobování se životním podmínkám.

Podnebí, počasí: vzájemná rovnováha v přírodě, včetně významu vzájemných vztahů mezi organismy. U žáka jsou očekávány tyto výstupy: umí zhodnotit některé konkrétní činnosti člověka v přírodě a umí rozlišit aktivity, které mohou životnímu prostředí a zdraví člověka prospívat, nebo je poškozovat. Dále popisuje vliv různých činností člověka na přírodu a jmenuje některé činnosti, jež životnímu prostředí pomáhají, a naopak které jej poškozují.

Základní společnost: udržitelné chování k přírodě a její ochrana, včetně odpovědnosti lidí, ochrana a tvorba životního prostředí, ochrana živočichů a rostlin, likvidace odpadů v rámci odpadového hospodářství, přirozené živelní pohromy a lidmi vyvolané ekologické katastrofy. U žáka jsou očekávány tyto výstupy – stručně charakterizuje, jaké specifické přírodní jevy a z nich plynoucí rizika dávají vzniknout mimořádným událostem. Dále v modelové situaci předvede své schopnosti se účinně chránit. V rámci podpůrných opatření zkoumá základní společnost žijící v nejbližším okolí a pozoruje jejich přizpůsobení se prostředí. Dále reaguje žadáním způsobem na pokyny dospělých při řešení mimořádných událostí.[17]

**Člověk a příroda** je vzdělávací oblast v rámci RVP určená pro žáky druhého stupně základní školy. Lze ji charakterizovat jako okruh problémů spojených se zkoumáním přírody. Nabízí žákům metody a také prostředky pro hlubší pochopení přírodních faktů a jejich zákonitostí. Umožňuje získat potřebný základ pro hlubší pochopení a aplikaci současných technologií, dále jim pomáhá snáze se orientovat v běžném životě. V uvedené vzdělávací oblasti dostávají žáci snadnou příležitost poznávat přírodu v podobě funkčního systému. Ten je tvořen různými subsystemy, jež jsou vzájemně propojeny a zároveň se navzájem ovlivňují. Na uvedeném poznání je i založeno pochopení významu udržování přirozené rovnováhy v přírodě pro existenci života. V kontextu možných ohrožení vyplývajících z přírodních procesů, z lidské činnosti, včetně zásahů člověka do přírody. Uvedená vzdělávací oblast si klade za cíl významně podporovat utváření otevřeného myšlení, včetně přístupu k alternativním názorům, logickému uvažování a kritickému myšlení.

Přehled vzdělávacích oborů vzdělávací oblasti Člověk a příroda obsahuje předměty přírodopis, fyzika, chemie a zeměpis. Uvedené předměty svým aktivním a badatelským

charakterem umožňují žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů a tím si také uvědomovat užitečnost přírodovědných poznatků, včetně jejich aplikace v běžném životě. Zvláště významné je to, že při studiu přírody si žáci specifickými poznávacími metodami osvojují i důležité dovednosti. Jedná se především o rozvíjení dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry. Žáci se tím učí zkoumat příčiny přírodních procesů, jejich souvislosti anebo vztahy mezi nimi a dále si klást otázky ve smyslu „Proč? Jak? Co se stane, jestliže?“ a zároveň na ně hledat odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy či řešit praktické a poznávací problémy. Učí se využívat poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich možné předvídání anebo ovlivňování. Ve zmíněných vzdělávacích předmětech žáci postupně poznávají komplikovanost a rozmanitost skutečností, které souvisí se stavem přírody a lidskou činností. Především se jedná o závislost člověka na přírodních zdrojích a jeho vlivu na stav životního prostředí. Nelze opomenout závislost mezi přírodou a lidským zdravím. Žák se učí zkoumat změny, které probíhají v přírodě, odhalovat vznik příčin a následků ovlivňování zásadních globálních a místních ekosystémů. Využívá své znalosti a přírodovědné poznání ve prospěch ochrany životního prostředí a principů tzv. udržitelného rozvoje. Žákům toto objasňuje hlouběji vztah mezi člověkem a přírodou, jehož významnou součástí je i sebeuvědomování si kladného vlivu přírody na emoční život člověka. Tento přístup má důsledek v kladném postoji vůči fyzikálnímu, chemickému a přírodopisnému vzdělávání, i vzdělávání v předmětu zeměpis, který navíc umožňuje žákům postupně odkrývat vzájemné souvislosti přírodních podmínek a života lidí. V kontextu jejich vzájemného společenství: místo, region, stát, Evropa a Země. Vzdělávací obsah vzdělávacího předmětu Zeměpis lze charakterizovat jako multidisciplinární, kde se setkávají přírodní a společenské vědy. Společným zájmem je zachování celistvosti předmětu a jeho umístění do této vzdělávací oblasti. Uvedená vzdělávací oblast Člověk a příroda logicky navazuje na vzdělávací oblast Člověk a jeho svět. Ten na základní úrovni přibližuje přírodovědné poznávání žákům 1. stupně základního vzdělávání a propojuje je s celky Matematika a její aplikace, Člověk a zdraví, Člověk a společnost a Člověk a svět práce i s mnoha dalšími oblastmi vzdělávání.[17]

Cílené zaměření uvedených vzdělávacích oblastí směřuje k utváření a rozvíjení tzv. klíčových kompetencí tím, že směřuje žáka ke zkoumání přírodních faktů v jejich souvislostech s využitím empirických metod poznávání, to znamená pozorování, měření,

experiment i využívání různých metod racionálního myšlení. Směřuje žáka k potřebě klást si základní otázky o příčinách a průběhu různých přirozených procesů, které mají vliv mimo jiné i na ochranu zdraví, života, životního prostředí a také majetku. Tyto otázky se učí správně formulovat a zároveň hledat na ně správné odpovědi.

V části C Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání se uvádí způsoby myšlení, jež vyžadují ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech nezávislejšími metodami. Dále se vyžaduje posuzování důležitosti, správnosti a spolehlivosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení či vyvrácení vyslovovaných hypotéz. Žáci jsou zapojováni do aktivit působících ve směru k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí. Klade si také za cíl hledat porozumění souvislostí mezi antropogenním působením a stavem životního prostředí. Jsou vedeni k myšlení a jednání, jež upřednostňuje co nejefektivnější využívání zdrojů energie (praktické příklady), včetně co nejširšího využívání obnovitelných zdrojů, především větru, slunečního záření, vody a biomasy. Vytvářet a podporovat dovednostní modely chování, které se uplatňují při posuzování situací, kde hrozí potencionální anebo akutní ohrožení zdraví, života, majetku anebo životní prostředí lidí.[17]

Očekávané výstupy žáků u tématu látky a tělesa: žáci provedou měření vhodně zvolenými měřidly některé z důležitých fyzikálních veličin, které charakterizují látky anebo tělesa. Dále uvedou konkrétní příklady jevů dokazujících, že jsou částice látek v neustálém pohybu a vzájemně na sebe silově působí. Pokusí se předjímat, jak se může změnit délka či objem tělesa při definované změně jeho teploty. Naučí se využívat porozumění vztahu mezi hmotností, hustotou a objemem při řešení některých praktických problémů. V rámci RVP je stanovena minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v systému podpůrných opatření: žák změní na konkrétních případech definovanými měřidly základní fyzikální veličiny charakterizující látky a tělesa (délku, hmotnost, čas). V kontextu této práce je vybranou látkou voda. V rámci učiva o měření veličin tím rozumíme stanovení délky, objemu, hmotnosti, teploty a její změny a určení času. V učivu o skupenství látek žák předvede souvislosti mezi skupenstvím látek s jejich částicovou stavbou. V tomto konkrétním případě se tím rozumí difuze.[17]

Jsou stanoveny očekávané výstupy učiva pro pohyb těles. Žák rozhodne, jaký druh pohybu těleso koná vzhledem k jinému tělesu. K tomu využívá svých schopností při řešení problémů a úloh směrem k učivu o vztahu mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného přímočarého pohybu těles. Dále změní velikost působící síly a určí v definované a

jednoduché situaci druhy sil působících na těleso. Určí jejich velikosti, směry a výsledný směr.

RVP stanovuje minimální doporučenou úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci tzv. podpůrných opatření. Žák umí rozeznat, že je těleso v klidu anebo v pohybu vůči jinému tělesu. Zná vztahy mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného přímočarého pohybu těles. Především je umí aplikovat při řešení jednoduchých problémů. Zvládá rozeznat, zda na těleso v jasné definované a konkrétní situaci působí síla a zároveň předvídá změnu pohybu tělesa při působení síly. Umí aplikovat poznatky o jednoduchých strojích při řešení jednoduchých praktických úloh. Učivo o pohybu těles v daném stupni musí obsahovat – pohyb rovnoměrný a nerovnoměrný; pohyb přímočarý a křivočarý. V části o gravitačním poli a gravitační síle se předpokládá znalost přímé úměrnosti mezi gravitační silou a hmotností tělesa. V učivu o tlakové síle a tlaku žák zvládá popsat vztah mezi tlakovou silou, tlakem a obsahem plochy, na niž síla působí. Dokáže řešit rovnováhu na pevné kladce a páce. V části učiva o třecí síle zvládá žák smykové tření, ovlivňování velikosti třecí síly a praktické aplikace. Žák dovede skládat výsledné síly na sebe působící stejnou silou, ale opačného směru.

V kontextu tématu práce je v rámci RVP definováno učivo, jež se vztahuje k tématu vody, respektive k mechanickým vlastnostem tekutin. V tomto tématu jsou očekávány následující výstupy: žák využívá svých poznatků o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách a řeší v tomto kontextu konkrétní aplikované problémy. Ze získaných dat a analýz předpoví síly, které působí na těleso v klidné tekutině. V rámci tématu Pascalův zákon jsou řešena témata jako: hydraulické zařízení, hydrostatický a atmosférický tlak. K tématu patří i Archimédův zákon a vztlaková síla, včetně aplikací, jako je vznášení, potápění se a plování těles v klidných tekutinách (tekutiny jsou i plyny).[17]

## **2.2 BADATELSKY ORIENTOVANÁ VÝUKA**

Metoda výuky, při které se uplatňuje maximálním stupněm samostatnost žáků, je označována slovem „badatelská“. Tímto jednoznačně evokuje, že se bude přibližovat metodám vědecké práce. Začala se vyvíjet kolem roku 1960 jako reakce na již tradiční frontální formy výuky, jež nenaplnují teorém samostatnosti žáků. Hlavními tvůrci a propagátory myšlenek, na jejichž základě badatelská metoda vznikla, byli Jean Plaket

(1896–1980), John Dewey (1859–1952), Paulo Freire (1921–1997) a Lev Vygotsky (1896–1934).

Hlavním znakem badatelské výuky je konstruktivnost, kdy jsou využity získané dovednosti na základě zkušeností a procesu v sociální společnosti. Badatelská metoda podporuje skupinovou výuku. Badatelská metoda odpovídá procesu získávání vědeckých poznatků v přírodních vědách, a proto je její začlenění ve výuce fyziky a dalších přírodovědných předmětů velmi přirozené, účinné a funkční. Při badatelské metodě postupujeme obdobně jako u ostatních problémových metod.

Badatelsky orientovaná výuka není vždy tím, co je možné realizovat, nebo se k tématu zcela nehodí. V případě výuky fyziky je však žádoucí. Limitem při realizaci takové formy je mnohdy například nedostatek času, dostupnost pracovního materiálu, kompetence studentů a předchozí teoretické znalosti. Překážkou může být i téma, vyučovaný předmět či kompetence pedagoga. Všechny uvedené podmínky se musí analyzovat, než je přistoupeno k bádání. V tomto kontextu nelze opomenout možnost spolupráce s jinými pedagogy, kteří již mají zkušenosti, anebo jsou vybaveni příslušnými kompetencemi. Vzájemná spolupráce a pomoc může znamenat zkvalitnění výuky a také požadovanou mezioborovou provázanost.[16]

Badatelskou výuku lze chápat jako proces, kdy hlavní úlohu hrají žáci, které doprovází na cestě poznáním jejich učitel. Žáci jsou těmi, kdo kladou otázky, tvoří hypotézy a hledají důkazy pro jejich potvrzení anebo vyvracení. Pozice učitele je v průběhu badatelské výuky proměnná, na jedné straně je odpovědný za vytvoření podrobného obsahu a na druhé dohlíží na průběh dění. Role průvodce se musí prolínat s rolí mentora, který ukazuje žákům směr a zasahuje do metod a postupů tak, aby byly dodrženy.[13]

Role učitele však není zcela jednoznačná. Důvodem je především značná variabilita rolí, které v procesu badatelské výuky sehrává. Nemůže být pouze teoretickým tvůrcem a organizátorem. Důvodem je samotný průběh výuky a problémy, jež vyvstávají při realizaci, kdy se z něj stává i zdatný improvizátor, který shromažďuje podklady, vydává instrukce a mentoruje studenty při přípravě a sběru dat.[5]

Dále je povzbuzuje v kladení reflexivních otázek, koordinuje jejich práci a posiluje u žáků zájem o dění. Tato role učitele se proměňuje i ve vztahu mezi ním a žáky, kteří jej zpravidla znají ve frontální roli. V tomto kontextu je nutné, aby žáci co nejdříve získali příslušnou sebedůvěru. Dochází ke změně role, kdy žák přebírá odpovědnost za své

vzdělávání. Role učitele však zůstává nezměněna, protože on je tím, kdo musí výuku chronologicky plánovat a většinou i zajistit materiálně. Z výše uvedeného vyplývá několik doporučení pro učitele, kteří se chtějí pustit do badatelsky orientované výuky. Prvním bodem je spolupráce, kdy pedagog může přizvat ke spolupráci kolegu, anebo odborníka z praxe, tedy na badatelský program nemusí být vyučující vždy sám.

*„Představte si nějakou činnost, která vás skutečně baví, a vsadím se s vámi, že budete vyžaduje účast dalších osob, anebo by byla ve více lidech zábavnější. Představte si činnost, kterou nemáte rádi – jsem přesvědčen, že když ji budete vykonávat společně s někým jiným, bude vám méně nepříjemná.“* [14]. S tímto koresponduje i požadavek na mezioborovou provázanost. Dalším bodem je reflexe, která se realizuje ve vztahu žák versus aktivita tak, aby si žáci uvědomili vlastní pocity a závěry. Následujícím doporučením pro pedagoga je jeho proměna v průvodce a koordinátora výuky. Žáci by měli především převzít zodpovědnost za své vlastní vzdělávání, kde je pedagog průvodcem na cestě za poznáním.[16]

Neméně důležitým doporučením je flexibilita učitele, který je schopný reagovat na vzniklé situace a uzpůsobovat tomu výuku ve třídě. Pedagog reaguje nejen na materiální a intelektuální ruch, ale reflektuje i náladu třídy. Pedagog by měl být schopen uvědomění si své schopnosti, ale i žáků. Je důležité, abychom schopnosti žáků nepřeceňovali, ani nepodceňovali. V situaci, kdy schopnosti žáků přeceníme, bude pro ně výuka pravděpodobně příliš těžká, a zároveň i psychicky velmi namáhavá. Pokud však jejich schopnosti podceníme, může se stát, že v průběhu výuky ztratí pozornost a zájem o dění.[6]

Přínosy badatelsky orientované výuky lze hledat především v rozvoji dovedností, díky kterým lze pochopit badatelský cyklus a tím i práci přírodovědců či obecně ostatních vědců zapojených do výzkumu. Dalším přínosem je prostor pro pestrou výuku (velmi často zmiňovanou rodiči), kdy se badatelsky orientovaná výuka nemusí skládat výhradně z procesu samotného bádání, ale naopak jsou vyžadovány i různé podpůrné, doprovodné a přípravné metody výuky. Zde se uplatňují různé metody a postupy, které lze pro práci s žáky základní školy využít. Badatelsky orientovaná výuka umožňuje rozvíjet touhu žáků objevovat a nalézat různé odpovědi. Zároveň také motivuje žáky k přebírání vlastní zodpovědnosti za vzdělávání.[9]

Dnes je velmi často diskutovaný vztah žáků k přírodním vědám, kdy se obecně tvrdí, že existuje společenský nezájem o tyto vědy. Toto tvrzení je však nepodložené a neexistující



žádná fakta, jež tyto skutečnosti potvrzují. Badatelsky orientovaná výuka spíše představuje vstupní bránu pro jednotlivé přírodovědné obory, které lze pomocí ní předvádět. Lze ji využít k odstranění abstrakce, jež přináší teoretická výuka, a chápat ji jako prostředek k lepšímu uchopení problému, jak funguje svět kolem nás. Dle některých teoretických studií přináší badatelsky orientovaná výuka i lepší studijní výsledky účastníků. Vliv lze sledovat především v oblasti myšlení žáků, které se může přenést i do studia jiných předmětů.[1]

Výuka využívající experiment umožňuje celou řadu přístupů, respektive typů vědeckých výzkumů. Prvním uplatňovaným typem je, kdy žáci znají postup, otázky a výsledky. Ty si následně ověřují vlastními experimenty. Tento typ výuku bývá nazýván **potvrzující výuka**. Další možností je zadávat otázku, na kterou žáci hledají vhodné odpovědi v podobě vlastních postupů a realizací. Tomu říkáme **nasměrované bádání**. Předposledním typem je **strukturované bádání**, kde žáci dostanou od učitele otázku a postup. Výsledkem jejich práce jsou formulace a závěry mající původ ve sdělených informacích. Posledním typem je tzv. **otevřené bádání**, kdy si žáci kladou otázky, navrhnou postup, realizují výzkum a získávají a formulují závěry.

Praxe ukázala, že je ideální, když otázky, které se kladou žákům, pocházejí z jejich každodenního poznání. Žáci mají šanci se těmito otázkami zabývat, zamýšlet a vyvozovat z nich závěry. Badatelská metoda výuky je v předmětu fyzika pro základní školu zařazena mezi doporučené metody v Rámcovém vzdělávacím programu. Uvedený typ vyučování umožňuje využívat experimenty, terénní praxe či laboratorní práce. Je nutné zdůraznit, že takové vyučování vyžaduje určitý stupeň vybavenosti škol. Jedná se především o technické a materiální zázemí k realizaci experimentů. Určitým faktorem může být i demotivovanost učitele změnit stereotypnost výuky.[17]

## 2.3 PROJEKTOVÁ VÝUKA

Projektová metoda je uspořádaný systém činností učitele a žáků, v němž dominantní roli mají učební aktivity žáků a podporující roli poradenské činnosti učitele, kterými směřují společně k dosažení cílů a smyslu projektu. Veškeré činnosti v rámci projektu nejsou předem naplánovány a učitel tak pracuje s určitou mírou rizika. Projektová metoda je vyučovací metoda, kdy jsou žáci vedeni k samostatnému zpracování určitých projektů a získávají zkušenosti praktickou činností a experimentováním.

Projekty mohou mít formu integrovaných témat, praktických problémů ze životní reality nebo praktické činnosti vedoucí k vytvoření určitého výrobku, výtvarného či slovesného produktu.

Důležité je klást důraz na vytváření schopnosti objevovat, přemýšlet, řešit problém, vytrvat a překonávat při své cestě různé překážky. V tom je podstata projektového vyučování související s budoucím životem. Napodobuje životní situace a učí nikoliv informacím, ale problematice dojít k cíli i třeba přes jisté obtíže, ale hlavně vlastními silami.

Tato strategie poskytuje dostatečný prostor pro:

1. *Realizaci potřeb a zájmů žáků*, čili respektuje přirozenou potřebu žáků získávat v činnostech nové zkušenosti, poznatky, dovednosti a schopnosti, aktivně se střetávat se světem a mít vlastní odpovědnost a spoluodpovědnost za práci.
2. *Rozvoj kompetencí a kapacit žáků*, neboť projekt by měl pěstovat dovednosti žáků vyrovnat se s reálným problémem prostřednictvím dostupných prostředků, využívat zpětné vazby ke korekci práce ve vazbě na překážky, které se při řešení projektu vyskytnou, učit se pojmům, dovednostem i mimo okruh povinného kurikula.
3. *Seberegulaci při učení*, neboť se příprava a realizace jednotlivých kroků při řešení projektu ponechává na žákovi. Při práci na projektu se přesouvá odpovědnost na žáka a žák má možnost ovlivnit tempo i rozsah prací na projektu.
4. *Motivaci žáků k aktivnímu osvojování pojmů a dovedností*. Může být i motivací učitele podílejícího se na projektu k jiným pohledům na žáky i na procesy, do kterých při uplatňování projektů spolu se žáky vstupuje.

Nápad na téma projektu v počátcích může být vybrán konkrétní úkol nebo jen výchozí námět projektu. Obojí může vyplynout z určitého vnějšího podnětu (potřeba obce, školy) či vyvstane ze společné práce učitele a žáků přímo ve vyučování. Předtím, než se vybere konkrétní úkol, je obvyklé dané téma prozkoumat, zmapovat jeho rozsah a možnosti získávání informací o daném tématu. Učitel musí zvážit a vzít v potaz předchozí zkušenosti a znalosti žáků, studuje různé druhy knih a tiskovin, internet, veřejné mínění apod. Úkol projektu je po prozkoumání tématu nejčastěji formulován ve společné diskusi. Učitel by při tom měl nápady žáků citlivě usměrňovat a vést je k formulování reálného, uskutečnitelného a smysluplného úkolu.

Při klasickém vyučování se soustředíme především na hodnocení intelektuálního výkonu žáka, při projektovém vyučování se však dostávají do popředí zájmu také jeho jiné **kvality**, například **pracovitost, zručnost, aktivita, pozitivní přístup, schopnost spolupráce a efektivní komunikace, ekonomické myšlení, kreativita, pečlivost** atd. Z výše zmíněných důvodů není vhodné práci žáků na projektu známkovat, volíme spíše **individuální slovní hodnocení**.

Při dlouhodobějších projektech je žádoucí zařadit kromě hodnocení závěrečného i hodnocení průběžné. Z výsledků hodnocení by měla vždy vyplynout příslušná opatření do budoucna, měly by sloužit jako poučení pro práci na dalších projektech.

Snažíme se zobecnit získané zkušenosti a odnést si tak námět pro řešení podobných situací v budoucnu a třeba i v běžném životě. Reflexe má za úkol přinášet žákům nové poznatky, dovednosti, pohledy a postoje. Rozvíjí u nich dovednost formulovat svůj zážitek a převádět jej ve zkušenost, pracovat s vlastní chybou i se poučit z chyb ostatních, a také klást si otázky, vyhodnocovat dosažený cíl i způsob jeho dosažení.

Reflexe je tedy důležitým nástrojem osobnostního rozvoje žáka či studenta. Její úspěšnost bývá podmíněna úrovní vztahů mezi pedagogem a žákem.[3]

## 2.4 KOMPETENCE PEDAGOGA

Vedle již zmíněných kompetencí žáků prvního a druhého stupně musíme také hovořit o kompetencích pedagoga. Tyto kompetence představují určitou způsobilost k práci učitele. Dle definic uváděných v odborné literatuře lze kompetence chápat jako: „*soubor činnostních znalostí, dovedností, zvládnutých operací a výchovně-vzdělávacích pohotovostí, ale i postojů a přesvědčení, které by měl ovládat učitel*“.[10]

Přístupy, kterými se budeme zabývat, nejsou zcela v souladu s klasickým postupem ke kompetencím požadovaných od pedagogů základních škol. Od učitelů, kteří chtějí využívat metod a postupů badatelské výuky, se musí vyžadovat zcela jiné kompetence nad rámec dnes tradičního pedagogického přístupu k výuce.

Profesní standard učitele fyziky vymezují obecné kompetence: oborově předmětové, oborově didaktické: transformace učiva, metodické postupy, manuální zručnost, uživatelská dovednost práce s VT – obecný i speciální SW.

Náročnější příprava učitele na tento typ výuky vyžaduje efektivní plánování a vyhodnocování výuky, vícestranný pohled, ochotu zabývat se přesahy do jiných oborů,

dostatečnou metodickou vybavenost, komunikativnost a ochotu ke spolupráci s jinými vyučujícími. Měl by umět žákům nabídnout nové poznatky, dovednosti a postoje.

Téma či úkol by měl být pro žáka zajímavý, aktuální, srozumitelný, poskytnout jim hlubší smysl. Důležité je nezanedbávat motivační část projektu, úvod do problematiky a objasnění problému.

## 2.5 TYPOLOGIE FYZIKÁLNÍCH POKUSŮ

Na základě didaktické funkce fyzikální pokusů lze uplatnit následující typologii:

- ověřovací,
- motivační (motivují pro učivo),
- heuristické,
- historické,
- ilustrační,
- vstupní (úvod do fyzikálního problému),
- demonstrační (demonstrace odvozených poznatků),
- prohlubující a opakující.

**Ověřovací pokusy:** didakticky použitelné za situace, kdy je nutné ověřit již známé zákonitosti. Příkladem, kde lze tyto pokusy využít, jsou situace, kde se učivo fyziky pouze sdělí anebo deduktivně odvodí. To znamená, že se dále nezkoumá, zdali žák uvedené učivo správně pochopil. K lepšímu osvojení a správnému pochopení fyzikálních zákonů či různých dějů se právě používají pokusy, u kterých se žáci mohou přesvědčit o platnosti jevů, zákonů a poznatků, jež se žáci učí v hodinách fyziky. Příkladem může být ověření zákonů např. u Pascalova zákona, Ohmova zákona a Archimédova zákona. Ověřovací pokusy mají při výuce fyziky nezastupitelnou roli.

**Motivační pokusy:** v situacích, kdy žáci ztrácejí o daný vyučovací předmět zájem, ať jsou důvody jakékoliv, je vhodné využít k jejich povzbuzení motivační experimenty. Vhodná aplikace motivačních experimentů může u některých žáků vzbudit zájem o vyučovaná témata. Probuzením zájmu se dá lépe upoutat jejich pozornost a snadněji pochopí jev, který je probírán. Je také vhodné se zaměřit na jevy, jež jsou přítomny v běžném životě tak, aby se využilo maximálního potenciálu motivačních experimentů.

**Heuristické pokusy:** uvedený typ fyzikálních pokusů lze považovat jako zásadní ve vztahu žáka a řešeného problému. V rámci uvedeného typu pokusů žáci objevují nové zákonitosti a jevy, získávají nové poznatky o věcech kolem nás. Žáci si tyto jevy často nespojují s fyzikou nebo jiným vědním oborem. Uvedená forma výkladu nového učiva je efektivní, ale bez dostatečné spolupráce (pozornosti) a znalostí žáků z předchozího vyučování ztrácí na významu. Z tohoto důvodu musí pedagog v přípravě pokusů věnovat významnou pozornost načasování a provést je ve vhodné dobu – když žáci nejsou unaveni a je přesvědčen o jejich vědomostech.

**Historické pokusy:** v rámci probírané látky je vhodné spojit výuku fyziky s historickým podtextem či souvislostmi. Předpokladem pro správný průběh pokusu je jeho historický kontext opřený o výklad – předpoklad, že žáky motivuje k bádání a studiu. Příkladem takových historických experimentů, kterých není ve výuce mnoho, je Leidenská láhev, Torricelliho trubice, Galileův padostroj nebo magdeburské polokoule atd.

**Ilustrační pokusy:** slouží žákům pro názorné představení si toho, jak jednotlivé fyzikální jevy v principu fungují, kde všude se s nimi setkáváme a především, jak málo si je uvědomujeme a jaký skutečný mají dopad na náš běžný život. Příkladem může být vlastní tělo, na kterém žákům můžeme ilustrovat například tření a ohřívání (tření dlaní o sebe). Dále jim ukázat, že snížení tření lze provést např. použitím krému na ruce či fouknutím do dlaně ilustrovat proudění. V rámci typologie lze ilustrační pokusy přiřadit i do dalších skupin: demonstrační, ověřovací, motivační atd.

**Pokusy uvádějící fyzikální problém:** pro potřeby vyučování i pro motivaci žáků lze volit fyzikální experimenty, jež navozují řešení vybraného problému. Řešení problému může u žáků probudit zájem o jeho nalezení. Ten se projevuje pracovní aktivitou na vyřešení problému. Úloha učitele spočívá ve tvorbě situace, respektive definování problému, který může být čistě myšlenkovým konstruktem či nemusí mít reálné provedení.

**Aplikační pokusy:** pro žáky a studenty je důležité vědět, proč se dané učivo vyučuje, kde se s ním setkají, a jak jej reálně a prakticky mohou použít. Aktivním prováděním aplikačních pokusů ve výuce se učitel snaží zvýšit u žáků zájem o fyziku. Dále zlepšuje

porozumění probíraného učiva. Žáci mohou získané teoretické a praktické znalosti využít ve svém reálném životě.

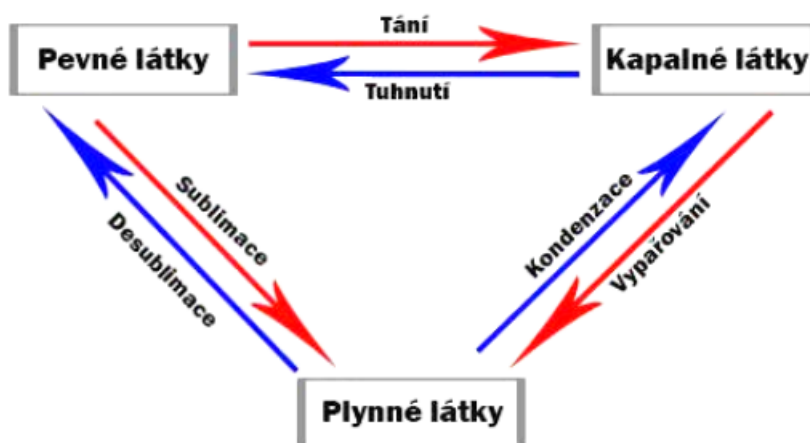
**Pokusy prohlubující a opakující učivo:** k prohloubení znalostí žáků je vhodné využít experimentů, které jsou připraveny v menších skupinách, například ve dvojicích. Takový postup umožňuje lepší zapamatovatelnost učiva, určitou srozumitelnost, nároky na čas apod. V tomto kontextu je vhodné využívat modifikované demonstrační pokusy, na které jsou žáci zvyklí, a tudíž pro ně nepředstavují komunikační bariéru.[18]

### 3. FYZIKÁLNÍ ANALÝZA JEVŮ SPOJENÝCH S VODOU

Struktura vody je tvořena vzájemně propojenými molekulami, které jsou složeny z vodíku a kyslíku, přičemž obě molekuly obsahují dva atomy vodíku, jež spojuje jeden atom kyslíku. Propojení jednotlivých molekul vody je dosaženo tzv. vodíkovými můstky. Na rozdíl od pevných látek nejsou molekuly ve vodě vázány v určitých polohách, jsou volné. Tvar kapaliny lze změnit působením velmi malé síly, ale objem se téměř nemění. Tři různá skupenství vody se liší jen tím, jak jsou tyto molekuly daleko od sebe a jak jsou uspořádány.

#### 3.1 FORMY VÝSKYTU VODY V PŘÍRODĚ

Voda je chemická sloučenina vodíku a kyslíku. Vzniká prudkým slučováním vodíku s kyslíkem za vývinu velkého množství tepla. Za normální teploty a tlaku je to bezbarvá, čirá kapalina bez zápachu. V pozemském prostředí se voda vyskytuje ve skupenství pevném, kapalném a plynném. Je-li ve skupenství pevném, mluvíme o ledu, ve skupenství kapalném o vodě a v situaci, kdy je plynem, je nazývána vodní párou. Pro názornost průběhu těchto dějů se používá diagram přeměny, viz obrázek 1.

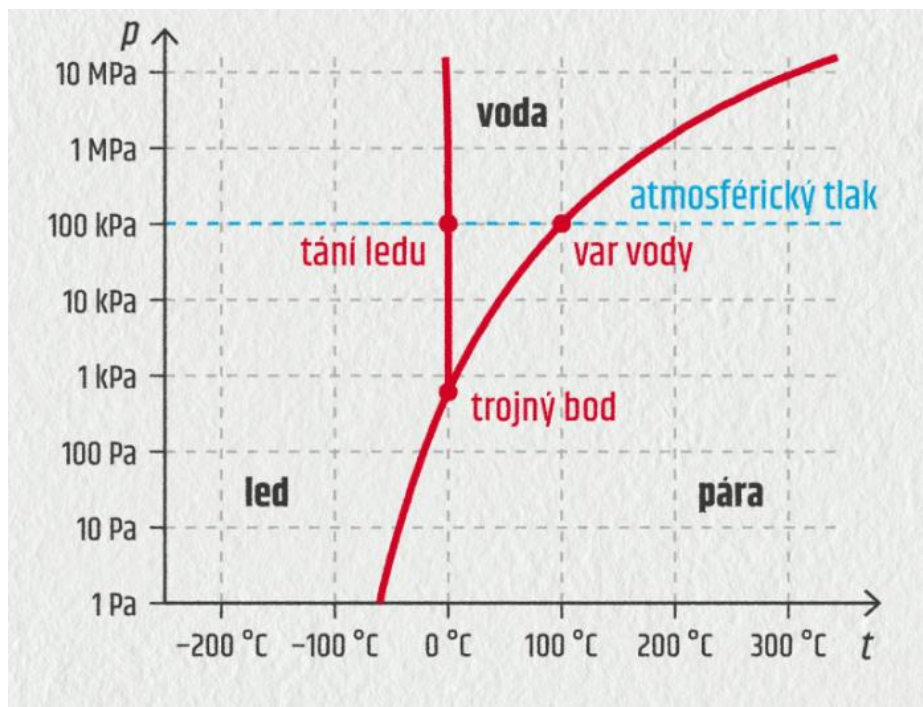


Obrázek 1: Diagram přeměny vody.

Zdroj: <https://edu.glogster.com/glog/zmeny-skupenstvi-latek/1gi4vsu7jmb?=&glogpedia-source>

Pro krystalické látky je typická přesně definovaná teplota tání a teplota varu. U vody jsou tyto teploty závislé také na tlaku. Z toho vyplývá, že **skupenství vody je dáno teplotou a tlakem**. Chování dané látky za všech možných tlaků a teplot můžeme shrnout do fázového diagramu (obrázek 2). Z diagramu lze vyčíst, že u vody při tlaku 612 Pa dojde ke splynutí

teploty tání a varu. Tento bod, určený teplotou a tlakem, kdy se látka vyskytuje v rovnovážném stavu ve třech skupenstvích, nazýváme trojný bod.



Obrázek 2: Fázový diagram přeměny

Zdroj: <https://e-manuel.cz/kapitoly/tepelne-jevy/vyklad/zmeny-skupenstvi/>

### 3.1.1 KAPALNÉ SKUPENSTVÍ VODY

Voda v **kapalném stavu**, respektive její **molekuly**, nejsou uchyceny v krystalické mřížce, a tudíž mohou **kmitat pouze v rovnovážné poloze**, která je definována daným stavem vody. Další vlastností, jež je spojena s kapalným stavem vody, je její **nestlačitelnost** – změny objemu vůči změně působícímu tlaku. Uvedená vlastnost je důsledkem neuspořádanosti molekul vody. V určitém čase svoji polohu mění do nové rovnovážné polohy. V důsledku neuspořádanosti molekul do krystalové mřížky se k sobě přibližují těsněji než v pevném skupenství. Ovšem i zde naše dosavadní znalosti nemusí končit. Vědci ze Stockholmské univerzity přišli na to, že voda v tekutém stavu má dvě fáze. „Zjednodušeně to znamená, že za pokojové teploty není jednou komplexní kapalinou, ale dvěma jednoduchými kapalinami v komplikovaném stavu,“ vysvětluje Lars G. M. Pettersson. Kapalná voda takzvaně přechází mezi dvěma odlišnými formami s vysokou a nízkou hustotou.

Zjištění údajně koresponduje s již dříve potvrzenými amorfními formami vody v pevné fázi, které se zpravidla nazývají amorfní led s vysokou a nízkou hustotou. Nově



objevené fáze kapalné vody mají také odlišné fyzikální vlastnosti a ve vzájemné kombinaci mohou způsobovat dlouhodobě známé fenomény, které jsou s vodou spojovány, například na sloučeninu vodíku nebývale vysoký bod varu v kontrastu s nízkou molekulární hmotností, popřípadě nejvyšší povrchové napětí ze všech známých kapalin, s výjimkou rtuti.[4]

### 3.1.2 PLYNNÉ SKUPENSTVÍ VODY

Ve **vodní páře** najdeme částice výhradně neuspořádané a jejich **pohyb je chaotický**, při kterém se vzájemně srážejí. Vzdálenost mezi jednotlivými molekulami je ve srovnání s ostatními skupenstvími zde největší. U vodní páry lze dosáhnout její **stlačitelnosti** (využití v technické praxi) a tím se například liší od kapalného stavu. Vodní pára může nabývat stavu nazývaného **syťá pára**. Ten nastává za situace, kdy se v uzavřeném prostoru nad kapalinou vytvoří takové množství vodní páry, že se při stabilní teplotě další voda v páru již nepřemění. Za situace, kdy dojde ke zmenšení objemu nádoby, ve které se syťá pára vytvořila, dojde k její přeměně na kapalinu (s rostoucí teplotou roste i tlak syťé páry). Lze docílit i rovnovážného stavu tak, že uvedené podmínky nebudeme měnit – charakterizujeme je jako rovnovážný stav mezi plynným a kapalným skupenstvím.

Struktura vodní páry je dána drobnými aerosolovými kapičkami vody. Do okolního prostředí se dostává vypařováním, tedy přeměnou kapalné látky na plynnou. Vodní páry jsou bezbarvé velmi malé kapičky vody, jež tvoří bělavý mlžný tok, který například pozorujeme u hrnce, tzv. vařící vody. Podobně, jako v případě mraků, se nejedná o nakupení páry, ale o seskupení vodních kapiček či ledových krystalků. V atmosféře se vyskytuje mlha, což je atmosférický aerosol tvořený velmi malými vodními kapičkami anebo krystaly. Vznik různých typů mlhy je závislý na teplotě, atmosférickém tlaku, směru a rychlosti proudění.

Pokud to podmínky dovolí, vodní pára se přemění v led, uvedenou změnu můžeme pozorovat v přírodě v podobě vloček či jinovatky (sublimace, desublimace).

### 3.1.3 PEVNÉ SKUPENSTVÍ VODY

**Pevné skupenství vody (led)** se vyskytuje v několika polymorfních modifikacích. Sledujeme-li strukturu ledu pozorněji a důkladněji, můžeme si všimnout její zdánlivé prázdnoty – nacházejí se v ní velké dutiny. Jejich existenci umožňuje vzájemná prostorová

orientace molekul vody při tvorbě tzv. vodíkových můstků. Zdánlivě prázdná, respektive **dutinová struktura ledu** způsobuje, že je **jeho hustota menší než hustota kapalně vody**. To znamená, že led plave na vodní hladině. Z pohledu probíhajícího života pod vodní hladinou se jedná o nejvýznamnější vlastnost vody, kterou nazýváme hmotnostní anomálie (více viz kapitola 3.2). Umožňuje totiž vodním živočichům přežít ve vodním prostředí zimu. V případě, že by se voda chovala jako ostatní tekutiny, tak by proběhlo promrznutí celého objemu až na dno vodní nádrže anebo vodního toku. Ostatní tekutiny mají za pevného skupenství větší hustotu, než ve skupenství kapalném a z tohoto důvodu klesají ke dnu.

### 3.1.4 ZMĚNY SKUPENSTVÍ VODY

Přechody mezi jednotlivými skupenstvími vody nazýváme **vypařování, kondenzace, sublimace, desublimace, tuhnutí a tání**. Uvedené jevy mají souvislost s příjmem či výdejem tepelné energie. Teplo nutné pro přechod mezi skupenstvími nazýváme **skupenským teplem**. Jeho význam spočívá při změně skupenství, kdy:

- 1) Přechod z kapalného do pevného látka voda odevzdává do svého okolí teplo;
- 2) Přechod z pevného do kapalného skupenství dochází k přejímání tepla z okolí.

Obecně můžeme tvrdit, že přechod z jednoho skupenství do druhého lze považovat za děj s vysokou energetickou náročností. **Skupenské teplo tání a skupenské teplo tuhnutí je stejné**. Rozdíl je pouze v tom, jestli voda dané množství tepla přijme, či jej odevzdá. Stejná energetická výměna probíhá i u dalších přechodných stavů – kondenzace a vypařování, desublimace a sublimace.

Fyzikální proces **vypařování**, který lze charakterizovat přechodem skupenství kapalného v plynné, probíhá neustále a za každých podmínek. Toto ovšem platí jen na povrchu kapalně vody. Pouze za situace varu nastává přechod ze skupenství kapalného v plynné v celém objemu kapaliny. Jev varu probíhá za běžného atmosférického tlaku (1013 hPa) a jeho hodnota (teplota kapaliny) je 100 °C. Tato hodnota se může úměrně měnit v důsledku změny okolního atmosférického tlaku tak, že při jeho zvýšení se zvýší i hodnota bodu varu (je nutný vyšší tlak vodních par) a při nižším atmosférickém tlaku se bod varu snižuje (nižší vyšší tlak vodních par). Teplota bodu varu vody je tedy úměrně závislá na okolním tlaku. To znamená, že snížením okolním taku na 122 hPa dosáhneme nižšího bodu

varu o hodnotě 50 °C. Při zvýšení okolního tlaku na 2000 hPa dosáhneme bodu varu při teplotě 120 °C.

U uvedené vlastnosti vody lze najít široké praktické uplatnění při domácí a průmyslové přípravě potravin. Typickou pomůckou využívajícího tohoto jevu je Papinův hrnec – jeho konstrukce umožňuje udržet větší tlak, než je hodnota okolního atmosférického tlaku a díky tomu se potraviny vaří při vyšší teplotě, než je uvedených 100 °C. Podobně se můžeme dívat na vysokohorské výstupy, kde se horolezci setkávají mimo jiné se skutečností, že jim voda vře při nižší teplotě, než je 100 °C. V důsledku tohoto jevu se horolezcům nedaří uvařit běžné potraviny, protože bod varu má příliš nízkou hodnotu. Dalším příkladem z praxe je jaderný reaktor, kde se ohřívá voda (chladící médium) na hodnoty vyšší, než je 320 °C. Je to umožněno konstrukcí tlakové nádoby, kde je okolní tlak na hodnotě cca 150 000 hPa.

Dalším jevem spojeným s vodou je **kondenzace vodních par**. Můžeme jej pozorovat za celé řady situací v přírodě, kdy se vodní pára přeměňuje v kapičky vody vždy, když je ochlazená. Nejčastěji se s efektem kondenzace par setkáme v době, kdy dochází ke srážkám. Na uvedeném principu probíhá v přírodě tzv. koloběh vody, neboli vodní cyklus. U tohoto děje se setkáváme s fyzikálními principy, jež popisují vlastnosti tekutin. Popis tohoto děje začíná u tvorby oblaků, ze kterých pak vznikají vodní srážky. Za vznikem oblaků stojí teplota vzduchu, při zvýšených teplotách dochází k lepší absorpci, to znamená, že čím vyšší teplota, tím větší množství vodních par může přijmout. Na planetě Zemi dochází k setrvalému odpařování vody. Výčtově můžeme tvrdit, že k odpařování dochází z povrchů všech vodních ploch (oceány, moře, řeky), dále například i z povrchů listů rostlin a živých tvorů (včetně člověka).

Nízká hustota vody má za následek, že vodní páry v atmosféře stoupají směrem vzhůru. Ve vyšších vrstvách atmosféry je vždy o něco chladněji, a proto jakmile se vzduch vodní párou nasytí, může se přeměnit na kapalnou vodu. Na kondenzačních jádrech se začnou vytvářet kapičky vody, jež mají oproti vzduchu větší hustotu, ale neustále stoupající páry jim brání v tom, aby padaly směrem k zemskému povrchu. Vzniklé drobné kapičky se koncentrují do větších celků, které popisujeme jako oblaka. Ta padají k zemi v podobě deště až za situace, kdy je jejich tlak větší než tlak stoupajících vodních par.

V přírodě lze kondenzaci vodních par pozorovat i za situace, kdy neprší. V noci, když je teplota vzduchu nižší než přes den, vodní páry kondenzují na místech zemského povrchu,

kteře vyzarují pŕes noc nejvícetepła do atmosféry. Tato místa jsou tedy chladnějši, a proto zde dochází ke kondenzaci – typicky rosa vzniká v době jasných nocí a za bezvětrí. Jasná obloha je jako podmínka nutná pro to, aby ze zemského povrchu mohlo vyzarovat dostatečné množství tepla do atmosféry. Lze konstatovat, že pokud je jasná obloha, je teplotní gradient mezi denní a noční teplotou větši. Za situace, kdy bude foukat vítr, nedochází k nasycení vzduchu vodními parami a ty se nemohou přeměnit ve vodní kapky.

Přechodný děj mezi kapalným a pevným skupenstvím se nazývá **tuhnutí**. V kontextu vody je správnějši termín mrznutí. Při stejné hmotnosti látky se mění její hustota (tabulka 1). V praxi to znamená, že když se látka zahřívá, tak zvětšuje svůj objem. Hustotu látky vyjadřujeme vztahem:  $\rho = \frac{m}{V}$ , kde  $\rho$  – hustota;  $m$  – hmotnost;  $V$  – objem.

Tabulka 1: Závislosti změny hustoty vody na teplotě							
t (C)	0	10	20	30	40	50	60
$\rho(kg/m^3)$	999,842	999,702	998,206	996,651	996,651	985,69	980,55

Tabulka 1: Závislosti změny hustoty vody na teplotě. Zdroj: TESARĚ, Jiři a František JÁCHIM. Fyzika 3 pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2009.

Uvedené tvrzení platí u většiny látek, voda však má výjimku, kterou nazýváme anomálie vody.

Dalším jevem spojeným s vodou je **sublimace**, tedy přechod ze skupenství pevného do plynného, aniž by tato látka prošla skupenstvím kapalným. Za situace, že teplota okolního prostředí je pod bodem mrazu, led sublimuje ve vodní páru. Uvedený jev je však okem velmi těžko pozorovatelný, protože vodní pára není vidět.

Reverzním dějem k sublimaci je **desublimace**, která představuje přechod z plynného skupenství na pevné. K desublimaci dochází i při velmi nízkých teplotách a můžeme tento jev pozorovat ve formě jemných jehliček (obdobné podmínky jako u rosy) neboli jinovatky. Dalším příkladem desublimace je vznik sněhové vločky, které také vznikají z vodních par při jejich prudkém podchlazení. Ty vznikají shlukováním krystalků (agregaci) vody, které jsou tvořeny vodní párou. Krystaly sněhové vločky se shlukují při teplotě vyšši než  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ale zároveň k nejintenzivnějšimu shlukování dochází při teplotách kolem  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Tehdy mají sněhové vločky i největši velikost. Na povrchu velmi malých částecěk se srážejí kapičky vody o velikosti molekul. Z těch se začnou vlivem mrazu utvářet ledové krystalky. Při

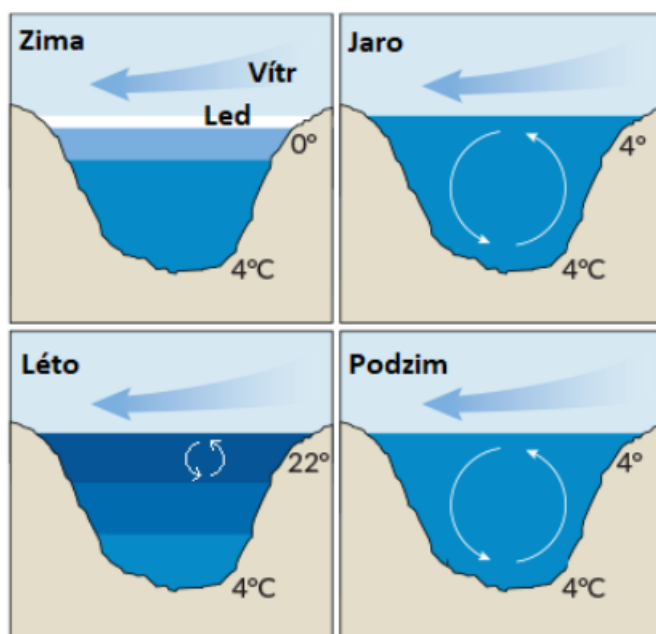
postupném stoupání krystalků vzhůru se na tento krystal nabaluje stále více kapiček. Ty okamžitě tuhnou a vytváří sněhovou vločku. Struktura vznikajících krystalů závisí především na teplotě a vlhkosti místního prostředí. Z tohoto důvodu jsou vznikající krystaly vloček velmi různorodé. Díky nekonečnému uspořádání molekul vody a vlivem různých podmínek vzniku nemohou vzniknout dvě identické sněhové vločky. Velikost vloček je do 5 mm.

### 3.2 ANOMÁLIE VODY

K dalším zvláštním vlastnostem vody patří i jev, který definujeme jako anomálii vody (zmíněno v kapitole 3.1.3).

Při zahřívání látky dochází ke zvětšení jejího objemu a tím klesá její hustota. Při ochlazování látky se naopak zvyšuje její hustota a klesá objem. Toto platí u vody pouze při teplotách vyšších než 4 °C či nižších než 0°C. **Voda v rozmezí teplot od 0 °C do 3,98 °C svůj objem zmenšuje a její hustota vzrůstá.**

V důsledku této anomálie mají možnost přežít sladkovodní živočichové přes zimu i ve stojatých vodách. Teplota vody v období podzimu klesá, zvyšuje se tím i její hustota a z tohoto důvodu chladnoucí voda klesá ke dnu. Největší měřitelnou hustotu má voda při teplotě 4 °C, což je hodnota, kterou vždy najdeme u dna vodních nádrží. Z toho plyne skutečnost, že čím je voda chladnější, tím má větší objem, a proto bude u hladiny voda chladnější než 4 °C. Typicky je teplota vody za uvedené situace při hladině na hodnotě 1 °C, ale za situace, kdy teplota vody klesla na 0 °C, voda na hladině začne mrznout. Díky tomuto jevu voda ve vodních nádržích zamrzá od hladiny a dává tím možnost vodním rostlinám a živočichům přečkat zimu v blízkosti dna nádrže (celoroční teplota vody cca 4 °C). Důležitým faktorem je i hloubka nádrže, protože za situace, kdy nebude dostatečně hluboká, promrzne až ke dnu.



Obrázek 3: Teplota vody v nádrži v různých ročních obdobích. Zdroj: [www.zsstankova.cz](http://www.zsstankova.cz)

Tabulka 2: Závislosti změny hustoty anomální vody na teplotě							
t (°C)	0	2	4	6	8	10	12
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	999,842	999,942	999,975	996,943	999,830	999,702	999,499

Tabulka 2: Závislosti změny hustoty anomální vody na teplotě. Zdroj: TESÁŘ, Jiří a František JÁCHIM. Fyzika 3 pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2009. s.95. ISBN 978-80-7235-414-6.

Skutečnost že při teplotě 0 °C voda obvykle zamrzá, nemusí platit vždy. Existuje stav, který nazýváme **podchlazená voda**. Ta existuje v kapalném skupenství a může dosahovat teploty až -40 °C. Uvedené teploty je možné dosáhnout v laboratoři za situace, kdy je k dispozici extrémně čistá voda a nejsou v ní žádné nečistoty, které slouží jako krystalizační jádra. Podchlazenou vodu lze v přírodě najít v oblasti geografických pólů v mracích typu *cumulus*. Udržení podchlazené vody v kapalném stavu není jednoduché, protože při sebemenší kontaminaci krystalizuje.

### 3.3 TEPELNÁ VODIVOST A TEPELNÁ KAPACITA VODY

Tepelná kapacita vody je fyzikální veličina, kterou popisujeme, jak rychle se daná látka ohřívá za situace, že jí dodáme energii ve formě tepla. Při ohřívání dvou kapalin pomocí jednoho zdroje tepla se nebude jejich teplota zvyšovat stejně rychle.

Stejná množství různých látek potřebují k ohřátí o stejnou teplotu různé množství tepla, jak v roce 1760 zjistil Joseph Black při pokusech s vodou a rtuť. Abychom tuto vlastnost definovali, je zavedena veličina nazvaná **tepelná kapacita C**. Tepelnou kapacitu látky definujeme jako teplo  $Q$  potřebné ke zvýšení (snížení) teploty látky o 1 K.

$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$

Jednotkou tepelné kapacity je  $\text{J K}^{-1}$ .

**Měrná tepelná kapacita c** je množství tepla, jež musíme 1 kg látky dodat nebo odebrat, aby se teplota zvýšila či snížila o 1 K.

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{m\Delta t}$$

Jednotkou měrné tepelné kapacity je  $\text{J K}^{-1} \text{kg}^{-1}$ .

Máme-li směs složenou z více druhů látek o hmotnostech  $m_1, m_2, \dots$  a měrných tepelných kapacitách  $c_1, c_2, \dots$ , pak výsledná **měrná tepelná kapacita směsi c** je

$$c = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + \dots}{m}$$

kde  $m$  je celková hmotnost směsi. Toto pravidlo platí i pro slitiny kovů.

Ze vztahu pro měrnou tepelnou kapacitu můžeme vypočítat **teplo Q**

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

Jednotkou tepla je jeden joule [J]. Starší, nebo také technickou jednotkou pro množství tepla je kilokalorie (kcal), která představuje množství tepla potřebné k ohřátí 1 kg destilované vody z  $14,5^\circ\text{C}$  na  $15,5^\circ\text{C}$ . Jedna kcal představuje cca 4,18 J.

Měrná tepelná kapacita je veličina charakteristická pro danou látku. Měrná tepelná kapacita pevných a kapalných látek se mění s teplotou.

Látka	$c$ (J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	Látka	$c$ (J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
voda	4,2.103	led	2,1.103
glykol	2,4.103	beton, cihly	0,88.103
petrolej	2,1.103	ocel	0,46.103
ethanol	2,4.103	měď	0,38.103
rtuť	0,14.103	olovo	0,13.103

Tabulka 4: Měrná tepelná kapacita látek při stejné teplotě.

Zdroj: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/struktura-latek/merna-tepelna-kapacita>, Autor: Králová Magda

Každá látka má vlastní měrnou tepelnou kapacitu, která je závislá na jejím skupenství. Změřená tepelná kapacita vody za normálních podmínek má hodnotu  $4,18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ , led má hodnotu  $2,09 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$  při 0 °C. Vodní pára o teplotě 100 °C má hodnotu  $1,95 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ . Měrná tepelná kapacita je závislá na teplotě látky, ale při nepatrných teplotních změnách můžeme uvedenou závislost zanedbat, např. za situace, že voda se v kapalném skupenství objevuje výhradně v rozmezí mezi 0 °C a 100 °C.

### 3.4 HYDROSTATICKÁ TLAKOVÁ SÍLA

Hydrostatický tlak působící pod hladinou je přímo úměrně závislý na hustotě kapaliny a hloubce ponoření. Z toho vyplývá vztah:

$$p_h = h \cdot \rho \cdot g$$

kde  $p_h$  je hydrostatický tlak,  $\rho$  je hustota kapaliny a  $g$  je tíhové zrychlení.

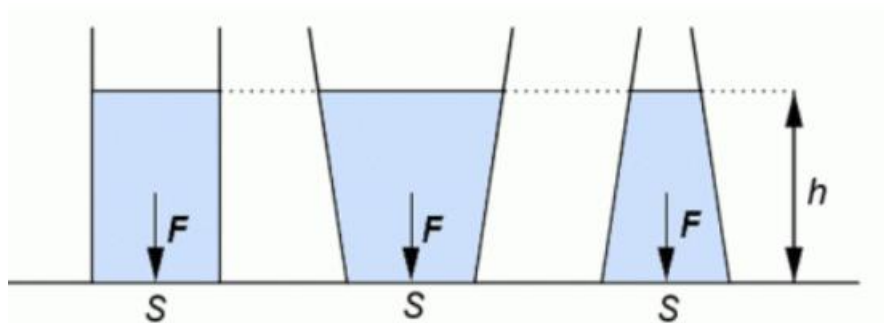


Dále lze ve vodě pozorovat jev, jež nazýváme hydrostatickým paradoxem, který vyplývá ze vztahu pro výpočet hydrostatické tlakové síly:

$$F = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

kde  $F$  je působící síla a  $S$  plocha dna nádoby.

Tlaková síla působící na dno nádoby nezávisí na tvaru nádoby jako takové, ale závisí pouze na ploše jejího dna ( $S$ ), výšce hladiny ( $h$ ), hustotě kapaliny ( $\rho$ ) a tíhovém zrychlení ( $g$ ). Toto lze interpretovat takto: na dno působí tlaková síla, která není závislá na celkové hmotnosti kapaliny. Uvedené skutečnosti osvětlil již v 17. století Blaise Pascal (1623–1662).



Obrázek 4: Hydrostatický tlak závisí na ploše dna.

Zdroj: Techmania Science Center. Autor: Magda Králová. Under Creative Commons.

Vliv hydrostatické tlakové síly na těleso ponořené do vody lze velice snadno pozorovat například při potápění v nepromokavém obleku (tzv. suchý oblek, nepronikne jím voda). Tento oblek neobepíná v běžném okolním tlaku tělo potápěče, ale při jeho zvýšení, například sestoupením pod hladinu tento oblek pevně obejmě tělo potápěče. Toto chování je důsledkem tlakové síly vody, která na ponořené těleso působí.

### 3.4.1 PASCALŮV ZÁKON

Pascalův zákon popisuje chování kapaliny v uzavřené nádobě. V literatuře lze nalézt více variant vyjádření Pascalova zákona:

1) „Působením vnější tlakové síly kolmo na povrch kapaliny v uzavřené nádobě vznikne ve všech místech kapaliny stejný tlak.“ [11]

2) „Tlak vyvolaný vnější silou, která působí na kapalně těleso v uzavřené nádobě, je ve všech místech stejný.“ [2]

3) „Změníme-li tlak v jednom místě tekutiny, objeví se táž změna prakticky ihned v každé části této tekutiny i na stěnách nádoby, ve které je tekutina uzavřena.”[7]

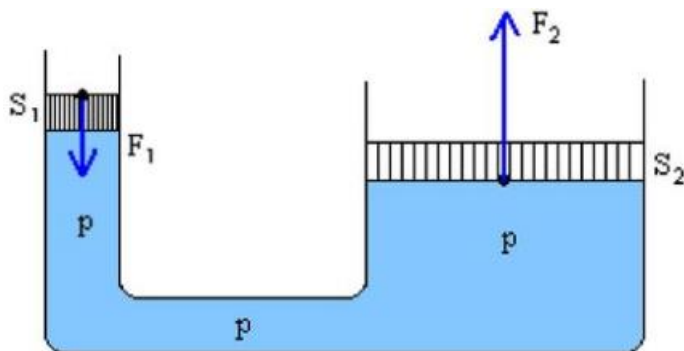
K uvedeným interpretacím je nutné uvést, že mluvíme pouze o vnější síle působící kolmo na povrch kapaliny – nezohledňují se síly zemské gravitace. V pozemských podmínkách tedy platí, že vnější tlak působí kolmo na povrch kapaliny v uzavřené nádobě a proto vzroste tlak ve všech místech kapaliny o stejnou hodnotu. Nejpřesnější citací Pascalova zákona v rámci uvedených citací je: „Působí-li na kapalinu v uzavřené nádobě vnější tlaková síla, zvýší se tlak ve všech místech kapaliny stejně.“[15] K tomu lze dodat, že pokud na povrch kapaliny působí dostatečně velká síla, je tlak vyvolaný vnější silou větší (násobně) než hydrostatický tlak působící uvnitř kapaliny. Z toho důvodu lze hydrostatický tlak zanedbat. Z uvedené definice zřetelně vyplývá, že hydrostatický tlak se v kapalině pod vnějším tlakem nikde neztrácí, ale pouze představuje jeho zvýšení o stejnou hodnotu.

Z pohledu školní výuky lze Pascalův zákon uvádět v kontextu praktického života, respektive jeho aplikace u hydraulických zařízení. Praktický pokus v tomto kontextu představují dvě spojené nádoby, kde na hladině obou nádob budeme mít píst. Začneme-li působit tlakovou silou pomocí prvního pístu na povrch kapaliny, ve spojených nádobách se bude tlak v kapalině šířit v celém jejím objemu stejně. Toto se projeví tak, že se druhý píst umístěný na druhé hladině začne zvedat.

Pro tuto situaci lze použít následující vzorec:

$$p = \frac{F}{S}$$

kde  $p$  představuje tlak,  $F$  je síla a  $S$  je plocha, na kterou silou působíme. V kapalině působí pod oběma písty stejný tlak  $p_1 = p_2$ , kdy platí vztah  $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ .



Obrázek 5 : Spojené nádoby

Zdroj: *Mechanika plynů a kapalin*, Autor: Vácha Petr, *Fyzika pro lékařské a přírodovědné obory*, 2015

Dalším praktickým příkladem využití Pascalova zákona jsou různé typy hydraulických zvedáků, pístů, lisů a brzd. Takto rozsáhlé využití je dáno platností Pascalova zákona, který je obecně platným principem pro všechny kapaliny. V hydraulických zařízeních se velmi často využívají i jiné kapaliny, než je voda. I když v minulosti byla první kapalinou v hydraulických zařízeních právě voda, její korozivní účinky na vnitřní povrchy, rychlost odpařování, nevhodná viskozita a špatná schopnost mazat vedly konstruktéry k jejímu nahrazení minerálními a později syntetickými oleji.

### 3.4.2 ARCHIMÉDŮV ZÁKON

Obecně Archimédův zákon vyjadřuje hodnotu vztlačové síly působící na tělesa ponořená do kapaliny. Jeho dikce zní:

*„Na těleso ponořené do kapaliny působí svisle vzhůru vztlačová síla. Velikost vztlačové síly  $F_{vz}$  se rovná velikosti tíhové síly  $F_g$ , působící na kapalinu stejného objemu, jako je objem ponořené části tělesa.*

*Platí  $F_{vz} = V \cdot \rho_k \cdot g$ , kde  $V$  je objem ponořené části tělesa a  $\rho_k$  je hustota kapaliny a  $g$  je tíhové zrychlení“ [11]*

Z poznání přírody víme, že na těleso působí v atmosféře tíhová síla a při jeho ponoření do kapaliny (vody) proti tíhové síle působí navíc síla vztlačová. Určení vztlačové síly je možné pomocí siloměru, na který zavěsíme těleso a odečteme udávanou hodnotu ze stupnice siloměru. Dále stejné těleso zavěšené na siloměru ponoříme do kapaliny, například vody. Siloměr ukáže na stupnici novou hodnotu.

Výsledná hodnota je rovna rozdílu mezi tíhovou a vztlakovou silou, tedy:

$$F = F_g - F_{vz}$$

kde  $F$  je hodnota, kterou bude stupnice siloměru ukazovat, když je těleso ponořené v kapalině (vodě);  $F_g$  je číselná hodnota, kterou bude stupnice siloměru ukazovat, pokud je těleso zavěšeno ve vzduchu;  $F_{vz}$  je číselná hodnota vztlakové síly, kterou lze z uvedeného vztahu matematickou operací vyvodit.

Z uvedeného vyplývá, že velikost vztlakové síly, jež těleso v kapalině nadnáší, závisí úměrně na hustotě kapaliny.

Nesprávným závěrem může být teze, že ve vzduchu tedy žádná vztlaková síla není, respektive neexistuje. Tvrzení nelze považovat za pravdivé, protože vztlaková síla ve vzduchu je malá ve srovnání s uvedenou silou ve vodě. Z toho důvodu bývá zpravidla zanedbána a do matematických operací s hodnotami není vkládána. Závěrem je skutečnost, že Archimédův zákon a vztlaková síla jsou pozorovatelné, měřitelné a platné ve vodě i ve vzduchu. Příkladem nevnímání vztlakové síly vzduchu je lidské tělo. Člověk její působení, respektive nadnášení, nevnímá. Toto je dáno přizpůsobením se životu ve vzdušné atmosféře.[8]

### 3.4.3 PLOVÁNÍ TĚLES

Z Archimédova zákona vyplývá, že tělesa jsou ve vodě nadnášena **vztlakovou silou**. Ta závisí na objemu daného tělesa a na hustotě kapaliny vyjádřené vztahem:

$$F_{vz} = V \cdot \rho_k \cdot g$$

kde  $F_{vz}$  = vztlaková síla;  $V$  = objem;  $\rho_k$  = hustota kapaliny;  $g$  = tíhové zrychlení.

Když budeme mít nádobu s vodou a několik těles o stejném objemu, co bude rozhodovat o tom, zda bude těleso plovat, vznášet se, nebo se potopí? Rozhoduje o tom velikost síly, kterou je těleso přitahováno ke dnu nádoby. Velikost **tíhové síly** daného tělesa závisí na objemu daného tělesa a jeho hustotě, vyjádřeno vztahem:

$$F_g = V \cdot \rho_t \cdot g$$

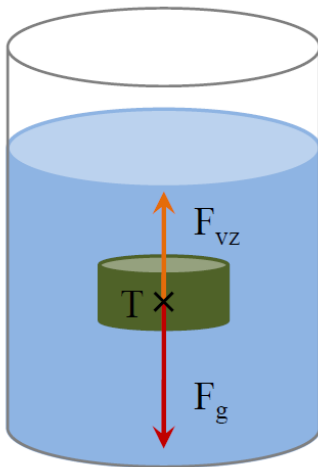
kde  $F_g$  = tíhová síla;  $V$  = objem;  $\rho_t$  = hustota kapaliny;  $g$  = tíhové zrychlení. Vzorce se liší pouze hustotami.

Těleso ponoříme zcela do kapaliny a udržíme jej v klidu. Uvolníme-li těleso, mohou nastat tři případy:

### 1. Těleso se potápí, klesá ke dnu.

Tíhová síla je větší než vztlaková. Tato situace nastane, pokud je průměrná hustota tělesa větší než hustota kapaliny.

$$\rho \text{ tělesa} > \rho \text{ kapaliny} \quad F_g > F_{vz}$$

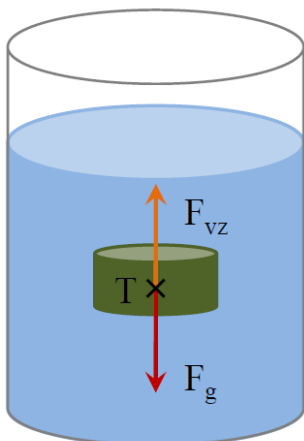


Obrázek 6: Těleso se potápí, Zdroj: vlastní

### 2. Těleso setrvává v klidu; říkáme, že se vznáší v kapalině.

Tíhová síla je stejně velká jako vztlaková. Tato situace nastane, pokud je průměrná hustota tělesa stejná jako hustota kapaliny.

$$\rho \text{ tělesa} = \rho \text{ kapaliny} \quad F_g = F_{vz}$$

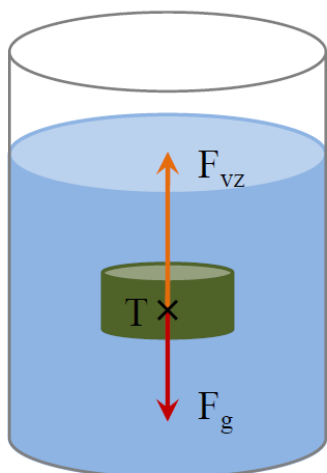


Obrázek 7: Těleso se vznáší, Zdroj: vlastní

### 3. Těleso stoupá k hladině kapaliny.

Tíhová síla je menší než vztlačová. Tato situace nastane, pokud je průměrná hustota tělesa menší než hustota kapaliny.

$$\rho \text{ tělesa} < \rho \text{ kapaliny} \quad F_g < F_{vz}$$



Obrázek 8: Těleso stoupá, Zdroj: vlastní

V tomto kontextu lze připomenout rozdíl mezi plaváním ryb a plováním jako fyzikálního jevu. Plavání ryb je pohyb, který ryby vykonávají. S pomocí Archimédova zákona můžeme vysvětlit pohyb ryb pod vodní hladinou. Ryby zpravidla mají ve svých útrokách plynový měchýř. Ten je produktem evoluce, kdy se vyvinul vychlípěním trávicí trubice a navazuje na střevo. Toto uspořádání umožňuje rybám ovládat množství vzduchu v měchýři (polykáním vzduchu, vypuzováním). Dle množství vzduchu, jež mají ryby ve

svém těle, ovlivňují schopnost pohybovat se v různých hloubkách. Zjednodušeně můžeme říci, že množství vzduchu, které má ryba ve svém těle, ovlivňuje průměrnou hustotu jejího těla. Podle toho, kolik vzduchu ve svém měchýři má, se ryba může pohybovat v různých hloubkách pod hladinou.[8]

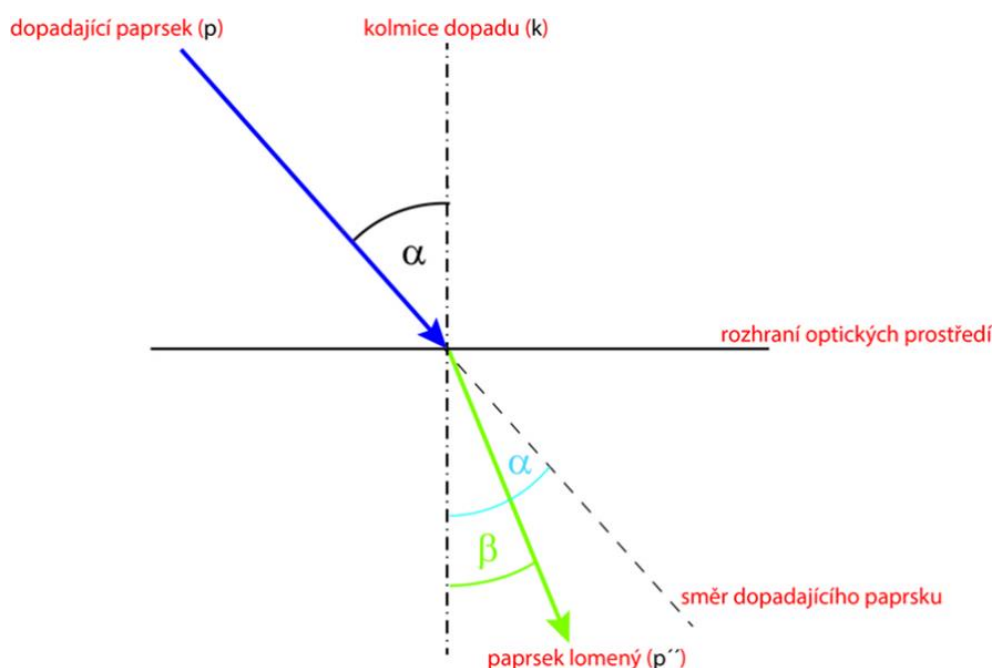
### 3.5 OPTICKÉ VLASTNOSTI VODY

Optické prostředí, které je nejčastěji zkoumáno lidským okem, je vzduch – vidíme barvy, předměty a okolní prostředí. Světlo neprochází jen vzduchem, ale i jinými optickými prostředími. Rychlost šíření světla je závislá na vlastnostech daného optického prostředí. Světlo se šíří nejrychleji ve vakuu, přibližně  $300\,000\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Ve vzduchu je tato rychlost velmi blízká rychlosti ve vakuu a má hodnotu  $299\,792\,458\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Ve vodě je světlo výrazně pomalejší a rychlost má hodnotu  $230\,000\,000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , to je asi o  $\frac{1}{4}$  nižší rychlost než ve vakuu. Obecně lze říci, že jedno optické prostředí je opticky řidší, nebo opticky hustší než jiné. Voda je prostředí opticky hustší, a proto je rychlost světla pouze na  $\frac{3}{4}$  rychlosti světla vzduchu. Dále platí, že světlo, resp. světelný paprsek, procházející z jednoho optického prostředí do druhého, mění svoji rychlost a zároveň na rozhraní optických prostředí dochází k jeho lomu a tím i změně směru (tabulka č. 3). Při přechodu světla z opticky řidšího prostředí do prostředí opticky hustšího, například ze vzduchu do vody, dochází k lomu světla ke kolmici. Naopak z vody do vzduchu dochází k lomu světla od kolmice.[8]

Tabulka č.3: Některé indexy lomu pro vlnovou délku 589 nm (žluté sodíkové světlo)			
látká	index	látká	index
vakuum	1	Typické sklo	1,50
vzduch	1,0029	Chlorid sodný	1,54
voda (20°C)	1,33	polystyren	1,55
aceton	1,36	sirouhlík	1,63
etylalkohol	1,36	Těžké flintové sklo	1,65

roztok cukru (30 %)	1,38	safír	1,77
tavený křemen	1,46	nejtěžší flintové sklo	1,89
roztok cukru (80 %)	1,49	diamant	2,42

Tabulka 3: Některé indexy lomu pro vlnovou délku 589 nm (žluté sodíkové světlo). Zdroj: HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky. 4. Brno: VUTIUM, 2000, s. 904 Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1868-0.



Obrázek 9: Lom světla ke kolmici, Zdroj: <http://elearning.zskj.cz/kurzy.php?id=39>

Do oka dopadají paprsky světla, které se odráží od daného předmětu. Díky tomu, že máme dvě oči, máme schopnost vnímat polohu bodu v prostoru, z něhož paprsky světla vyšly. Oko ale neumí rozpoznat, odkud paprsky světla pochází.



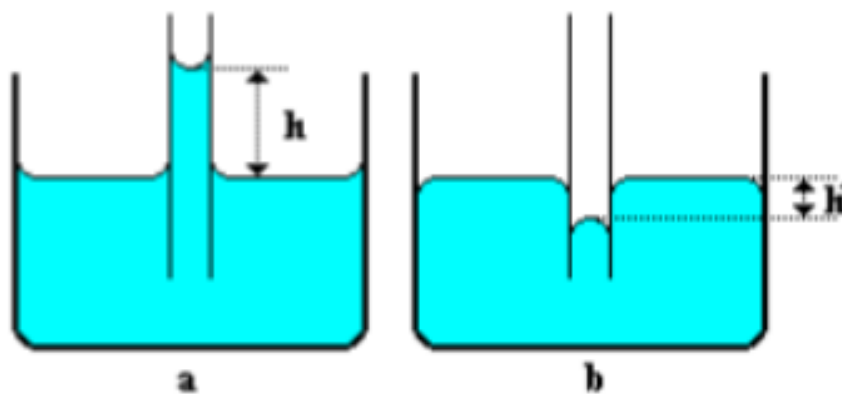
Obrázek 10: Lom světla na předmětu ve vodě. Zdroj: <https://www.pikist.com/free-photo-vybaq/cs>



### 3.6 KAPILÁRNÍ JEVY

Z povrchového napětí víme, že záleží na tom, zda jsou molekuly vody v povrchové vrstvě, nebo uvnitř kapaliny. Podle umístění molekul poté určíme směr výsledné síly, jež na ně působí. V situaci, kdy umístíte vodu do uzavřené nádoby, existují pouze dva přechody mezi prostředními: voda a vzduch; voda a nádoba. Voda se v těchto přechodech chová podle sil, které na ni působí. Když na molekulu vody působí větší síly od molekul nádoby, je přitahována ke stěně nádoby. Popisovaný jev je pozorovatelný u hladiny a tedy říkáme, že kapalina smáčí stěny nádoby s kapalinou. Když do této nádoby umístíme velice tenkou trubičku, které říkáme kapilára – pozorujeme jev nazvaný kapilární elevace. Povrchové síly působí na vnitřním obvodu kapiláry v případě uvedeném na obrázku 11 a) směrem vzhůru; v případě 11 b) směrem dolů. Tyto síly vyvolávají **kapilární tlak**  $p_k$ . V rovnovážném stavu se kapilární tlak rovná hydrostatickému tlaku sloupce hladiny o výšce  $h$ . **Výška  $h$  sloupce** kapaliny v kapiláře, zakreslená na obrázku 11, se nazývá:

- a) kapilární zvýšení – elevace
- b) kapilární snížení – deprese



Obrázek 11: Kapilární jevy

<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/643-kapilarita>

Uvedený jev kapilární elevace je jevem, bez kterého by například nemohly rostliny získávat vláhu. V rostlinách voda putuje ve směru z kořenů, do větví, listů a květů. Toto je umožněno právě kapilární elevací.

Pletiva rostlin jsou velmi tenké kanálky (trubičky), jež fungují stejně jako tenká trubička vložená do nádoby s kapalinou. Stejně kanálky se vyskytují i v textilních

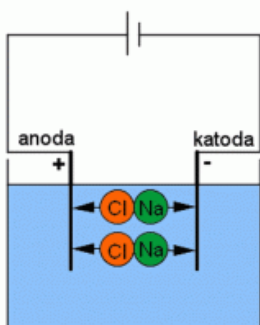
materiálech, ale také ve zdech domů. Když těmito kanálky voda stoupá, je to dáno kapilární elevací – voda vzlíná.

### 3.7 ELEKTRICKÁ VODIVOST VODY

Elektrická vodivost je schopnost vést elektrický proud. Kapaliny v čistém stavu (tedy jejich většina) jsou špatnými vodiči elektrického proudu. Například destilovaná voda je velmi dobrým izolantem, což je způsobeno tím, že neobsahuje dostatečný počet volně pohyblivých nabitých částic. Přidáme-li do vody látku (např. NaCl, KCl, KOH, HCl, HNO<sub>3</sub>...), která se v ní rozštěpí na pohyblivé ionty, vznikne vodivý roztok – elektrolyt.

Alessandro Volta k sestrojení svého vodivého článku použil dvě vodivé desky, tzv. elektrody, a mezi ně umístil kyselé prostředí – vodivý roztok neboli elektrolyt (z řeckého *lytikós* – určený k rozpouštění). Stejný pokus můžeme vyzkoušet s destilovanou vodou. Elektrody připojíme přes ampérmetr ke zdroji stejnosměrného napětí. Zjistíme, že obvodem neprochází žádný, či jen nepatrný proud. Jestliže do vody přidáme malé množství např. kuchyňské soli, proud v obvodu se podstatně zvětší. Pokus svědčí o tom, že přidáním soli, ale také kyseliny nebo zásady, do vody vzniká vodivý roztok – elektrolyt. Elektrolyty označujeme jako vodiče II. třídy, protože při průchodu proudu dochází současně k přenosu látky.

Ne všechny roztoky vedou elektrický proud. Např. vodný roztok cukru či alkoholu je nevodivý. Ani čisté látky nejsou dobrými vodiči. Příkladem může být destilovaná voda. Schopnost rozpouštědel vytvářet vodivé roztoky závisí na jejich relativní permitivitě. Čím je relativní permitivita vyšší, tím je schopnost rozpouštědla vytvářet vodivé roztoky lepší. Např. voda má  $\epsilon_r = 81$ .



Obrázek 12: Rozdělení molekuly NaCl pomocí elektrického proudu. Zdroj: KRÁLOVÁ Magda, Techmania Science Center, Creative Commons

Elektroda spojená s kladným pólem zdroje se nazývá anoda a elektroda spojená se záporným pólem zdroje je katoda. Působením elektrického pole v elektrolytu se směrem k anodě pohybují záporné ionty – anionty. Podobně označujeme kladné ionty názvem kationty. Kladně nabitě ionty sodíku jsou přitahovány k záporné elektrodě, kde přijmou jeden elektron a stanou se neutrálním atomem sodíku. Společně s molekulou vody se sloučí na hydroxid sodný (NaOH). Záporně nabitě ionty chlóru budou přitahovány ke kladně nabitě elektrodě, kde odevzdají jeden elektron, stanou se neutrálními atomy chlóru, jež uniká v podobě plynného chlóru  $\text{Cl}_2$ . Účinkem stejnosměrného proudu dochází k rozkladu elektrolytu.

Výsledný elektrický proud v elektrolytu závisí na jeho teplotě, protože s rostoucí teplotou se pohyblivost iontů zvyšuje. Závisí také na koncentraci roztoku, kdy s rostoucí koncentrací vodivost roztoku roste až k maximální hodnotě, dokud se roztok nestane nasyceným [12].

## 4. VYPRACOVÁNÍ METODICKÝCH MATERIÁLŮ PRO VYUŽITÍ VYBRANÝCH JEVŮ PŘI VÝUCE FYZIKY

Z uvedených fyzikálních jevů, které jsem teoreticky rozpracovala v kapitole Fyzikální analýza jevů spojených s vodou s přesahem do výuky fyziky na ZŠ, jsem pro praktické zpracování vybrala vedení tepla, Archimédův zákon, hydrostatický tlak, optické vlastnosti vody a kapilární jevy.

Metodické materiály mají část teoretickou, která uvádí fyzikální východiska daného jevu a odpovídá současnému poznání. Dále materiály obsahují popis průběhu experimentu, včetně záznamu jeho výsledku. Důležitou součástí jsou pracovní listy. Ke všem pokusům jsou vypracovány pracovní listy, které obsahují část teoretickou, motivační a provedení pokusu. Všechny pracovní listy jsou připojeny jako přílohy 1 až 5.

Při zpracování těchto listů jsem zhodnotila své pedagogické zkušenosti. Sama pracovní listy ve výuce využívám a vytvářím si vlastní. V úvodu vždy uvádím návaznost na probíranou látku. Žák si připomene výklad a nabývá jistoty při provedení pokusu. Jako v hodinách matematiky používám v začátku hodiny matematickou rozcvičku (rychlé opakování násobilky, počítání číselných řad a podobně), v pracovních listech zařazuji motivační část. Děti rády luští rébusy, křížovky a doplňovačky. Tyto úkoly také připravují žáka na provedení pokusu, protože jsou tematicky sladěné s pokusem. Následuje provedení pokusu, záznamy pozorování a výsledný poznatek. Na závěr doporučuji pod vedením učitele si ve skupinách sdělit výsledky pokusů a motivačních úkolů, tedy provést zpětnou vazbu.

Ve svých přípravách využívám pro inspiraci několik učebnic od různých autorů a pracovní listy volně přístupné na výukových portálech. Se zavedením RVP a ŠVP si každá škola strukturuje a diferencuje učivo dle svých individuálních potřeb a podle svého zaměření. To je další důvod pro vlastní tvorbu. Oceňuji, že mohu originálně zprostředkovávat přenos informací v podobě fyzikálního poznávání žákům. Mám možnost přizpůsobit náročnost učiva aktuálním potřebám třídy a jedinců se specifickými potřebami učení ve třídě. A co je velmi důležité, neztrácím čas na přepisování, zadání, kreslení schémat a náčrtků na tabuli. Používání pracovních listů ve výuce usnadňuje individuální přístup; nadaní žáci řeší úlohy rychleji a samostatně, zatímco méně nadaným žákům a žákům s individuálními plány mám možnost se věnovat více. Pracovní list ve výuce je pro mne opora, která mi dává jistotu a podklad pro diagnostiku pochopení učiva.

Výběr experimentů byl také ovlivněn možnostmi domácí realizace. Domnívám se, že pro žáky je důležité, aby si některé fyzikální jevy mohli sami doma provést. Další možností je jejich pozorování v přírodě, např. povrchové napětí. Spatřuji v tomto přínos především pro žáky, kteří jsou více prakticky zaměřeni, a pro žáky, kteří mají zájem si prohlubovat své vědomosti.

## **4.1 Vedení tepla v kapalině a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu**

**Název pokusu:** Vedení tepla v kapalině

**Problémová otázka:** Je voda dobrým vodičem tepla?

**Znalosti žáků před pokusem:** Voda se vyskytuje ve třech různých skupenstvích. Ke změně skupenství dochází dodáním, nebo odebráním vnitřní energie. Látku tedy zahřejeme, či zchladíme. Teplo přechází z jednoho tělesa na druhé vedením, prouděním nebo sáláním. V kapalinách a plynech se teplo šíří prouděním.

**Očekávaný výstup:** Žák umí na základě provedeného experimentu vyvodit správný závěr; vyhledávat informace v MFCH tabulkách; zaznamenat vhodnou formou a srozumitelně výsledky do pracovního listu.

**Cíl pokusu:** Pokusem ověříme, jaká je tepelná vodivost vody. Zhodnotíme, zda je voda dobrým vodičem tepla.

**Pomůcky:** Pracovní list, tužka, pero, zkumavka, kahan, zapalovač, voda, ledové kostky, kovová kulička nebo kovová matka, laboratorní kleště.

**Způsob provedení pokusu:** Práce v malých skupinách (2–4 žáci).

**Klasifikace pokusu:** Motivační, skupinový žákovský pokus, pozorování, práce s pracovním listem.

**Pracovní postup:** Žáci do zkumavky vloží kousek ledu, zatíží jej kovovou kuličkou nebo maticí, aby nevyplaval. Poté dolijí zkumavku studenou vodou až skoro po okraj. Zapálí kahan a seřídí plamen. Do laboratorních kleští uchopí zkumavku a její horní konec budou

ohřívát nad kahanem. Je nutné dodržovat bezpečnost při práci. Žáci pozorují var vody u hladiny vody ve zkumavce a zároveň led na dně zkumavky.



**Nákres nebo ilustrační foto pokusu:**

*Obrázek 16: Pokus vedení tepla ve vodě. Zdroj: vlastní*

**Vysvětlení pokusu:** V jednom okamžiku má voda ve zkumavce skupenství kapalně, pevně a plynně. Z dějů probíhá zároveň vypařování a tání. Porovnáním hodnoty měrné tepelné kapacity vody a jiných látek lze vyvodit účinnost vedení tepla ve vodě.

**Doplňující otázky pro žáky:** Jaký by měl pokus průběh, kdybyste zahřívali kádinku od dolního konce zkumavky? Jak funguje topná soustava, kde dochází k rozvodu tepla? Jak probíhá ochlazování nápoje kostkami ledu?

**Metodické poznámky pro učitele:** Před zahájením práce provést poučení o správném a bezpečném zacházení s kahanem (zejména seřízení plamene), zápalkami a laboratorními kleštěmi. Doporučuji vyzkoušení uchopení zkumavky kleštěmi před pokusem. Ponechat k dispozici učebnici a zapnutý alespoň jeden PC pro rychlé dořešení motivačních úkolů.

**Mezipředmětové vztahy:** Český jazyk – práce se slovy (přesmyčky, křížovka)

**Průřezová témata:**

Environmentální výchova – jiné zdroje vytápění, účinnější a ekologicky šetrnější řešení.

Osobnostní a sociální výchova – při skupinové práci umět vyjadřovat názor a diskutovat o problému, vzájemně spolupracovat s cílem společného úspěšného zvládnutí úkolu.

## 4.2 Archimédův zákon a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu

**Název pokusu:** Archimédův zákon

**Problémová otázka:** Jak působí voda na tělesa do ní ponořená?

**Znalosti žáků před pokusem:** Tlak v kapalině způsobený její vlastní tíhou se nazývá hydrostatický tlak. Hydrostatický tlak závisí na hloubce, druhu kapaliny – na její hustotě a tíhovém poli, v němž se kapalina nachází.

**Očekávaný výstup:** Žák umí na základě provedeného experimentu vyvodit správný závěr; zaznamenat vhodnou formou a srozumitelně výsledky do pracovního listu; žák umí vypočítat velikost vztlakové síly; žák rozumí podstatě Archimédova zákona; umí jej použít v praxi.

**Cíl pokusu:** Pokusem ověříme platnost Archimédova zákona v praxi. Provedení motivačního a následně ověřovacího pokusu.

**Pomůcky:** Pracovní list, tužka, pero, hlubší nádoba z plastu, kyblík s vodou, taška s kameny, závaží o hmotnosti 0,5 kg, siloměr, kádinka s vodou.

**Způsob provedení pokusu:** Práce v malých skupinách (2–4 žáci).

**Klasifikace pokusu:** Motivační, skupinový žákovský pokus, pozorování, práce s pracovním listem.

**Pracovní postup:** V igelitové tašce umístěné kameny žáci potěžkají na vzduchu. Následně tašku vloží do prázdného kyblíku a drží ji stále v ruce za uši. Začnou přilévat vodu do kyblíku, dávají si pozor, aby voda nevnikla do tašky. Žáci zkouší tašku s kamením zvedat. Ve skupině se prostřídají. Porovnávají pocitově tíhu kamení na vzduchu a tíhu kamení ponořeného do vody.

Při ověřovacím pokusu zavěsí závaží na siloměr. Hodnotu na siloměru žáci odečtou a zaznamenají. Poté závaží zavěšené na siloměru zcela ponoří do kádinky s vodou. Hodnotu síly na siloměru žáci odečtou a zapíší. Síly porovnají a vysloví závěr.

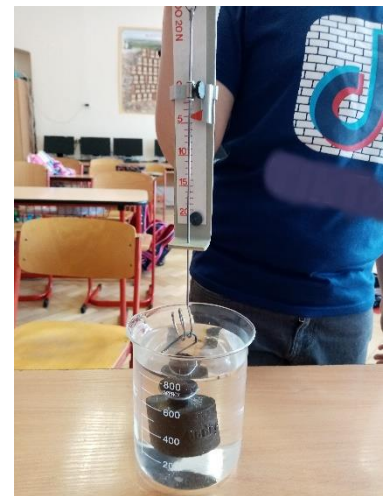
### Nákres nebo ilustrační foto pokusu:



Obrázek 17



Obrázek 18



Obrázek 19

Obrázek 17, 18, 19: Průběh pokusu nadnášení vodou. Zdroj: vlastní experiment.

**Vysvětlení pokusu:** Vztlková síla vzniká jako důsledek rozdílu hydrostatického tlaku na dolní a horní podstavu tělesa. Vztlková síla směřuje vždy proti směru tíhové síly, tedy vzhůru. Její velikost závisí na objemu ponořené části tělesa a na hustotě kapaliny (a také na tíhovém zrychlení). Nezávisí na hloubce či celkovém objemu kapaliny, ani na hustotě nebo hmotnosti tělesa.

**Doplňující otázky pro žáky:** Tlaková síla v kapalině působí všemi směry, jak to můžeme dokázat? Jaký hydrostatický tlak je u hladiny nebo v hloubce 10 m?

**Metodické poznámky pro učitele:** Upozornit žáky na dodržování bezpečnosti a pořádku na pracovišti. Vést žáky k ustálení návyku po každém měření zapsat hodnoty, výsledek pozorování a závěr. Ponechat k dispozici učebnici a zapnutý alespoň jeden PC pro rychlé dořešení motivačních úkolů.

#### Mezipředmětové vztahy:

Český jazyk – práce se slovy (přesmyčky, křížovka).

Matematika – práce s kalkulátorem.

Přírodopis – voda na lidské tělo působí tlakovou silou ze všech stran, ale také nadnáší.



### **Průřezová témata:**

Osobnostní a sociální výchova – při skupinové práci umět vyjadřovat názor a diskutovat o problému, vzájemně spolupracovat s cílem společného úspěšného zvládnutí úkolu.

## **4.3 Hydrostatický tlak v kapalinách a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu**

**Název pokusu:** Hydrostatický tlak v kapalinách

**Problémová otázka:** Zvětšuje se hydrostatický tlak v kapalině v závislosti na výšce hladiny?

**Očekávaný výstup:** Žák umí na základě provedení experimentu vyvodit správný závěr; zaznamenat vhodnou formou a srozumitelně výsledky do pracovního listu; žák umí vypočítat velikost hydrostatického tlaku; žák chápe závislost velikosti hydrostatického tlaku na hloubce a hustotě kapaliny; umí toto použít v praxi.

**Cíl pokusu:** Pokusem ověříme, zda tlak vody působí směrem dolů a dokážeme, že hydrostatický tlak závisí na hloubce od hladiny.

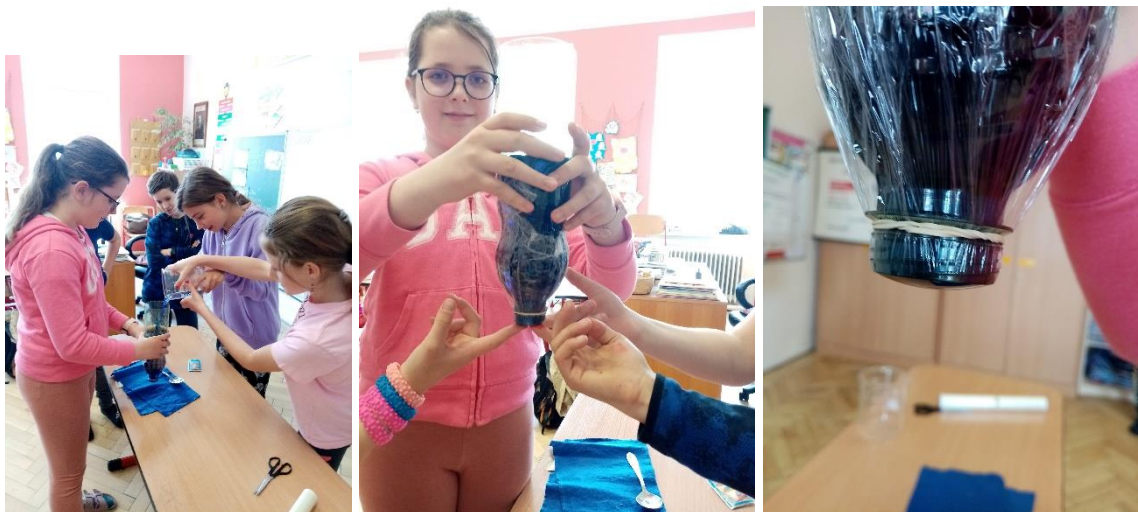
**Pomůcky:** Pracovní list, tužka, pero, PET lahev, pružná blána, gumička, voda, kádinka, potravinářské barvivo, lžice, nůžky.

**Způsob provedení pokusu:** Práce v malých skupinách (2–4 žáci).

**Klasifikace pokusu:** Motivační, skupinový žákovský pokus, pozorování, práce s pracovním listem.

**Pracovní postup:** Na hrdlo upravené lahve žáci upevní pomocí gumičky blánu. Blána musí být neporušená. Naplní kádinku 800 ml vody, nasypou modré potravinářské barvivo a zamíchají. Zaznamenají do pracovního listu předpoklad, co se bude dít s blánou po nalití 200 ml vody. Otočí lahev hrdlem dolů a nalijí 200 ml vody. Zrakem a pohmatem zjistí změny na fólii. Zakreslí či popíše výsledek do pracovního listu. Dále žáci zaznamenají do pracovního listu předpoklad, co se bude dít s potravinářskou fólií po nalití dalších 600 ml vody. Poté nalijí zbývajících 600 ml vody a zrakem a pohmatem zjistí změny na bláně. Zakreslí nebo popíše výsledek do pracovního listu.

### Nákres nebo ilustrační foto pokusu:



Obrázek 20

Obrázek 21

Obrázek 22

Obrázek 20,21,22: Průběh pokusu působení hydrostatického tlaku na dno lahve. Zdroj: vlastní experiment.

**Vysvětlení pokusu:** Blána se prohýbá směrem dolů v závislosti na množství vody v lahvi.

**Doplňující otázky pro žáky:** V lahvi je určitý tlak vody. Můžeme zásahem do lahve nebo blány tlak snížit?

**Metodické poznámky pro učitele:** Upozornit žáky na dodržování bezpečnosti a pořádku na pracovišti. Vést žáky k ustálení návyku po každém měření zapsat hodnoty, výsledek pozorování a závěr. Ponechat k dispozici učebnici a zapnutý alespoň jeden PC pro rychlé dořešení motivačních úkolů.

#### Mezipředmětové vztahy:

Český jazyk – práce se slovy (přesmyčky, křížovka).

Matematika – práce s kalkulátorem.

Přírodopis – krevní tlak u člověka.

#### Průřezová témata:

Osobnostní a sociální výchova – při skupinové práci umět vyjadřovat názor a diskutovat o problému, vzájemně spolupracovat s cílem společného úspěšného zvládnutí úkolu.

#### **4.4 Optické vlastnosti vody a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu**

**Název pokusu:** Optické vlastnosti vody.

**Problémová otázka:** Proč ponořené předměty ve vodě vidíme zalomené, nebo se jeví jako v menší hloubce?

**Znalosti žáků před pokusem:** Dopadá-li paprsek světla na rozhraní dvou optických prostředí, láme se podle rozdílné optické hustoty prostředí – dochází k lomu ke kolmici, nebo k lomu od kolmice.

**Očekávaný výstup:** Žák umí na základě provedení experimentu vyvodit správný závěr; zaznamenat vhodnou formou a srozumitelně výsledky do pracovního listu; žák umí vysvětlit zákon lomu a zná jeho praktické projevy.

**Cíl pokusu:** Pokusem ověříme, že dopadající paprsek světla na rozhraní dvou optických prostředí se láme.

**Pomůcky:** Zrcátko, široká nádoba na vodu, voda.

**Způsob provedení pokusu:** Práce v malých skupinách (2–4 žáci).

**Klasifikace pokusu:** Motivační, skupinový žákovský pokus, pozorování, práce s pracovním listem.

**Pracovní postup:** Žáci naplní nádobu vodou, asi 5 cm pod okraj. Jeden ze skupiny žáků ponoří částečně zrcátko do vody. Zrcátko musí být ve vodě ponořeno hlouběji než prsty. Druhý žák ponoří do vody prsty ruky a vzájemnou spoluprací se pokusí vytvořit odraz prstů tak, aby na zrcátku vznikl dvojitý obraz. Když má žák ve vodě tři prsty, uvidí v zrcátku šest. Ve skupině se žáci prošťídají.

**Nákres nebo ilustrační foto pokusu:**



Obrázek 23



Obrázek 24

Obrázek 23,24: Průběh ukázky lomu světla. Zdroj: vlastní experiment.

**Vysvětlení pokusu:** Prochází-li světlo z opticky řidšího prostředí do prostředí opticky hustšího, jako ze vzduchu do vody, dochází k lomu paprsku směrem ke kolmici a úhel dopadu je tedy větší než úhel lomu paprsku.

**Doplňující otázky pro žáky:** Co znamená hodnota indexu lomu pro vodu 1,33 ve vztahu k vakuu?

**Metodické poznámky pro učitele:** Ponechat k dispozici učebnici a zapnutý alespoň jeden PC pro rychlé dořešení motivačních úkolů.

**Mezipředmětové vztahy:**

Český jazyk – práce se slovy (přesmyčky, křížovka).

Matematika – měření a porovnávání úhlů, rýsování kolmic, prostorová představivost.

**Průřezová témata:**

Osobnostní a sociální výchova – při skupinové práci umět vyjadřovat názor a diskutovat o problému, vzájemně spolupracovat s cílem společného úspěšného zvládnutí úkolu.

## 4.5 Kapilární jevy a možnosti zapojení do výuky pomocí experimentu

**Název pokusu:** Kapilární jevy

**Problémová otázka:** Má voda zvláštní sílu nazývanou povrchové napětí, které působí na plovoucí předměty? Co se stane s tímto předmětem, pokud změníme povrchové napětí?

**Znalosti žáků před pokusem:** U klidné kapaliny považujeme hladinu za část vodorovné roviny. Na hladině vody je povrchová blána, která má určitou pevnost a pružnost. Fyzikální veličina, jež popisuje vlastnosti povrchové blány, se nazývá povrchové napětí. Čím je povrchové napětí větší, tím snáze se na jeho povrchu mohou udržet různá tělesa.

**Očekávaný výstup:** Žák umí na základě provedení experimentu vyvodit správný závěr; zaznamenat vhodnou formou a srozumitelně výsledky do pracovního listu; žák chápe vznik povrchové blány na základě povrchového napětí.

**Cíl pokusu:** Experimentálně ověřit přítomnost a vlastnosti povrchového napětí.

**Pomůcky:** Pracovní list, tužka, pero, velké umyvadlo naplněné studenou vodou, tuhý barevný papír, kapalný saponátový prostředek, nůžky, pravítko.

**Způsob provedení pokusu:** Práce v malých skupinách (2–4 žáci).

**Klasifikace pokusu:** Motivační, skupinový žákovský pokus, pozorování, práce s pracovním listem.

**Pracovní postup:** Žáci si vyrobí člun, vystříhnou rovnoramenný trojúhelník z tuhého barevného papíru. Nádobu z poloviny naplníme vodou a pozorujeme tvar hladiny. Chvilí počkáme, až voda přestane vířit a na hladinu položíme člun, který plave. Na prst si žák dá kapku saponátu. Je-li hladina klidná, jemně se jí dotkne omočeným prstem za člunem. Člun prudce odstartuje. Budeme-li chtít pokus opakovat, musíme vyměnit vodu v nádobě.

### Nákres nebo ilustrační foto pokusu:



Obrázek 25



Obrázek 26

Obrázek 25: Saponátem měníme povrchové napětí. Zdroj: vlastní experiment

Obrázek 26: Člun se pohybuje. Zdroj: vlastní experiment

**Vysvětlení pokusu:** Saponát zeslabí tah povrchového napětí vody za člunem. Tah povrchového napětí je před člunem silnější než za ním, takže je člun tažen dopředu.

### Doplňující otázky pro žáky:

**Metodické poznámky pro učitele:** Ponechat k dispozici učebnici a zapnutý alespoň jeden PC pro rychlé dořešení motivačních úkolů.

### Mezipředmětové vztahy:

Český jazyk – práce se slovy (přesmyčky, křížovka).

Přírodopis – ochranná funkce srsti živočichů před vodou

### Průřezová témata:

Osobnostní a sociální výchova – při skupinové práci umět vyjadřovat názor a diskutovat o problému, vzájemně spolupracovat s cílem společného úspěšného zvládnutí úkolu.

Environmentální výchova – šetrné používání čistících prostředků.

## 4.6 VHODNÉ DIDAKTICKÉ ZAČLENĚNÍ VYBRANÝCH JEVŮ DO VÝUKY FYZIKY.

Při začleňování vybraných jevů do výuky musíme zvážit, s jakými typy didaktických prostředků je nutné pracovat a jaké máme ve skutečnosti k dispozici.

**Realizace** uvedených **experimentů** je snadná a lze je zvládnout i s běžně dostupnými didaktickými pomůckami. Časové rozložení tématu v hodině (45 minut/téma): úvodní seznámení se s cíli hodiny, programem, motivace, kontrola pomůcek donesených žáky; využití techniky a pomůcek (15 minut). Příprava a realizace experimentu (25 minut). V závěrečné části hodiny vymezené časem cca 5 minut: zhodnocení, pochvaly a napomenutí.

Tyto žákovské pokusy se uskutečňují při **skupinové výuce**, kdy skupiny tvoří tři až pět žáků. Žáci musí ve skupině projevit více samostatnosti v porovnání s frontálním pokusem. Také je zde menší role učitele při přípravě a provádění pokusů. Aby činnost žáků byla dostatečně samostatná a motivovaná, je dobré žáky připravit na provedení pokusu v závěru předešlé hodiny.

Popisované experimenty jsou **reálné** (pravé pokusy) předvádějí přímo fyzikální jev a jeho zákonitosti. Pokusy jsou přímo dostupné smyslovému pozorování zaměřenému na originální objekt či proces. To znamená, že žák pozoruje, měří a vyhodnocuje. Tyto pokusy lze řadit i do skupiny pokusů **prohlubujících učivo**, navazují přímo na probranou látku. V pracovních listech je uvedeno, že dané pokusy se ve skupině opakují a některé nabízejí i možnost obměny. Pokus se stává pro žáka zážitkem, ale především zdrojem poznání. Velkou úlohu pro vytvoření zájmu o pokus hraje jednoduchost pokusu. Čím je pokus jednodušší, tím jej žáci sledují s větším zájmem. Poutavost, zajímavost a bezpečnost prováděného pokusu podporuje jeho srozumitelnost.

## **5. ZPRACOVÁNÍ A NÁVRH JEDNOHO JEVU FORMOU „BADATELSKY ORIENTO VANÉ VÝUKY“**

Badatelsky orientovaná výuka je možností, jak prohloubit teoretické a praktické znalosti fyziky. V kontextu této práce se jedná o část fyziky, kde se žáci základní školy seznamují s vlastnostmi vody. Předpokladem je, že jsou již dostatečně seznámeni s fyzikálními vlastnostmi vody a je prostor pro podrobnější práci na dané téma, například přechody vody mezi jednotlivými skupenstvími látek.

Realizovaná badatelská výuka „Vlastnosti vody“ počítá se zapojením žáků 7.–8. tříd tak, jak je předjímá RVP ZV. Nelze však opomenout možnost, že uvedenou výuku lze realizovat i v nižších ročnících základního vzdělání v částech, kde se ve fyzice pracuje s jednotkami, měřením a měřicími přístroji.

Role učitele je dána jeho samostudiem a teoretickou přípravou, dále zajištěním fyzikálních pomůcek a organizací průběhu, včetně vyhodnocení.

Cílem je shrnout znalosti, zdokonalit a posunout dovednosti žáků v oblasti experimentování, bádání a laboratorních dovedností. Časová jednotka, za kterou je nutné badatelskou hodinu realizovat, odpovídá cca 45 minutám, to znamená jednu vyučovací hodinu. Záznam o realizaci žáci provádí do připraveného pracovního listu nebo do zvláštního sešitu, je-li taková výuka prováděna častěji. Výsledkem je provedení experimentu, včetně záznamu o jeho provedení – naměřené hodnoty v tabulce a tvorba myšlenkových závěrů.

Badatelsky orientovaná výuka může mít i podobu projektu. Časově náročnější experiment má výhodu, že žák je rád překvapován a těší se na zaznamenaný výsledek v delším časovém horizontu. Navrhovaný badatelský pokus má dvě části a je rozložen do dvou vyučovacích hodin. První část je o vlastnostech vody. Druhá část je již navržena s motivačním přesahem k následující kapitole fyziky – vlastnosti plynů. Ovšem stále je zde sledována myšlenková linka využití Archimédova zákona. Pokus se jeví podobně, ale je použit jiný postup při vynořování tělesa pomocí nafouknutí balonku.

Žáci by si měli prohloubit dovednosti potřebné k provádění pokusů, především schopnost vyhodnotit z jejich výsledků nový poznatek. Důležitá je práce s odborným textem a následné zpracování poznámek. Učí se tak vyjadřovat písemně i ústně přesně a úsporně. Velmi důležité je žáky směřovat tak, aby dokázali najít přímou využitelnost získaných



poznatků v běžném životě a nalézat propojení poznatků z fyziky s ostatními přírodovědnými předměty.

## BADATELSKÝ POKUS

### Jaké zákonitosti využívají ryba i ponorka?

**Problémová otázka:** Proč se ponorka potopí a zase vyplave?

**Cílová skupina:** 7.–8. ročník

**Potřebný čas:** 2 vyučovací hodiny

**Znalosti žáků před pokusem:** Tlak v kapalině způsobený její vlastní tíhou se nazývá hydrostatický tlak. Hydrostatický tlak závisí na hloubce, druhu kapaliny – její hustotě a gravitačním poli, v němž se kapalina nachází.

**Příprava před lekcí:** Žákům učitel oznámí, že v příští lekci se stanou badateli a budou zkoumat, jaký má vliv Archimédův zákon (který již znají) na tělesa v kapalině. Za domácí úkol ať si promyslí a zopakují, jaké síly na těleso v kapalině působí. Učitel vytiskne pracovní list pro každého žáka, připraví pomůcky (plastové lahve, kde v podélné ose vytvoří 4-5 děr a otvor pro brčko, který je umístěn naproti ostatním otvorům, brčka, izolepu, nůžky, závaží; plastovou lahev, hadičku, balonek, modelínu, provázek).

**Očekávaný výstup:** Žák umí na základě provedeného experimentu vyvodit správný závěr; zaznamenat vhodnou formou a srozumitelně výsledky do pracovního listu; rozumí podstatě Archimédova zákona; umí jej použít v praxi.

**Cíl pokusů:** Žáci se seznámí s Archimédovým zákonem, v souvislosti s ním se dozví, jak je možné, že např. lidé a velké lodě mohou plavat po vodě, aniž by se potopili, a na jakých principech funguje ponorka. V experimentální části si sestaví ponorku.

**Pomůcky:** Pracovní list 1, pracovní list 2, akvárium nebo jiná průhledná nádoba, voda, plastová lahev, brčko, závaží (kovové kuličky a válečky), izolepa, nůžky, PET lahev s hadičkou a balonkem.

**Způsob provedení pokusů:** Práce v malých skupinách (2–4 žáci).

**Klasifikace pokusu:** Motivační, demonstrační a heuristický pokus, pozorování, práce s pracovním listem.

**Část první:** Pracovní list 1

**Motivační část:**

- 1) Žáci navrhnu a předvedou možné polohy těla ve vodě tak, aby se tělo nepotopilo.
- 2) Po přečtení textu a pomocí obrázku žáci sestaví hypotézu, na jakém principu funguje ponorka. Pokusí se uvést podobnost s plaváním ryb.

**Pracovní postup pokusu:**

Žáci obdrží do skupiny připravenou plastovou lahev (v podélné ose lahve je 4-5 děr a otvor pro brčko je umístěn naproti ostatním otvorům). Žáci přistříhnou brčko do špičky, zasunou jej do otvoru a zalepí izolepou, aby mezi brčkem a otvorem nepropouštěl vzduch. Do lahve vloží závaží: kovové matky, kovové kuličky a podobně.

Položí lahev (ponorku) na hladinu vody a přiloží prst k brčku. Vzduch neuniká ven, takže zůstane ponorka na hladině. Prst dají pryč, vzduch začne unikat ven, ponorka nabírá vodu otvory u dna. Ponorka se potápí. Zvětšuje se hmotnost ponorky, tíhová síla je větší než vztlaková síla.

Po dosednutí ponorky začnou žáci s jejím vynořením, foukají vzduch pomocí brčka do ponorky. Začne se zmenšovat hmotnost, její tíhová síla je menší než vztlaková síla.

**Závěr první části:**

V závěru hodiny žáci ve skupinách zformulují závěr pozorování a zapíší jej do pracovního listu. Vyjádří se k platnosti hypotézy, kterou vyslovili před zahájením pokusu. Na základě zkušenosti ji upraví. Pracovní skupiny pod vedením pedagoga přečtou pro porovnání svůj předpoklad a výslednou formulaci. Učitel seznámí v krátkosti žáky s programem na další hodinu. Jako domácí přípravu zadá žákům vyhledání informací, kde všude v praxi (především v dopravě) se využívá Archimedův zákon.

**Nákres nebo ilustrační foto pokusu:**



Obrázek 27: Lahev-ponorka. Zdroj: vlastní experiment.



Obrázek 28: Lahev-ponorka plave.

Zdroj: vlastní experiment.



Obrázek 29: Lahev-ponorka zanořená. Zdroj: vlastní experiment.



Obrázek 30: Lahev-ponorka vynoření.

Zdroj: vlastní experiment.

## **Část druhá: Pracovní list 2**

### **Motivační část:**

- 1) Žáci uvedou využití Archimédova zákona v běžném životě.
- 2–6) Odpoví na dané tematické otázky.

### **Pracovní postup pokusu:**

Žáci obdrží do skupiny připravenou plastovou lahev (lahev s hadičkou a balonkem). Do lahve žáci vloží kovové válečky, lahev uzavrou a utěsní pomocí modelíny hadičku k víčku.

Položí lahev (ponorku) na hladinu vody a přidržují hadičku. Vzduch uniká ven, ponorka nabírá vodu otvory u dna. Ponorka se potápí. Zvětšuje se hmotnost ponorky, tíhová síla je větší než vztlaková síla.

Po dosednutí ponorky začnou žáci s jejím vynořením, foukají vzduch pomocí hadičky do balonku v ponorce. Balonek zvětšuje svůj objem, vytlačuje vodu. Začne se zmenšovat hmotnost, tíhová síla je menší než vztlaková síla.

### **Závěr druhé části:**

Na konci hodiny žáci ve skupinách zformulují závěr pozorování a zapíší jej do pracovního listu. Vyjádří se k výsledkům a průběhu obou pokusů. Učitel provede shrnutí a hodnocení. Poukáže na spojitost s dalším tématem – vlastnosti plyných látek.

### Nákres nebo ilustrační foto pokusu:



Obrázek 32: Lahev-ponorka s balonkem. Zdroj: vlastní experiment. Obrázek 33: Lahev-ponorka s balonkem – vynoření. Zdroj: vlastní experiment.

**Metodické poznámky pro učitele:** Upozornit žáky na dodržování bezpečnosti a pořádku na pracovišti. Vést žáky k ustálení návyku po každém měření zapsat hodnoty, výsledek pozorování a závěr.

PET lahve mají připravené otvory z důvodů časových a bezpečnostních. Otvory jsou vypáleny nahřátým velkým hřebíkem držným v kleštích nad kahanem. Kompletaci ponorek již provádí žáci samostatně.

#### **Mezipředmětové vztahy:**

Přírodopis – vodní obratlovci: ryby

Dějepis – průmyslová revoluce: vynálezy

#### **Průřezová témata:**

Osobnostní a sociální výchova – při skupinové práci umět vyjadřovat názor a diskutovat o problému, vzájemně spolupracovat s cílem společného úspěšného zvládnutí úkolu.

## **6. OVĚŘENÍ EFEKTIVITY NAVRŽENÝCH METODICKÝCH MATERIÁLŮ A POSTUPŮ.**

### **6.1 Zvolená metoda pedagogické sondy**

Ověření navržených metodických materiálů je rozděleno na dvě skupiny. První skupina – vyučující přírodovědných předmětů, hodnotili pracovní listy k vybraným fyzikálním jevům v kapitole 4. Jako metoda byl zvolen anonymní dotazník. Dotazník je dobře přijímán u respondentů. Distribuce, vyplnění a navrácení dotazníku je rychlé a jednoduché. Dotazník byl distribuován e-mailem.

Druhá skupina – žáci, hodnotili navržený badatelský pokus. Bezprostředně po ukončení a vyhodnocení experimentu jim byl předložen anonymní dotazník. Otázky byly formulovány tak, aby byly významem jednoznačné. Dotazník není obsáhlý, aby žáci neztratili motivaci a soustředěnost při jeho vyplňování.

### **6.2 Prezentace výzkumu – učitelé**

Pracovní listy k vybraným fyzikálním jevům byly předloženy k posouzení nebo k případnému provedení vyučujícím přírodovědných předmětů na základních školách ve městě Písek. Pro spolupráci se podařilo získat celkem 18 vyučujících. Data byla pomocí anonymního dotazníku sbírána v období od 3. 4. 2021 až 15. 6. 2021. Dotazník pro vyučující je uveden v příloze 8.

#### **1. otázka: Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?**

Otázka byla zvolena cíleně z důvodu prokázání validnosti dat. Pedagog s delší praxí ve výuce má praktické zkušenosti, dokáže přesněji hodnotit předložené materiály. Výsledek otázky č. 1 je uveden v tabulce č. 5.

## Tabulka č. 5

*Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
0–3 roky	5
4–7 let	11
8 a více let	3

Převážná část odpovídajících pedagogů má praxi mezi 4–7 roky, cca 61 %. To je dostatečná praxe s výukou žáků na základní škole. Lze tedy jejich hodnocení považovat za validní.

### 2. otázka: Vystudoval/a jsem učitelství fyziky pro:

Druhá otázka zjišťuje, zda vyučující má ve své aprobaci fyziku. Možnosti odpovědi jsou rozšířeny na střední školu a vystudování jiného předmětu. Výsledek otázky č. 2 je uveden v tabulce č. 6.

## Tabulka č. 6:

*Vystudoval/a jsem učitelství fyziky pro:*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Základní školu	12
Střední školu	2
Učitelství jiného předmětu	4

Odpovědi ukazují, že 78 % respondentů má aprobaci pro fyziku (bez ohledu na stupeň vzdělávání). To dostatečně prokazuje vhodnost respondentů ke kvalitní kvalifikované odpovědi.

### 3. otázka: Používáte ve výuce badatelský typ výuky?

Vyučující vypovídali, zda do své výuky zařazují badatelskou výuku. O vyučujících, kteří odpověděli **ano**, to značí, že pracují s problémovými úlohami a neomezují se pouze na

zažité, ustálené formy výuky. Jsou přístupni novým pohledům na fyziku a jsou ochotni věnovat tomu čas. Respondenti s odpovědí **ne** se s touto výukou nesetkali, nebo mají k tomuto typu výhrady, možná jim to neumožňují podmínky na škole. Výsledek otázky č. 3 je uveden v tabulce č. 7.

**Tabulka č. 7:**

Používáte ve výuce badatelský typ výuky?

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	11
Ne	7

Ze získaných odpovědí lze odvodit, že cca 60 % vyučujících se věnuje badatelské výuce. Více než polovina pedagogů je ochotna a schopna pracovat s tímto typem výuky.

**4. otázka: Máte v rámci výuky dostatečný prostor pro badatelskou výuku?**

Otázka navazuje a rozšiřuje otázku předešlou. Pedagog může být zastáncem tohoto typu výuky, ale nemá k realizaci vytvořeny vhodné podmínky. Nedovoluje mu to například vybavenost školy, přístup vedení školy, časová vytíženost a podobně. Výsledek otázky č. 4 je uveden v tabulce č. 8.

**Tabulka č. 8:**

Máte v rámci výuky dostatečný časový prostor pro badatelskou výuku?

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	6
Ne	12

Výsledek šetření potvrdil výskyt překážek v práci vyučujících, chybí časový prostor pro zařazení této výuky. Pokud nejsou vhodné podmínky pro novátorství, motivace se vytrácí. Pouze 33 % pedagogů má možnost do plánů výuky vkládat zajímavé a problémové úlohy.



### 5. otázka: Pracujete ve výuce s pracovními listy?

Pracovní listy jsou přímou součástí některých výukových programů. Ve velké míře jsou volně přístupné na některých portálech na internetu. Výhodou jsou učební řady s pracovním sešitem. Otázka tedy míří na zkušenost s prací v hodině podpořenou vhodným pracovním listem. Výsledek otázky č. 5 je uveden v tabulce č. 9.

#### Tabulka č. 9:

##### Pracujete ve výuce s pracovními listy?

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	13
Ne	5

Z výsledků lze vidět, že práce v hodině se u 72 % vyučujících opírá o pracovní listy. Pedagogovi to dává možnost mít více prostoru na individuální přístup, například u slabších žáků, protože většina třídy pracuje samostatně dle pracovního listu. Není třeba zdržovat se nákresy a výpisky na tabuli, žák má vše přehledně uspořádané v PL.

### 6. otázka: Vytváříte si pracovní listy vlastní?

Otázka navazuje a doplňuje otázku předešlou. Pro vytváření vlastních PL je mnoho důvodů. K výše uvedeným můžeme zařadit PL pro žáky se speciálními potřebami, PL rozšiřující pro nadané žáky a PL cizojazyčné. Kvalitně zpracovaný PL by měl být oporou vyučujícího a zohledňovat potřeby žáka v návaznosti na plán výuky. Výsledek otázky č. 6 je uveden v tabulce č. 10.

#### Tabulka č. 10:

##### Vytváříte si pracovní listy vlastní?

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	11
Ne	7

Zhruba 60 % dotázaných si vytváří PL vlastní. V návaznosti na předešlý výsledek to znamená, že 12 % využívá možnosti již zpracovaných PL. Samozřejmě i uvedených 60 % má možnost využívat volně dostupných PL, ale zároveň si tvoří vlastní.

### **7. otázka: Zařazujete do pracovních listů motivační část?**

Motivační část není běžnou součástí PL. Vyučující řeší většinou tento prvek jako závěr hodiny (motivace na hodinu příští), či v úvodu tématu, vyučovací hodiny, cvičení a podobně. Výsledek otázky č. 7 je uveden v tabulce č. 11.

#### **Tabulka č. 11:**

##### *Zařazujete do pracovních listu motivační část?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	3
Ne	15

Pouze 17 % dotázaných zapracovává do PL motivační část. Naplňuje to předpoklad, že tato část zvyšuje časovou náročnost na přípravu pedagoga. Zároveň vyžaduje i určitou míru kreativity.

### **8. otázka: Jak hodnotíte předložené pracovní listy z pohledu zařaditelnosti do výuky?**

Tato otázka směřovala přímo na hodnocení využitelnosti předložených PL. Respondenti se měli vyjádřit k tomu, zda jsou PL vhodné do výuky, nevhodné, nebo po úpravách použitelné. Většina vyučujících, jak bylo dokázáno, je kompetentní k této odpovědi, pro délku praxe, tak tím, že sami s PL pracují. Výsledek otázky č. 8 je uveden v tabulce č. 12.

**Tabulka č.12:**

*Jak hodnotíte předložené pracovní listy z pohledu zařaditelnosti do výuky?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Využitelné	12
Využitelné s úpravami	4
Nevyužitelné	2

Ve většině případů se vyučující vyslovili pro použití PL ve výuce. Čtyři vyučující by upravili obsah PL dle svých představ a potřeb. Pouze dva respondenti se vyjádřili zamítavě. V otázce č. 5 bylo doloženo, že pět vyučujících nepracuje s PL. To znamená, že tři vyučující, kteří vůbec nepracují s PL, by tyto pracovní listy využilo. Tento závěr hodnotíme jako pozitivní.

**9. otázka: Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska zpracování?**

Otázka se týká technického zpracování. Jde o hodnocení grafické části, a přehlednosti. Výsledek otázky č. 9 je uveden v tabulce č. 13.

**Tabulka č. 13:**

*Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska zpracování?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Kvalitně zpracované	5
Vyhovující	11
Nevyhovující	2

Přestože dva respondenti označili zpracování negativně, většina se vyjádřila neutrálně a zpracování hodnotila jako vyhovující. Výsledek je možné brát jako motivaci pro další vlastní tvorbu PL.

## 10. otázka: Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska obsahu?

Velmi důležitá otázka byla položena na závěr dotazníku. Obsahová stránka je prioritní při zpracování PL. Předložené PL byly určeny pro skupinovou práci. Při správné organizaci práce ve skupinách pod dohledem pedagoga by měl mít možnost se uplatnit každý žák při práci s PL. Pokud se jeví motivační část pro některé žáky složitá, může vyučující žákům doporučit vynechání úlohy, pomoci nápovědou, odkázat na informační techniku a podobně. Výsledek otázky č. 10 je uveden v tabulce č. 14.

### Tabulka č. 14:

*Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska obsahu?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Složitě	8
Přiměřené	10
Jednoduché	0

Více než polovina dotázaných se vyjádřila o obsahu jako přiměřeném. Srozumitelné je i vyjádření osmi respondentů o složitosti PL. Jde především o motivační část, která je časově náročnější, pokud budou skupiny dětí vědomostně nevyvážené a nejsou zvyklé na tento typ práce. Práce s pokusy je záměrně volena jednodušší. Pokus by měl být proveditelný a dopřát žákům pocit úspěchu. Celkově hodnocení dopadlo pozitivně.

### Diskuze

Dotazníkové šetření mezi vyučujícími ukazuje, že navržené pokusy a vypracované PL lze využít při výuce. Hodnocení dopadlo pozitivně, navržené pokusy a PL obstály po stránce úpravy i obsahu. Nelze však opomenout, že část vyučujících by provedla v PL úpravy. Dále z šetření vyplývá, že badatelská výuka si na školách již našla místo. Ale velká část vyučujících dokládá, že nemá ve výuce nastavené příznivé podmínky pro její širší využití. Jde především o časové možnosti.

### 6.3 Presentace výzkumu – žáci

Žáci měli za úkol zhodnotit navržený badatelský pokus. Badatelsky zaměřený pokus, popsáný v kapitole 5, byl zařazen do výuky fyziky v 7. ročníku ve dvou třídách ZŠ J. K. Tyla v Písku. Žákům byl předložen anonymní dotazník. Otázky byly zpracovány s ohledem na významovou jednoznačnost. Dotazník obsahuje 8 otázek a žáci jej vyplnili bezprostředně po ukončení experimentu. Celkem se pedagogické sondy zúčastnilo 48 žáků v termínech 7. a 9. června 2022. Žákům těchto tříd nemělo smysl pokládat otázku, zda se s badatelskou výukou již setkali. Záměrně byla zvolena uvedená škola a pedagog tak, aby žáci již znali tento typ provádění experimentu. Mohli se vyjádřit k otázkám již se zkušeností a dostatečně validně. Dotazník pro žáky je uveden v příloze 9.

#### 1. otázka: Provedený badatelský pokus byl pro vás:

První otázka se zaměřuje na žákův pocit z pokusu, zda jej zaujal, líbil se mu, byl pro něj nový, nebo naopak nevyvolal žádné nadšení. Většinou prvotní vjem ze zadání úlohy určuje u žáka míru motivace a snahu o dokončení pokusu. Výsledek otázky č. 1 je uveden v tabulce č. 15.

#### Tabulka č. 15:

*Provedený badatelský pokus byl pro vás:*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Zajímavý	33
Běžný	10
Nezajímavý	5

Většina žáků označila experiment za zajímavý, konkrétně 69 %. Atraktivitu každého pokusu zvyšuje propojení s věcmi, jež známe z běžného života. V tomto případě je to ponorka. Žáci zjistili, že vyrobit si model ponorky není složité.

## 2. otázka: Provedený badatelský pokus byl pro vás:

Nyní byla otázka zaměřena na složitost provedení a obsahu. Žák, který cítí, že nemůže uspět v řešení, ztrácí rychle zájem o řešení úloh. Zde může být pomoc v tom, že se jedná o skupinovou práci. Výsledek otázky č. 2 je uveden v tabulce č. 16.

### Tabulka č. 16:

*Provedený badatelský pokus byl pro vás:*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Komplikovaný	9
Přiměřený	26
Jednoduchý	13

Zde jsou početně podobné odpovědi v krajních polohách. Téměř stejně početná skupina žáků si myslí, že pokus je komplikovaný, nebo naopak jednoduchý. Přesto většina souhlasí s názorem o přiměřenosti pokusu.

## 3. otázka: Řešení úlohy bylo:

Badatelská výuka pracuje s vyslovením hypotézy na počátku experimentu. Formulování předpokladu řešení by nemělo být nastaveno příliš komplikovaně, ale výsledek může být překvapivý. Archimedův zákon je známý a pochopitelný, proto by neměl žákům dělat problémy. Výsledek otázky č. 3 je uveden v tabulce č. 17.

### Tabulka č. 17:

*Řešení úlohy bylo:*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Očekávané	41
Neočekávané	7

Již na prvním stupni získávají žáci povědomí o životě ryb ve vodě, mají vlastní zkušenosti s plaváním a potápěním. Proto není překvapivé, že 85 % žáků řešení označilo jako očekávané.

#### **4. otázka: Pomohla Vám k řešení v úvodu vyslovená definice?**

Rozsáhlejší pokus většinou následuje po teoretické přípravě. Přesto jako jistota a opora pro zdárné dořešení pokusu může být na začátku PL krátké shrnutí či jen definice zkoumaného jevu. Odpověď má ukázat, zda je nutné připomenout žákům výklad. Výsledek otázky č. 4 je uveden v tabulce č. 18.

#### **Tabulka č. 18:**

*Pomohla Vám k řešení v úvodu vyslovená definice?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	19
Ne	7
Nebyla třeba	22

Opět se v krajních odpovědích ukázala podobná čísla. Zhruba 41 % žáků nepotřebuje připomenutí učiva a stejný počet se vyslovilo pro uvedení definice. Za odpovědi zápornou je třeba vidět slabší žáky, kteří ještě fyzikální jev zcela nepochopili.

#### **5. otázka: Bavila Vás motivační část pracovního listu?**

Další otázka byla zaměřená na úvodní motivační část. Pokud jsou žáci zvyklí na tento typ zadání, pracují ve skupinách samostatně. Problémy tato část může dělat v počátcích, záleží také na vedení pedagoga. Výsledek otázky č. 5 je uveden v tabulce č. 19.

**Tabulka č. 19:***Bavila Vás motivační část pracovního listu?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano, velmi	9
Ano	29
Ne	10

Pokud mají žáci k dispozici „informační koutek“, kde je internetové připojení, encyklopedie, případně potřebný speciální slovník, nemají problémy s řešením. Ve skupinách si sami organizují, jakou informaci, kdo vyhledá. Tato hra na detektiva děti baví, tomuto odpovídá 80 % kladných odpovědí.

**6. Otázka: Pracovní část byla pro vás srozumitelná?**

Šestá otázka se zabývá srozumitelností pracovní části. Zkoumá, zda je žák schopen provést pokus dle daného popisu. Jde o hlavní část celého experimentu, proto je nutné hledět na jasnou formulaci, srozumitelný náčrtek, video či foto návod. Výsledek otázky č. 6 je uveden v tabulce č. 20.

**Tabulka č. 20:***Pracovní část byla pro vás srozumitelná?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	20
Ano, při spolupráci ve skupině	21
Málo	7

Celkem 85 % žáků je schopno samostatně či ve skupině pokus provést. Zbylá procenta připadají na slabší žáky, nebo žáky se speciálními potřebami. Zde musí zasáhnout pedagog či žáci ve skupině, pokud je to zvladatelné. Značná část žáků experiment zvládá, což je pozitivní zjištění.



**7. otázka: Pomohl Vám takto provedený pokus více pochopit daný jev a prohloubit znalosti?**

Experiment je prováděn právě proto, aby žák pochopil jev, jeho souvislosti, případně návaznosti a aplikaci v běžném životě. Proto je tato otázka velmi důležitá i v kontextu celé práce. Žák k odpovědi na tuto otázku musí být schopen autoevaluace. Výsledek otázky č. 7 je uveden v tabulce č. 21.

**Tabulka č.21:**

*Pomohl Vám takto provedený pokus více pochopit daný jev a prohloubit znalosti?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	45
Ne	3

Pozitivní výsledek je i kladným hodnocením celého experimentu. Pokud žák získal nové poznatky, prohloubil si učivo, pochopil hlavní myšlenku, mělo bádání smysl. Navržené materiály je možné dále upravovat, ale již nyní byla prověřena a ověřena jejich funkčnost.

**8. otázka: Byli byste rádi, kdyby badatelské pokusy byly častěji zařazovány do výuky?**

Závěrečná otázka je motivací pro vyučujícího, zda má pokračovat v započaté cestě. Výsledek otázky č. 8 je uveden v tabulce č. 22.

**Tabulka č. 22:**

*Byli byste rádi, kdyby badatelské pokusy byly častěji zařazovány do výuky?*

Možnosti odpovědí	Počet odpovědí
Ano	42
Ne	0
Nevím nebo nezáleží mi na tom	6

Na otázku pozitivně odpovědělo 42 žáků, negativně se vyjádřilo pouze 6 žáků. Z výsledků je patrné, že většina oslovených dětí vnímá badatelskou výuku příznivě a jako přínos. Tento výsledek je možné považovat za motivaci k pokračování v badatelské výuce při řešení fyzikálních úloh.

### **Diskuze**

Data, získaná po provedení navrženého badatelského pokusu od žáků, lze prezentovat tak, že žáci vnímají tento typ výuky pozitivně a přínosně. Většina žáků se vyjádřila pro širší využití badatelských pokusů a tato výuka jim pomáhá k rozšíření a lepšímu pochopení učiva. Motivuje je k logickému uvažování a učí žáky lépe provádět a organizovat si práci ve skupinách.

## 7. ZÁVĚR

Cílem této práce je zpracování badatelské výuky ve fyzice na téma voda. Práce obsahuje část teoretickou, která se zabývá fyzikální podstatou některých jevů, jež se vztahují k vlastnostem vody. Dále jsou zde uvedeny i jevy, které lze díky vlastnostem vody demonstrovat. Do práce nebylo možné zařadit všechny jevy, protože limitem bylo učivo pro žáky základní školy dle RVP ZV. Z toho vyplynul následující výběr: fyzikální stavy a skupenství vody, tepelná kapacita, hydrostatický tlak, Archimédův zákon, plování těles a optické vlastnosti vody. V teoretické části byl také vymezen obsah badatelské výuky, kompetencí pedagoga a typologie fyzikálních experimentů podle jejich didaktické funkce (heuristické, ověřovací, motivační, ilustrační, aplikační, historické, prohlubující a uvádějící fyzikální problém).

Cílem je navržení některých fyzikálních experimentů, ve kterých lze použít vodu, a zároveň na těchto pokusech vysvětlit základní poznatky fyziky kapalin, dále sestavit experiment a pracovní list pro výuku realizovanou badatelskou metodou.

Navržený pracovní list badatelské výuky byl zpracován s ohledem na obsah základního vzdělávání. Materiální požadavky mají umožnit žákovi si takový experiment zopakovat v domácích podmínkách. Prováděná měření a pozorování se zapisují do příslušného pracovního listu. V závěru každého experimentu žáci zaznamenávají svá zjištění a hledají správné odpovědi na položené otázky.

Bylo provedeno dotazníkové šetření. První skupina (vyučující přírodovědných předmětů) hodnotili pracovní listy k vybraným fyzikálním jevům. Druhá skupina (žáci) hodnotili navržený badatelský pokus. Bezprostředně po ukončení a vyhodnocení experimentu jim byl předložen anonymní dotazník. Dotazníkové šetření bylo podrobena analýze, výsledky byly zpracovány a zveřejněny. Z výsledků plyne, že navržené pokusy a vypracované PL lze využít při výuce. Zpracované pokusy a PL obstály u vyučujících po stránce úpravy i obsahu. Nelze však opomenout, že část respondentů by provedla v PL úpravy. Dále z šetření vyplývá, že badatelská výuka je do výuky zařazována, ale její realizace ve výuce je omezena z časových důvodů.

Badatelská výuka si na školách již našla místo. Žákům tento typ výuky pomáhá k rozšíření a lepšímu pochopení učiva. Motivuje žáky k logickému uvažování. Učí žáky lépe provádět a organizovat si práci ve skupinách.

Badatelská výuka na základní škole je možnou cestou, jak přiblížit žákům způsob získávání informací o světě, ve kterém žijí.

## 8. SEZNAM TABULEK

**Tabulka 1:** Závislosti změny hustoty vody na teplotě. Zdroj: TESARŮ, Jiří a František JÁCHIM. Fyzika 3 pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2009. s.95.ISBN 978-80-7235-414-6.

**Tabulka 2:** Závislosti změny hustoty anomální vody na teplotě. Zdroj: TESARŮ, Jiří a František JÁCHIM. Fyzika 3 pro základní školu: světelné jevy, mechanické vlastnosti látek. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2009. s. 95. ISBN 978-80-7235-414-6.

**Tabulka 3:** Některé indexy lomu pro vlnovou délku 589 nm (žluté sodíkové světlo). Zdroj: HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky. 4. Brno: VUTIUM, 2000, s. 904 Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1868-0.

**Tabulka 4:** Měrná tepelná kapacita látek při stejné teplotě. [cit. 8. 4. 2022]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/struktura-latek/merna-tepelna-kapacita>, Autor: KRÁLOVÁ Magda

**Tabulka č. 5:** Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 6:** Vystudoval/a jsem učitelství fyziky pro:, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 7:** Používáte ve výuce badatelský typ výuky?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 8:** Máte v rámci výuky dostatečný časový prostor pro badatelskou výuku?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 9:** Pracujete ve výuce s pracovními listy?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 10:** Vytváříte si pracovní listy vlastní?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 11:** Zařazujete do pracovních listů motivační část?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č.12:** Jak hodnotíte předložené pracovní listy z pohledu zařaditelnosti do výuky?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 13:** Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska zpracování?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 14:** Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska obsahu?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 15:** Provedený badatelský pokus byl pro vás:, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 16:** *Provedený badatelský pokus byl pro vás:*, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 17:** Řešení úlohy bylo:, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 18:** Pomohla Vám k řešení v úvodu vyslovená definice?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 19:** Bavila Vás motivační část pracovního listu?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 20:** Pracovní část byla pro vás srozumitelná?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 21:** Pomohl Vám takto provedený pokus více pochopit daný jev a prohloubit znalosti?, Zdroj: vlastní.

**Tabulka č. 22:** Byli byste rádi, kdyby badatelské pokusy byly častěji zařazovány do výuky?, Zdroj: vlastní.

## 9. SEZNAM OBRÁZKŮ

**Obrázek 1:** Diagram přeměny vody. [cit. 22. 4. 2022]. Dostupné z: <https://edu.glogster.com/glog/zmeny-skupenstvi-latek/1gi4vsu7jmb?glogpedia-source>

**Obrázek 2:** Fázový diagram přeměny. [cit. 3. 4. 2022]. Dostupné z: <https://e-manuel.cz/kapitoly/tepelne-jevy/vyklad/zmeny-skupenstvi/>

**Obrázek 3:** Teplota vody v nádrži v různých ročních obdobích. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <http://zsstankova.cz>

**Obrázek 4:** Hydrostatický tlak závisí na ploše dna. [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <https://Techmania Science Center, Under Creative Commons>. Autor: KRÁLOVÁ Magda

**Obrázek 5:** Spojené nádoby [cit. 12. 4. 2022]. Dostupné z: <https://Mechanika plynů a kapalin>, Autor: Vácha Petr, Fyzika pro lékařské a přírodovědné obory, 2015

**Obrázek 6:** Těleso se potápí, Zdroj: vlastní

**Obrázek 7:** Těleso se vznáší, Zdroj: vlastní

**Obrázek 8:** Těleso stoupá, Zdroj: vlastní

**Obrázek 9:** Lom světla ke kolmici, [cit. 7. 2. 2022]. Dostupné z: <http://elearning.zskj.cz/kurzy.php?id=39>

**Obrázek 10:** Lom světla na předmětu ve vodě. [cit. 10. 12. 2022]. Dostupné z: <https://www.pikist.com/free-photo-vybaq/cs>

**Obrázek 11:** Kapilární jevy [cit. 15. 12. 2022]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/643-kapilarita>

**Obrázek 12:** Rozdělení molekuly NaCl pomocí elektrického proudu. [cit. 18. 4. 2022]. Dostupné z: [http:// Techmania Science Center, Creative Commons](http://Techmania Science Center, Creative Commons), Autor: KRÁLOVÁ Magda

**Obrázek 13:** Vedení tepla v kapalině, Zdroj: vlastní

**Obrázek 14:** Optické vlastnosti vody, Zdroj: vlastní

**Obrázek 15:** Vodoměrka štíhlá. [cit. 18. 5. 2022]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2887111/>

**Obrázek 16:** Pokus vedení tepla ve vodě. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 17, 18, 19:** Průběh pokusu nadnášení vodou. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 20, 21, 22:** Průběh pokusu působení hydrostatického tlaku na dno lahve. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 23, 24:** Průběh ukázky lomu světla. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 25:** Saponátem měníme povrchové napětí. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 26:** Člun se pohybuje. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 27:** Lahev-ponorka. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 28:** Lahev-ponorka plave. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 29:** Lahev-ponorka zanořená. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 30:** Lahev-ponorka vynoření. Zdroj: vlastní experiment.

**Obrázek 31:** Princip vynoření a ponoření ponorky. [cit. 22. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.abicko.cz/clanek/casopis-abc/959/vzhuru-dolu.html>

**Obrázek 32:** Lahev-ponorka s balonkem. Zdroj: vlastní experiment

**Obrázek 33:** Lahev-ponorka s balonkem – vynoření. Zdroj: vlastní experiment.



## 10. LITERATURA

- [1] ABRAMS, Eleanor, SOUTHERLAND, Sherry, EVANS, Celia, 2008. Inquiry in the Classroom: Necessary Components of a Useful Definition [online]. IAP, (1) 2008 [cit. 8. 2. 2020].
- [2] BEDNAŘÍK, Milan, Miroslava ŠIROKÁ a Petr BUJOK. Fyzika pro gymnázia. Praha: Prometheus, 1994 dotisk. Učebnice pro střední školy (Prometheus). ISBN 80-901619-3-6.
- [3] BREBURDOVÁ, Hana, 2019. Projektová výuka fyziky, školní práce JCU České Budějovice
- [4] CZECH NEWS CENTER a.s. a, E15.cz, zahraniční článek [cit. 9. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.e15.cz/zahranicni/vedci-zjistili-ze-voda-ma-v-tekutem-skupenstvi-vice-fazi-1334297>
- [5] CRAWFORD, Barbara, 2000. Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers. Journal of Research In Science Teaching [online]. Pennsylvania: John Wiley & Sons, Inc., roč. 37, č. 9, s. 916–937 [cit. 8. 2. 2020]. ISSN:1098-2736. Dostupné z:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1098-2736%28200011%2937%3A9%3C916%3A%3AAID-TEA4%3E3.0.CO%3B2-2>.
- [6] ČINČERA, Jan, 2013a. Environmentální výchova: efektivní strategie. Praha: Agentura Koniklec, o.s. 127 s. ISBN 978-80-904141-1-2.
- [7] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky. 4. Brno: VUTIUM, 2000, Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1868-0.
- [8] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. 2. Brno: VUTIUM, 2000, Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1868-0.
- [9] KAHN, Peter a O'ROURKE, Karen, 2005. Understanding Enquiry-Based Learning. University of Manchester.
- [10] KOLÁŘ, Zdeněk et al., 2012. Výkladový slovník z pedagogiky: 583 vybraných hesel. Praha: Grada Publishing, a.s. 192 s. ISBN: 978-80-247-3710-2.
- [11] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. Fyzika pro 6. ročník základní školy. 2. vyd. Praha: Prometheus, 2002. ISBN 978-80-7196-246-5.

- [12] KRÁLOVÁ Magda, Techmania Science Center, Creative Commons [http: \[cit. 11. 4. 2022\]](http://www.edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/tekutiny). Dostupné z: <http://www.edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/tekutiny>
- [13] NEZVALOVÁ, Danuše, 2010. Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání. In: Inovace v přírodovědném vzdělávání. Olomouc: Univerzita Palackého, s. 55–67. ISBN 978-80-244-2540-5.
- [14] PETTY, G. Moderní vyučování. 3. vyd. Praha: Portál, 2004. ISBN 80-7178-978-X.
- [15] RAUNER, K., et al. Fyzika pro 7. ročník základní školy a víceletá gymnázia. Praha: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-431-7.
- [16] RICHTEROVÁ, Karin, KULICH, Jiří, HAWEL, Tomáš, KAPLAN, Pavel et al., 2019. Cesta Labyrintem ŠUŽ. Metodika vzdělávacího programu Škola pro Udržitelný Život [online]. Horní Maršov: Středisko ekologické výchovy SEVER [cit. 2. 2. 2021].
- [17] RVP: Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. Praha, 2021 [cit. 18.2.2012]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/4983/>. Metodický materiál. Národní ústav pro vzdělávání.
- [18] SVOBODA, Emanuel a Růžena KOLÁŘOVÁ. Didaktika fyziky základní a střední školy, vybrané kapitoly. Praha: Učební texty Univerzity Karlovy, 2006. ISBN 80-246-1181-3

## 11. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>ČR</b>	Česká republika
<b>MFCH</b>	Matematické, fyzikální a chemické tabulky
<b>PL</b>	pracovní list
<b>RVP ZV</b>	Rámcově vzdělávací program pro základní vzdělání
<b>SPN</b>	Státní pedagogické nakladatelství
<b>SW</b>	software
<b>VT</b>	výpočetní technika

## **12. SEZNAM PŘÍLOH**

**PŘÍLOHA 1: Pokus vedení tepla v kapalině**

**PŘÍLOHA 2: Pokus Archimédův zákon**

**PŘÍLOHA 3: Pokus hydrostatický tlak v kapalinách**

**PŘÍLOHA 4: Pokus optické vlastnosti vody**

**PŘÍLOHA 5: Pokus kapilární jevy**

**PŘÍLOHA 6: Badatelský pokus 1**

**PŘÍLOHA 7: Badatelský pokus 2**

**PŘÍLOHA 8: Dotazník pro učitele**

**PŘÍLOHA 9: Dotazník pro žáky**

## PŘÍLOHA 1: Pokus vedení tepla v kapalině

### PRACOVNÍ LIST: Vedení tepla v kapalině

**Teorie:** Tepelná vodivost je vlastnost látky umožňující přenos tepla vedením. Vedení tepla probíhá např. při ohřívání nebo ochlazování předmětů ponořených do kapaliny. Přenos vnitřní energie vedením je děj, při němž se vnitřní energie přenáší z míst s vyšší teplotou do míst s nižší teplotou vzájemnými srážkami částic látky.

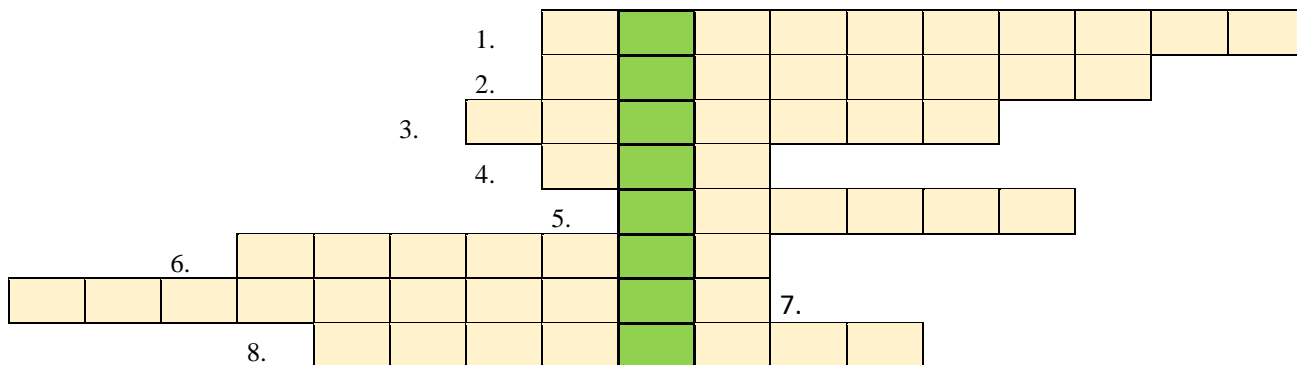
#### Motivační část:

1) Vyřešte přesmyčky:

LVIKEN      STVODIVO      LEUJO

---

2) Vyřešte křížovku:



1. Rozlišujeme tři ..... Látek: pevné, kapalné a plynné.
2. Kapalná látka jedním slovem.
3. Základní fyzikální veličina, jednotka kelvin.
4. Skupenská přeměna, při které se kapalina mění na plyn v celém svém objemu.
5. Stupeň ....., vedlejší jednotka teploty.
6. Fyzikální veličina, která popisuje schopnost hmoty (tělesa nebo pole) konat práci.

7. Zařízení umožňující pokusně provádět tepelnou výměnu mezi tělesy a měřit potřebné tepelné veličiny (teplo a teplota).

8. Zařízení na řece vyrovnávající hladiny pro lodě na jezích.

3) Nehodící se škrtni:

Látka kteréhokoli skupenství se skládá z částic (molekul, atomů, iontů). Mezi částicemi **jsou / nejsou** mezery.

Částice se v látkách neustále a **uspořádaně / neuspořádaně** pohybují.

Částice na sebe navzájem působí přitažlivými a odpuzivými silami. Velikost těchto sil **závisí / nezávisí** na vzdálenosti mezi částicemi.

### **Provedení pokusu:**

Pokusem ověříme jaká je tepelná vodivost vody. Zhodnotíme, zda voda je dobrý vodič tepla.

**Pomůcky:** pracovní list, tužka, pero, zkumavka, kahan, zapalovač, voda, ledové kostky, kovová kulička nebo kovová matka, laboratorní kleště.

### **Postup pokusu:**

1) Do zkumavky dejte kousek ledu, vložte kovovou kuličku nebo matici, aby nevyplaval. Dolijte studenou vodou až skoro po okraj.

2) Zapalte kahan, seříd'te plamen. Do laboratorních kleští uchopte zkumavku a její horní konec ohřívejte nad kahanem. Postupujte dle návodného obrázku, dodržujte bezpečnost při práci.

*Obrázek 13: Vedení tepla v kapalině, Zdroj: vlastní*



3) Pozorujte, co se děje v horní části zkumavky. A zároveň si všimněte, co se děje s ledem?

Co z toho plyne pro tepelnou vodivost vody?

Pozorování zapište, nebo znázorněte:

4) V provedeném pokusu jsme v jednom okamžiku mohli pozorovat několik dějů a skupenství vody. Které to byly?

5) Najděte v Matematických a fyzikálních tabulkách hodnoty měrné tepelné kapacity vody a oleje. Zapište si je do pracovního listu. Rozhodněte, která kapalina se bude ohřívat rychleji, za předpokladu stejného množství. Pamatujte, že těleso z látky o malé měrné kapacitě se rychle zahřeje, ale také rychle zchladne (přijme nebo předá malé teplo).

6) Na závěr pod vedením učitele si ve skupinách sdělte výsledky pokusů a motivačních úkolů.

## Řešení experimentu

Motivační část

1) Přesmyčky:

KELVIN, VODIVOST, JOULE

2) Křížovka: KAPILARITA

						S	K	U	P	E	N	S	T	V	Í
						K	A	P	A	L	I	N	A		
					T	E	P	L	O	T	A				
						V	A	R							
							C	E	L	S	I	A			
			E	N	E	R	G	I	E						
K	A	L	O	R	I	M	E	T	R						
				Z	D	Y	M	A	D	L	O				

3) Nehodící se škrtni:

Látka kteréhokoli skupenství se skládá z části (molekul, atomů, iontů). Mezi částicemi jsou / ~~nejsou~~ mezery.

Částice se v látkách neustále a ~~uspořádaně~~ / neuspořádaně pohybují.

Částice na sebe navzájem působí přitažlivými a odpuzivými silami. Velikost těchto sil

závisí / ~~rozdává~~ na vzdálenosti mezi částicemi.

### Postup pokusu:

3) Voda u hladiny vře a led jen lehce odtává.

Voda není dobrým vodičem tepla.

4) V jednom okamžiku měla voda ve zkumavce skupenství kapalné, pevné a plynné. Z dějů probíhalo zároveň vypařování a tání.

5)  $c_{\text{vody}} = 4,18 \text{ (kJ/kg}\cdot\text{°C)}$

$c_{\text{oleje}} = 1,85 \text{ (kJ/kg}\cdot\text{°C)}$

Olej se bude ohřívat rychleji, protože má menší měrnou tepelnou kapacitu.



## PŘÍLOHA 2: Pokus Archimédův zákon.

### PRACOVNÍ LIST: Archimédův zákon.

**Teorie:** Z hodiny fyziky víte, že těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou  $F_{vz}$ , jejíž velikost je rovna tíze kapaliny o stženém objemu, jako je ponořená část tělesa.

$$F_{vz} = m_k \cdot g = V \cdot \rho \cdot g \text{ [N]}$$

#### Motivační část:

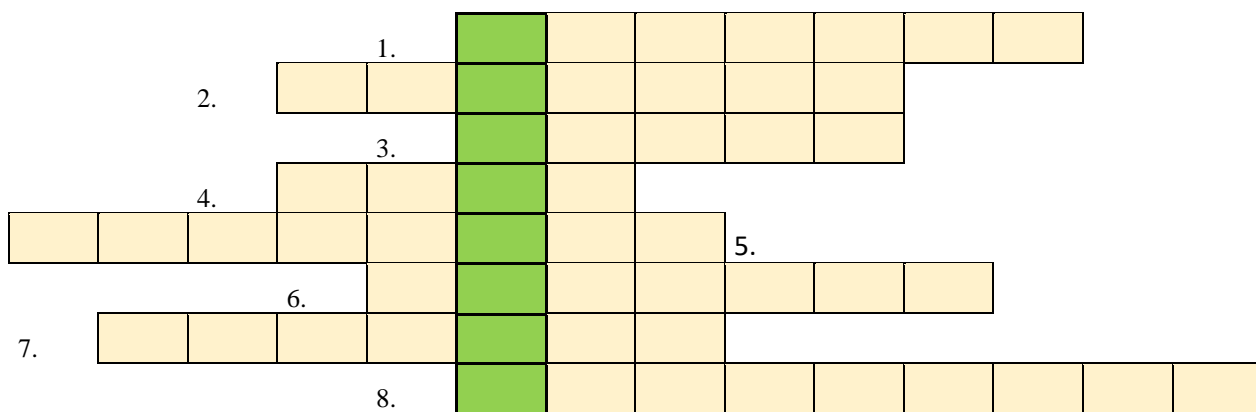
1) Vyřešte přesmyčky:

LETĚSO

KUPOS

KENTAR

2) Vyřešte křížovku:



1. Skleněná nádobka, užívaná v laboratořích k uchovávání, míchání, ohřívání a odměrování kapalin a roztoků.
2. Pohyb ve vodě, který nás udrží nad hladinou.
3. Vzdálenost dna lodi od hladiny.
4. Fyzikální veličina, symbol  $p$ , vyjadřující poměr velikosti síly  $F$ , působící kolmo na rovinnou plochu a rovnoměrně spojitě rozloženou po této ploše, a obsahu této plochy  $S$ .

5. Pojmenování výjimečných vlastností vody mezi kapalinami z hlediska závislosti svého objemu na teplotě.
6. Přístroj, pomůcka k měření velikosti síly.
7. V roce 1912 potopený zaoceánský parník.
8. Řecký vynálezce, matematik a fyzik, který se pravděpodobně narodil roku 287 před naším letopočtem.

### Provedení pokusu:

Pokusem ověříme, platnost Archimédova zákona v praxi. V první části provedeme jednoduchý pokus, tak abychom sami pocitově vnímali sílu nadlehčování ve vodě. V další části uskutečníme pokus ověřovací, pomocí siloměru.

**Pomůcky:** pracovní list, tužka, pero, hlubší nádoba z plastu, kyblík s vodou, taška s kameny, závaží o hmotnosti 0,5 kg, siloměr, kádinka s vodou.

### Postup pokusu:

1) Do tašky naložte kameny. Potěžkejte kameny v tašce, můžete odhadovat jejich hmotnost. Tašku vložte do prázdného kyblíku a držíme ji stále v ruce za uši. Začněte přilévat vodu do kyblíku, dávejte si pozor, aby voda nevnikla do tašky. Zkoušejte tašku s kamením zvedat. Ve skupině se prostřídejte.

Zapište získaný poznatek z porovnávání hmotnosti tašky s kamením na vzduchu a ve vodě.

Odpovězte krátce, proč se tak děje.

2) Závaží zavěsíme na siloměr. Vidíte, jakou silou táhne závaží pružinu siloměru. Hodnotu odečtete a zapište.

$$F_1 = \quad [\text{N}]$$

Nyní závaží zavěšené na siloměru zcela ponořte do kádinky s vodou. Hodnotu tíhové síly na siloměru odečtete a zapište.

$$F_2 = \quad [\text{N}]$$

3) Síly porovnejte a zapište, co z toho vyplývá.

4) Posouvejte závaží na siloměru směrem nahoru a dolů (stále musí být zcela ponořené a nesmí se dotýkat dna). Pozorujte, zda se mění velikost síly. Co z toho plyne? Ve skupině se prostřídejte a sdělte si své zkušenosti. Získaný poznatek запиšte.

5) Vypočítejte a porovnejte vztlakovou sílu, pokud ponoříme do kapalin o různých hustotách, těleso o stejném objemu. K porovnání použijeme hustoty vody a lihu.

$$\rho_{\text{vody}} = 1000 \text{ kg/m}^3, \rho_{\text{lihu}} = 789 \text{ kg/m}^3, V_{\text{tělesa}} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

6) Na závěr pod vedením učitele si ve skupinách sdělte výsledky pokusů a motivačních úkolů.

## Řešení experimentu

### Motivační část:

1) Vyřešte přesmyčky: TĚLESO, POKUS, TANKER

2) Křížovka: KAPALINA

					K	Á	D	I	N	K	A		
		P	L		A	V	Á	N	Í				
					P	O	N	O	R				
			T	L	A	K							
A	N	O	M	Á	L	I	E						
				S	I	L	O	M	Ě	R			
		T	I	T	A	N	I	C					
					A	R	CH	I	M	E	D	E	S

### Provedení pokusu

1) Ke zvednutí tašky potřebujeme menší sílu. Voda tlačí zespu na tašku s kamením a nadlehčuje ji.

$$2) F_1 = 5 \text{ [N]}$$

$$F_2 = 4 \text{ [N]}$$

$$F_1 > F_2$$

3) Závaží je nadlehčováno silou. Zároveň došlo k navýšení hladiny vody v kádince po ponoření závaží.

4) Pokus ukázal ve všech případech stejnou velikost vztlakové síly. Její velikost nezávisí na tom, v jaké hloubce se zcela ponořené těleso nachází.

$$5) \rho_{\text{vody}} = 1000 \text{ kg/m}^3, \rho_{\text{líhu}} = 789 \text{ kg/m}^3, V_{\text{tělesa}} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$F_{\text{vz}} = m_k \cdot g = V \cdot \rho \cdot g \text{ [N]}$$

$$F_{\text{vz líhu}} = 0,001 \cdot 789 \cdot 10 = 7,89 \text{ N}$$

$$F_{\text{vz vody}} = 0,001 \cdot 1000 \cdot 10 = 10 \text{ N}$$

$$F_{\text{vz vody}} > F_{\text{vz líhu}}$$

## PŘÍLOHA 3: Pokus hydrostatický tlak v kapalinách.

### PRACOVNÍ LIST: Hydrostatický tlak v kapalinách.

**Teorie:** Z hodiny fyziky víte, že velikost hydrostatického tlaku závisí na hloubce pod hladinou, hustotě kapaliny a tíhovém zrychlení.

#### Motivační část:

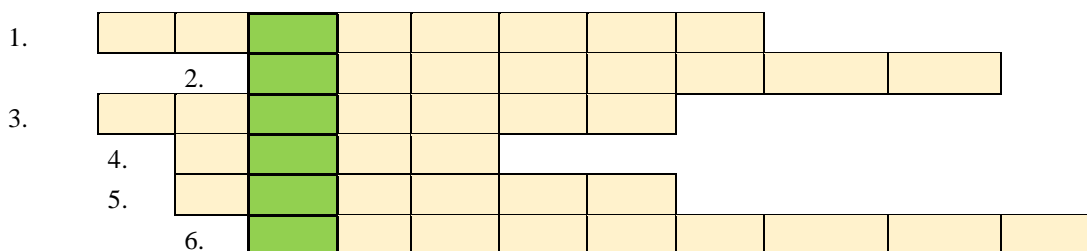
1) Vyřešte přesmyčky:

PANALIKA

DOCLEVE

TOSTAHU

2) Vyřešte křížovku:



1. Skleněná nádoba na chov rybiček.
  2. Zařízení na řece vyrovnávající hladiny pro lodě na jezích.
  3. Člověk plavající pod hladinou.
  4. Vzniká působením síly na těleso.
  5. Francouzský fyzik a matematik, jeho iniciály jsou BP.
  6. Jiný název pro kondenzaci.
- 3) V textu nehodící se škrtni:

Blasie Pascal (narozen r. 1623) v 16 letech napsal pojednání o kuželosečkách a v 19 letech zkonstruoval první **mechanický** / **elektronický** počítačí stroj. Experimentálně prokázal pokles atmosférického tlaku s **rostoucí** / **klesající** nadmořskou výškou a věnoval

se otázkám rovnováhy kapalin a tlaku plynů. Ke konci života se stále více věnoval nábožensko-mystickým otázkám a několik let strávil meditacemi v klášteře Port Royal.

### Provedení pokusu:

Pokusem ověříme, zda tlak vody působí směrem dolů a dokážeme, že hydrostatický tlak závisí na hloubce od hladiny.

**Pomůcky:** pracovní list, tužka, pero, PET-lahev, pružnou blánu, gumička, voda, kádinka, potravinářské barvivo, lžíce, nůžky

### Postup pokusu:

- 1) Z PET lahve odstraníme víčko a ustříhneme dno.
- 2) Na hrdlo lahve upevníme pomocí gumičky blánu, ta musí být neporušená.
- 3) Naplníme kádinku 800 ml vody, nasypeme modré potravinářské barvivo a zamícháme.
- 4) Zaznamenejte do pracovního listu váš předpoklad, co se bude dít s blánou po nalití 200 ml vody.



- 5) Otočte lahev hrdlem dolů a nalijeme 200 ml vody.
- 6) Zrakem a pohmatem zjistěte změny na bláně. Zakreslete a popište výsledek do pracovního listu.



7) Zaznamenejte do pracovního listu váš předpoklad, co se bude dít s blánou po nalití 600 ml vody.



8) Nalijte zbývajících 600 ml vody.

9) Zrakem a pohmatem zjistěte změny na bláně. Zakreslete a popište výsledek do pracovního listu.



10) Zakroužkujte správnou odpověď:

Prohnutí blány závisí na výšce vody nad ní.

ANO / NE

Vydržela by blána jakékoliv množství vody.

ANO / NE

11) Vypočítej hydrostatický tlak na dno lahve, ve které je:

a) voda o výšce hladiny 30 cm

b) líh o výšce hladiny 30 cm

Tlak  $p = h \cdot \rho \cdot g$

Hustota vody  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Hustota lihu  $\rho = 789 \text{ kg/m}^3$

12) Pokuste se vzájemnou diskusí ve skupině zodpovědět na otázku:

Co se stane s blánou na hrdle, jestliže bychom měli možnost ponořit část lahve do větší nádoby s vodou? Změní se tvar blány? Zakresli předpokládaný výsledek.



13) Na závěr pod vedením učitele si ve skupinách sdělte výsledky pokusů a motivačních úkolů.

## Řešení experimentu

### Motivační část

1) Přesmyčky: KAPALINA, LEDOVEC, HUSTOTA

2) Křížovka: VZTLAK

A	K	V	A	R	I	U	M				
		Z	D	Y	M	A	D	L	O		
P	O	T	A	P	Ě	Č					
		T	L	A	K						
		P	A	S	C	A	L				
			K	A	P	A	L	N	Ě	N	Í



3)Text:

Blasie Pascal (narozen r. 1623) v 16 letech napsal pojednání o kuželosečkách a v 19 letech zkonstruoval první ~~elektronický~~ **mechanický** počítačový stroj. Experimentálně prokázal pokles

atmosférického tlaku s ~~klesající~~ **rostoucí** nadmořskou výškou a věnoval se otázkám rovnováhy kapalin a tlaku plynů. Ke konci života se stále více věnoval nábožensko-mystickým otázkám a několik let strávil meditacemi v klášteře Port Royal.

### Provedení pokusu

6) Nákres po nalití 200 ml vody. (modrá čára=hladina vody)



Malé prohnutí blány.

9) Nákres po nalití dalších 600 ml vody. (modrá čára=hladina vody)



Velké prohnutí blány.

10) Zakroužkujte správnou odpověď:

Prohnutí blány závisí na výšce vody nad ní.

ANO / NE

Vydržela by blána jakékoliv množství vody.

ANO / NE

11) Vypočítej hydrostatický tlak na dno lahve, ve které je:

a) voda o výšce hladiny 30 cm

$$p_v = 0,3 \cdot 1000 \cdot 10 = 3000 \text{ kPa}$$

b) líh o výšce hladiny 30 cm

$$p_l = 0,3 \cdot 789 \cdot 10 = 2367 \text{ kPa}$$

12) Voda způsobí prohnutí blány vzhůru. To je proto, že tlaková síla působí všemi směry.

(modrá čára= hladina vody v lahvi, žlutá čára=hladina vody v nádobě)



## PŘÍLOHA 4: Pokus optické vlastnosti vody.

### PRACOVNÍ LIST : Optické vlastnosti vody

#### Teorie:

Z hodiny fyziky víte, že světlo se láme při přechodu z prostředí opticky řidčího do prostředí hustšího ke kolmici. Při přechodu z opticky hustšího do řidčího prostředí se láme od kolmice.

Obraz vytvořený na rovinném zrcadle je zdánlivý, vzpřímený a stranově převrácený.

#### Motivační část:

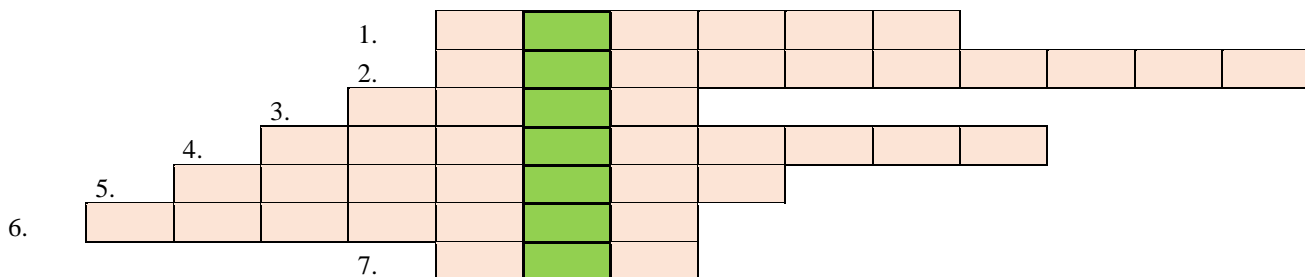
1) Vyřešte přesmyčky:

LODCAZ

MIKOCEL

ZRADO

2) Vyřešte křížovku:



1. Obor fyziky zabývající se podstatou a zákonitostmi světelných jevů.
2. Optický přístroj běžně používaný na pozorování v přírodě i sportovních akcí.
3. Nejjednodušší optický přístroj pro domácí použití, určený na pozorování drobností.
4. Optický přístroj k vědeckému použití – zkoumání detailů.
5. Bod, kde se světelné paprsky procházející čočkou nebo odražené zakřiveným zrcadlem setkávají.
6. Toskánský astronom, filozof a fyzik, mimo jiné vylepšil dalekohled.
7. Orgán, kterým člověk získává informace o jevech a předmětech kolem sebe.

3) Narýsujte rovinné optické rozhraní s vyznačenou kolmicí. Do tohoto rozhraní zakreslete barevný paprsek, který dopadá pod úhlem dopadu  $\alpha = 50^\circ$ , znázorněte lom ke kolmicí. Vyznačte různými barvami úhel dopadu  $\alpha$  a úhel lomu  $\beta$ . Zapište, jaký vztah platí pro jejich velikosti.

**Provedení pokusu:** Pokusem ověříme, že se světlo na hranici mezi vzduchem a vodou láme.

**Pomůcky:** zrcátko, široká nádoba na vodu, voda

**Postup:**

1) Naplňte nádobu vodou, asi 5 cm pod okraj.

2) Jeden ze skupiny žáků ponoří částečně zrcátko do vody. Prsty držící zrcátko jsou nad hladinou vody. Druhý žák ponoří do vody prsty ruky a vzájemnou spoluprací se pokusí vytvořit odraz prstů tak, aby na zrcátku vznikl dvojitý obraz. Když má žák ve vodě tři prsty, uvidí v zrcátku šest. Ve skupině se prostřídejte.

Pokuste se vysvětlit, proč se tak stalo.

3) Škrtni nesprávnou odpověď:

Voda je prostředí opticky **hustší / řidší** než vzduch.

Předmět ponořený do vody se jeví jakoby v **menší / větší** hloubce.

Úplný odraz světla je jev, který se využívá **u optických vláken / u dalekohledu**.

4) Na závěr pod vedením učitele si ve skupinách sdělte výsledky pokusů a motivačních úkolů.

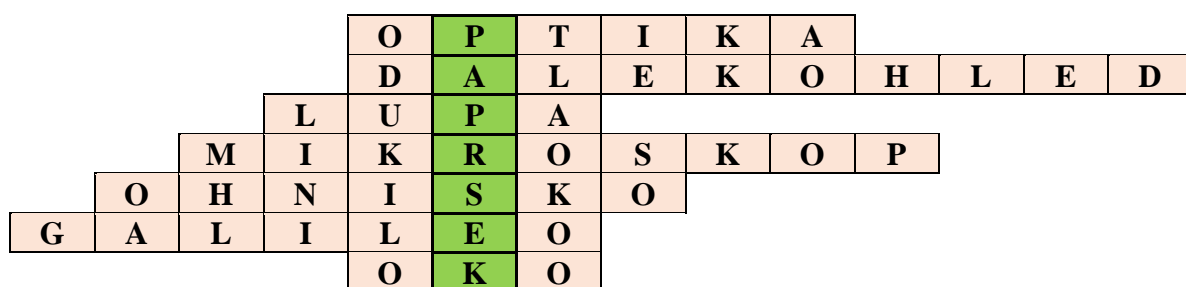
5) Vyzkoušejte lom světla ve vodě i s jinými předměty. Jaký je lom světla na hladině, při ponoření tužky a podobně?

### Řešení experimentu

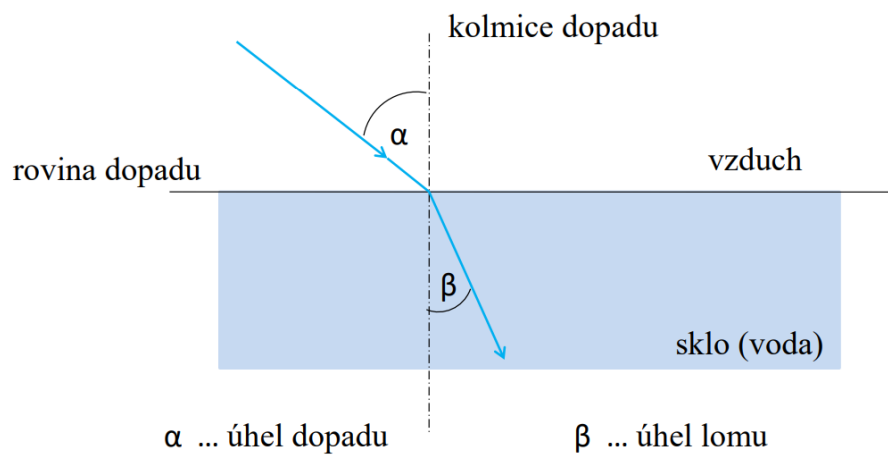
#### Motivační část

1) Přesmyčky: ZRCADLO, KOLMICE, ODRAZ

2) Křížovka: PAPERSEK



3)



$$\alpha > \beta$$

## Provedení pokusu:

2)



Obrázek 14: Optické vlastnosti vody, Zdroj: vlastní

V zrcátku vidíme dvojnásobný počet prstů. Obraz je zkreslený proto, že se světlo na hranici mezi vzduchem a vodou láme.

3) Škrtni nesprávnou odpověď:

Voda je prostředí opticky hustší / ~~řidší~~ než vzduch.

Předmět ponořený do vody se jeví jakoby v menší / ~~větší~~ hloubce.

Úplný odraz světla je jev, který se využívá u optických vláken / ~~u dalekohledu~~.

## PŘÍLOHA 5: Pokus kapilární jevy.

### PRACOVNÍ LIST: Kapilární jevy.

**Teorie:** Z hodiny fyziky víte, že na hladině vody je povrchová blána, která má určitou pevnost a pružnost. Působí zde povrchové napětí.

#### Motivační část:

1) Vyřešte přesmyčky:

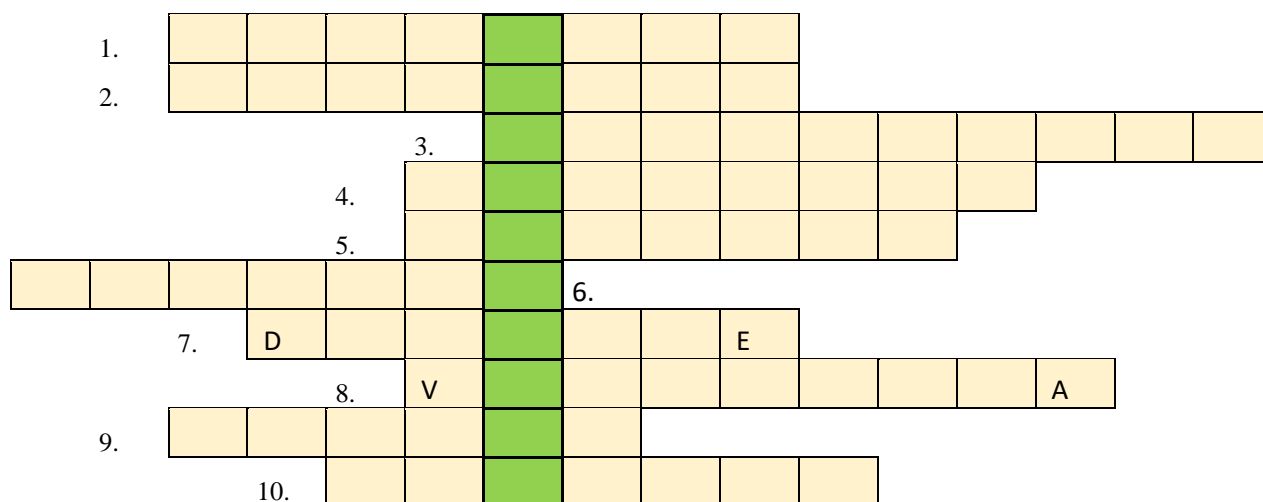
MĚDORKAVO

JEOBM

NALÁB

---

2) Vyřešte křížovku:



1. Částice složená z atomů.
2. Laboratorní, skleněná, úzká nádobka.
3. Adheze.
4. Autor teorie relativity.
5. Kapilární zvýšení.
6. Určuje hmotnost látky připadající na daný objem –  $\rho$
7. Kapilární snížení.

8. Tekutost u kapalin.

9. Povrchové ..... je efekt, při kterém se povrch kapalin chová jako elastická blána.

10. Volný povrch kapaliny.

3) Doplň text:

Vodoměrka štíhlá

Vodoměrka většinu svého života přebývá na vodní hladině v blízkosti břehu. Vodoměrka lehce pobíhá po vodní hladině s pokrčenýma, doširoka roztaženýma nohama. Vodoměrka používá k běhání po hladině dva triky. Jednak je velice lehká. Důležité ale je, co jim přichystala sama příroda. Ta potáhla vodní hladinu neviditelnou ....., na které žijí a po které umějí vodoměrky běhat. Druhým trikem jsou jejich nožičky, které jsou přírodou vytvořeny tak, že se nesmáčejí vodou. Vodní hladina se chová v jejich hmyzím světě tak, jako by byla z pružné látky. .... vodoměrky nesmí překročit její nosnost. Proto je vodoměrka omezena co do hmotnosti a vzrůstu. Obří vodoměrka by po hladině běhat .....



Obrázek 15: Vodoměrka štíhlá. Zdroj: <https://slideplayer.cz/slide/2887111/>

### Provedení pokusu:

Pokusem ověříme existenci povrchového napětí.

**Pomůcky:** pracovní list, tužka, pero, velké umyvadlo naplněné vodou, tuhý barevný papír, kapalný saponátový prostředek, nůžky, pravítko.



### Postup pokusu:

1) Na barevný papír narýsuj protáhlý trojúhelník a vystřihni ho.

2) Opatrně polož papírový trojúhelník na hladinu vody, tak aby se nepotopil, ale plaval.

Na prst vytlač kapku saponátu. Je-li hladina klidná, jemně se dotkni omočeným prstem za základnu trojúhelníka. Pozoruj, co se s papírovým trojúhelníkem stane. Pozorování zapiš do pracovního listu:

3) Co způsobilo pohyb papírového trojúhelníku?

4) Při jaké domácí činnosti se tento jev používá?

5) Vystřídejte se ve skupině v provedení pokusu, ale vždy vyměňte vodu v nádobě.

6) Na závěr pod vedením učitele si ve skupinách sdělte výsledky pokusů a motivačních úkolů.

### Řešení experimentu

Motivační část

1) Přesmyčky: VODOMĚRKA, OBJEM, BLÁNA

## 2)Křížovka: KAPILARITA

				M	O	L	E	K	U	L	A								
				Z	K	U	M	A	V	K	A								
								P	Ř	I	L	N	A	V	O	S	T		
							E	I	N	S	T	E	I	N					
							E	L	E	V	A	C	E						
H	U	S	T	O	T	A													
					D	E	P	R	E	S	E								
							V	I	S	K	O	Z	I	T	A				
		N	A	P	Ě	T	Í												
					H	L	A	D	I	N	A								

## 3)Vodoměrka štíhlá

Vodoměrka většinu svého života přebývá na vodní hladině v blízkosti břehu. Vodoměrka lehce pobíhá po vodní hladině s pokrčenýma, doširoka roztaženýma nohama. Vodoměrka používá k běhání po hladině dva triky. Jednak je velice lehká. Důležité ale je, co jim přichystala sama příroda. Ta potáhla vodní hladinu neviditelnou **blánou**, na které žijí a po které umějí běhat. Druhým trikem jsou jejich nožičky, které jsou přírodou vytvořeny tak, že se nesmáčejí vodou. Vodní hladina se chová v jejich hmyzím světě tak, jako by byla z pružné látky. **Hmotnost** vodoměrky nesmí překročit její nosnost. Proto je vodoměrka omezena co do hmotnosti a vzrůstu. Obří vodoměrka by po hladině běhat **nemohla**.

### Postup pokusu:

3) Co způsobilo pohyb papírového trojúhelníku?

Saponát zeslabí tah povrchového napětí vody za člunem. Tah povrchového napětí je před člunem silnější než za ním, takže je tažen dopředu.

4) Je to umývání nádobí. Saponátový čisticí prostředek pomáhá umývat špinavé nádobí. Oslabuje přílnou sílu mezi částicemi vody a ta více přilne k povrchu nádobí a snáze proniká mezi znečištění a povrch nádobí.

## PŘÍLOHA 6: Badatelský pokus 1

### PRACOVNÍ LIST 1: Jaké zákonitosti využívají ryba i ponorka?

**Problémová otázka:** Proč se ponorka potopí a zase vyplave?

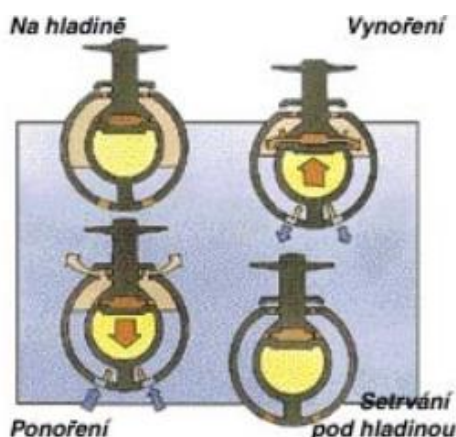
**Teorie:** Z hodiny fyziky víte, že těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou  $F_{vz}$ , jejíž velikost je rovna tíze kapaliny tělesem vytlačené.  $F_{vz} = m_k \cdot g = V \cdot \rho \cdot g$  [N]

#### Motivační část:

- 1) Lidské tělo má menší hustotu než sladká voda, plove samo od sebe na povrchu vody. Rovnováha je velmi přesná. Stačí vztyčit ruce nad hladinu, tak jak to tonoucí dělají, a objem vody vytlačené tělem nedostačuje na nadlehčení a tělo klesne ke dnu.

Uveďte možné polohy těla ve vodě tak, aby se nepotopilo?

- 2) Vztlakovou sílu využívají i zvířata. Velrybám umožňuje přežít vlastní hmotnost, rybám zase plavat. Ryby mají speciální orgán, vzduchový měchýř. Ten pomáhá zdržovat se v určité hloubce, kde hustota vody je stejná jako hustota ryby. Když se ryba pomocí ploutví ponořuje do větší hloubky, její tělo se vlivem vnějšího tlaku vody stlačuje, čímž se stlačuje i samotný měchýř. Ryba je nadlehčována menší vztlakovou silou a klesá ke dnu. To stejné se děje, ale opačně, když ryba pomocí svých ploutví plave vzhůru.



Obrázek 31: Princip vynoření a ponoření ponorky. Zdroj: <https://www.abicko.cz/clanek/casopis-abc/959/vzhuru-dolu.html>

Na základě textu a obrázku se pokuste vysvětlit podobnost principu zanořování a vynořování ryby a ponorky (zformulujte hypotézu)?

### **Provedení motivačního pokusu :**

Pokusem ověříme, platnost Archimédova zákona v praxi. V první části vyrobíte jednoduchou ponorku z PET lahve. Ověříme pokusem fungování Archimédova zákona při napouštění a vypouštění vody v lahvi-ponorce.

**Pomůcky:** pracovní list, tužka, pero, akvárium nebo jiná průhledná nádoba, voda, plastová lahev, brčko, závaží (kovové kuličky), izolepa, nůžky.

### **Postup pokusu 1:**

- 1) Máte plastovou lahev, kde v podélné ose lahve je 4-5 děr a otvor pro brčko je umístěn naproti ostatním otvorům. Přistříhnete brčko do špičky, zasuňte jej do otvoru a zalepte izolepou tak, aby mezi brčkem a otvorem nepropouštěl vzduch. Do lahve nasypete závaží: kovové kuličky a uzavřete ji. Položte lahev-ponorku na hladinu vody a přidržte prst k brčku. Pozorujte, co se s ponorkou děje.
- 2) Prst dejte pryč, začne unikat vzduch ven. Ponorka nabírá vodu otvory u dna. Proč se tak děje? Pozorování zapište.
  
- 3) Po dosednutí ponorky začněte s jejím vynořením. Foukejte vzduch pomocí brčka do ponorky. Proč se tak děje? Pozorování zapište.

- 4) Pokuste se celkově zformulovat proč se ponorka potopí a zase vyplave na základě provedeného pokusu. Závěr запиšte, porovnejte svůj předpoklad z úvodu vyučovací hodiny. Potvrdila se vaše hypotéza? Ve skupinách si sdělte výsledky vašeho bádání

## PŘÍLOHA 7: Badatelský pokus 2

### PRACOVNÍ LIST 2: Jaké zákonitosti využívají ryba i ponorka?

**Problémová otázka:** Proč se ponorka potopí a zase vyplave?

**Teorie:** Z hodiny fyziky víte, že těleso ponořené do kapaliny je nadlehčováno vztlakovou silou  $F_{vz}$ , jejíž velikost je rovna tíze kapaliny tělesem vytlačené.  $F_{vz} = m_k \cdot g = V \cdot \rho \cdot g$  [N]

#### Motivační část:

- 1) Pokuste se vymyslet využití Archimedova zákona v praxi:
  
- 2) Jak vzniká vztlková síla a jaký má směr:
  - a) Vzniká tlakem okolní kapaliny a směřuje vždy směrem do středu Země.
  - b) Vzniká ponořením tělesa do kapaliny, nebo plynu a směřuje vždy vzhůru.
  - c) Vzniká působením tíhové síly na kapalinu, nebo plyn a směřuje vzhůru.
- 3) Záleží velikost vztlkové síly na tvaru tělesa?
  - a) Ano.
  - b) Ano, ale jen v kapalinách.
  - c) Ne.
- 4) Těleso tvaru jehlanu (pyramida) je celé ponořeno do kapaliny jednou špičkou nahoru, podruhé špičkou dolů. Kdy bude vztlková síla větší?
  - a) Když bude orientována špičkou nahoru.
  - b) V obou případech bude vztlková síla stejná.
  - c) Když bude orientována špičkou dolů.
- 5) Jaké podmínky musí být splněny, aby těleso v kapalině plavalo?
  - a) Hustota tělesa musí být menší než hustota kapaliny.
  - b) Hustota tělesa musí být větší než hustota kapaliny.
  - c) Vztlková síla musí být menší než tíhová síla působící na těleso.
  
- 6) Při stejné velikosti mají horkovzdušný balón a balón plněný vodíkem vztlakovou sílu stejnou.

- a) Nemají vztlakovou sílu stejnou, vodík je lehčí (menší hustota) než vzduch.
- b) Mají stejnou vztlakovou sílu, když mají oba balony stejnou velikost (objem).
- c) Nemají stejnou vztlakovou sílu, vodík se více rozpíná než horký vzduch.

### **Provedení pokusu 2:**

Tento pokus bude ověřovací, pomocí lahve-ponorky, kde v lahvi bude nafukován nebo vypouštěn balonek.

**Pomůcky:** pracovní list, tužka, pero, akvárium nebo jiná průhledná nádoba, voda, plastová lahev, hadička, balonek, provázek závaží (kovové válečky), modelína, nůžky.

### **Postup pokusu:**

- 1) Máte plastovou lahev, kde v podélné ose lahve jsou 3 díry. Ve víčku je otvor pro hadičku, ten je zaizolován modelínou. Na konci hadičky, který je umístěn v lahvi, je pevně přivázán balonek. V uzavřené lahvi jsou jako závaží kovové válečky. Položte takto upravenou lahev na hladinu vody. Přidržujte hadičku, aby do ní nevnikala voda. Pozorujte, co se s ponorkou děje.
- 2) Ponorka nabírá vodu otvory u dna. Po dosednutí ponorky začněte s jejím vynořením. Foukejte vzduch pomocí hadičky do ponorky. Co se děje s balonkem a ponorkou?
- 3) Pokuste se celkově zformulovat v čem je tento pokus jiný, ale přesto výsledek stejný. Závěr zapište, Ve skupinách si sdělte výsledky vašeho bádání.



## Řešení experimentu

### PRACOVNÍ LIST 1:

#### Motivační část:

1) Ponorky mají v trupu podélné dutiny, tzv. vyrovnávací (balastní) nádrže, které lze naplnit vzduchem nebo vodou. Pokud je ponorka na hladině, jsou tyto nádrže plné vzduchu. Tíhová síla ponorky působí proti vztlakové síle vody a ponorce je tak umožněno plavat na hladině. Naplněním nádrží vodou ponorka ztěžkne a klesne pod hladinu. Pro vynoření je nezbytné vytlačit vodu z balastních nádrží stlačeným vzduchem; takto odlehčené plavidlo se opět zvedne na hladinu.

2) Před utonutím se zachráníme takto: lehněte si na záda, tlačte ruce dolů a hlavu s ústy dozadu vzhůru., silně vdechujte a krátce vydechujte. Ještě lepší je poloha s rukama u těla a hlavou silně zvrácenou vzad v téměř vzpřímené poloze.

#### Provedení pokusu

1) Vzduch neprchá ven, takže zůstane ponorka na hladině.

2) Ponorka se potápí. Zvětšuje se hmotnost ponorky, tíhová síla je větší než vztlaková síla.

3) Začne se zmenšovat hmotnost, tíhová síla je menší než vztlaková síla. Ponorka se vynořuje.

4) Ponorku, stejně jako každé jiné plavidlo, podle Archimedova zákona nadnáší síla, úměrně velké množství vody, kterou svým trupem vytlačí. K ponoření je potřeba zvýšit hmotnost plavidla a tím tuto sílu překonat. Hmotnost ponorky je zvyšována pomocí vody napouštěné do speciálních nádrží (má-li se loď opět vynořit, je voda naopak vytlačována).

Dodatek pro pedagoga:

K ponoření pod vodu je nutná alespoň minimální síla-tu zajišťují hloubková kormidla a motor, který žene loď vpřed. Díky tomuto vyvážení se může ponorka při vypnutých motorech pod vodou vznášet jako vzducholod' a nepohybuje se přitom nahoru ani dolů.

## PRACOVNÍ LIST 2:

### Motivační část:

- 1) Pokusy, ponorky, balony, vzducholod', letadla (vztlak na křídle) .....
- 2) B
- 3) A
- 4) B
- 5) A
- 6) B

### Provedení pokusu:

Při zanořování uniká z ponorky vzduch, plní se vodou, její hmotnost roste. Při vynořování je voda z ponorky vytlačována pomocí balonku, který zvětšuje svůj objem (nafukován vzduchem). Snižuje se hmotnost ponorky, ponorka stoupá na hladinu.

## Dotazník pro učitele

1. Jaká je délka Vaší pedagogické praxe?
  - a) 0-3 roky
  - b) 4-7 let
  - c) 8 a více
2. Vystudoval/a jsem učitelství fyziky pro:
  - a) Základní školu
  - b) Střední školu
  - c) Učitelství jiného předmětu
3. Používáte ve výuce badatelský typ výuky?
  - a) ano
  - b) ne
4. Máte v rámci výuky dostatečný časový prostor na problémové úlohy?
  - a) ano
  - b) ne
5. Pracujete ve výuce s pracovními listy?
  - a) ano
  - b) ne
6. Vytváříte si pracovní listy vlastní?
  - a) ano
  - b) ne
7. Zařazujete do pracovních listů motivační část?
  - a) Ano
  - b) Ne
8. Jak hodnotíte předložené pracovní listy z pohledu zařaditelnosti do výuky?
  - a) Využitelné
  - b) Využitelné s úpravami
  - c) Nevyužitelné
9. Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska zpracování?
  - a) Kvalitně zpracované
  - b) Vyhovující
  - c) Nevyhovující
10. Jak hodnotíte předložené pracovní listy z hlediska obsahu?

- a) Složité
- b) Přiměřené
- c) Jednoduché

## Dotazník pro žáky

(žáci se zúčastnili badatelského pokusu)

1. Provedený badatelský pokus byl pro vás:
  - a) Zajímavý
  - b) Běžný
  - c) Nezajímavý
2. Provedený badatelský pokus byl pro vás:
  - a) Komplikovaný
  - b) Přiměřený
  - c) Jednoduchý
3. Řešení úlohy bylo:
  - a) Očekávané
  - b) Neočekávané
4. Pomohla Vám k řešení v úvodu vyslovená definice?
  - a) Ano
  - b) Ne
  - c) Nebyla třeba
5. Bavila Vás motivační část pracovního listu?
  - a) Ano velmi
  - b) Ano
  - c) Ne
6. Pracovní část byla pro vás srozumitelná?
  - a) Ano
  - b) Ano, při spolupráci ve skupině
  - c) Málo
7. Pomohl Vám takto provedený pokus více pochopit daný jev a prohloubit znalosti?
  - a) Ano
  - b) Ne
8. Byli byste rádi, kdyby badatelské pokusy byly častěji zařazovány do výuky?
  - a) Ano
  - b) Ne
  - c) Nevím nebo nezáleží mi na tom