

# **PISA 2015**

## **Koncepční rámec hodnocení přírodovědné gramotnosti**



Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD)  
Program pro mezinárodní hodnocení žáků (PISA)

**Praha, únor 2017**

## Obsah

1	Úvod: Význam přírodovědné gramotnosti .....	3
2	Přírodovědná gramotnost – definice .....	5
3	Uspořádání oblasti .....	11
4	Vyhodnocení oblasti .....	37
5	Shrnutí .....	47
6	Literatura .....	48

## 1 Úvod: Význam přírodovědné gramotnosti

1. Tento dokument popisuje a zdůvodňuje teoretický konceptní rámec, který tvoří základ pro zjišťování *přírodovědné gramotnosti* jako hlavní oblasti programu PISA 2015. Předchozí konceptní rámce pro zjišťování přírodovědného vzdělávání (OECD 1999, OECD 2003, OECD 2006) popisovaly také koncepci přírodovědné gramotnosti, jako východisko pro výzkum přírodovědných znalostí. Tyto dokumenty byly v široké shodě mezi odbornými pedagogy zabývajícími se přírodovědnou gramotností projednány a poté schváleny. Konceptní rámec pro PISA 2015 především zpřesňuje a rozšiřuje rámec PISA 2006, jež byl použitý pro výzkum v letech 2006, 2009 a 2012.

2. Lidstvo čelí významným výzvám v oblasti zajištění dostatečného množství vody a potravin, kontroly/regulace nemocí, výroby dostatku energie a přizpůsobování klimatickým změnám, proto má přírodovědná gramotnost na úrovni národní i mezinárodní (UNEP, 2012) velký význam. Mnohé z těchto skutečností se projevují na místní úrovni a mohou být řešeny samotnými občany, například při rozhodování o postupech ovlivňujících jejich vlastní zdraví, o zásobování potravinami, o vhodném použití materiálů a nových technologií, o volbě využívání energie. Řešení těchto otázek vyžaduje podstatné zapojení vědy a techniky. „Řešení politických a etických témat z oblasti vědy a techniky se však může stát předmětem fundovaných diskuzí pouze tehdy, pokud mladí lidé budou mít určité přírodovědné povědomí. Neznamená to, že by všichni lidé měli být odbornými experty, ale že získaná přírodovědná gramotnost by jim měla umožnit plnit osvědčenou roli v rozhodování, která ovlivňují jejich životní prostředí, a pochopit společenské důsledky odborníky navrhovaných řešení.“ (Evropská komise, 1995, str. 28) Znalost vědy a techniky nepochybně významně přispívá k osobní úrovni společenského a profesního života člověka, má nesporně vliv na jeho praktickou i kulturní hodnotu, a tudíž má zásadní význam i pro připravenost mladého člověka na život.

3. Být přírodovědně gramotný znamená získat v přírodních vědách jak teoretické tak praktické vzdělání. Proto se ve smyslu tohoto konceptního rámce pojem **přírodovědná gramotnost<sup>1</sup>** vztahuje na poznatky přírodních věd i na technologie založené na poznatcích přírodních věd. Je však třeba poznamenat, že věda a technika se liší v účelu, procesech a produktech. Na rozdíl od vědy, jež hledá na konkrétní otázku o reálném materiálním světě jednu odpověď, technika hledá v problémech lidstva různá optimální řešení, kterých může být více než jedno. Přesto jsou věda a technika úzce spojené, neboť nové vědecké poznatky umožňují rozvíjet nové technologie, například pokroky v materiálových vědách vedly v roce 1948 k vývoji tranzistoru, a podobně nové technologie mohou směřovat k novým vědeckým poznatkům, například použití technologicky výkonnějších teleskopů vede k rozšiřování a prohlubování našich znalostí o vesmíru. Směr vývoje nových technologií ovlivňujeme svým rozhodováním i jako jednotlivci, když například jako zákazníci žádáme, aby automobily měly nižší spotřebu paliva. Přírodovědně gramotný jedinec by měl být schopen činit rozhodnutí podložená znalostmi, který by měl také zároveň vnímat, že věda a technika často vedou nejen k řešení problémů, ale mohou být i zdrojem rizika, mohou vytvářet nové problémy, které zase mohou vyžadovat použití vědy a techniky ke hledání nových řešení. Všichni, kteří rozhodují na osobní nebo vyšší úrovni, musí být schopni domyslet následky a rozpoznat úskalí používání jakéhokoliv vědeckého poznání.

---

<sup>1</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Přírodovědná gramotnost – (angl. scientific literacy) jedna z řady funkčních gramotností charakterizovaná schopnostmi jedince aplikovat specifické přírodovědecké dovednosti a zapojit se do všech aktivit jeho skupiny a komunity, v nichž je pro efektivní fungování vyžadována gramotnost, a také do těch, které mu umožňují pokračovat ve využívání čtení, psaní a počítání v zájmu jeho vlastního a komunitního rozvoje.

4. Přírodovědná gramotnost rovněž vyžaduje jak znalost pojmů a zákonů vědy, tak znalost obvyklých postupů a metod používaných při přírodovědeckých bádáních a jejich specifik a zvláštností. Přírodovědně gramotní lidé znají hlavní směry a principy, které tvoří základ přírodovědného a technického myšlení, proto vědí, jak byly odvozeny a do jaké míry jsou tyto poznatky podloženy fakty nebo jen teoretickým vysvětlením.

5. Inovativní řešení založená na přírodovědném myšlení a vědeckých objevech budou nepochybně vyžadovat také výzvy 21. století. Společnost bude potřebovat dobře odborně připravené vědce, kteří se ujmou výzkumu i vědeckých a technických inovací, jež bude třeba nutně vyřešit ke splnění hospodářských, sociálních a environmentálních úkolů. Budeme-li chtít zapojit širší společnost, budou tito vědci potřebovat k osvětě při vysvětlování znalostí o vědě, k šíření přírodovědné gramotnosti a k hlubokému chápání povahy vědy, jejich omezení a důsledků.

6. Ze všech těchto důvodů je přírodovědná gramotnost chápána jako klíčová dovednost (Rychen & Salganik, 2003) a je definována jako „schopnost používat znalosti a informace v souvislostech a jejich vzájemných vztazích – to znamená pochopení toho, jak poznatky vědy mění nahlížení na svět a jak mohou být použity k dosažení obecnějších cílů“ (str. 9). Proto přírodovědné vzdělávání představuje hlavní cíl pro všechny žáky a pohled na přírodovědnou gramotnost, která tvoří základ pro mezinárodní výzkum PISA 2015 patnáctiletých žáků, se nabízí v odpovědích na otázky: Které důležité znalosti z oblasti vědy a techniky má mládež vědět? Co má umět hodnotit? Co musí být schopna prakticky vykonávat?

7. Koncepční rámec předkládá zdůvodnění a propracovaný popis toho, co se rozumí pod pojmem přírodovědná gramotnost. Tento dokument definuje očekávanou přírodovědnou gramotnost jedince nejen v souvislosti se všemi dovednostmi, ale i s praxí (William, 2010), což bude základ testování v roce 2015.

## 2 Přírodovědná gramotnost – definice

8. Současné názory na požadované výsledky přírodovědného vzdělávání mají své pevné kořeny v přesvědčení, že přírodní vědy jsou tak důležité, že by měly být základem vzdělávání každého mladého člověka (American Association for the Advancement of Science, 1989, Confederación de Sociedades Científicas de España, 2011, Fensham, 1985; Millar & Osborne, 1998, National Research Council, 2012 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK], 2005; Taiwan Ministry of Education, 1999), proto jsou v mnoha zemích přírodovědné předměty skutečně povinným prvkem školních osnov, a to od mateřské školy až po dokončení povinné školní docházky.

9. Mnoho výše zmíněných dokumentů a politických prohlášení si klade za cíl vzdělávat k aktivnímu občanskému postoji, zatímco v mezinárodním srovnání mnoho národních školských systémů vykazuje, že hlavním cílem přírodovědného vzdělávání by měla být pouze příprava nové generace vědců (Millar & Osborne, 1998). Tyto dva cíle nejsou vždy slučitelné, a tak pokusy vyřešit napětí mezi vzdělávacími potřebami většiny žáků, kteří se nestanou vědci, a potřebami menšiny, která přírodovědci bude, byly nejdříve zjišťovány pomocí dotazníků s otázkami na výuku přírodních věd (National Academy of Science, 1995; National Research Council, 2000) a poté byly vytvořeny nové vzdělávací modely (Millar, 2006), které zohledňují potřeby obou skupin. Přitom nebyl kladen důraz na cíl vzdělávat pouze jedince, kteří budou produkovat vědecké poznání, spíše se jedná o vzdělávání žáků vedoucí k informovanosti a kritickému používání vědeckého poznání – dovednosti, které budou všichni potřebovat v průběhu dalšího života.

10. Chceme-li chápat vědu i techniku a zapojovat se do kritických diskusí o nich, potřebujeme tři základní specifické dovednosti. První z nich je umět objasnit přírodní jevy, technická zařízení a technologie a jejich důsledky pro společnost, což vyžaduje znalost hlavních principů vědy a vymezení její činnosti, postupů a cílů. Druhou dovedností je používání znalostí a vědeckých pokusů k tvorbě otázek, na něž může dát věda odpověď, zjišťování, zda byly použity vhodné metody, a navrhování způsobů, jak by mohly být řešeny problémy. Třetím předpokladem je dovednost vědecké interpretace a vyhodnocování informací i faktů a následné posuzování, zda jsou závěry správné. Přírodovědná gramotnost v PISA 2015 sleduje, tři specifické dovednosti:

- Vysvětlovat jevy vědecky
- Vyhodnocovat a navrhopvat přírodovědný výzkum
- Vědecky interpretovat data a důkazy

11. Všechny tyto dovednosti vyžadují znalosti. Vysvětlení přírodních jevů a technologií předpokládá znalost obsahu vědy - **obsahovou znalost**<sup>2</sup>. Druhá a třetí dovednost vyžadují už více než jen znalost obsahu, neboť jsou spíše závislé na pochopení procesu<sup>3</sup>, jak bylo dosaženo vědeckého poznatku a jak je důvěryhodný. Je tedy požadováno, aby se učilo o tom, co se různě nazývá jako „*podstata vědy*“ (Lederman, 2006), „*představy o vědě*“ (Millar & Osborne, 1998) nebo „*vědecké postupy*“ (National Research Council, 2012). Rozpoznat a určit vlastnosti, které charakterizují vědecký pokus, vyžaduje znalost standardních postupů, které jsou základem různých metod a postupů používaných k objevování vědeckých poznatků – **procedurální**

<sup>2</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Obsahové znalosti mohou být definovány jako „důkladná průprava v předmětu na středoškolské úrovni“ nebo „zvládnutí tématu“ (Americká rada pro vzdělávání, 1999). Také může zahrnovat znalost pojmů, teorií, konceptuálních rámců, stejně jako znalosti o způsobech rozvíjení znalostí (Shulman, 1986).

<sup>3</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Každé propracované a obecné empirické a rozumové poznání vychází z pozorování, rozvažování nebo experimentu.

**znalost**<sup>4</sup>. Dovednosti nezbytně vyžadují i **epistemickou znalost**<sup>5</sup> – pochopení důvodů vědeckého bádání, vytvoření nových objevů a vynálezů a jejich zařazení do systému a uvědomění si významu základních pojmů jako teorie, hypotéza a data.

12. Procedurální a epistemická znalost je nezbytná ke kladení otázek, co může být předmětem vědeckého zkoumání, k posouzení, zda použité postupy vedly k potvrzení objevů, a k odlišení vědeckých problémů od problémů hodnotových a ekonomických. V této kapitole definovaná přírodovědná gramotnost zdůrazňuje, že v životě člověka bude třeba získávat znalosti nikoliv prostřednictvím vědeckých výzkumů, ale pomocí zdrojů jako jsou knihovny a internet. Procedurální a epistemická znalost je zásadní pro posuzování, zda informace o objevech uváděné v mediích byly získány s využitím vhodných postupů a jsou odůvodněné.

#### PISA 2015 Přírodovědné znalosti: Terminologie

Přírodovědné znalosti se podle tohoto dokumentu skládají ze tří odlišitelných, avšak souvisejících znalostních typů.

První a nejznámější z nich je znalost faktů, pojmů, principů a teorií o živé a neživé přírodě, světa, který popisují přírodní vědy, například syntéza složité molekuly pomocí světla a oxidu uhličitého rostlinami nebo částicový charakter hmoty. Tento typ se označuje jako **obsahová znalost**<sup>6</sup> nebo také znalost obsahu vědy.

Znalost postupů, které vědci používají ke stanovení vědeckých poznatků, se označuje jako **procedurální znalost**<sup>7</sup>. Je to znalost postupů a plánů, na nichž jsou založena empirická šetření, jako například opakování měření, aby se minimalizovaly chyby a zvýšila se spolehlivost, kontroly při změně podmínek a typické způsoby uvádění a publikování výsledků (Millar, Lubben, Gott, a Duggan, 1995). V dnešní době jsou označovány jako „koncepte faktů“ (Gott, Duggan, & Roberts, 2008).

Pochopit vědu jako praktickou činnost také navíc vyžaduje **epistemickou znalost**, která se vztahuje k pochopení role specifických pojmů a charakteristických znaků nezbytných pro budování celé struktury znalostí ve vědě (Duschl, 2007). Epistemická znalost zahrnuje porozumění významu otázek, připomínek, teorií, hypotéz, modelů a polemik v přírodních vědách, poznání různých forem vědeckého zkoumání a pochopení role srovnávacího hodnocení při tvorbě spolehlivých poznatků.

Podrobnější rozbor tří typů znalostí je uveden v kapitole Přírodovědné znalosti a na obrázcích 4, 5 a 6.

<sup>4</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Aplikační vědomosti, vědomosti typu „jak se to má udělat“; opak declarative knowledge – deklarativní znalosti „co je to“.

<sup>5</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Epistemická znalost, znalost poznávání – (angl. epistemic knowledge) Gnoseologie, anglosas. epistemologie (z řec. epistéme znalost, schopnost) či noetika (z řec. noéma myšlenka) je filozofická disciplína, která zkoumá lidské poznání, jeho vznik, proces a předmět.

<sup>6</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Spojení Deklarativní a kontextové znalosti podle Bloomovy taxonomie (def. Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: Pedagogický slovník, Portál, Praha, 2009)

Jeden ze tří typů znalostí (deklarativní, procedurální). Jde o znalost účelu, souvislostí a hlavně podmínek, za nichž lze dosáhnout potřebného cíle. Typickým představitelem jsou zásady pro správné použití určitých postupů, znalost limitů použití i domýšlení důsledků. Kontextová znalost odpovídá na otázky typu: proč cosi udělat, či neudělat; kdy, kde a za jakých podmínek. Při učení a vyučování bývá pro všechny zúčastněné nejobtížnějším typem znalostí. (Průcha, J., Walterová, E., Mareš, J.: Pedagogický slovník, Portál, Praha, 2009)

<sup>7</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Procedurální znalosti, také nezbytné, implicitní znalosti k plnění některých úkolů. Procedurální znalosti se liší od ostatních typů znalostí, (deklarativní znalosti), v tom, že mohou být přímo použity k řešení úkolu. Například procedurální znalosti, které člověk používá k řešení problémů, se liší od deklarativní znalosti, které člověk o problému zná. Jedná se o praktické znalosti.

13. Lidé potřebují přírodovědné znalosti, aby mohli tyto tři dovednosti přírodovědné gramotnosti používat, proto se PISA 2015 u patnáctiletých žáků zaměřuje na tyto dovednosti a hodnotí je na úrovni osobního, místního/národního a globálního kontextu. Tento pohled se liší od ostatních přírodovědných šetření ve školách, neboť ty se často zaměřují pouze na obsahovou znalost, zatímco předkládaný koncepční rámec vychází ze širšího pohledu na typy přírodovědných znalostí, které jsou v současné době po členech společnosti požadovány.

14. Širší pohled také umožňuje zdůraznit, že se do dovedností žáka promítá i určitý citový vztah – postoje nebo sklony k vědě pochopitelně určují úroveň jeho zájmu, pomáhají mu udržet pozornost a mohou ho motivovat k činnosti (Schibeci, 1984). Přírodovědně gramotný člověk má tak obvykle zájem o vědecká témata, o otázky související s vědou, o problematiku technologií, zdrojů a životního prostředí a následně přemýšlí o významu vědy jak z osobního tak společenského hlediska. To však neznamená, že musí být nutně nakloněný vědě samotné, spíše uznává, že věda, technika a výzkum jsou základními prvky moderní kultury vymezující velkou část našeho myšlení.

15. Tyto úvahy vedly k následující definici přírodovědné gramotnosti pro PISA 2015:

### Definice přírodovědné gramotnosti pro PISA 2015

**Přírodovědná gramotnost** je schopnost přemýšlet a jednat ve všech věcech souvisejících s přírodními vědami a jejich principy jako aktivní občan.

**Přírodovědně gramotný člověk** je schopen a ochoten zapojit se do věcné debaty o přírodních vědách a technologiích, k čemuž musí mít následující dovednosti:

#### 1. Vysvětlovat jevy vědecky

Rozpoznávat, nabízet a hodnotit vysvětlení různorodých přírodních jevů a technologií.

#### 2. Vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum

Popisovat a hodnotit přírodovědná zkoumání a navrhnout vědeckovýzkumné otázky.

#### 3. Vědecky interpretovat data a důkazy

Analyzovat a vyhodnocovat různé podoby dat, tvrzení a důkazů a vyvozovat odpovídající vědecké závěry.

### Vysvětlivky

16. Následující poznámky jsou uvedené proto, aby objasnily význam a použití definice přírodovědné gramotnosti pro účely hodnocení výzkumu PISA 2015.

a) Termín přírodovědná gramotnost lépe než přírodověda zdůrazňuje, že je v přírodovědném výzkumu PISA kladen důraz na aplikaci vědeckých poznatků v kontextu reálných situací.

b) Pro účely výzkumu PISA je třeba poznamenat, že tyto pojmy a principy vědy (**znalost obsahu**), postupy a strategie používané při vědeckém zkoumání (**procedurální znalost**) a způsob, jakým jsou fakta oprávněná a zaručená (**epistemická znalost**), budou přizpůsobeny úrovni patnáctiletého žáka.

c) V celém dokumentu je termín „příroda“ používán pro označení jevů spojených s každým objektem nebo jevem vyskytujícím se v živé nebo neživé přírodě.

## Dovednosti požadované pro přírodovědnou gramotnost

### Dovednost 1: Vysvětlovat jevy vědecky

17. Historickým kulturním počinem vědy bylo vypracování souboru vysvětlujících teorií, které mají proměnit naše chápání přírody, jako například poznatek, že den a noc jsou způsobené rotací zeměkoule, že choroba může být způsobena neviditelnými mikroorganismy. Kromě toho tyto znalosti umožnily vyvinout technologie, jež usnadňují lidský život, umožnily například prevence nemocí nebo rychlou komunikaci mezi lidmi po celém světě. Dovednost vysvětlovat přírodovědecké a technické jevy je tedy závislá na znalostech hlavních principů vědy.

18. Vysvětlení přírodních jevů však vyžaduje více než jen schopnost vybavit si a použít teorie, principy, informace a fakta (**znalost obsahu**), neboť umět vědecky něco vysvětlovat také vyžaduje porozumět tomu, jak byly tyto objevy učiněny a odvozeny, a posoudit, nakolik jim můžeme důvěřovat. Proto je nezbytné, aby měl přírodovědně gramotný člověk znalosti standardních metod a postupů používaných ve vědeckém bádání (**procedurální znalost**) a chápal roli a funkci vědeckých poznatků (**epistemická znalost**).

### Dovednost 2: Vyhodnocovat a navrhovat přírodovědný výzkum

19. Vědecká gramotnost také znamená, že žáci by měli rozumět cíli vědeckého výzkumu – získávat spolehlivé poznatky o přírodě (Ziman, 1979). Shromážděné údaje získané pozorováním a experimentem buď v laboratoři, nebo v terénu vedou k rozvoji modelů a hypotéz, které umožňují vytvářet předpovědi, a ty pak mohou být experimentálně testovány. Vědci málokdy pracují sami, jsou většinou začleněni do výzkumných skupin nebo týmů a zapojují se do rozsáhlé spolupráce na národní i mezinárodní úrovni. Nové nápady obvykle navazují na předchozí znalosti, nové objevy jsou vždy vnímány jako dočasné a jsou podrobovány srovnávacímu hodnocení, což je mechanismus vědecké komunity, jehož cílem je zajistit objektivitu vědeckého poznání (Longino, 1990). Z toho důvodu mají vědci povinnost zveřejnit zprávu o svých zjištěních a uvést metody použité při získávání faktů. Pokud tak učiní, lze provést empirickou studii, experiment zopakovat a výsledky potvrdit nebo zpochybnit. Měření však nikdy nemohou být zcela přesná, vždy obsahují určité množství chyb, proto je hodně práce výzkumníka věnováno zvyšování jistoty opakováním měření, sběrem většího vzorku dat, vývojem nástrojů, které jsou přesnější, a statistickým zpracováním údajů, jež posuzují stupeň spolehlivosti výsledku.

20. Věda má kromě toho přesně vypracované postupy a používá kontrolní mechanismy, které přísně logicky stanovují příčinu a následek. Pokud jsou vědci schopni ovládat všechny podmínky pokusu, potom jakoukoli změnu výsledků lze vysvětlit změnou v jedné konkrétní funkci, naopak špatné používání vede k nesprávným a nedůvěryhodným výsledkům. Například ověření slepým pokusem umožňuje vědcům tvrdit, že výsledky nebyly ovlivněny ani subjektem experimentu, ani experimentátorem samotným, jiní vědci, systematictí biologové a ekologové, určují a popisují organizmy a hledají v přírodě jejich interakce. U evoluční biologie, deskové tektoniky nebo klimatologie se věda zase opírá o fakta, která nejlépe podporují stanovené hypotézy, a snaží se vysvětlit ty jevy, které je naopak vyvrací.

21. Mít tuto dovednost předpokládá **obsahovou znalost**, znalost běžných postupů používaných ve vědě (**procedurální znalost**) a znalost funkce těchto postupů při ověřování jakéhokoli tvrzení ve vědeckém objevování (**epistemická znalost**). Procedurální a epistemická znalost slouží dvěma účelům: jednak k hodnocení výsledků vědeckého výzkumu a rozhodnutí, zda jsou použity vhodné postupy a závěry jsou odůvodněné, jednak k návrhu alespoň hrubého rysu jak lze problém vědecky vhodně zkoumat.



**Dovednost 3: Vědecky interpretovat data a důkazy**

22. Pro přírodovědnou gramotnost je naprosto nezbytné pochopit hlavní činnost vědců – interpretaci dat. Interpretace dat začíná hledáním modelů, tvorbou jednoduchých tabulek a grafických zobrazení, tzn. koláčových grafů, sloupcových grafů, bodových nebo Vennových diagramů. Na vyšší úrovni je potřeba použít složitějších uspořádání dat a využít analytické nástroje, které nabízejí tabulkové procesory a specializované statistické programy. Bylo by špatné představit si tuto dovednost jako pouhou schopnost, neboť pro posouzení, co jsou spolehlivá a validní data a jak prezentovat fakta odpovídajícím způsobem, je nutná značná část znalostí. Vědci také rozhodují o tom, jak budou zobrazovat data v diagramech, grafech či stále častěji ve složitých simulacích nebo 3D vizualizacích a vysvětlovat všechny vztahy nebo modely s použitím obvykle používaných standardních systémů. Berou také v úvahu, zda byla chybovost minimalizována standardními statistickými metodami. Toto vše tvoří základ **procedurální znalosti**. U přírodovědně gramotného jedince očekáváme pochopení toho, že nepřesnosti jsou neodmyslitelným rysem všech měření a že i náhoda bývá jednou z důvěryhodných možností, jak mohlo k objevu dojít.

23. Nestačí však znát pouze postupy, které vedou k získání jakéhokoliv souboru dat. Přírodovědně gramotný jedinec musí být také schopen posoudit, zda jsou postupy vhodné a vyplývající tvrzení jsou správná (**epistemická znalost**). Mnoho souborů dat může být například vykládáno více způsoby, proto jsou polemiky a kritika nezbytné pro určení nejvhodnějšího závěru. Diskuze o starých datech vždy znamená, že vědci a technologové hledají na jejich základě nové nápady, ať už je to nová teorie, nové způsoby sběru dat nebo nové interpretace. Nesouhlas mezi vědci není tedy nic mimořádného, spíše je to obvyklé a užitečné. Rozhodnutí, který výklad je nejlepší, vyžaduje znalost vědy (**znalost obsahu**), kritický přístup a vědeckou skepsi. Prostřednictvím těchto procesů se vědě podařilo dosáhnout shody v zásadních principech a koncepcích (Longino, 1990). Základní vlastností profesionálního vědce je proto kritika a skepse ke všem empirickým faktům. Přírodovědně gramotný jedinec nejen chápe funkci a účel polemiky a kritiky, ale i to, jak jsou důležité pro budování systému poznatků ve vědě. Kromě toho umí zformulovat tvrzení, podpořit ho daty a identifikovat všechny chyby v důkazech druhých.

**Vývoj definice přírodovědné gramotnosti v PISA**

24. V PISA 2000 a 2003 byla přírodovědná gramotnost definována takto:

„*Přírodovědná gramotnost* je schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností.“ (Palečková, J., Tomášek, V.: Učení pro zítřek. Výsledky výzkumu OECD PISA 2003, ÚIV Praha 2005), (OECD 2000, 2003)

25. Definice z roku 2000 a 2003 používala termín přírodovědná znalost bez rozlišení znalostí z přírodních věd a znalostí o přírodních vědách. Definice z roku 2006 je oddělila a pracovala s nimi takto: „*Vědomosti z přírodních věd* označují vědomosti o světě přírody, které jsou součástí hlavních přírodovědných oborů, jako je fyzika, chemie, biologie, zeměpis<sup>8</sup> a technických oborů vycházejících z přírodních věd. *Vědomosti o přírodních vědách* zahrnují znalosti prostředků (vědecký výzkum) a cílů (vědecká vysvětlení) přírodních věd.“ Obě definice nicméně kladly důraz na aplikaci přírodovědné znalosti na porozumění přírodě a správné rozhodování. V PISA 2006 byla definice rozšířena o rozlišování vztahu mezi vědou a technikou – aspekt, který se předpokládal, ale nebyl v definici z roku 2003 zahrnut.

<sup>8</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Zeměpisem je míněna zejména fyzická geografie. (Převzato z českého manuálu z roku 2006)

26. Tyto myšlenky dále rozvíjí definice přírodovědné gramotnosti v PISA 2015. Hlavní rozdíl je v tom, že pojem *Vědomosti o přírodních vědách* byl ujasněn, konkretizován a rozdělen do dvou složek – procedurální znalost a epistemická znalost.

27. Koncepční rámec přírodovědné gramotnosti v PISA 2006 byl také rozšířen o zjišťování postojů žáků k přírodním vědám a k technice a postoje byly měřeny dvěma způsoby – prostřednictvím žakovských dotazníků a prostřednictvím otázek vložených do žakovského testu. Následně byly zjišťovány rozpory v zájmu žáků o přírodní vědy mezi výsledky všech žáků v odpovědích na otázky vložené do testu a těmi, které byly v samostatném dotazníku, a rozdily mezi pohlavími (OECD, 2009, viz také: Drechsel, Carstensen a Prenzel, 2011). Důsledkem však bylo, že vložené otázky prodloužily testy, proto pro hodnocení 2015 budou postoje zjišťovány pouze prostřednictvím žakovských dotazníků a do testů nebudou vloženy žádné otázky na postoje žáků. Dvě ze tří měření v této oblasti zůstávají stejná jako v roce 2006, první (zájem o přírodní vědy) a třetí (odpovědnost vůči zdrojům a povědomí o životním prostředí). Druhý (uznání hodnoty vědeckého výzkumu) se změnil na měření **hodnocení účelnosti vědeckých postupů**<sup>9</sup>, což je v podstatě jenom změna termínu, aby lépe odrážel to, co je měřeno.

28. Názvy úrovní **kontextů**<sup>10</sup> byly pro hodnocení přírodovědných úloh v PISA 2015 změněny, aby tvořily souvislejší posloupnost: osobní – místní nebo národní – globální (v roce 2006 osobní – sociální – globální).

29. Definice 2015 tedy vychází a rozvíjí definici z roku 2006, ostatní změny, například zapracování koncepce procedurální a epistemické znalosti, představují podrobnější specifikace jednotlivých zkoumaných aspektů, které již byly zabudovány nebo převzaty z dřívějších definicí.

---

<sup>9</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Valuing scientific approaches to enquiry – termín nově zaveden.

<sup>10</sup> Poznámka k českému překladu (RB): **Kontexty** – (dříve též situace a kontexty) popisují zasazení úlohy do běžného života. Kritériem je, jak daleko – na jaké úrovni – je řešení od žáka vzdálené a jak se ho týká. Osobní – místní – globální.

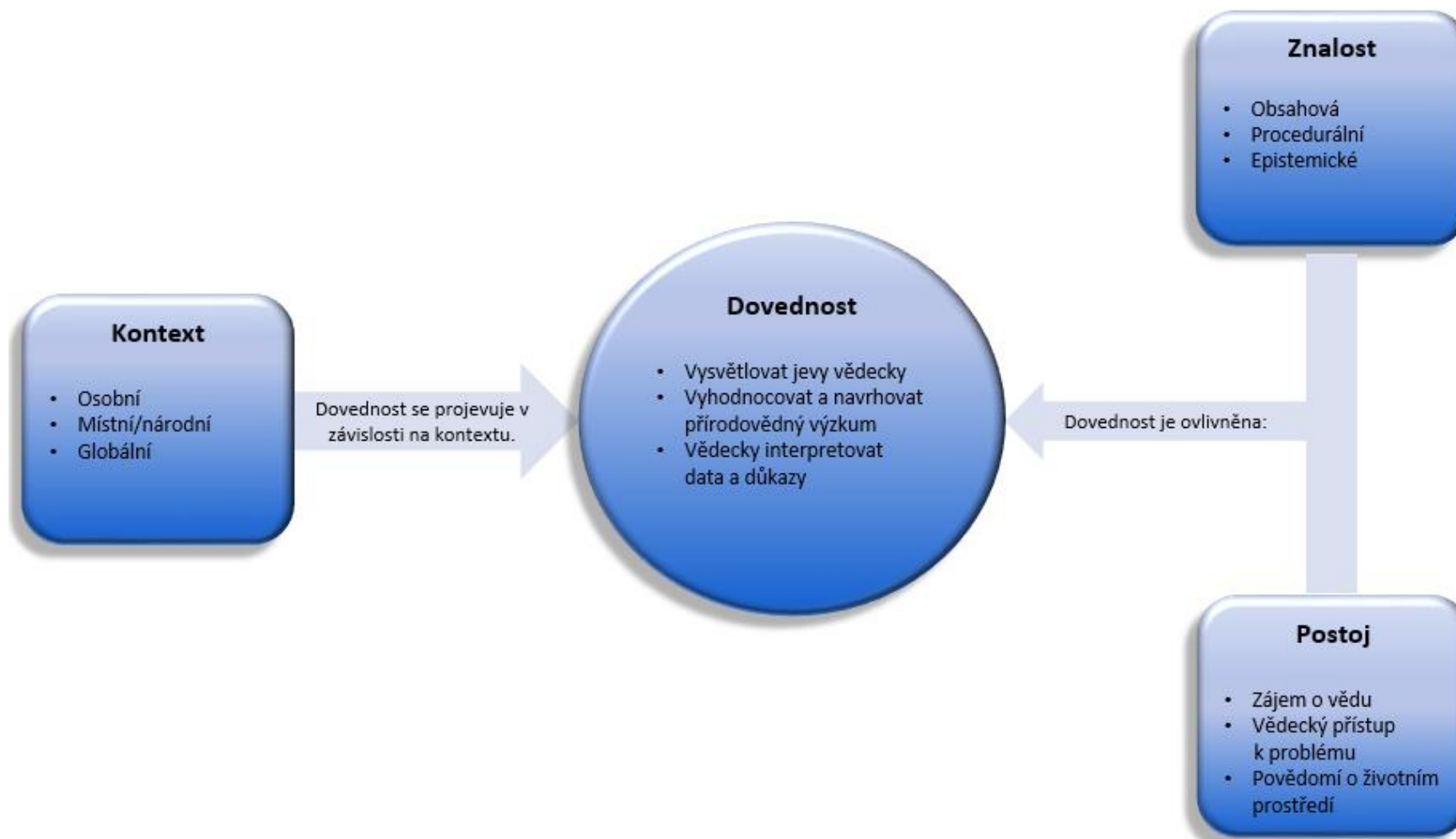
### 3 Uspořádání oblasti

30. Přírodovědnou gramotnost můžeme pro účely výzkumu PISA 2015 rozdělit na čtyři vzájemně propojené koncepční rozměry (viz obrázek 1).

<b>Kontexty</b>	Osobní, místní/národní a globální otázky, aktuální i historické, které vyžadují určité porozumění vědě a technice.
<b>Znalosti</b>	Pochopení hlavních faktů, pojmů a principů, které tvoří základ přírodovědného poznání. Zahrnuje znalosti přírody a technologií ( <b>obsahová znalost</b> ), znalost, jakými procesy jsou získávány ( <b>procedurální znalost</b> ) a pochopení důvodů pro vznik těchto postupů a zdůvodnění jejich použití ( <b>epistemická znalost</b> ).
<b>Dovednosti</b>	Dovednosti vysvětlovat jevy vědecky, navrhnout a vyhodnotit vědecký pokus a vědecky interpretovat údaje a fakta.
<b>Postoje</b>	Soubor postojů k vědě indikovaný zájmem o vědu a techniku, k hodnocení účelnosti a vhodnému použití vědeckých postupů vedoucích k objevům, k vnímání a povědomí otázek životního prostředí.

31. Každá část je dále podrobněji rozvedena.

Obrázek 1. Konceptní rámec PISA 2015 – hodnocení přírodovědné gramotnosti



**Kontexty otázek**

32. PISA 2015 zjišťuje – na určitých úrovních odpovídajících učebním plánům vzdělávání v přírodních vědách zúčastněných zemí – dovednost používání důležitých přírodovědných poznatků k řešení problémů a pro rozhodování. Tyto úrovně však nejsou omezeny pouze na běžné otázky z národních vzdělávacích programů účastníků. V šetření se spíše hledají důkazy, že na osobní, místní/národní a globální úrovni jsou správně použity tři dovednosti přírodovědné gramotnosti.

33. Výběr otázek není vymezený pouze úrovní učiva školních přírodovědných předmětů, neboť výběr otázek přírodovědné gramotnosti PISA 2015 zahrnuje jak úrovně týkající se samotného žáka, jeho rodiny a vrstevníků (**osobní**), tak širšího okruhu lidí žijících v obci a regionu (**místní/národní**) i života na celém světě (**globální**). Témata založená na technologiích budou použita v běžných souvislostech. Pro vyhodnocení toho, jak žáci rozumějí souvislostem a zákonitostem vývoje vědeckého poznání, je také možné použít některá vhodná témata v jejich historických souvislostech.

34. Tabulka 2 obsahuje výčet vybraných témat, jak využít vědu a techniku v rámci osobního, místního/národního a globálního kontextu při zařazování otázek do testu. Otázky odrážejí nejrůznější životní situace a jsou zpravidla v souladu s tématy použitými pro hodnocení přírodovědné gramotnosti v předchozích výzkumech PISA. Výběr témat rovněž zohledňuje zájmy žáků a situace z jejich života, neboť se týkají zdraví a nemocí, přírodních zdrojů, kvality a možných ohrožení životního prostředí, mezních oblastí vědy a techniky. V otázkách rozvoje a udržení kvality života i celospolečenského vývoje může přírodovědně gramotný občan dávat různé odpovědi v závislosti na úhlu pohledu buď jednotlivce, nebo společnosti.

**Tabulka 2. Koncepční rámec PISA 2015 – kontexty a tématické oblasti v hodnocení přírodovědné gramotnosti**

Kontext Téma	Osobní	Místní / Národní	Globální
<b>Zdraví a nemoci</b>	Péče o zdraví, úrazy, výživa	Kontrola/Regulace nemocnosti, přenos chorob, výběr stravy, zdraví společnosti	Epidemie, šíření infekčních chorob
<b>Přírodní zdroje</b>	Osobní spotřeba surovin a energie	Péče o obyvatelstvo, kvalita života, bezpečnost, výroba a distribuce potravin, zásobování energií	Obnovitelné a neobnovitelné přírodní zdroje, růst populací, udržitelné využívání druhů
<b>Kvalita životního prostředí</b>	Ekologicky uvědomělé chování, použití a likvidace materiálů a zařízení	Hustota obyvatelstva, likvidace odpadů, dopad na životní prostředí	Biologická rozmanitost, ekologická udržitelnost, kontrola znečištění, hospodaření s půdou a biomasou
<b>Ohrožení přírodního prostředí</b>	Posouzení rizik výběru životního stylu	Náhlé změny (např. zemětřesení, nepříznivé počasí), pomalé a postupné změny (např. eroze a sedimentace), posuzování rizik	Změna klimatu, vliv moderních komunikačních prostředků
<b>Další pozoruhodné oblasti vědy a techniky</b>	Přírodovědné poznatky v zálibách, používaných technologiích, hudbě a sportovních aktivitách	Nové materiály, zařízení a postupy, genetické modifikace, léčebné postupy a zdravotní technologie, doprava	Vymírání druhů, výzkum vesmíru a jeho původ a struktura

35. Výzkum přírodovědné gramotnosti PISA není zaměřen výhradně na výzkum kontextů, spíše zkoumá dovednosti a znalosti v kontextech vybraných na základě toho, co jsou žáci ve věku patnácti let schopni poznat a chápat.

36. Prioritou v navrhování a výběru otázek je kvůli validitě výzkumu a respektování všech rozdílů mezi zúčastněnými zeměmi ohleduplnost k jazykovým a kulturním rozdílům. Nikdy však není při tvorbě mezinárodního šetření možné zajistit, aby rozdíly v tradičních a místních znalostech o přírodních jevech, které jsou mezi zúčastněnými zeměmi, zohledňoval úplně. Nicméně můžeme tato specifika považovat za rozšíření znalostí, obohacení a nový pohled.

### Přírodovědné dovednosti

37. Tabulky 3a–3c podrobně popisují, které druhy výsledku jsou ve třech dovednostech požadovaných pro přírodovědnou gramotnost očekávány, proto jsou sady přírodovědných dovedností v tabulkách 3a–3c popsány jako soubory sociálních a epistemických postupů, jež jsou společné pro všechny vědy (National Research Council, 2012). Z toho důvodu jsou všechny tyto dovednosti formulovány jako činnosti a jsou popsány postupy, kterými

přírodovědně gramotný člověk skutečnost chápe a je schopen postup provést. Úroveň odborného vědce a začátečníka do jisté míry odlišuje zběhlost, s níž tyto činnosti provádí, a třebaže není možné očekávat, že patnáctiletý žák bude mít odbornost vědce, může si přírodovědně gramotný žák uvědomovat úlohu a význam přírodních dějů a odhadnout, jak ve skutečnosti proběhnou.

**Tabulka 3a. Koncepční rámec PISA 2015 – přírodovědné dovednosti**

Vysvětlovat jevy vědecky
<p>Rozpoznat, vybrat a vyhodnotit vysvětlení pro řadu přírodních jevů a technologických procesů vyžaduje schopnost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vybavit si příslušné přírodovědné poznatky a použít je.</li> <li>• Vybírat, používat a vytvářet názorné modely a způsoby zobrazení.</li> <li>• Vytvářet a zdůvodňovat vhodnou předpověď.</li> <li>• Nabídnout vysvětlující hypotézu.</li> <li>• Vysvětlit možné dopady přírodovědného poznání na společnost.</li> </ul>

38. Prokázání dovednosti **vysvětlovat jevy vědecky** vyžaduje od žáků vzpomenout si pro danou situaci na vhodnou **obsahovou znalost**, použít ji k popisu i vysvětlení jevu a tuto znalost dále využít pro sestavení předběžné vysvětlující hypotézy v případech, kdy je nedostatek informací nebo dat. Od přírodovědně gramotného člověka se očekává, že umí využívat běžné přírodovědné modely k tvorbě jednoduchých odpovědí vysvětlujících běžné jevy, například proč antibiotika nezničí viry, jak funguje mikrovlnná trouba nebo proč jsou plyny stlačitelné, ale kapaliny nikoli, a použít je k tvorbě předpovědí. Tato dovednost zahrnuje nejen schopnost popsat nebo interpretovat jevy a předvídat možné změny, ale může dále zahrnovat zvolení nebo rozpoznání vhodných popisů, vysvětlení a předpovědí.

**Tabulka 3b. Koncepční rámec PISA 2015 – přírodovědné dovednosti**

Vyhodnocovat a navrhnout přírodovědecký výzkum
<p>Popsat a zhodnotit přírodovědné bádání a navrhnout způsoby řešení vědeckých otázek vyžaduje schopnost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vymežit oblast výzkumu v dané přírodovědné studii.</li> <li>• Rozlišovat věci, které lze vědecky zkoumat.</li> <li>• Navrhnout způsob vědeckého zkoumání dané otázky.</li> <li>• Vyhodnotit způsoby vědeckého zkoumání dané otázky.</li> <li>• Popsat a zhodnotit všechny způsoby, kterými vědci zajišťují spolehlivost dat, objektivitu a obecnou platnost vysvětlení.</li> </ul>

39. Dovednost **vyhodnocovat a navrhnout přírodovědecký výzkum** je potřebná pro kritické hodnocení výsledků vědeckého výzkumu a je závislá na schopnosti rozlišovat přírodovědné problémy od jiných oblastí bádání i rozpoznávat problémy, které by mohly být vědecky zkoumány v daných souvislostech. Tato dovednost vyžaduje znalost základů vědeckého výzkumu, například, které věci by měly být měřeny, jak měnit proměnné a kontrolovat je, nebo která opatření by měla být přijata, aby bylo možné získávat správné a přesné údaje. To vyžaduje schopnosti umět jednak vyhodnotit kvalitu dat s vědomím, že údaje nejsou vždy úplně přesné, jednak rozlišovat případy, kdy má výzkum podpořit teoretický předpoklad, nebo je cílem najít určitý model.

40. Přírodovědně gramotný člověk by měl být také při posuzování hodnoty vědeckého zkoumání schopen rozpoznat význam předchozího výzkumu. Tato schopnost je třeba k ohodnocení práce a posouzení významu všech výsledků, například, že hledání vakcíny proti malárii je důležitý dlouhodobý výzkumný program, a proto by měly mít vzhledem k počtu lidí, kteří umírají na malárii, všechny objevy vedoucí k nalezení vakcíny zásadní význam. Žáci musí navíc chápat, že je důležité rozvíjet skeptický postoj ke všem zveřejněným zprávám o výsledcích vědeckého výzkumu, a vědět, že celý výzkum navazuje na předchozí práce, že zjištění jakékoli jedné studie jsou vždy předmětem nejistoty, i to, že výzkum může být ovlivněn tím, kdo ho platí. Tato dovednost vyžaduje, aby žáci měli jak procedurální tak epistemickou znalost, ale mohou také různou mírou čerpat ze svých obsahových znalostí z *přírodních věd*.

**Tabulka 3c. Koncepční rámec PISA 2015 – přírodovědné dovednosti**

Vědecky interpretovat data a důkazy
<p>Analyzovat i vyhodnocovat vědecká data, tvrzení i argumenty různými způsoby a vyvodit odpovídající závěry vyžaduje schopnost:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Převádět data z jednoho formátu do jiného.</li> <li>• Analyzovat a interpretovat data a vyvozovat odpovídající závěry.</li> <li>• Rozpoznat domněnky, důkazy a fakta v přírodovědeckých textech.</li> <li>• Rozlišovat argumenty založené na vědeckých faktech a teoriích od argumentů založených na jiných základech.</li> <li>• Vyhodnocovat vědecké argumenty a fakta z různých zdrojů (např. noviny, internet, časopisy).</li> </ul>

41. Přírodovědně gramotný člověk je schopen interpretovat a najít smysl základních forem vědeckých informací a faktů, kterými se podpírají tvrzení a vyvozují závěry. K prokázání této dovednosti mohou být zapotřebí všechny tři typy přírodovědných znalostí.

42. Ti, kteří mají tuto dovednost, by měli umět interpretovat obsah a smysl jakéhokoliv vědeckého důkazu a vysvětlit ho komukoli na jeho úrovni pomocí různých zobrazení nebo jiných způsobů. Tato dovednost vyžaduje použití matematických nástrojů k analýze nebo sumarizaci dat a schopnost používat standardní metody pro převod dat do různých formátů.

43. Tato dovednost rovněž zahrnuje přístup k vědeckým informacím a vytváření a vyhodnocování argumentů a závěrů založených na vědeckých faktech (Kuhn, 2010, Osborne, 2010). Může se také jednat o výběr z alternativních závěrů pomocí faktů, uvádění důvodů pro nebo proti určitému závěru pomocí procedurální nebo epistemické znalosti a identifikace, za kterých předpokladů bude dosaženo závěru. Stručně řečeno, přírodovědně gramotný jedinec je schopen určit, zda je podle faktů závěr odvozen správně nebo špatně.

### **Přírodovědné znalosti**

44. Tři dovednosti potřebné pro přírodovědnou gramotnost vyžadují tři formy znalostí, které jsou popsány níže.



**Obsahová znalost**

45. V testu přírodovědné gramotnosti PISA 2015 může být zahrnuta pouze část obsahu oblastí vědy, proto je důležité, aby byla pro výběr zkoumaných znalostí stanovena jasná kritéria. Jsou to vědomosti z fyziky, chemie, biologie a zeměpisu, které:

- mají význam ve skutečných životních situacích,
- představují významné přírodovědecké poznatky nebo zásadní principy, které jsou trvale platné,
- odpovídají znalostní vývojové úrovni patnáctiletých žáků.

46. Předpokládá se, že žáci mají základní znalosti a rozumí hlavním principům a teoriím přírodních věd, například vývoji a stavbě vesmíru, částicovému modelu hmoty a evoluční teorii. Tyto příklady jsou uvedeny pouze pro ilustrační účely a nejedná se o úplný seznam použitelných principů a teorií přírodovědné gramotnosti.

47. Tabulka 4 ukazuje kategorie a příklady obsahové znalosti vybrané pro uplatňování těchto kritérií, neboť na osobní, místní či národní a globální úrovni jsou takové znalosti potřebné pro hledání smyslu a pochopení přírody. Koncepční rámec při popisu obsahové znalosti používá místo termínu „věda“ termín „systém“. Záměrem je zprostředkovat myšlenku, že je třeba pochopit pojmy ze všech přírodních věd a jejich aplikace ve vzájemných souvislostech, bez ohledu na zařazení do oborů zkoumání, a dále zkoumané věci umět vidět nejen jako systémy složené z menších částí, ale i jako součásti většího celku. Například na oběhovou soustavu můžeme pohlížet jako na systém sám o sobě, nebo jako jednu součást lidského těla, molekula může být studována jako částice složená z atomů, ale také jako součást buňky nebo ropy. Proto je nutné se rozhodnout, který systém a jaké měřítko přírodovědných znalostí a vědeckých dovedností se v konkrétní situaci použije.

**Tabulka 4. Koncepční rámec PISA 2015 – znalosti obsahu přírodních věd**

Fyzikální systémy – požadované znalosti:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktura hmoty (např. částicový model atomu, chemické vazby).</li> <li>• Vlastnosti hmoty (např. změny skupenství, tepelná a elektrická vodivost).</li> <li>• Chemické změny hmoty (např. chemické reakce, přenos energie, kyseliny a zásady).</li> <li>• Pohyb a síla (např. rychlost, tření) a pole (např. magnetické, gravitační a elektrostatické síly).</li> <li>• Energie a její transformace (např. uchování, ztráty, chemické reakce).</li> <li>• Interakce mezi energií a hmotou (např. světlo a rádiové vlny, zvuk a seismické vlny).</li> </ul>
Živé systémy – požadované znalosti:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buňka (např. struktura a funkce, DNA, rostlinné a živočišné buňky).</li> <li>• Organizmus (např. jednobuněčný a mnohobuněčný).</li> <li>• Člověk (např. zdraví, výživa, soustavy trávicí, dýchací, oběhová, vylučovací, rozmnožovací a jejich vztahy).</li> <li>• Populace (např. druhy, evoluce, biologická rozmanitost, genetická variabilita).</li> <li>• Ekosystémy (např. potravní řetězce, toky látek a energie).</li> <li>• Biosféra (např. význam ekosystémů, trvalá udržitelnost).</li> </ul>
Systémy Země a vesmíru – požadované znalosti:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Složení Země (např. litosféra, atmosféra, hydrosféra).</li> <li>• Energií Země (např. zdroje, globální klima).</li> <li>• Změny na Zemi (např. desková tektonika, geochemické cykly, horotvorné a erozní síly).</li> <li>• Vývoj Země (např. zkameněliny, vznik a vývoj).</li> <li>• Země ve vesmíru (např. gravitace, sluneční soustava, galaxie).</li> <li>• Vývoj a složení vesmíru (např. světelný rok, teorie velkého třesku).</li> </ul>

**Procedurální znalost**

48. Základním cílem vědy je poskytovat systematické poznání skutečnosti, proto jsou nedřívě stanoveny pokusné vysvětlující hypotézy, které jsou pak ověřovány empirickými šetřeními. Empirické šetření používá některé dobře propracované postupy a metody, jako jsou závislé a nezávislé proměnné, kontrola proměnných, způsoby měření, typy chyb, metody pro minimalizaci chyb, hledání shodných modelů v datech a metody zobrazování dat. Nezbytným základem pro přírodovědné bádání, sběr, analýzu a interpretaci dat je znalost těchto pojmů a postupů, jež souhrnně označujeme jako procedurální znalost nebo také tzv. „koncepte faktů“ (Gott, Duggan, & Roberts, 2008; Millar, Lubben, Gott a Duggan, 1995). Procedurální znalost je znalost standardních postupů, které vědci používají k získání spolehlivých a platných údajů. Je třeba vědět, jak provést přírodovědné bádání i jak kriticky přezkoumávat fakta, která by mohla být využita k podpoře konkrétních tvrzení. Očekává se, například, že žáci vědí, že přírodovědné poznatky se mohou průběžně zpřesňovat, což můžeme vysvětlit na příkladu měření rychlosti světla (měření stále přesnějším přístrojovým vybavením vede ke zpřesňování) nebo měření četnosti populace ryb v severním Atlantiku či populace pum v Kalifornii. Příklady uvedené v tabulce 5 ukazují obecné rysy procedurální znalosti, které mohou být testovány.

**Tabulka 5. Koncepční rámec PISA 2015 – procedurální znalosti**

Procedurální znalost
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proměnné – závislé, nezávislé a kontrola proměnných.</li> <li>• Měření – např. kvantitativní (stanovení), kvalitativní (důkaz), používání měřítka (škály), kategorické a kontinuální proměnné.</li> <li>• Vyhodnocování a minimalizace chyb – opakování a průměrování měření.</li> <li>• Mechanizmy zajišťující, že pokus opakovaně poskytuje stejné výsledky a že výsledky naměřených hodnot odpovídají skutečnosti.</li> <li>• Běžné způsoby zápisu a zobrazování dat pomocí tabulek, grafů a diagramů a jejich vhodné použití.</li> <li>• Zavedení kontroly proměnných do metody pokusu nebo využití náhodných kontrolovaných vzorků k identifikaci možných příčin nesprávného postupu.</li> <li>• Volba vhodné metody pro výzkum, např. experiment, terénní průzkum nebo modelování.</li> </ul>

**Epistemická znalost**

49. Epistemická znalost představuje znalost pojmů a charakteristických znaků nezbytných pro proces tvorby a budování systému znalostí ve vědě a jejich roli ve zdůvodňování vědeckých poznatků, např. hypotéz, teorií nebo pozorování a jejich úloh v procesu poznávání (Duschl, 2007). Umožňuje vysvětlit na příkladech rozdíl mezi vědeckou teorií a hypotézou nebo vědeckými fakty a pozorováními. Ten, kdo má epistemickou znalost ví, že konstrukce názorných, abstraktních nebo matematických modelů je klíčovým prvkem vědy a že tyto modely se podobají spíše mapě než přesnému otisku hmotného světa. Uvědomuje si například, že každý částicový model hmoty je jejím idealizovaným zobrazením, a je schopen vysvětlit, která zjednodušení a omezení má Bohrov model atomu na rozdíl od toho, co už skutečně víme o atomu a jeho složení. Zná rozdíl mezi chápáním termínu „teorie“ ve vědě a v běžném jazyce, kde se používá spíše ve významu odhad nebo předpoklad. Procedurální znalost je dále nutná pro vysvětlení postupu a použití kontroly proměnných nebo opakování měření, zatímco epistemická znalost znamená, že člověk je schopný vysvětlit, proč je použití kontroly proměnných nebo opakované měření zásadní pro budování znalostí.

50. Přírodovědně gramotní lidé chápou, že je samozřejmým rysem vědy postupovat od sběru dat přes konstrukce tvrzení až ke znalostem. Vědí, že některé argumenty ve vědě jsou hypoteticko-deduktivní (např. Koperníkovu zdůvodnění heliocentrického systému), některé jsou indukční (zákon zachování energie) a některé jsou nejlepším vysvětlením (Darwinova evoluční teorie nebo Wegenerova teorie kontinentálního driftu). Chápou úlohu a význam srovnávacího hodnocení jako metody, kterou vědecká komunita vytvořila pro testování nových poznatků. Epistemická znalost poskytuje východiska pro zdůvodnění postupů a metod ve věcech, jimiž se vědci zabývají; znalosti struktury a charakteristické znaky, kterými se řídí vědecký výzkum; a podklady pro základní tvrzení, jež poskytuje věda o přírodě.

51. Tabulka 6 představuje hlavní rysy epistemické znalosti nezbytné pro přírodovědnou gramotnost.

**Tabulka 6. Koncepční rámec PISA 2015 – epistemická znalost**

Epistemická znalost
<p>Pojmy, metody a charakteristické znaky vědy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Povaha vědeckých pozorování, faktů, hypotéz, modelů a teorií.</li> <li>• Rozdílnost účelu a cílů vědy (tvořit popisy přírody) a techniky (vytvořit optimální řešení pro zajištění potřeb člověka), tedy rozdíl mezi vědeckými a technologickými otázkami a daty.</li> <li>• Vědecká kultura, např. závazek publikovat, objektivita a odstranění subjektivity.</li> <li>• Charakter zdůvodňování používaných ve vědě, např. dedukce, indukce, usuzování na nejlepší vysvětlení (abdukce), analogie, modelování.</li> </ul>
<p>Význam pojmů, metod a charakteristických znaků ve zdůvodňování vědeckých poznatků:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Způsob podpory vědeckých tvrzení údaji a fakty.</li> <li>• Funkce různých forem empirického šetření při vytváření znalostí, jejich cílů (testování hypotéz nebo ověřování vzorců) a návrh jejich metodiky (pozorování, řízené experimenty, korelační studie).</li> <li>• Ovlivnění důvěryhodnosti vědeckého poznání chybou měření.</li> <li>• Použití a role názorných, abstraktních nebo matematických modelů a jejich omezení.</li> <li>• Úloha spolupráce a kritiky i důležitost srovnávacího hodnocení, které pomáhá vytvářet důvěru ve vědecká tvrzení.</li> <li>• Úloha vědeckého poznání spolu s jinými formami znalostí, v identifikaci a řešení společenských a technických problémů.</li> </ul>

52. Epistemická znalost bude pravděpodobně testována tak, že žák bude v pragmatických situacích interpretovat a odpovídat na otázku vyžadující nějakou epistemickou znalost, ne přímé posouzení, zda chápe funkce uvedené v tabulce 6. V otázce budou mít žáci za úkol například zjistit, zda jsou závěry odůvodněné údaji, nebo která část faktů nejlépe podporuje uvedenou hypotézu a vysvětlili proč.

*Příklady úloh (V odstavcích 53–73 byl ponechán původní text, příklady úloh jsou zde <https://www.oecd.org/pisa/test>. Použijte prohlížeč Mozilla Firefox.)*

### Sample Items

53. In this section, three examples of science units are presented. The first is from PISA 2006, and is included to demonstrate the linkage between the 2006 and the 2015 framework. Questions from the unit are shown in the original paper based format and also how they might be transposed and presented on screen. The second example is a new onscreen unit illustrating the 2015 scientific literacy framework. The third example illustrates an interactive simulated scientific enquiry environment enabling assessment within a rich contextual setting.

#### Science example 1: Greenhouse

54. Science example 1 is titled GREENHOUSE and deals with the increase of the average temperature of the Earth's atmosphere. The stimulus material consists of a short text introducing the term "Greenhouse effect" and includes graphical information on the average temperature of the Earth's atmosphere and the carbon dioxide emission on the Earth over time.

55. The area of application is Environment Quality within a global setting.

### SCIENCE EXAMPLE 1: GREENHOUSE

Read the texts and answer the questions that follow.

#### THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world.

Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

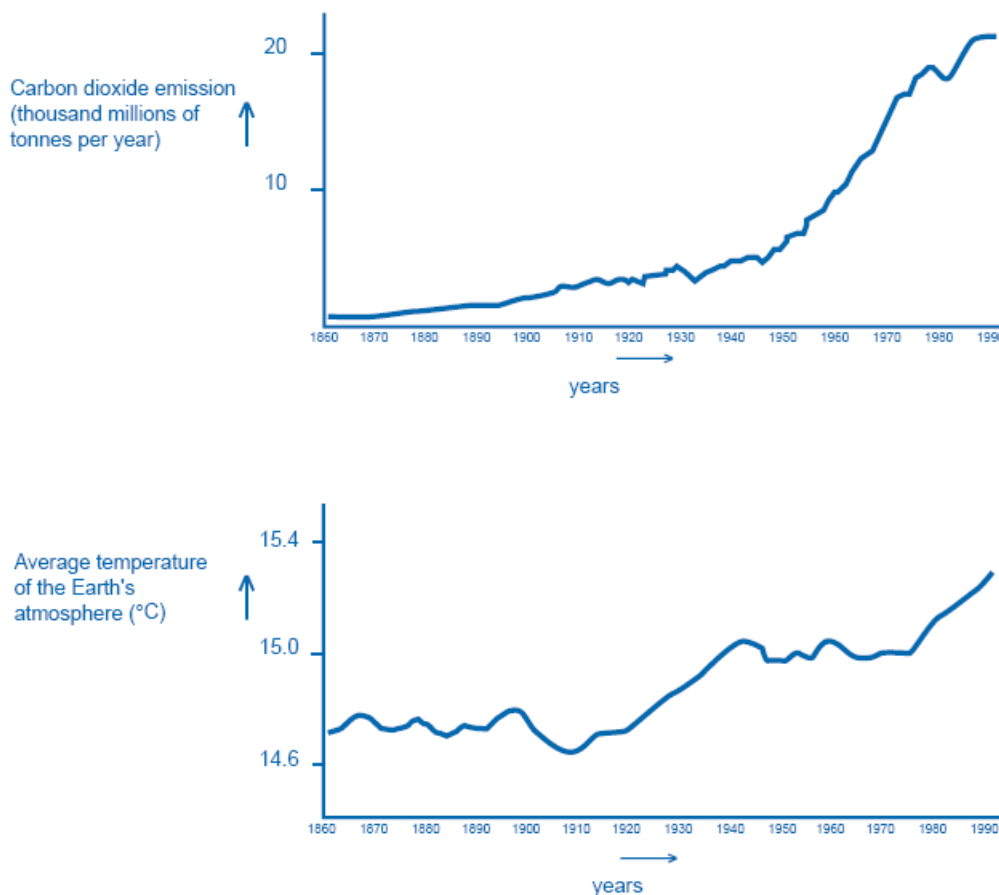
As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

A student named André becomes interested in the possible relationship between the average temperature of the Earth's atmosphere and the carbon dioxide emission on the Earth.

In a library he comes across the following two graphs.



André concludes from these two graphs that it is certain that the increase in the average temperature of the Earth's atmosphere is due to the increase in the carbon dioxide emission.

**Question 1: GREENHOUSE**

What is it about the graphs that supports André's conclusion?

.....

.....

**Figure 7. Framework Categorisation for GREENHOUSE Question 1**

Framework categories	2006 Framework	2015 Framework
<b>Knowledge type</b>	Knowledge about science	Epistemic
<b>Competency</b>	Explaining phenomena scientifically	Explaining phenomena scientifically
<b>Context</b>	Environmental, Global	Environmental, Global
<b>Cognitive demand</b>	Not applicable	Medium

56. Question 1 demonstrates how the 2015 framework largely maps onto the same categories as the 2006 framework, using the same competency and context categorisations. The 2006 framework included two categorisations of scientific knowledge; knowledge of science (referring to knowledge of the natural world across the major fields of science) and knowledge about science (referring to the means and goals of science). The 2015 framework elaborates on these two aspects, subdividing knowledge about science into procedural and epistemic knowledge. Question 1 requires students to understand not only how the data is represented in the two graphs, but also to consider whether this evidence scientifically justifies a given conclusion. This is one of the features of epistemic knowledge in the 2015 framework. The context categorisation is Environmental – global. A new feature of the 2015 framework is consideration of cognitive demand (see figure 23). This question requires an interpretation of graphs involving a few linked steps, and is therefore, using the descriptors from the framework, categorised as medium cognitive demand.

### **Question 2: GREENHOUSE**

Another student, Jeanne, disagrees with André’s conclusion. She compares the two graphs and says that some parts of the graphs do not support his conclusion.

Give an example of a part of the graphs that does not support André’s conclusion. Explain your answer.

.....

.....

.....

**Figure 8. Framework Categorisation for GREENHOUSE Question 2**

Framework categories	2006 Framework	2015 Framework
<b>Knowledge type</b>	Knowledge about science	Epistemic
<b>Competency</b>	Explaining phenomena scientifically	Explaining phenomena scientifically
<b>Context</b>	Environmental, Global	Environmental, Global
<b>Cognitive demand</b>	Not applicable	Medium

57. Question 2 requires students to interrogate the two graphs in detail. The knowledge, competency, context and cognitive demand are in the same categories as question 1.

### **Question 3: GREENHOUSE**

André persists in his conclusion that the average temperature rise of the Earth’s atmosphere is caused by the increase in the carbon dioxide emission. But Jeanne thinks that his conclusion is premature. She says: “Before accepting this conclusion you must be sure that other factors that could influence the greenhouse effect are constant”.

Name one of the factors that Jeanne means.

.....

**Figure 9. Framework Categorisation for GREENHOUSE Question 3**

Framework categories	2006 Framework	2015 Framework
<b>Knowledge type</b>	Knowledge about science	Procedural
<b>Competency</b>	Explaining phenomena scientifically	Explaining phenomena scientifically
<b>Context</b>	Environmental, Global	Environmental, Global
<b>Cognitive demand</b>	Not applicable	Medium

58. Question 3 requires students to consider control variables in terms of the critical review of evidence used to support claims. This is categorised as procedural knowledge in the 2015 framework.

59. The screenshots below illustrate how the Greenhouse question would be presented in an onscreen environment. The text and graphs are essentially unchanged, with students using page turners on the top right of the screen to view graphs and text as required. As the original questions were open responses, the onscreen version also necessitates an open response format in order to replicate the paper version as closely as possible, ensuring comparability between delivery modes and therefore protecting trend.

closely as possible, ensuring comparability between delivery modes and therefore protecting trend.



Figure 10. GREENHOUSE Presented Onscreen: Stimulus Page 1

**PISA 2015** ? ← →

**Greenhouse Effect**  
Introduction

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

**Greenhouse Effect**  
Introduction

THE  
E  
E  
E  
E  
E

**GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

Figure 11. GREENHOUSE Presented Onscreen: Stimulus Page 2

PISA 2015
?

**Greenhouse Effect**  
Introduction

Now click on **Next** to view the first question.

1
2

A student named André becomes interested in the possible relationship between the average temperature of the Earth's atmosphere and the carbon dioxide emission on the Earth.

In a library he comes across the following two graphs.

Carbon dioxide emission (thousand millions of tonnes per year)

Average temperature of the Earth's atmosphere (°C)

André concludes from these two graphs that it is certain that the increase in the average temperature of the Earth's atmosphere is due to the increase in the carbon dioxide emission.

Figure 12. GREENHOUSE Presented Onscreen: Question 1

**PISA 2015** ? ← →

**Greenhouse Effect**  
Question 1/3

Type your answer to the question below.

What is it about the graphs that supports André's conclusion?

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

**Greenhouse Effect**  
Question 1/3

Type your answer to the question below.

What is it about the graphs that supports André's conclusion?

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth. The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the

radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere. As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect. The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century. It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

Figure 13. GREENHOUSE Presented Onscreen: Question 2

PISA 2015 ? ← →

**Greenhouse Effect**  
Question 2/3

*Type your answer to the question below.*

Another student, Jeanne, disagrees with André's conclusion. She compares the two graphs and says that some parts of the graphs do not support his conclusion.

Give an example of a part of the graphs that does not support André's conclusion. Explain your answer.

2

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION ?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

**Greenhouse Effect**  
Question 2/3

*Type your answer to the question below.*

Another student, Jeanne, disagrees with André's conclusion. She compares the two graphs and says that some parts of the graphs do not support his conclusion.

Give an example of a part of the graphs that does not support André's conclusion. Explain your answer.

Figure 14. GREENHOUSE Presented Onscreen: Question 3

PISA 2015
? ← →

**Greenhouse Effect**  
 Question 3/3

*Type your answer to the question below.*

André persists in his conclusion that the average temperature rise of the Earth's atmosphere is caused by the increase in the carbon dioxide emission. But Jeanne thinks that his conclusion is premature. She says: "Before accepting this conclusion you must be sure that other factors that could influence the greenhouse effect are constant".

Name one of the factors that Jeanne means.

2

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world. Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there were no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term greenhouse effect.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

**Greenhouse Effect**  
Question 3/3

*Type your answer to the question below.*

André persists in his conclusion that the average temperature rise of the Earth's atmosphere is caused by the increase in the carbon dioxide emission. But Jeanne thinks that his conclusion is premature. She says: "Before accepting this conclusion you must be sure that other factors that could influence the greenhouse effect are constant".

Name one of the factors that Jeanne means.

**Science Example 2: Smoking**

60. This new 2015 exemplar unit explores various forms of evidence linked to the harmful effects of smoking and the methods used to help people to stop smoking. New Scientific Literacy items for 2015 will only be developed for computer-based delivery and therefore this exemplar is only shown in an onscreen format.

61. All onscreen standard question types in the PISA 2015 computer platform have a vertical split screen with the stimuli presented on the right hand side and the questions and answer mechanisms on the left hand side.


**Question 1: SMOKING**

62. This question requires students to interpret given evidence using their knowledge of scientific concepts. They need to read the information in the stimulus about early research into the potential harmful effects of smoking, and then select two options from the menu to answer the question.

**Figure 15. SMOKING: Question 1**

PISA 2015 Unit Name: **SMOKING**

**Question 1/9**

 John and Rose are researching cigarette smoking for a school project.

Read John's research on the right.  
Then respond to the question below.

Select **two** reasons from the list below that suggest why cigarette companies could claim there was **no** evidence that tar from cigarette smoke caused cancer in humans.

- Humans are immune to tar
- Experiments were carried out with mice
- Chemicals from smoking decreased the effects of tar.
- Humans may react differently from mice
- Filter-tip cigarettes remove all tar from smoke

**John's Research**

In the 1950s research studies found that tar from cigarette smoke caused cancer in mice. Tobacco companies claimed there was no evidence that smoking caused cancer in humans. They also began to produce filter-tip cigarettes.

63. In this question, students have to apply content knowledge using the competency of explaining phenomena scientifically. The context is categorised as health and disease in a local/national setting. The cognitive demand requires the use and application of conceptual knowledge and is therefore categorised as a medium level of demand.

**Figure 16. Framework Categorisation for SMOKING Question 1**

Framework categories	2015 Framework
Knowledge type	Content
Competency	Explain phenomena scientifically
Context	Health and Disease, Local/National
Cognitive demand	Medium

**Question 2: SMOKING**

64. This question explores students’ understanding of data.

65. The right hand side of the screen shows authentic data of cigarette consumption and deaths from lung cancer in men over an extended period of time. Students are asked to select the best descriptor of the data by clicking on one of the radio buttons next to answer statements on the left hand side of the screen.

**Figure 17. SMOKING: Question 2**

**PISA 2015**    Unit Name: **SMOKING**

---

**Question 3/9**

Rose found a graph while doing research on smoking.

*Refer to Rose’s research on the right. Then select the best response to the question below.*

Which statement best describes the data shown in the graph?

- The graph shows that all men who smoked cigarettes developed lung cancer
- The graph shows that more men smoked cigarettes in the 1940’s than in 2010
- There is no link between cigarettes smoked and deaths from lung cancer
- There is a positive link between cigarettes smoked and deaths from lung cancer

**Rose’s Research**

66. This unit tests content knowledge using the competency of interpreting data and evidence scientifically.

67. The context is health and disease applied to a local/national setting. As students need to interpret the relationship between two graphs, the cognitive demand is categorised as medium.

Figure 18. Framework Categorisation for SMOKING Question 2

Framework categories	2015 Framework
Knowledge type	Content
Competency	Interpret data and evidence scientifically
Context	Health and Disease, Local/National
Cognitive demand	Medium

**Science Example 3: Zeer pot**

68. This new 2015 exemplar unit demonstrates a new feature of science assessment for 2015; the use of interactive tasks using simulations of scientific enquiry to explore and assess scientific literacy knowledge and competencies.

69. This unit is focussed on an authentic low cost cooling container called a Zeer pot, developed for localised needs in Africa, using readily available local resources. Cost and lack of electricity limit the use of refrigerators in these regions, while the hot climate necessitates food to be kept cool to prolong the length of time food can be kept before bacterial growth renders it a risk to health.

70. The first screen shot of this simulation introduces what a Zeer pot looks like and how it works. Students are not expected to have an understanding of how the process of evaporation causes cooling, just that it does.

Figure 19. ZEER POT: Stimulus

PISA 2015
Pouštní lednička

**Úvod**

Pouštní lednička je zařízení, které se používá převážně v afrických zemích k udržení jídla v chladu bez elektrické energie.

Malá hliněná nádoba je umístěná do větší hliněné nádoby s plátěným víkem. Prostor mezi hrnci je vysypán pískem. Ten tvoří izolaci kolem menšího hrnce. Písek se pravidelně vlhčí vodou. Když se voda odpařuje, snižuje se uvnitř menšího hrnce teplota.

Domorodci si pouštní ledničky zhotovují z běžného místního materiálu, z hlíny.

**Pouštní lednička**

Vnitřní hliněný hrnc, zde jsou umístěné potraviny

Vnější hliněný hrnc

Plátěné víko

Vrstva vlhkého písku

Podstavec



71. Using this simulation, students are asked to investigate the conditions that will produce the most effective cooling effects (4 °C) for keeping food fresh in the Zeer pot. The simulator keeps certain conditions constant (the air temperature and the humidity), but includes this information to enhance the authentic contextual setting. In the first question, students are asked to investigate the optimum conditions to keep the maximum amount of food fresh in the Zeer pot by altering the thickness of the sand layer and the moisture conditions.

Figure 20. ZEER POT: Question 1

PISA 2015
Pouštní lednička

Otázka 1/4

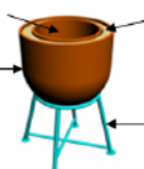
V rámci školního úkolu máš zjistit, jaká je nejlepší konstrukce pouštní ledničky, aby celé rodině uchovala potraviny v chladu. Bakterie se přestávají množit při 4 °C, a jídlo tak zůstane nejdéle čerstvé.

Použij simulátor na pravé straně, abys zjistil nejvyšší hmotnost jídla, kterou lze mít při 4 °C s použitím různé tloušťky a vlhkosti vrstvy písku.


*Simulaci můžeš spustit kolikrát potřebuješ a můžeš libovolně měnit nastavení.*

Nejvyšší možná hmotnost potravin uchovávaných při 4 °C je   kg.

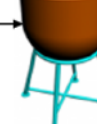
Vnitřní hrnec




Vrstva písku




Vnější hrnec



Podstavec



Víko



Tloušťka vrstvy písku (cm)	Hmotnost potravin (kg)	Vlhkost písku (vlhký/suchý)	Teplota (°C)

**Proměnné hodnoty**

Teplota Vzduchu: 38 °C

Vlhkost: 20 %

Tloušťka vrstvy písku (cm):

Hmotnost potravin (kg):

Vlhkost písku:  Vlhký  Suchý

Uložit data
Vymazat data

72. When students have set their conditions (which also alter the visual display of the on screen Zeer pot), they press the record data button which then runs the simulation and populates the data chart. They need to run a number of data simulations, and can remove data or repeat any simulations as required. This screen then records their response to the maximum amount of food kept fresh at 4°C. Their approaches to the design and evaluation of this form of scientific enquiry can be assessed in subsequent questions.

73. The knowledge categorisation for this item is procedural and the competence is Evaluate and design scientific enquiry. The context categorisation is Natural Resources, although it also has links to Health and Disease. The cognitive demand of this question is categorised as high because students are given a complex situation, and they need to develop a systematic sequence of investigations to answer the question.

**Figure 21. Framework Categorisation for ZEERPOT Question 1**

Framework categories	2015 Framework
Knowledge type	Procedural
Competency	Evaluate and design scientific enquiry
Context	Natural Resources
Cognitive demand	High

## Postoje

### Význam postojů

74. Postoj člověka k vědě hraje v jeho zájmu, pozornosti a ovlivnění vědou a technikou zejména v aktuálních problémech významnou roli. Jedním z cílů přírodovědného vzdělávání je rozvíjet postoje, které povedou žáky ke zvýšení vnímavosti a pozornosti k vědeckým otázkám. Takové postoje také podporují následné získávání a uplatňování přírodovědných a technických poznatků pro osobní, místní/národní a globální přínos a vedou k rozvoji vnímání vědy (Bandura, 1997).

75. Postoje jsou součástí konstruktů přírodovědné gramotnosti. Přírodovědně gramotná osoba se vyznačuje odpovídajícími postoji, přesvědčením, orientovanou motivací, vnímavostí a hodnotovým systémem. Konstrukt postoje používaný v PISA čerpá ze struktury Klopfera (1976) pro citovou oblast ve vzdělávání v přírodních vědách a z recenze výzkumu postojů (Gardner, 1975, Osborne, Simon, & Collins, 2003; Schibeci, 1984). Uvedené práce rozlišují postoj k vědě a vědecký postoj; zatímco první z nich je stanoven mírou zájmu o přírodovědné otázky a činnosti, druhý měří dispozici považovat empirická fakta za základy domněnek.

### Definování postojů k vědě pro PISA 2015

76. Šetření PISA 2015 bude hodnotit postoje žáků vůči vědě ve třech oblastech: *zájem o vědu a techniku, povědomí o životním prostředí a vědecký přístup k problému* (viz tabulka 7), které jsou považovány za jádro přírodovědné gramotnosti. Tyto tři oblasti byly vybrány pro měření proto, že pozitivní postoj k vědě, zájem o životní prostředí a udržitelný způsob života i vědecký přístup k problému jsou rysy přírodovědně gramotného jedince. Vytvořená škála a zjištěné hodnoty zájmu o vědu jednotlivých žáků jsou považovány za důležité výsledky hodnocení povinného vzdělávání, nehledě k tomu, že šetření v 52 zúčastněných zemích (včetně všech zemí OECD) v roce 2006 prokázalo, že žáci s vyšším obecným zájmem o přírodní vědy měli zároveň lepší výsledky v přírodovědných předmětech (OECD, 2007, str. 143).

77. *Zájem o vědu a techniku* byl vybrán, protože jsou známé vzájemné vztahy mezi úspěšností, výběrem vzdělávací cesty, volbou povolání a celoživotním vzděláváním. Například mnohé výzkumné práce dokládají, že zájem o vědu je u většiny žáků založen už ve věku čtrnácti let (Ormerod & Duckworth, 1975; Tai, Qi Liu, Maltese, & Fan, 2006) a navíc žáci s takovým zájmem nastoupí s větší pravděpodobností na vědeckou dráhu. Měření postojů k vědě a stanovení počtu žáků a zejména žákyň, jež se rozhodnou pokračovat ve studiu přírodních věd, jsou důležitými výsledky výzkumu PISA, které mohou poskytovat vládám v zemích OECD důležité informace o poklesu zájmu o studium přírodních věd mezi mladými lidmi (Boe et al, 2011). Tyto výsledky, pokud budou doplněné dalšími informacemi z dotazníkového šetření žáků, učitelů a škol výzkumu PISA, mohou dát odpověď na otázku, co je příčinou poklesu zájmu.

78. *Vědecký přístup k problému* byl zvolen proto, že používání vědeckých metod v rámci přírodních věd, avšak i ve společenských vědách, finančnictví a výzkumu sportu, velice účinně vede k získávání nových poznatků. Navíc je základní hodnotou vědeckého výzkumu a vzdělanosti víra v empirická fakta, a to jako základu racionální pravdy, proto rozpoznání významu a měření vědeckého přístupu k problému je považováno za základní cíl hodnocení přírodovědného vzdělávání. Hodnotu a podporu vědeckého výzkumu budou žáci identifikovat a také hodnotit podle úrovně vědeckého způsobu shromažďování faktů, tvůrčího myšlení, racionálního uvažování, kritiky a sdělování výsledků v souvislosti s porovnáváním běžných životních situací. Žáci by měli pochopit, jak funguje vědecký přístup k výzkumu a proč jsou ve většině případů úspěšnější než jiné metody. Vědecký přístup k problému znamená, že člověk si má být vědom výhod všech vědeckých postupů a metod, ale nemusí je sám používat. Dalším záměrem je měřit postoje žáků k používání vědeckých metod a zjistit, v jakém vztahu jsou od těchto metod odvozené další materiální a společenské jevy.

79. *Povědomí o životním prostředí* má mezinárodní význam a hospodářský dopad, proto jsou postoje v této oblasti předmětem intenzivního výzkumu už od sedmdesátých let 20. století (viz například Bogner a Wiseman, 1999; Eagles & Demaré, 1999; Rickinson, 2001, Weaver, 2002). V prosinci 2002 Organizace spojených národů schválila rezoluci 57/254, v níž se uvádí, že desetiletí počínaje 1. lednem 2005 bude Desetiletím vzdělávání pro udržitelný rozvoj (UNESCO, 2003). Mezinárodní prováděcí plán (UNESCO, září 2005) označuje životní prostředí jako jednu ze tří oblastí udržitelnosti (spolu se společností, včetně kultury, a ekonomikou), které by měly být zahrnuty ve všech programech vzdělávání pro udržitelný rozvoj.

80. Vzhledem k významu životního prostředí pro pokračování života na zemi a přežití člověka je třeba, aby dnešní mládež pochopila základní zákonitosti ekologie a potřebu odpovídajícím způsobem si přizpůsobit svůj život. To znamená, že rozvoj povědomí o životním prostředí a zodpovědnost za životní prostředí je důležitým prvkem současného přírodovědného vzdělávání.

81. Ve zjišťování PISA 2015 se tyto specifické postoje k vědě stanovují na základě žakovského dotazníku a pro každý z těchto postojů určených pro měření v roce 2015 jsou v tabulce 22 uvedeny podrobnosti.

**Tabulka 22. Koncepční rámec PISA 2015 – oblasti pro posouzení postojů**

Zájem o vědu
<p>Postoj je charakterizován jako:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvědavost ve vědě a v souvisejících přírodovědných otázkách a pracovitost.</li> <li>• Ochota získávat další vědecké znalosti a dovednosti s použitím různých zdrojů a metod.</li> <li>• Průběžný zájem o přírodní vědy, včetně zvažování volby budoucího povolání ve vědě a souvisejících oblastech.</li> </ul> <p>Zájem o vědu se měří pomocí následujících kritérií:</p> <p><b>Zájem o učení přírodovědných předmětů:</b> míra zájmu žáků o fyziku, biologii člověka, geologii i procesy a produkty vědeckého výzkumu.</p> <p><b>Radost z vědy:</b> do jaké míry se žákům líbí učení o přírodních vědách ve škole i mimo školu.</p> <p><b>Zaměřenost na práci ve vědě:</b> měří úroveň zájmu žáků o vědeckou kariéru nebo o další studium přírodních věd.</p>

**Další motivace k učení:** jaké další vnější faktory žáky motivují k učení přírodovědných předmětů pro budoucí povolání.

**Obecná hodnota přírodních věd:** měřítkem je to, jak velkou prestiž žáci přisuzují různým zaměstnáním, včetně vědecké práce.

**Zaměřenost/Vnímavost na přírodní vědy:** míra toho, jak žák vnímá, že je orientován na přírodní vědy.

**Prestiž určitých zaměstnání:** míra, jak si žák cení přírodních věd.

**Použití technologií:** měří se, jak žáci přistupují k novým technologiím a používají je.

**Mimoškolní přírodovědné zkušenosti:** míra rozsahu přírodovědných činností žáků, které nejsou ve vzdělávacích programech a probíhají mimo školu.

**Kariérní aspirace:** obecná míra předpokladů žáků k vědecké kariéře.

**Školní průprava k vědecké práci:** míra, jak žák hodnotí školou poskytované formální přírodovědné vzdělání, znalosti a dovednosti potřebné pro vědeckou práci.

**Žákovy informace o kariéře vědce:** měřítkem je, zda se žák cítí být informován o možnostech budoucí práce ve vědě.

### Vědecký přístup k výzkumu

Postoj je charakterizován jako:

- Důraz na vhodné vědecké metody výzkumu.
- Ocenění kritiky jako prostředku, kterým se stanoví správnost jakékoli myšlenky.

### Povědomí o životním prostředí

Postoj je charakterizován jako:

- Zájem o životní prostředí a trvale udržitelný život.
- Sklon prosazovat chování zaměřené na udržitelné životní prostředí.

Povědomí o životním prostředí se měří pomocí následujících tvrzení:

- Povědomí o problematice životního prostředí: míra, jak jsou žáci informováni o aktuálních problémech životního prostředí.
- Vnímání problémů životního prostředí: měřítkem je zájem žáků o otázky životního prostředí.
- Environmentální optimismus: míra víry žáků, že jejich konání nebo veškeré činnosti člověka mohou přispět k udržení a zlepšování životního prostředí.

82. Další popisy těchto ustanovení lze nalézt v koncepčním rámci pro dotazníky.

## 4 Vyhodnocení oblasti

### Požadované úrovně poznání

83. Novým klíčovým prvkem koncepčního rámce PISA 2015 je vymezení v oblasti hodnocení přirodovědné gramotnosti a ve všech třech dovednostech koncepčního rámce **požadované úrovně poznání**<sup>11</sup>. Posuzuje se obtížnost otázky, která je empiricky odvozená, ale často zaměňovaná s požadovanou úrovní poznání. Empirická obtížnost úlohy se odhadne z podílu testované populace, která je v řešení úloh úspěšná, a tím vymezuje množství znalostí, jež mají testovaní, zatímco požadované úrovně poznání se týkají požadovaných způsobů duševní práce se znalostmi (Davis & Buckendahl, 2011). Je potřeba věnovat velkou pozornost tomu, aby tvůrci otázek a uživatelé koncepčního rámce PISA přesně rozlišovali hloubku požadovaných znalostí a požadované úrovně poznání, neboť úloha může mít například vysokou obtížnost, protože znalost, která se testuje, není obecně známá, ale požadovanou úroveň poznání si lze jednoduše vybavit. Naopak může být úloha, co se týká požadovaných úrovní poznání, náročná, protože vyžaduje znalost jednotlivých souvislostí a hodnotí více typů znalosti, z nichž každou lze snadno vyvolat. Tudiž, test by neměl být pouze nástrojem k rozlišení odpovědí žáků na jednodušší a těžší otázky, ale rovněž musí podávat informace, jak žáci v celém rozsahu schopností mohou řešit problémy na různých požadovaných úrovních poznání (Brookhart & Nitko, 2011).

84. Tyto dovednosti jsou formulovány s využitím celé řady pojmů definujících požadované úrovně poznání pomocí sloves jako poznat, vysvětlit, analyzovat a hodnotit. Tato slovesa nicméně nemusí nutně znamenat hierarchické pořadí obtížnosti, která je závislá na úrovni znalostí požadovaných k zodpovězení otázek. Od doby, kdy byla poprvé publikována Bloomova taxonomie (Bloom, 1956), byly vyvinuty a vyhodnoceny různé klasifikace systémů požadované úrovně poznání. Ty byly z velké části založeny na kategorizaci **znalostních typů**<sup>12</sup> a s nimi souvisejících kognitivních procesů, které se používají k popisu vzdělávacích cílů nebo posuzování úloh.

85. Bloomova revidovaná taxonomie (Anderson & Krathwohl, 2001) rozlišuje čtyři znalostní dimenze – znalost faktů, konceptuální, procedurální a metakognitivní. Tato kategorizace považuje znalosti za hierarchicky uspořádané a odlišuje je od šesti kognitivních dimenzí používaných v Bloomově první taxonomii – zapamatovat, porozumět, aplikovat (použít), analyzovat, hodnotit a tvořit. V Andersonově a Krathwohlově rámci jsou dnes tyto dvě dimenze považovány za vzájemně nezávislé a umožňující, aby byla nižší úroveň znalostí překročena dovedností vyšší úrovně a naopak.

86. Podobný teoretický rámec je nabízen taxonomií Marzano and Kendall (2007), kteří také uvádějí dvourozměrný systém založený na vztahu mezi tím, jak jsou seřazeny duševní procesy a požadované typy znalostí. Využívání duševních procesů je považováno za důsledek potřeby spojit úkol s metakognitivními strategiemi, které definují potenciální přístupy k řešení problémů. Kognitivní systém pak používá buď vyhledávání, porozumění, analýzy, nebo využití znalosti. Marzano a Kendall rozdělili oblast znalostí do tří částí: informace, mentální postupy a psychomotorika, ve srovnání se čtyřmi kategoriemi revidované Bloomovy taxonomie. Marzano a Kendall tvrdí, že jejich taxonomie je zlepšení taxonomie Bloomovy, protože nabízí model, jak lidé ve skutečnosti myslí, nikoli pouze jednoduchý organizační rámec.

<sup>11</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Požadované úrovně poznání (angl. cognitive demand) – např. zapamatovat, zopakovat, vzpomenout, pochopit, vysvětlit, popsat, vyhodnotit, vyřešit, domnívat se, zobecnit, dokázat, vytvořit...

<sup>12</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Znalostní typy podle PISA 2015 jsou Content, Procedural, Epistemic.

87. Odlišný přístup nabízejí Ford a Wargo, (2012), kteří poskytli rámec pro strukturovaný dialog jako způsob jak zohlednit požadované úrovně poznání. Využívají čtyři úrovně, které stavějí na sebe: vzpomenout, vysvětlit, porovnat a hodnotit. Ačkoli nebyl vytvořen speciálně pro účely hodnocení, má mnoho podobností s definicí přírodovědné gramotnosti PISA 2015, protože ve znalostech a dovednostech také klade důraz na jasnější popisy požadavků.

88. Webb (1997) uvádí *hloubku znalostí* jako další model, který konkrétně řeší rozdíly mezi hodnocením učení a očekávanými výsledky žáků. Podle Webba mohou být úrovně hloubky znalostí stanoveny s ohledem na složitost obsahu i požadavků na řešení. Jeho schéma se skládá ze čtyř hlavních úrovní: vybavení, použití dovednosti nebo konceptuální znalosti, strategické myšlení a rozšířené myšlení. Každá úroveň zahrnuje velký počet sloves, která mohou být použita k popisu procesu poznávání, přičemž některé z nich se objevují na více než jedné úrovni. Tento rámec poskytuje komplexnější pohled na učení i posuzování úlohy a vyžaduje analýzu jak obsahu, tak procesu používání určité úrovně poznání. Webbův přístup (*hloubka znalostí*, angl. Depth of Knowledge, DOK) je jednodušší, avšak spíše prakticky zaměřená SOLO Taxonomie (Biggs & Collis, 1982) popisuje průběh úrovní poznání žáků až pěti odlišnými fázemi porozumění: pre-strukturální, unistrukturální, multistrukturální, relační a rozšířená abstraktní.

89. Všechny výše stručně popsané práce sloužily k rozvoji výzkumu znalostí a dovedností koncepčního rámce PISA 2015 a je třeba poznamenat, že i přesto jsou na úrovni poznání problémy při vývoji testových otázek. Toto jsou hlavní tři:

- a) Je vynakládáno příliš mnoho úsilí, aby se zkušební otázky formulovaly přesně především do poznávacích rámců, což může vést ke špatně konstruované otázce.
- b) Nesoulad mezi předpokládanými a skutečnými požadavky – rámec je definuje přísněji, požaduje náročnější úrovně a otázky, avšak ty se v praxi mohou vyřešit mnohem méně náročným způsobem.
- c) Bez dobře definovaného a pochopeného rámce poznání se psaní a tvorba úlohy často zaměřuje na její obtížnost a používá omezený rozsah procesů poznání a znalostních typů, které jsou pak jen následně popisovány a vykládány, než aby byly budovány podle teorie zvyšování úrovně dovedností.

90. Pro koncepční rámec 2015 je použita upravená verze Webbova modelu *hloubky znalostí* (Webb, 1997) tvořící spolu s požadovanými znalostmi a dovednostmi prostorovou strukturu. Vzhledem k tomu, že dovednosti jsou ústředním prvkem tohoto koncepčního rámce, kognitivní oblasti žáka se musí posoudit a popsat podle rozpětí jeho schopností. Webbovy úrovně *hloubky znalostí* nabízejí rozlišování požadovaných úrovní poznání pomocí sloves, které jsou v otázkách užity, např. analyzovat, tvořit, porovnávat.

Tabulka 23. Koncepční rámec PISA 2015 – požadované úrovně poznání

		Dovednosti			Hloubka znalostí		
		vysvětlovat jevy vědecky	vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum	vědecky interpretovat data a důkazy	nízká	střední	vysoká
Znalosti	obsahová znalost						
	procedurální znalost						
	epistemická znalost						

91. Prostorový model v tabulce 23 umožňuje umístit otázku do dvou rozměrů: znalostí a dovedností a kromě toho může být každá otázka také doplněna o třetí rozměr založený na hloubce znalostí. To umožňuje pracovat u každé otázky s požadovanou úrovní poznání, proto může být kvalifikována jako:

- **Nízká Low (L)**

Provádění jednoduchých postupů, například vybavení si faktu, termínu, zákona nebo koncepce, či vyhledání jednoho bodu z grafu nebo jednoho údaje z tabulky.

- **Střední Medium (M)**

Použití a uplatnění konceptuální znalosti k popisu nebo vysvětlení jevu, volba vhodného postupu zahrnujícího dva nebo více kroků, třídění a zobrazení dat, vysvětlení nebo použití jednoduché tabulky nebo grafu.

- **Vysoká High (H)**

Analýza složité informace nebo údajů, shrnutí a zhodnocení faktů, zdůvodnění, ověření z různých zdrojů, vypracování plánu nebo sledu kroků k vyřešení úkolu.

92. Nízkou úroveň požadovaného poznání má otázka vyžadující pouze vybavení si jedné informace, i když použitá znalost může být sama o sobě poměrně složitá. Naproti tomu otázky, které vyžadují vybavení si více než jedné informace a vyžadují srovnávání a hodnocení různých významných zdrojů informací, se budou jevit jako s vysokou požadovanou úrovní poznání.

Obtížnost každé otázky je proto kombinací míry složitosti, rozsahu požadovaných znalostí a kognitivních operací, jež jsou nutné k jejímu vyřešení.

93. Do faktorů, které určují požadavky na posuzování úloh v přírodních vědách, proto patří:

- Počet a stupeň složitosti prvků znalostí vyžadovaných při řešení otázek.
- Stupeň obeznámenosti a předchozích vědomostí otázky z obsahové, procedurální a epistemické znalosti, které žáci už mohou mít.
- Poznávací operace vyžadující v otázce např. vybavení, analýzu, hodnocení.
- Do jaké míry je vytvořená odpověď závislá na modelech nebo abstraktních vědeckých principech.

94. Tento čtyřfaktorový přístup umožňuje roztáhnout měření přírodovědné gramotnosti přes celý rozsah, napříč širší škálou schopností žáků. Model pro posuzování úrovně jednotlivých otázek potom nabízí spolu s přihlédnutím k hloubce požadovaných znalostí rozřídění potřebných znalostí ve vztahu k dovednostem, které tvoří základ přírodovědné gramotnosti, a kromě toho relativní jednoduchost tohoto rámce snižuje problémy při jeho platňování. Použití tohoto kognitivního rámce bude také podpořeno předem stanovenými přesně popsány parametry škály gramotnostních úrovní (viz tabulka 27).

### Charakteristiky testů

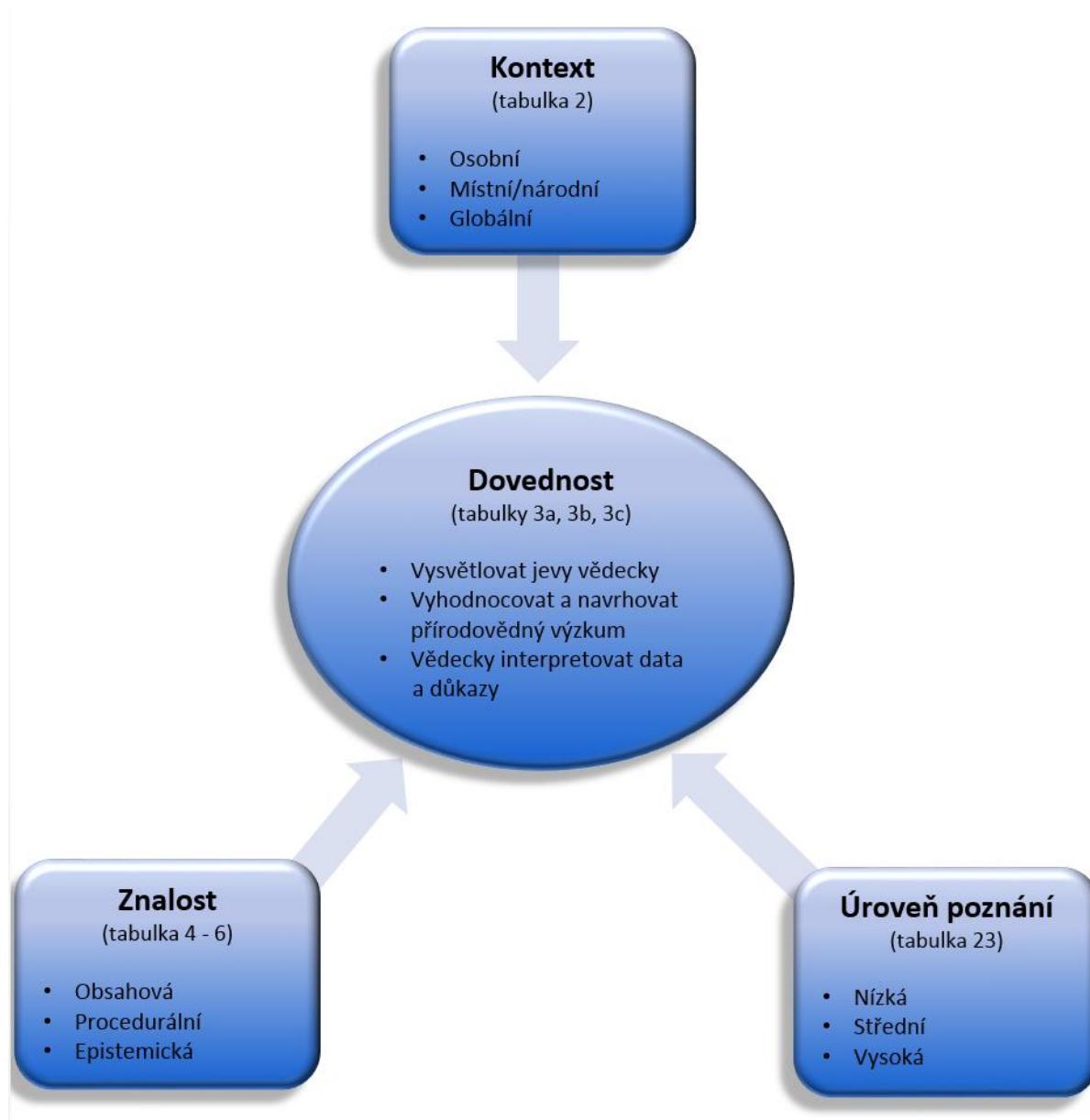
95. V souladu s definicí přírodovědné gramotnosti PISA budou testové otázky (úlohy) vyžadovat používání a uplatňování přírodovědných dovedností a znalostí v souvislostech.

96. Tabulka 24 je obměna tabulky 1 a představuje pro výzkum přírodovědné gramotnosti základní komponenty koncepčního rámce PISA 2015, podle kterého je upravována struktura i obsah hodnocených úloh a který může být použit jednak jako nástroj pro plánování, vykonání a analýzu hodnocení i jako nástroj ke studiu výsledků šetření. Výchozím bodem pro sestavování úloh do testu je zvážení **kontextu**, jež bude sloužit jako motivace, **dovedností** potřebných k vytvoření odpovědi na otázky nebo k vyřešení problémů a základní uplatněné **znalosti** a **požadované úrovně poznání**.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Každá otázka úlohy je charakterizovaná pomocí těchto kategorií: systém/předmět, kontext, dovednost, znalost, požadovaná hloubka znalostí.



**Tabulka 24. Koncepční rámec PISA 2015 – nástroj pro vytváření a analýzu hodnotícího úkolu a otázky**

97. Testová úloha je tvořena specifickým motivačním materiálem, kterým může být stručný písemný úvod nebo text doprovázející tabulky, plánky, mapy, grafy či diagramy. V úlohách vytvořených pro PISA 2015 může být motivační materiál také dynamický, například použitím animací a interaktivních simulací. Úloha<sup>14</sup> je složena z různých typů otázek<sup>15</sup>, které jsou nezávisle hodnocené, jak je doloženo příklady. (Další příklady lze nalézt na <https://www.oecd.org/pisa/test>)

98. Důvodem, proč PISA používá takto strukturované úkoly, je usnadnit pochopení složitých reálných souvislostí a přitom účinně využívat testovací čas. Jeden úvodní popis jedné situace, na který se naváže více otázek, sníží celkový čas potřebný k seznámení žáka s tématem více, než kdyby byl použit sice větší počet různých situací, ale s jedním úvodem pro jednu otázku. Každý bod hodnocení v úloze musí být také nezávislý na ostatních, je však třeba si uvědomit,

<sup>14</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Úloha – angl. unit; obsahuje otázky

<sup>15</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Otázka – angl. item

že tento přístup snižuje počet různých hodnocených kontextů, proto je důležité, aby byl zajištěn stanovený rozsah kontextů a aby se minimalizovalo zkreslení kvůli menšímu výběru.

99. Úkoly PISA 2015 budou vyžadovat použití všech tří přírodovědných dovedností a čerpat ze všech tří forem přírodovědných znalostí. Ve většině případů bude každý úkol měřit více dovedností i znalostí, jednotlivé otázky však budou hodnotit jen jednu formu znalosti a jednu dovednost.

100. Situace, při které žák, který čte texty s cílem pochopit je a odpovídat na písemné otázky v rámci přírodovědné gramotnosti, přináší i otázku jeho úrovně potřebné čtenářské gramotnosti, proto budou motivační materiály a otázky používat jasný, jednoduchý, stručný jazyk s co nejjednodušší větnou skladbou, ale přitom zachovávat odpovídající význam. Počet pojmů uvedených v úvodu bude omezený a otázky, které hodnotí spíše čtenářskou nebo matematickou gramotnost, budou vyřazené.

### Formy odpovědí na otázky

101. Při hodnocení dovedností a přírodovědných znalostí budou použity tři formy odpovědí na otázky, přičemž každá z těchto forem bude zastoupena asi jednou třetinou odpovědí.

#### Jednoduché vícevýběrové: Otázky poskytující

- výběr jedné odpovědi ze čtyř možností,
- výběr aktivního bodu – odpovědí je výběr a označení prvku v rámci grafiky nebo textu.

#### Komplexní vícevýběrové: Otázky poskytující

- možnost výběru Ano/Ne v řadě souvisejících dotazů, které jsou následně vyhodnoceny jako jedna odpověď (typický formát používaný v roce 2006),
- výběr více než jedné odpovědi ze seznamu,
- dokončení věty výběrem z rozbalovací nabídky s více možnostmi,
- přetažením a umístěním pohyblivých prvků na monitoru umožňující žákům odpovědět na otázku setříděním, uspořádáním nebo seskupením.

#### Otázky vyžadující vytvořit odpověď: Položky požadují písemné nebo grafické odpovědi.

- Volně tvořená odpověď v přírodovědné gramotnosti má obvykle formu písemné odpovědi v rozsahu od slovního spojení po krátký odstavec (např. dvě až čtyři věty). Méně odpovědí je prováděno zakreslením (např. do grafu). V případě grafické odpovědi tvořené na počítači budou k dispozici potřebné jednoduché editory.

102. V roce 2015 budou některé odpovědi také vycházet z interaktivních úkolů, například žák bude mít možnost manipulovat proměnnými v simulovaném vědeckém pokusu. Odpovědi na tyto interaktivní úkoly budou hodnoceny podobně jako odpovědi komplexní vícevýběrové. Některé odpovědi na interaktivní úkoly mohou být natolik otevřené, že budou považovány za otázky s volnou tvorbou odpovědí.

### Struktura hodnocení

103. Primární způsob hodnocení pro všechny oblasti včetně přírodovědné gramotnosti bude představovat testování na počítači a všechny nové otázky pro přírodovědnou gramotnost budou k dispozici pouze v elektronické verzi. Nicméně zemím, které nechtějí testovat své žáky pomocí počítačů, budou poskytnuty papírové testovací nástroje.

104. Otázky přírodovědné gramotnosti budou rozdělené do třicetiminutových částí, nazývaných klastry<sup>16</sup>. Každý bude obsahovat buď pouze nové úkoly, nebo pouze trendové úkoly<sup>17</sup>. Celkově bude v hlavním průzkumu v roce 2015 tento počet klastrů:

<b>Cílový počet klastrů</b>	6	klastrů trendových úkolů hlavního šetření v roce 2015	9	klastrů nových úkolů hlavního šetření v roce 2015
-----------------------------	---	---	---	---

105. Každému žákovi bude na dvě hodiny přidělen jeden testový sešit obsahující čtyři třicetiminutové klastry. Sešity v počítačích budou mít klastry nakombinované podle celkového návrhu testu ve více variantách.

106. Každý žák stráví hodinu nad přírodovědnou gramotností, ve zbývajícím čase mu budou podle celkového návrhu testu přiřazeny dva další klastry z čtenářské a matematické gramotnosti nebo řešení problémů spoluprací. Aby se neporušilo uskupení úkolů stanovené v roce 2006, bude pro země zapojené do papírového hodnocení vytisknutý daný počet variant testových sešitů. Je důležité uvést, že papírové hodnocení bude omezené pouze na trendové úkoly a nebude obsahovat žádný nově vyvinutý materiál, zatímco počítačové hodnocení bude obsahovat nově vyvinuté i trendové úkoly. Aby byl pro metodické srovnávání zachován odpovídající formát a požadované úrovně poznání, bude třeba pečlivě převést papírové trendové položky do počítačové podoby.

107. Doporučené rozdělení bodů hodnocení mezi obsahovým, procedurálním a epistemickým znalostním typem je v procentech uvedeno v tabulce 10, tabulka 11 ukazuje rozdělení bodů mezi různými znalostními kategoriemi. Tyto koeficienty jsou v zásadě v souladu s předchozím koncepčním rámcem a odráží konsensus zúčastněných odborníků.

**Tabulka 25. Rozdělení bodů hodnocení ve znalostních typech**

Systémy/Předměty				
Znalostní typy	Fyzikální / Fyzika	Živé / Přírodopis	Země a vesmír / Zeměpis	Celkem za systémy / předměty
Obsahové	20–24 %	20–24 %	14–18 %	<b>54–66 %</b>
Procedurální	7–11 %	7–11 %	5–9 %	<b>19–31 %</b>
Epistemické	4–8 %	4–8 %	2–6 %	<b>10–22 %</b>
<b>Celkem za znalostní typy</b>	<b>36 %</b>	<b>36 %</b>	<b>28 %</b>	<b>100 %</b>

108. Rozdělení bodů pro přírodovědné dovednosti je uveden v tabulce 26. Tyto koeficienty byly zvoleny tak, aby se hodnocení rovnoměrně rozdělilo mezi otázky, které se opírají především o obsahovou znalost, a otázky, které čerpají převážně z procedurální nebo epistemické znalosti.

<sup>16</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Klastr – část testového sešitu obsahující úkoly s předpokládaným časovým limitem 30 minut.

<sup>17</sup> Poznámka k českému překladu (RB): Trendové úkoly – úkoly používané ve všech šetřeních jako srovnávací pro kontinuální řadu výsledků.

**Tabulka 26. Rozdělení bodů pro přírodovědné dovednosti**

Přírodovědné dovednosti	% bodů
Vysvětlovat jevy vědecky	40–50 %
Vyhodnocovat a navrhovat přírodovědný výzkum	20–30 %
Vědecky interpretovat data a důkazy	30–40 %
<b>CELKEM</b>	<b>100 %</b>

109. Kontextové otázky budou rozděleny do osobní, místní/národní a globální úrovně přibližně v poměru 1 : 2 : 1, jak tomu bylo v roce 2006. Aby se co nejvíce vyhovělo různým omezením, bylo v oblastech pro hodnocení úloh použito širšího rozpětí rozdělení bodů (tabulky 25 a 26).

### Gramotnostní úrovně

110. Pro naplnění cílů výzkumu PISA je nezbytné stanovit škálu gramotnostních úrovní žáků. Popis úrovní gramotnosti není založen jen na pouhém popisu zvyšující se úrovně obtížnosti, ale i na teorii, že v tomto pořadí se dovednosti u žáků rozvíjejí. Návrh koncepčního rámce pro rok 2015 proto výslovně definuje parametry narůstajících dovedností a pokrok v jejich zvládnutí a určuje položky, které tento růst popisují (Kane, 2006; Mislevy a Haertel, 2006). Návrh popisů úrovní je uveden níže a předpokládá se, že je bude třeba upravit podle údajů pilotního testování. Kvůli srovnatelnosti výsledků a analýze trendů bylo snahou co nejvíce zachovat soulad se stupnicí použitou v roce 2006 (OECD, 2007), přičemž je i třeba zabývat se novými prvky koncepčního rámce 2015, jako například *hloubkou znalostí*. Škála je proto rozšířena o navrženou úroveň 1b, která u žáků konkrétně popisuje nejnižší úroveň přírodovědné gramotnosti, a tak řeší to, že by dříve nebyli ve stupnici vůbec rozlišeni. Návrh škály pro rok 2015 z toho důvodu obsahuje podrobnější a konkrétnější popis úrovní přírodovědné gramotnosti, nikoli zcela odlišný model.

**Tabulka 27. Popis gramotnostních úrovní v přírodovědné gramotnosti**

Úroveň	Popis
6	Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k důslednému vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje rozmanitých složitých životních situací vyžadujících vysokou úroveň poznání. Umí vyvozovat odpovídající závěry z řady různých složitých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a podat vysvětlení vícenásobných vzájemných vztahů. Umí důsledně rozlišovat vědecké a nevědecké otázky, vysvětlovat účely výzkumu a ovlivňovat významné proměnné veličiny v každém vědeckém pokusu nebo v návrhu pokusu. Umí převádět všechna datová zobrazování, vysvětlovat složitá data a prokazují schopnost správně posoudit spolehlivost a přesnost veškerých vědeckých tvrzení. Žáci důsledně prokazují pokročilé vědecké myšlení a uvažování vyžadující použití modelů a abstraktních myšlenek a mají schopnost používat takový způsob uvažování v neznámých a složitých situacích. Umí hledat důkazy k posouzení a vyhodnocení výkladů, modelů a vysvětlování dat a navrhovat pokusy na osobní, místní/národní a globální úrovni.

Úroveň	Popis
5	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje rozmanitých životních situací vyžadujících v mnoha, ale ne ve všech případech vysokou úroveň poznání. Vyvozují závěry ze složitých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a umí vysvětlit některé vícenásobné vzájemné vztahy. Umí obecně rozlišovat vědecké a nevědecké otázky, vysvětlovat účely výzkumu a ovlivňovat významné proměnné veličiny v každém vědeckém pokusu nebo v návrhu pokusu. Umí převádět některá datová zobrazování, vysvětlovat složitá data a prokazují schopnost správně posoudit spolehlivost a přesnost veškerých vědeckých tvrzení. Žáci prokazují pokročilé vědecké myšlení a uvažování vyžadující použití modelů i abstraktních myšlenek a mají schopnost používat takový způsob uvažování v neznámých a složitých situacích. Umí hledat důkazy k posouzení a vyhodnocení výkladů, modelů a vysvětlování dat a navrhnout pokusy na některých, avšak ne všech osobních, místních/národních a globálních úrovních.</p>
4	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje rozmanitých už známých životních situací vyžadujících většinou střední úroveň poznání. Umí vyvozovat závěry z různých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a umí vysvětlit vzájemné vztahy. Umí rozlišovat vědecké a nevědecké otázky a ovlivňovat proměnné veličiny v některých, ale ne ve všech vědeckých pokusech nebo v návrzích pokusů. Umí převádět a vysvětlovat data a rozumí spolehlivosti vědeckých tvrzení. Žáci prokazují některé důkazy spojené s vědeckým myšlením a uvažováním a umí je použít v neznámých situacích. Umí hledat jednoduché důkazy pro tvrzení a kriticky zhodnotit výklady, modely, vysvětlování dat a navrhované pokusy v některých z osobních, místních/národních a globálních oblastí.</p>
3	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje několika známých životních situací vyžadujících nanejvýš prostřední úroveň poznání. Jsou schopni vyvozovat některé závěry z různých zdrojů dat v rozmanitých souvislostech a umí popsat a částečně vysvětlit jednoduché vzájemné vztahy. Umí rozlišovat několik vědeckých a nevědeckých otázek a ovlivňovat nějaké proměnné veličiny v některých vědeckých pokusech nebo v návrzích pokusů. Umí převádět a vysvětlovat jednoduchá data a jsou schopni vyjádřit míru spolehlivosti vědeckých tvrzení. Žáci prokazují důkazy spojené s vědeckým myšlením a uvažováním a obvykle je používají ve známých situacích. Umějí hledat částečné důkazy pro tvrzení a kriticky zhodnotit výklady, modely, vysvětlování dat a navrhované pokusy v některých z osobních, místních/národních a globálních oblastí.</p>
2	<p>Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje několika důkladně známých životních situací vyžadujících většinou nízkou úroveň poznání. Jsou schopni udělat nějaké závěry z různých zdrojů dat v několika souvislostech a umí popsat jednoduché vzájemné vztahy. Umí rozlišovat několik jednoduchých vědeckých a nevědeckých otázek a rozlišovat závislé a nezávislé proměnné veličiny v některých vědeckých pokusech nebo v jednoduchých návrzích pokusů. Umí převádět a popisovat jednoduchá data, určit jasné chyby, dělají některé zdůvodněné připomínky ke spolehlivosti vědeckých tvrzení. Umí hledat částečné důkazy pro tvrzení a posoudit výklady, vysvětlení dat a navrhované pokusy v některých z osobních, místních/národních a globálních oblastí.</p>

Úroveň	Popis
1a	Žáci používají obsahovou, procedurální a epistemickou znalost k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů v nízké míře. Interpretují údaje několika známých životních situací vyžadujících nízkou úroveň poznání. Jsou schopni využít nějaké z jednoduchých zdrojů dat v málo souvislostech a umí popsat nějaké velmi jednoduché vzájemné vztahy. Umí rozlišovat několik jednoduchých vědeckých a nevědeckých otázek a určit nezávislou proměnnou veličinu v některých vědeckých pokusech nebo v jednoduchých návrzích pokusů. Umí částečně převádět a popisovat jednoduchá data a použít je přímo v několika známých situacích. Umí posoudit výklady, vysvětlení a navrhované pokusy pouze v dobře známých případech.
1b	Žáci mají jenom minimální obsahové, procedurální a epistemické znalosti k vysvětlování, vyhodnocování a navrhování vědeckých výzkumů. Interpretují údaje pouze několika známých životních situací vyžadujících nízkou úroveň poznání. Jsou schopni určit přímé vzory v jednoduchých zdrojích dat v několika známých souvislostech a umí nabídnout pokusy o popis jednoduchých vzájemných vztahů. Umí určit nezávislou proměnnou veličinu v některých vědeckých pokusech nebo v jednoduchých návrzích. Pokouší se převádět a popisovat jednoduchá data a použít je přímo v několika známých situacích.

111. Uvedené popisy gramotnostních úrovní jsou založené na výše popsaném výzkumném rámci PISA 2015 a nabízí kvalitativní popis rozdílů mezi úrovněmi výkonu žáka. Do tohoto nástinu škály jsou začleněny tyto faktory, které určují požadavky na posuzování úloh v přírodních vědách:

- Počet a stupeň složitosti prvků znalostí vyžadovaných při řešení otázek.
- Stupeň obeznámenosti a předchozích vědomostí žáků z obsahové, procedurální a epistemické znalosti.
- Poznávací operace, kterou úloha vyžaduje, např. vybavení/rozpomenutí, analýzu, hodnocení.
- Do jaké míry je vytvořená odpověď závislá na modelech nebo abstraktních vědeckých principech.

## 5 Shrnutí

112. Hlavní oblastí výzkumu PISA 2015 jsou přírodní vědy. Definice oblasti výzkumu 2015 vychází z definice z roku 2006 a dále ji rozvíjí. Více jsou rozpracovány zejména požadované dovednosti a pojetí vědomostí o přírodních vědách je definováno jako dvě formy znalostí – procedurální a epistemické. Podle konceptního rámce je kromě toho v otázkách formulováno pojetí rozsahu požadované úrovně poznání a to představuje podrobnější specifikace jednotlivých složek přírodovědné gramotnosti, které byly zabudovány nebo převzaty z dřívějších definicí.

113. Definice přírodovědné gramotnosti PISA 2006 měla svůj základ v hodnocení toho, jaké by patnáctiletí žáci měli mít znalosti, schopnosti a dovednosti, aby byli připraveni pro život v moderní společnosti. Jádrem definice přírodovědné gramotnosti a jejího posuzování jsou proto dovednosti charakteristické pro vědu a vědecké bádání. Schopnost žáků používat tyto dovednosti závisí na jejich přírodovědných poznacích, a to jak na obsahu jejich znalostí přírody, tak i na jejich procedurální a epistemické znalosti. Navíc záleží i na jejich ochotě angažovat se v tématech souvisejících s vědou. Postoje žáků k otázkám, které souvisí s vědou, se zjišťují odděleně v dotazníku.

114. Tento konceptní rámec popisuje a vysvětluje přírodovědné dovednosti, znalosti a kontexty testových otázek, které budou posuzovány v PISA 2015 (tabulka 13). Otázky budou seskupeny do úloh, každá úloha bude mít na začátku jednotící motivační materiál a budou využívány různé formy odpovědí. Elektronické testování v roce 2015 nabízí příležitost pro několik formátů nových otázek zahrnující animace a interaktivní simulace. Tím se zlepší validita testu a snadnost bodování.

**Tabulka 28. Hlavní komponenty konceptního rámce PISA 2015 pro přírodovědnou gramotnost**

Dovednosti	Znalost	Postoje
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vysvětlovat jevy vědecky</li> <li>• Vyhodnocovat a navrhnout přírodovědný výzkum</li> <li>• Vědecky interpretovat data a důkazy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znalost obsahová:               <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fyzikální systémy</li> <li>· Živé systémy</li> <li>· Země a vesmír</li> </ul> </li> <li>• Procedurální znalost</li> <li>• Epistemická znalost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zájem o vědu a techniku</li> <li>• Vědecký přístup k problému</li> <li>• Povědomí o životním prostředí</li> </ul>

115. Poměr otázek k posuzování obsahu žákovských znalostí přírodovědy a otázek hodnotících procedurální a epistemickou znalost bude asi 3 : 2. Přibližně 50 % otázek bude testovat dovednost vysvětlovat jevy vědecky, 30 % dovednost vědeckého interpretování informací a faktů a 20 % dovednost navržení a vyhodnocení vědeckého pokusu. Požadované úrovně poznání otázek budou nízké, střední nebo vysoké. Zkombinováním těchto koeficientů a většího množství otázek s různou požadovanou úrovní poznání umožní, aby byla posána úroveň všech tří dovedností, jež jsou definované v přírodovědné gramotnosti.

## 6 Literatura

- American Association for the Advancement of Science. (1989). Science for all Americans: a Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology. Washington, D. C.: AAAS.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A Taxonomy for Learning, teaching and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. London: Longman.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. New York: W. H. Freeman and Company.
- Biggs, J. and K. Collis (1982). Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy. New York, Academic Press.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals Handbook 1, Cognitive domain. London: Longmans.
- Bøe, M. V., Henriksen, E. K., Lyons, T., & Schreiner, C. (2011). Participation in science and technology: young people and achievement-related choices in late-modern societies. *Studies in Science Education*, 47(1), 37–72.
- Bogner, F. and M. Wiseman (1999), —Toward Measuring Adolescent Environmental Perception, *European Psychologist* 4 (3).
- Brookhart, S. M., & Nitko, A. J. (2011) Strategies For Constructing Assessments of Higher Order Thinking Skills. In G. Schraw & D. R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp. 327–359). North Carolina: IAP .
- Bybee, R. W. (1997). Towards an Understanding of Scientific Literacy. In W. Gräber & C. Bolte (Eds.), *Scientific Literacy Kiel: Institut für die Pädagogik Naturwissenschaften an der Universität Kiel*, pp. 37–68.
- Confederacion de Sociedades Cientificas de España (2011). Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España. Madrid: Author.
- Davis, S. L., & Buckendahl, C. W. (2011) Incorporating Cognitive Demand in Credentialing Examinations. In G. Schraw & D. R. Robinson (Eds) *Assessment of Higher Order Thinking Skills* (pp. 327–359). North Carolina: IAP .
- Drechsel, B., Carstensen, C., & Prenzel, M. (2011). The role of content and context in PISA interest scales – A study of the embedded interest items in the PISA 2006 Science assessment. *International Journal of Science Education*, Volume 33, Number 1, 73–95
- Duschl, R. (2007). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic and Social Learning Goals. *Review of Research in Education*, 32, 268–291.
- Eagles, P. F. J. and R. Demare (1999), — Factors Influencing Children's Environmental Attitudes, *The Journal of Environmental Education*, 30 (4)
- European Commission. (1995). White paper on education and training: Teaching and learning —Towards the learning society (White paper). Luxembourg: Office for Official Publications in European Countries.
- Fensham, P. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415–435.
- Ford, M. J., & Wargo, B. M. (2012). Dialogic framing of scientific content for conceptual and epistemic understanding. *Science Education*, 96(3), 369–391.



- Gardner, P. L. (1975). Attitudes to Science. *Studies in Science Education*, 2, 1–41.
- Gott, R., Duggan, S., & Roberts, R. (2008). Concepts of evidence. University of Durham. Downloaded from <http://www.dur.ac.uk/rosalyn.roberts/Evidence/cofev.htm>, Sept 23, 2012.
- Kane, M. (2006). Validation. In R. L. Brennan (Ed.), *Educational measurement* (4th ed., pp. 17–64). Westport, CT: American Council on Education, Praeger Publishers
- Klopfer, L. E. (1971). Evaluation of Learning in Science. In B. S. Bloom, J. T. Hastings & G. F. Madaus (Eds.), *Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. London: McGraw-Hill Book Company.
- Klopfer, L. E. (1976). A structure for the affective domain in relation to science education. *Science Education*, 60(3), 299–312.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. [10.1002/sce.20395]. *Science Education*, 94(5), 810–824.
- Lederman, N. G. (2006). Nature of Science: Past, Present and Future. In S. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831–879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Longino, H. E. (1990). *Science as Social Knowledge*. Princetown, NJ: Princetown University Press.
- Marzano, R. J. and J. S. Kendall (2007). *The new taxonomy of educational objectives*. Thousand Oaks, CA, Corwin Press.
- Millar, R. (2006). Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521.
- Millar, R., & Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London.
- Millar, R., Lubben, F., Gott, R., & Duggan, S. (1995). Investigating in the school science laboratory: conceptual and procedural knowledge and their influence on performance. *Research Papers in Education*, 9(2), 207–248.
- Mislevy, Robert J. and Geneva D. Haertel (2006) Implications of Evidence-Centered Design for Educational Testing. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 25 (4), 6–20.
- National Academy of Science. (1995). *National Science Education Standards*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC.: Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education.
- OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills: A New Framework for Assessment*. Paris, OECD (Organisation for economic co-operation and development).
- OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills: The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.

- OECD. (2006). The PISA 2006 Assessment Framework for Science, Reading and Mathematics. Paris: OECD.
- OECD. (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World: Volume 1: Analysis. Paris: OECD.
- OECD (2009). PISA 2006 Technical Report. Paris: OECD
- OECD. (2011). What kinds of careers do boys and girls expect for themselves? PISA in focus. Paris: OECD.
- Ormerod, M. B., & Duckworth, D. (1975). Pupils' Attitudes to Science. Slough: NFER.
- Osborne, J. F. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328, 463–466.
- Osborne, J. F., & Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections. London: Nuffield Foundation.
- Osborne, J. F., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079.
- Rickinson, M. (2001), Learners and Learning in Environmental Education: A Critical Review of the Evidence, *Environmental Education Research* 7 (3).
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (Eds.). (2003). Definition and Selection of Key competencies: Executive Summary. Göttingen, Germany: Hogrefe.
- Schibeci, R. A. (1984). Attitudes to Science: an update. *Studies in Science Education*, 11, 26–59.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (2005). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)
- Tai, R. H., Qi Liu, C., Maltese, A. V., & Fan, X. (2006). Planning Early for Careers in Science. *Science*, 312, 1143–1145.
- Taiwan Ministry of Education. (1999). Curriculum outlines for „Nature Science and Living Technology“. Taipei, Taiwan: Ministry of Education.
- UNEP. (2012). 21 Issues for the 21st Century: Result of the UNEP Foresight Process on Emerging Environmental Issues. United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi, Kenya.
- UNESCO (2003), —UNESCO and the International Decade of Education for Sustainable Development (2005–2015)l, UNESCO International Science, Technology and Environmental Education Newsletter, Vol. XXVIII, no. 1–2, UNESCO, Paris.
- UNESCO (2005) International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development, UNESCO, Paris.
- Weaver, A. (2002), —Determinants of Environmental Attitudes: A Five-Country Comparison, *International Journal of Sociology*, 32 (1)
- Webb, N. L. (1997). Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education. Washington, DC, Council of Chief State School Officers and National Institute for Science Education Research Monograph.

Wiliam, D. (2010). What Counts as Evidence of Educational Achievement? The Role of Constructs in the Pursuit of Equity in Assessment. *Review of Research in Education*, 34, 254–284.