

NARAVOSLOVNA PISMENOST IN JEZIKOVNO RAZUMEVANJE V SODOBNEM IZOBRAŽEVANJU

JANJA MAJER KOVAČIČ

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor, Slovenija
janja.majer@um.si

Prispevek se dotika koncepta globalnega izobraževanja in se osredotoča na naravoslovno izobraževanje, razvijanje naravoslovne pismenosti ter izpostavlja pomen jezikovnih kompetenc in uporabe jezika v naravoslovju. Naravoslovje je temeljno in kompleksno področje, ki zahteva obvladovanje številnih veščin ter kompetentnost na področjih, kot so matematika, reševanje problemov, konceptualizacija, obvladanje teorij in tudi jezika. Obvladovanje jezika igra temeljno vlogo pri razvoju znanstvene misli in posledično pri usvajanju in razvijanju znanstvenih spoznanj. Učenje in poučevanje naravoslovja pa nista omejena le na pravilno uporabo konceptov, simbolov, idej in teorij, ampak vključujeta tudi jasno razumevanje uporabljenih besed, njihovega pomena oz. jezika, ki se uporablja v naravoslovju. Prispevek posebej opozarja na pomen pozornosti za razvoj naravoslovnostnanstvenega jezika že v zgodnjem otroškem obdobju, ki je pomemben sestavni del celovitega pristopa za razvijanje naravoslovne pismenosti v naravoslovno vertikalnem vzgojno-izobraževalnem prostoru in širše. V okviru projekta NA-MA POTI postavljena definicija naravoslovne pismenosti (tudi matematične) ter trije temeljni gradniki za nacionalno razvijanje naravoslovne pismenosti, zajemajo tudi ključno vlogo jezika. Prav jezik je po mnenju mnogih avtorjev večja ovira pri učenju naravoslovja kot sama vsebina. Vzpostavitev rednega medpredmetnega sodelovanja med učitelji naravoslovnih in jezikovnih predmetov pa je lahko eden od pomembnih elementov za celovito izboljšanje izobraževalnega procesa, ne le na področju naravoslovja.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.ff.1.2024.12](https://doi.org/10.18690/um.ff.1.2024.12)

ISBN
978-961-286-823-9

Ključne besede:
naravoslovno
izobraževanje,
naravoslovna pismenost,
raba jezika v naravoslovju,
družbeni vidik,
medpredmetno učenje



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.ff.1.2024.12](https://doi.org/10.18690/um.ff.1.2024.12)

ISBN
978-961-286-823-9

Keywords:

science education,
science/scientific literacy,
use of language in science,
societal perception,
interdisciplinary learning

SCIENCE LITERACY AND LANGUAGE COMPREHENSION IN MODERN EDUCATION

JANJA MAJER KOVAČIČ

University of Maribor, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Maribor, Slovenia
janja.majer@um.si

The paper explores global education with a focus on science education, emphasizing the vital role of language competence in developing science literacy. Science, being a complex field, demands skills in mathematics, problem-solving, conceptualization, theory, and language. Proficiency in language is crucial for scientific thought development and knowledge acquisition. The significance of teaching and learning science extends beyond correct usage of concepts, symbols, and theories to encompass a clear understanding of language in natural sciences. Herein we have particularly emphasised the importance of developing science language already in early childhood, which is an important component of a comprehensive approach to develop scientific literacy in vertical science education and beyond. In the context of the national project called Science-Mathematics-Literacy-Empowerment-Technology-Interactivity (abbreviated as NA-MA POTI), the definition of scientific literacy (including mathematical literacy) and the three basic building blocks for national scientific literacy development include the critical role of language. Language is often a greater obstacle to learning science, as many authors claim, than the content itself. That is why establishing more interdisciplinary and cooperation between science and language teachers could be crucial for improving the whole educational process, not only in the field of science.



1 Uvod – globalni vidik izobraževanja

Vam je bližje naravoslovje ali družboslovje? Matematika ali fizika? Angleščina ali nemščina? Kemija ali slovenščina? Kemijska pesmica ali slovenske definicije kemijskih besed? V ponujenih oz. tovrstnih izbirah se morda zdi, da gre le za preference posameznika. Ali pa s tovrstnimi delitvami¹ povzročamo, da iz celote nastajajo deli?

Današnja globalizacija z vse večjimi in hitrejšimi premiki blaga in ljudi, ter informacij in storitev je zaznamovana z medsebojno soodvisnostjo tudi na posameznih področjih znanj, ki presegajo meje umetnih delitev in se v resničnem svetu konceptualno in idejno prepletajo med različnimi disciplinami ter jih presegajo. Interdisciplinarnost in celostno razmišljanje sta ključna za boljše razumevanje in reševanje globalnih problemov in bosta koristila celotnemu planetu. Knjiga »Global World Education« ponuja prodorne misli o globalni povezanosti, ki zahteva celovito razumevanje sveta in njegovih izzivov tudi na področju izobraževanja. Avtor Biesta (2022, str. 3) izpostavlja, da je osrednje in temeljno vprašanje ter obenem skrb izobraževanja, kako mi kot človeška bitja obstajamo »v« svetu in »z« njim, tako naravnim kot družbenim, tudi eksistencialno in ultimativno. V kontekstu izpostavljenih poudarkov avtorja Bieste se izobraževanje predstavlja kot ključen in nepogrešljiv element globalnega mozaika, ki naslavlja vprašanja našega obstoja v svetu. Poleg tega je izobraževanje v pozivu Združenih narodov iz leta 2015, tj. v t. i. Agendi 2030, postavljeno kot 4. globalni trajnostni cilj SDG (»Sustainable Development Goals«) od skupaj 17 ciljev za svetovni ekonomski, socialni in okoljski vidik trajnostnega razvoja (»Transforming our World: Agenda 2030« za trajnostni trajnostni razvoj, 2015) (Slika 1), in sicer za odpravo revščine, zaščito planeta in zagotovitev miru ter blagostanja vseh ljudi.. Če ob tem naslovimo še izzive, s katerimi se trenutno ubadamo kot človeštvo (podnebna, energetska, prehranska, zdravstvena, jedrska kriza ...), so le-ti tesno povezani tudi z naravoslovnimi koncepti in znanjem. Zato je pomembno, da se osredotočimo tudi na izobraževanje v naravoslovju ter razvoj naravoslovne in splošne znanstvene pismenosti; vse to bo namreč omogočilo boljše razumevanje problematike sodobne družbe in bo v pomoč pri iskanju trajnostnih rešitev znanstvenega in tehnološkega napredka.

¹ SSKJ, 2022 delitev -tve ž, povzročanje, da iz celote nastanejo deli. Sinonimi: cepitev, drobitev, drobljenje, razkosavanje.

V nadaljevanju prispevka je osvetljena povezanost med naravoslovnim izobraževanjem in jezikovnimi kompetencami ter izpostavljen njihov vpliv na celovit izobraževalni proces. Glavna ideja prispevka izhaja iz spoznanja, da naravoslovje ne zahteva le temeljnega razumevanja znanstvenih vsebin, temveč tudi učinkovito obvladovanje naravoslovnoznanstvenega jezika. Teza razvita v nadaljevanju se osredotoča na ključno vlogo jezika pri razvoju znanstvenega mišljenja ter na pomen razvoja naravoslovnoznanstvenega jezika že v zgodnjem otroškem obdobju. S podano analizo kompleksnosti naravoslovnega izobraževanja ter poudarjeno vlogo jezika je izpostavljeno, kako naravoslovno izobraževanje zahteva široko uporabo jezika za učinkovito razumevanje in konstrukcijo naravoslovnoznanstvenega znanja. V drugem delu članka je predstavljen primer projekta NA-MA POTI, ki postavlja temelje za razvoj naravoslovne pismenosti v našem vzgojno-izobraževalnem prostoru in poudarja tudi vključevanje jezikovnega vidika. V zaključku je izpostavljen pomen vzpostavitve mehanizma rednega, medpredmetnega sodelovanja med učitelji naravoslovnih in jezikovnih predmetov.



Slika 1: Slikovni prikaz 17 globalnih ciljev trajnostnega razvoja Agende 2030 (zgoraj) in sedem ciljev 4. trajnostnega cilja (4. SDG) (spodaj)

Vir: Agenda 2030, ZN v Majer Kovačič, 2022

2 Naravoslovno izobraževanje in globalna vloga naravoslovne pismenosti

Naravoslovno izobraževanje je postalo del šolskega kurikuluma v Evropi in ZDA v 19. stoletju, predvsem zaradi naporov znanstvenikov, ki so javno zagovarjali poučevanje naravoslovja. V času trdno ukoreninjenih humanističnih ved, ki so veljale za najplemenitejše in najvrednejše izobraževalne cilje, so si naravoslovne znanosti utirale pot v šole z argumenti praktične uporabnosti za vsakdanje življenje ter intelektualne vrednosti. Namesto deduktivne logike, ki je večinoma prevladovala v formalnem izobraževanju, so znanstveniki promovirali induktivni proces opazovanja naravnega sveta in na njihovi osnovi izvajanje zaključkov. Z izvajanjem neodvisnih raziskav in praktičnih preiskav naj bi učenci razvijali samostojnost in se učili načina razmišljanja ter bolj polnega in učinkovitega sodelovanja v odprti demokratični družbi (DeBoer, 2000; DeBoer, 2019; Gooday in sod., 2008; Matthews, 2014). Iz leta 1893 izhaja eden najpomembnejših dokumentov izobraževanja, ki je priznal enakovreden pomen humanistike in naravoslovnih znanosti in ki je splošno poznan kot Poročilo Odbora desetih, »Committee of Ten«, Poročilo Nacionalnega združenja za izobraževanje (National Education Association's, NEA). Ozaveščanje in pozivi k naravoslovnemu izobraževanju za vse so se še nadalje krepili in širili tudi s številnimi poznanimi slogani kot »Science for All« (Znanost za vse), »Being a Scientist for a Day« ('Biti znanstvenik za en dan), »Learning by Doing« (Aktivno učenje), »Science as a Way of Knowing« (Znanost kot način spoznavanja) in podobnimi (Hodson, 2003). Od poznih petdesetih pa vse do danes je v ospredju slogan o naravoslovni pismenosti »science literacy/scientific literacy« (Brown in sod., 2005; Roberts, 2007; Roberts in Bybee, 2014). Obenem so od tedaj v ospredju tudi številne razprave, kako naravoslovno pismenost definirati, kako jo razvijati, kako jo doseči, ter razprave o namenu, naravi in vlogi naravoslovnega izobraževanja (Laugksch, 2000; Deboer, 2000; Holbrook in Rannikmae, 2009; Holbrook in Rannikmae, 2007, 2009). V obsežnem naboru znanstvene literature ni moč najti skupnega konsenza definiranja naravoslovne pismenosti. Roberts (2007) opozarja na pravo poplavo definicij naravoslovnoznanstvene pismenosti. Številni, kot so Dragoš in Mih (2015), Fortus (2022), Howell in Brossard (2021), zagovarjajo, da je ravno razvijanje naravoslovne pismenosti glavni cilj naravoslovnega izobraževanja, usmerjenega v razumevanje sveta okoli sebe. DeBoer (2000) zagovarja sprejetje sinonima za »naravoslovno pismenost« kot javno razumevanje znanosti in predlaga, da bi o naravoslovni pismenosti preprosto govorili kot o samem naravoslovnem izobraževanju, ki naj bi

se po Shen (1975) delilo v tri kategorije, in sicer praktično, družbeno in kulturno. Ob tem se posamezne kategorije medsebojno ne izključujejo, poučevanje naravoslovja v šolah pa, tako Shen (1975), sodi v vse tri kategorije. Kasneje Osborne in Hennessy (2003) navajata štiri vidike utemeljevanja pomena naravoslovnega izobraževanja in potrebe po njem.

- a) Uporabnostni vidik: Naravoslovno znanje je praktično in koristno za vsakogar, a je ob tehnološkem napredku, ki je vse bolj specializirano, ta vidik vse težje zagovarjati.
- b) Gospodarsko-ekonomski vidik: Za ohranjanje in razvoj napredne industrijske družbe je treba zagotoviti zadostno število naravoslovnoznanstveno usposobljenih posameznikov.
- c) Kulturni vidik: Znanost in tehnologija sta največji dosežek sodobne družbe, poznavanje znanosti in tehnologije pa je bistven pogoj za izobraženega posameznika.
- d) Demokratični vidik: Mnoge politične in moralne dileme, s katerimi se sooča sodobna družba, so naravoslovnoznanstvene narave. Sodelovanje pri reševanju številnih izzivov zahteva poznavanje znanosti in tehnologije. Zato je izobraževanje ljudi o znanosti in tehnologiji ključna zahteva za vzdrževanje zdrave demokratične družbe.

Med zanimivimi vidiki opredelitve naravoslovnostnastvene pismenosti, ki so v razumevanju koncepta po mnenju in navedbah Norris in Phillips (2003) sicer pomanjkljive, so tudi:

- (a) poznavanje bistvene vsebine znanosti in sposobnost razlikovanja znanosti od neznanosti,
- (b) razumevanje znanosti in njenih aplikacij,
- (c) znanje o tem, kaj šteje za znanost,
- (d) neodvisnost pri učenju znanosti,
- (e) sposobnost znanstvenega razmišljanja,
- (f) sposobnost uporabe znanstvenega znanja za reševanje problemov in v reševanju problemov,
- (g) znanje, potrebno za inteligentno sodelovanje pri znanstveno utemeljenih družbenih vprašanjih,
- (h) razumevanje narave znanosti, vključno z njenimi odnosi s kulturo,

- (i) spoštovanje znanosti in tolažba z njo, vključno z njenimi čudeži in radovednostjo,
- (j) poznavanje tveganj in koristi znanosti,
- (k) sposobnost kritičnega razmišljanja o znanosti in ravnanja z znanstvenim strokovnim znanjem.

Norris in Phillips (2003) prav tako podpreta načelno stališče v DeBoer (2000) in Roberts (2007), da je naravoslovna pismenost cilj naravoslovnega izobraževanja, kot že zapisano zgoraj.

Publikacija OECD (2012) o Naravoslovnem izobraževanju v Evropi, ki je prevedena v slovenščino in dostopna na spletu, ponuja celovit vpogled v sodobne strategije in politike evropskih držav za krepitev in izboljšanje naravoslovnega izobraževanja ter spodbujanje mladih v naravoslovne smeri izobraževanja in dela. Hkrati nedavna študija Evropskega parlamenta za komisijo CULT (»European Parliament Committee on Culture and Education«) predstavlja poudarke in smernice glede izobraževalne politike za krepitev naravoslovnoznanstvene pismenosti (Siarova in sod., 2019). Obe publikaciji sta eni ključnih za razumevanje stanja naravoslovne pismenosti v EU ter za oblikovanje možnih odzivov izobraževalne politike za boljšo pripravo naravoslovnoznanstveno pismenih državljanov.

Evropske družbe (in tudi globalno) se soočamo tudi z naraščajočimi grožnjami širjenja dezinformacij in t. i. psevdoznanosti. V tem kontekstu je spodbujanje naravoslovne pismenosti ključnega pomena, naravoslovno izobraževanje pa služi kot orodje za kritično obravnavo ogromnih količin informacij, ki se dnevno kopičijo in izmenjujejo v razpravah. Omenjena študija za CULT z naslovom »Science and Scientific Literacy as an Educational Challenge«, ki temelji na širokem pregledu akademske in politične literature, je namenjena predvsem poslancem Evropskega parlamenta in omogoča oblikovanje lastnih mnenj o stanju naravoslovne pismenosti v EU ter potencialnih odzivov izobraževalne politike na boljšo pripravo znanstveno pismenih državljanov (Siarova in sod., 2019). Razprave o ciljih naravoslovnega izobraževanja in reformah naravoslovnega izobraževanja so pogosto oblikovane v smislu razvijanja naravoslovnoznanstvene pismenosti (Norris in Phillips, 2003, Osborne in Dillon, 2008). Doseganje naravoslovnoznanstveno pismenega državljana v vseh državah članicah UNESCO zagovarja tudi Fensham (1988, 2008), kar bi lahko razumeli kot prvi poskus globalizacije naravoslovnega izobraževanja. Ob tem Fensham opozarja, da se naravoslovno izobraževanje ne dogaja v

družbenem in političnem vakuumu. Dodaja, da vsebina naravoslovnega kurikulumu še posebej za dekleta ni privlačna. Prav tako poudarja, da je populacija šolajočih se vedno bolj multikulturna ter socialno-ekonomsko raznolika, kar ustvarja različne odnose in kulturna pričakovanja glede učenja. Vse to predstavlja izzive za učitelje. Fensham prav tako osvetljuje ovire v naravoslovnem izobraževanju, ki izhajajo iz uporabe strokovnih izrazov ter različnih rab vsakdanjih besed v znanstvenem kontekstu (Fensham, 1988, 2008). V nadaljevanju prispevka se osredotočamo prav na ta ključni del, pri čemer izpostavljamo pomen jezika ter rabe strokovnih in vsakdanjih besed tudi z vidika družboslovno, naravoslovnega oz. medpredmetnega povezovanja (»Content and Language Integrated Learning«).

3 Naravoslovna pismenost in jezik

Jezik je temeljno orodje za prenos znanja, razumevanje različnih kultur ter spodbujanje medkulturnega dialoga in ni le ogledalo realnosti, ki preprosto opisuje, kaj »je«, saj bi v tem primeru opredelili jezik le s funkcijo opisovanja. Jezikovne in diskurzivne prakse razmejujejo in tudi konstruirajo, kaj je mogoče videti, kaj je mogoče reči, spoznati, misliti in nenazadnje, kaj je mogoče narediti (Biesta, 2005, str. 54). V kontekstu Foucaultovega dela "Besede in stvari« (v izvirniku "Les mots et les choses") lahko tudi v današnjem hitrem razvoju znanosti in tehnologije sledimo razhajanju med »besedami« (jezikom) in »stvarmi« (pojavi in koncepti). Z razvojem različnih znanstvenih disciplin se pojmovanja in opisi pojavov vse bolj specializirajo in oddaljujejo od običajnih vsakodnevnih izrazov. Znanost ima svojo specifično terminologijo, ki se pogosto razlikuje od običajnih besed v jeziku, ki ga uporabljamo v vsakdanjem življenju. Različne znanstvene discipline razvijajo svoje specifične jezikovne konstrukcije in terminologijo, kar je potrebno za natančno opisovanje in razumevanje kompleksnih pojavov posameznih disciplin. Prav s tega zornega kota je pomembno, da se v izobraževanju in komunikaciji o znanosti namenja posebna pozornost jasnemu in razumljivemu jeziku kot mostu med znanostjo in njenim razumevanjem ter ob tem nudi podporo spodbujanju pismenosti, ki jo danes razumemo širše, kot le biti sposoben brati in pisati. Pismenost v najširšem pomenu omogoča kritično branje, pisanje in govorjenje, kar pa je bistvenega pomena za učinkovito komunikacijo in razumevanje znanstvenih vsebin. Zmožnost kritičnega branja in pisanja omogoča posamezniku, da se aktivno vključuje v znanstveni dialog ter razvija svoje kognitivne, analitične in komunikacijske spretnosti, obenem pa tudi odnos do naravoslovja. Skrb za jasen in razumljiv jezik ter spodbujanje »pismenosti« je v (naravoslovnem) izobraževanju torej ključno, saj omogoča učinkovit prenos

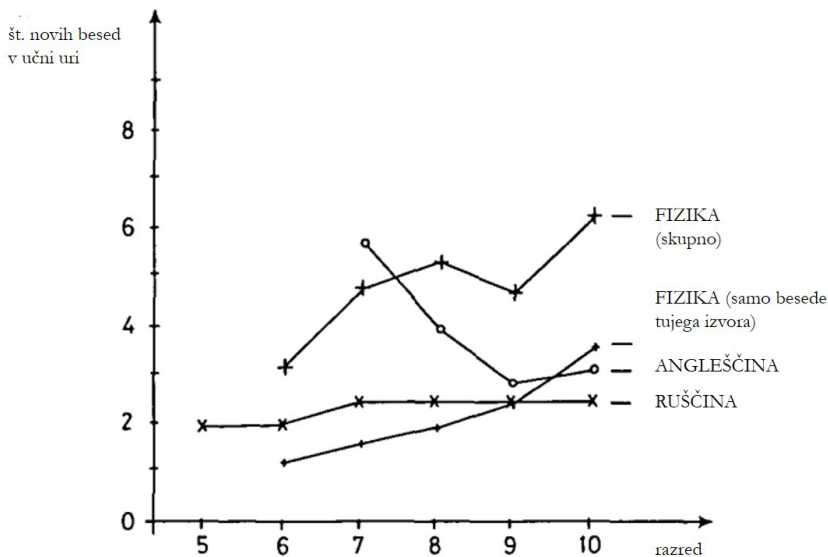
znanja, razumevanje kompleksnih konceptov in vzpostavljanje povezav med znanostjo ter širšim razumevanjem sveta.

V naravoslovnem izobraževanju je zanimanje za razumevanje besed in jezika dobilo zagon, ko je Paul Gardner leta 1972 v svojem delu »Words in Science« predstavil rezultate analize besednega znanja dijakov srednjih šol. Kot del projekta v podporo naravoslovnemu izobraževanju (»Australian Science Education Project«; ASEP) je Gardner preizkusil razumevanje več kot 600 besed med 7000 učenci z 39 različnih šol. Ugotovil je, da nekatere najpogosteje uporabljene besede učiteljev naravoslovja učenci niso razumeli (Gardner, 1972 v Farrell in Ventura, 1998). Rezultat je bil izjemen in je sprožil niz podobnih raziskav v naslednjih letih. Podobna, obsežna ter odmevna je bila raziskava izvedena v Veliki Britaniji v okviru projekta za izobraževanje učiteljev naravoslovja (»Science Teacher Education Project«; STEP), ki je preučevala jezikovne težave učenja in poučevanja naravoslovja. Cassels in Johnstone (1978) sta v iskanju odgovorov na vprašanje »Kaj je v besedi?« (»What's in a Word?«) v preliminarni študiji projekta STEP poročala, da je pri mnogih srednješolcih vzrok neuspeha pri naravoslovnih predmetih prav nerazumevanje v testih uporabljenih besed in jezika. Od 6000 vključenih srednješolcev vsak peti v testu ni razumel vprašanja ali ponujenih odgovorov izbirnega tipa. Avtorja študije sta ob zagovarjanju stališča, da je beseda ključno komunikacijsko sredstvo v izobraževanju (tako izgovorjena kot zapisana) pojasnila tudi pomembno vprašanje glede vpliva jezika na poučevanje in učenje. Namreč, če naj učenec razume, kaj učitelj pravi tako, da povedano ali zapisano obdela v luči tega, kar že ve (ali misli, da ve), ni presenetljivo, da lahko učenci popolnoma napačno razumejo predstavljene ideje (Johnstone in Cassels, 1978). Te ugotovitve so bile še dodatno podkrepljene v okviru štiriletnega nacionalnega projekta STEP, v katerem je sodelovalo skupno 25.000 udeležencev. Rezultati testiranja razumevanja besedilnih nalog so pokazali znatno izboljšanje, ko so navodila nalog le nekoliko spremenili ali poenostavili z minimalnimi spremembami, kot na primer zamenjavo le ene besede v besedilu (Cassels in Johnstone, 1980; Cassels in Johnstone, 1983 v Johnstone in Selepeng, 2001 ter v Farrell in Ventura, 1998).

V devetdesetih letih prejšnjega stoletja sta v poudarjanju vloge jezika pri učenju naravoslovja pomembni predvsem dve deli. V delu »Talking science: Language, Learning and Values« (Govoriti znanost: jezik, učenje in vrednote) jezikoslovec in strokovnjak s področja naravoslovnega izobraževanja Lemke (1990) izpostavlja, da je jezik več kot le besedišče in slovnica. Jezik je (1990) predvsem sistem virov za

ustvarjanje pomenov, ki ob besedišču in slovnici daje semantiko. Semantika jezika je njegov poseben način ustvarjanja podobnosti in razlik v pomenu. Pomen jezika se oblikuje skozi kompleksne odnose med koncepti in idejami. Lemke poudarja potrebo po razumevanju "pomenoslovja" v znanosti, saj je vsak koncept smiseln le v povezavi z drugimi koncepti in idejami. V tem kontekstu je uporaba specializiranega jezika znanosti pri govorjenju, pisanju in sklepanju ključna naloga naravoslovnega izobraževanja (Lemke, 1990).

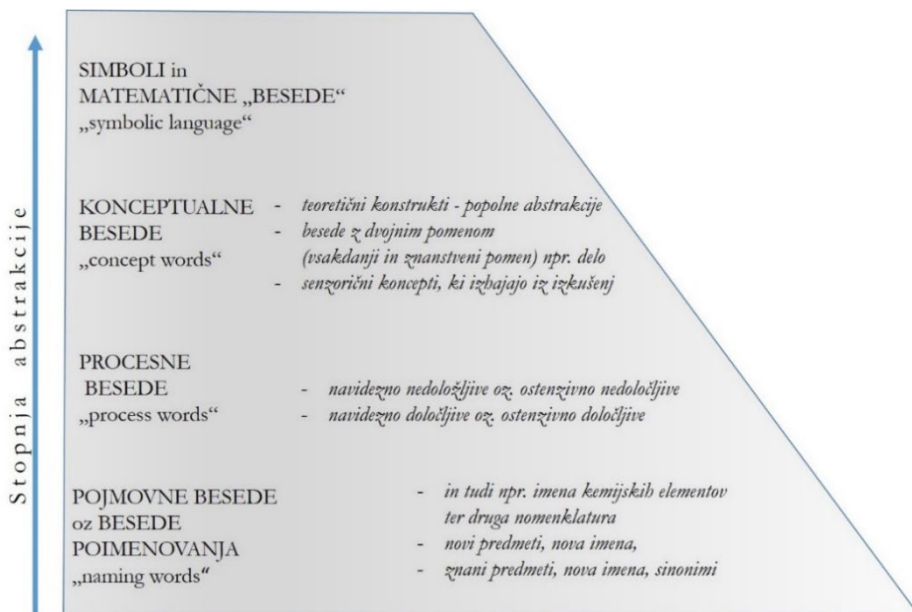
Sutton (1992) z drugim tovrstnim delom pod naslovom »Words, Science and Learning« (Besede, znanost in učenje) dodaja k pomenu semantike jezika pri tvorjenju pomena in konstruiranju razumevanja na ravni posameznika in družbe še opozorilo, da se besedam in besednim dejavnostim v šolah prepisuje prenizek status v primerjavi s praktičnim delom v naravoslovnem izobraževanju. Ob tem interakcije z materialnim svetom kot bistvo senzorno-motoričnih izkušenj za oblikovanje konstruktov, ki naseljujejo in bogatijo jezik znanosti, ne smejo izostati (Piaget, 1953 v Osborne, 2002). Obe deli, tj., »Talking science« in »Words, Science and Learning«, še danes veljata za prelomni v razmišljanju o poučevanju naravoslovja tako na področju izobraževanja kot tudi širše (Wilson, 1999; Carlsen, 2007; Carrier, 2013; Wellington in Osborne, 2001). Še en takšen mejnik, ki je pomembno prispeval k boljšemu razumevanju povezave med jezikom in znanostjo ter poudaril pomembnost razvoja jezikovnih kompetenc pri poučevanju in učenju naravoslovja, predstavlja knjiga »Language and Science Literacy in Science Education« avtorjev Wellington in Osborne (2001). Avtorja trdita, da je vsak učitelj naravoslovja hkrati tudi »jezikovnik« učitelj, vsaka ura pouka naravoslovja pa tudi jezikovna učna ura, saj je učenje naravoslovja v mnogih vidikih podobno učenju novega jezika. Še več: v nekaterih ozirih predstavlja celo večjo težavo, saj ima veliko težkih, konceptualnih znanstvenih besed (npr. energija, delo, moč) natančen pomen v znanosti in včasih tudi natančno definicijo, vendar pa nosijo zelo drugačen pomen v vsakdanjem življenju. Merzyn (1987) navaja zanimiv rezultat raziskave iz Nemčije. Tam je v povprečnem kurikulumu več ur namenjenih tujemu jeziku kot npr. fiziki, učitelji pa med uro tujega jezika uvedejo med 2 in 6 novih besed, medtem ko pri uri fizike uvedejo 8 novih besed oz. terminov (Graf 1).



Graf 1: Število novih besed (strokovnih izrazov) na učno uro tujih jezikov in fizike

vir: povzeto po Merzyn (1987)

Raziskave razumevanja jezika v naravoslovnem izobraževanju pogosto zajemajo dva pristopa ali sklopa preučevanja razumevanja besed t. i. netehnične ali splošno uporabljane besede in tehnične ali predmetno specifične besede (Pickersgill in Lock, 1991; Marshall in Gilmour, 1990; Brown, in Spang, 2008). Med netehničnimi besedami oz. besedami iz vsakdanjega življenja je po mnenju Casselsa in Johnstona (1989) treba posebno pozornost nameniti besedam z različnimi konotacijami, besedam, ki zvenijo podobno, a imajo različne pomene, besedam podobnega pomena ter besedam, ki se pojavijo v kombinacijah in v manj običajnih kontekstih. Wellington in Osborne (2001) predlagata glede na stopnjo abstrakcije posameznih besed štiristopenjsko lestvico kategorizacije znanstvenih besed, kjer višja stopnja pomeni njihovo težje in zahtevnejše razumevanje (Slika 2).



Slika 2: Taksonomija besed po Wellington in Osborne (2001)

Galguera (2011) izpostavlja, da je v poučevanju (naravoslovja) in spodbujanju razvoja (naravoslovne) pismenosti ključnega pomena, da učitelji razpolagajo z metodološkim znanjem o rabi jezika, t. i. imenovanim »pedagogical language knowledge« (PLK). Brunch (2013) PLK opredeljuje kot poznavanje jezika poučevanja in učenja specifične discipline, vpetega v določen kontekst. Markič in sod. (2013, 2016) pa s konceptom »pedagogical scientific language knowledge« povezuje razumevanje jezikovne rabe v poučevanju naravoslovja s predmetnimi vsebinami in vsebinsko specifičnim jezikom. Fulmer in sodelavci (2021) celo poročajo o razvoju instrumenta za merjenje učiteljevega znanja o jeziku kot epistemološkemu orodju pri pouku naravoslovja. Učitelji, ki razumejo jezik kot epistemološko orodje, lahko prepoznajo načine, kako lahko jezik omogoča učencem, da sami uspešneje usvojijo in utrdijo znanje, namesto da bi reproducirali znanje iz različnih virov (Fulmer in sod., 2020). Mönch in Markic (2022) opozarjata, da obstaja ob potrebi, da zahtevamo od predmetnih učiteljev znanje o jeziku na splošno, tudi potreba po znanju učiteljev o jeziku, ki je specifičen za predmet kot sestavni del t. i. disciplinarne pismenosti. V zapisu z naslovom "Kaj je disciplinarna pismenost in zakaj je pomembna?" (»What is disciplinary literacy and why does it matter?«) iz leta 2012 Shanahan in Shanahan še posebej zagovarjata prednosti poučevanja

disciplinarno specifičnega jezika. Tak pristop naj bi vključeval bolj eksplicitna navodila in pomagal učencem, dijakom in študentom razumeti specifične načine »pismenosti« naravoslovnih disciplin ter krepil zavedanja o posebnostih posameznih naravoslovnih disciplin. Omenjeni pristop je v ostrem nasprotju z bolj razširjenimi pristopi, kot je branje vsebin, ki spodbujajo bralne strategije in se lahko uporabljajo v vseh disciplinah (Shanahan in Shanahan, 2012). Številni raziskovalci ob tem poročajo, da je znanje učiteljev o poučevanju in učenju znanstvenega jezika v izvajanju pouka naravoslovnih predmetov pogosto pomanjkljivo (Tolsdorf in Markic, 2017, Taber, 2015, Markic in sod., 2013; Vladušić in sod., 2016). Seveda je pomembno tudi zavedanje, da danes znanstveniki ne govorijo in pišejo na enak način, ampak na različne načine za različne namene in dejavnosti. Ni nenavadno, da o znanstvenem jeziku govorimo kot o tehnologiji za reševanje problemov (Hand in sod., 2003), iz česar lahko izhaja, da je znanstveno znanje produkt jezika in se izraža z jezikom (Chen in sod. 2019). Kot konstrukcijo naravoslovnoznanstvenega jezika lahko identificiramo štiri medsebojno povezane, a razločljive poddomene: (a) jezik je bistven, saj brez njega znanost ne more obstajati, (b) jezik je konstitutiven, saj tvori osnovo za razmišljanje, (c) jezik vključuje procese in izdelke pri njegovi uporabi in ustvarjanju, (d) jezik vključuje multimodalne reprezentacije, kot jih predlaga npr. Johnstonov trikotnik² (Fulmer in sod., 2021).

Pomanjkanje komunikacije med raziskovalnimi skupnostmi, reformnimi skupinami za posamezne discipline ter oblikovalci politik in odločitev je prikazana v trenutnih reformah kurikulumov v Združenih državah, v katerih ločeni dokumenti spodbujajo kulturno pismenost, angleški jezik in pismenost, matematično pismenost, znanstveno pismenost in tehnološko pismenost, pri čemer vsak dokument izkazuje malo priznavanja drugih dokumentov ali skupnih točk v standardih, specifičnih za disciplino, za rezultate, učenje, poučevanje, ocenjevanje in programske priložnosti (Ford, Yore, & Anthony, 1997).

² Johnstonov trikotnik po Johnstone (1993), ki je povezal tri ravni kemijskih pojmov (makroskopsko, submikroskopsko in simbolno) v trikotnik in tako prikazal njihovo soodvisnost.

4 Kako v Slovenskem prostoru definiramo naravoslovno pismenost in kakšno pozornost namenjamo rabi jezika?

V našem izobraževalnem prostoru smo na izhodiščih PISE («Programme for International Student Assessment»), ki pod okriljem OECD meri dosežke 15–16-letnih učencev s področja branja, matematike in naravoslovja, v letu 2022 definirali naravoslovno in matematično pismenost. Ključni akterji formalnega splošnega izobraževanja v Sloveniji, kot so Zavod RS za šolstvo, vse tri javne univerze in izobraževalne ustanove, so v petletnem nacionalnem projektu NA-MA POTI ob definiciji naravoslovne pismenosti NP (Slika 3) postavili tudi tri gradnike s podgradniki za kontinuiran vertikalni razvoj naravoslovne pismenosti otrok, učencev in dijakov (Slika 4).

DEFINICIJA NARAVOSLOVNE PISMENOSTI

Naravoslovna pismenost zajema posameznikovo/-čino naravoslovno znanje, naravoslovne spretnosti/veščine in odnos do naravoslovja.

Temelji na uporabi znanja, spretnosti/veščin za:

- **obravnavanje** naravoslovnoznanstvenih vprašanj,
- **pridobivanje** novega znanja,
- **razlaganje** naravoslovnih pojavov,
- **izpeljavo** ugotovitev o naravoslovnih tematikah, ki temeljijo na podatkih in preverjenih dejstvih.

Naravoslovna pismenost vključuje tudi **razumevanje značilnosti naravoslovnih znanosti** kot oblike človeškega znanja in raziskovanja, **zavedanje** o tem, kako naravoslovna znanost in tehnologija oblikujejo naše snovno, intelektualno in kulturno okolje, ter **pripravljenost za sodelovanje** in **zmožnost sporazumevanja** o naravoslovnoznanstvenih vprašanjih kot razmišljujoč/-a in odgovoren/-na posameznik/-ca v odnosu do narave in družbe.

Slika 3: Definicija naravoslovne pismenosti

Vir: povzeto po Bačnik in drugi., 2022

Gradniki naravoslovne pismenosti	NARAVOSLOVNOZNA NSTVENO RAZLAGANJE POJAVOV
	<i>Posameznik/-ca prepozna, razloži in ovrednoti razlago naravnih in tehnoloških pojavov, procesov, zakonitosti in njihovo povezanost/soodvisnost v sistemih... kar izkaže tako, da:</i>
	<p style="text-align: center;">Podgradniki</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. priključuje, povezuje in uporablja naravoslovno znanje za opis/razlago pojavov z uporabo strokovnega besedišča 2. iz virov pridobiva ustrezne in relevantne informacije za razlago pojmov in pojavov ter pozna/uporablja znanstvene podatkovne zbirke 3. prepozna, uporablja in ustvarja (znanstvene) razlage pojavov, ki vključujejo različne prikaze, modele in analogije 4. prepoznava in razlaga možne uporabe ter vplive in posledice naravoslovnega znanja za posameznika/-co, družbo, naravo in okolje
	NARAVOSLOVNOZNA NSTVENO RAZISKOVANJE, INTERPRETIRANJE PODATKOV IN DOKAZOV
<i>Posameznik/-ca opisuje, načrtuje in ovrednoti poskuse/raziskave ter predlaga načine naravoslovnoznanstvenega obravnavanja vprašanj ter v različnih prikazih in na več načinov naravoslovnoznanstveno analizira in ovrednoti podatke, trditve in argumente ter povzema ustrezne zaključke... kar izkaže tako, da:</i>	
<p style="text-align: center;">Podgradniki</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. prepozna in presoja vsebine, ki jih je možno naravoslovnoznanstveno raziskati, in opredeli raziskovalni problem 2. zastavlja raziskovalna vprašanja 3. oblikuje ustrezne napovedi/hipoteze (za raziskavo) 4. po korakih (znanstvenega raziskovanja) načrtuje potek raziskave 5. skrbi za varno, odgovorno in načrtno izvajanje raziskave ter ustrezno uporablja pripomočke 6. uredi, analizira in interpretira (v raziskavi pridobljene) podatke 7. analizira (kritično presoja) izvedbo raziskave, predlaga izboljšave in komunicira (rezultate) raziskave 	
ODNOS DO NARAVOSLOVJA	
<i>Posameznik/-ca razvija ustrezen odnos (vrednote, stališča, prepričanja ...) in oblikuje proaktivno držo do narave, varstva okolja, naravoslovnih znanosti in raziskovanja ... kar izkaže tako, da:</i>	
<p style="text-align: center;">Podgradnika</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. deluje kot del narave in skrbi za odgovoren odnos do narave in okolja 2. razvija in izkazuje ustrezen odnos do naravoslovnih znanosti in naravoslovnoznanstvenega raziskovanja 	

Slika 4: Gradniki in podgradniki naravoslovne pismenosti

Vir: povzeto po Bačnik in sod., 2021

Temeljno vodilo prvega gradnika NP je, da posameznik prepozna, razloži in ovrednoti razlago naravnih in tehnoloških pojavov, procesov, zakonitosti in njihovo povezanost/soodvisnost v sistemih. Gradnik »Naravoslovnoznanstveno razlaganje pojavov« (Slika 5) močno naslavlja tudi vpetost rabe jezika. Gradnik, ki sestoji iz štirih podgradnikov, poudarja razumevanje in interpretacijo jezikovnih izrazov ter konstruktov, ki jih uporablja znanost, in opredeljuje posameznikovo sposobnost in zmožnost ter znanje, večino ali odnos, da:

1. prikliče, povezuje in uporablja naravoslovno znanje za opis/razlago pojavov z uporabo strokovnega besedišča,
2. iz virov pridobiva ustrezne in relevantne informacije za razlago pojmov in pojavov ter pozna/uporablja znanstvene podatkovne zbirke,
3. prepozna, uporablja in ustvarja (znanstvene) razlage pojavov, ki vključujejo različne prikaze, modele in analogije,
4. prepoznavna in razlaga možno uporabo ter vplive in posledice naravoslovnega znanja za posameznika/-co, družbo, naravo in okolje.

Definirana naravoslovna pismenost zajema celotno vzgojno-izobraževalno vertikalo in je razčlenjena na pet razvojno izobraževalnih stopenj, ki se začnejo s predšolskim obdobjem 4–6 let (vrtec) ter nadaljuje skozi osnovnošolsko obdobje 6–9 let (I. VIO OŠ), 9–12 let (II. VIO OŠ), 12–15 let (III. VIO OŠ) in se zaključi s srednješolskim obdobjem 15–19 let (SŠ).

Prav vključenost predšolskega obdobja otrok kot temeljnega izhodišča v pristopu razvijanja naravoslovne pismenosti je izjemnega pomena tudi z vidika zgodnjega učenja jezika naravoslovja. Trundle in Saçkes (2015) ter Şentürk (2017) opozarjajo, da je poučevanje naravoslovja v zgodnjem obdobju otrok velikokrat pomanjkljivo, neučinkovito poučevanje pa kasneje prinaša posledice, kot je npr. negativen odnos do naravoslovnih znanosti. Roth in sod. (2012) navajajo tudi, da je obdobje zgodnjega otroštva v naravoslovno izobraževalni literaturi dokaj prezrto in da ni veliko študij, ki bi preučevale naravoslovno pismenost mlajših otrok. Z vidika proučevanja razumevanja jezika naravoslovja avtorji navajajo, kot pričakovano, da razumevanje besedišča tako netehničnih kot tehničnih (predmetno specifičnih) besed s starostjo narašča (Cassels in Johnstone, 1980 v Farrell in Ventura, 1998). V zgodnjem obdobju pridobljeno besedišče omogoča jezikovno nadgradnjo v kasnejšem naravoslovnem izobraževanju ter nadaljnje raziskovanje besed in njihovih pomenov. Ob tem je pomembna uporaba različnih strategij, kot je npr. predvidevanje pomenov besed, interakcije z deli besed, kot so predpone, pripone, koreni in izvori besed in tudi razvrščanje besed po besednih kategorijah. Tovrstne strategije omogočajo razvoj globokega razumevanja preko besednih odnosov. Okolje, bogato z besedami, omogoča otrokom ter kasneje tudi učencem in dijakom priložnosti, da se poglobijo v besede, ter podpira implicitno in eksplicitno poučevanje vsebinskega besedišča (Harlen, 1997; Phillips in sod., 2008, McComas, 2013).

Eden od potrebnih predpogojev za udejanjanje zapisanega v praksi je dobra in »strokovno neoporečna« podkovanost bodočih vzgojiteljev in učiteljev ter vzgojiteljev in učiteljev v praksi. Kot strokovnjakinja in raziskovalka na področju naravoslovnega izobraževanja sem v svoji več kot dvajsetletni praksi prepoznala številne primere, ko je slabo znanje oz. poznavanje besedišča prispevalo k slabemu razumevanju naravoslovnih konceptov. Tako kot otroci, učenci in dijaki lahko imajo tudi pedagoški delavci t. i. alternativne ali napačne znanstvene koncepte, ki lahko izhajajo iz napačne rabe naravoslovnoznanstvenega jezika. Prav zato jih je treba najprej identificirati in nato obravnavati. Dinamičen proces spreminjanja, rekonstrukcije in tvorjenja novih pojmov in konceptov poteka praviloma od intuitivnih pojmov in napačnih pojmovanj do znanstvenega razumevanja pojmov, pogosto pa lahko tudi soobstajajo.

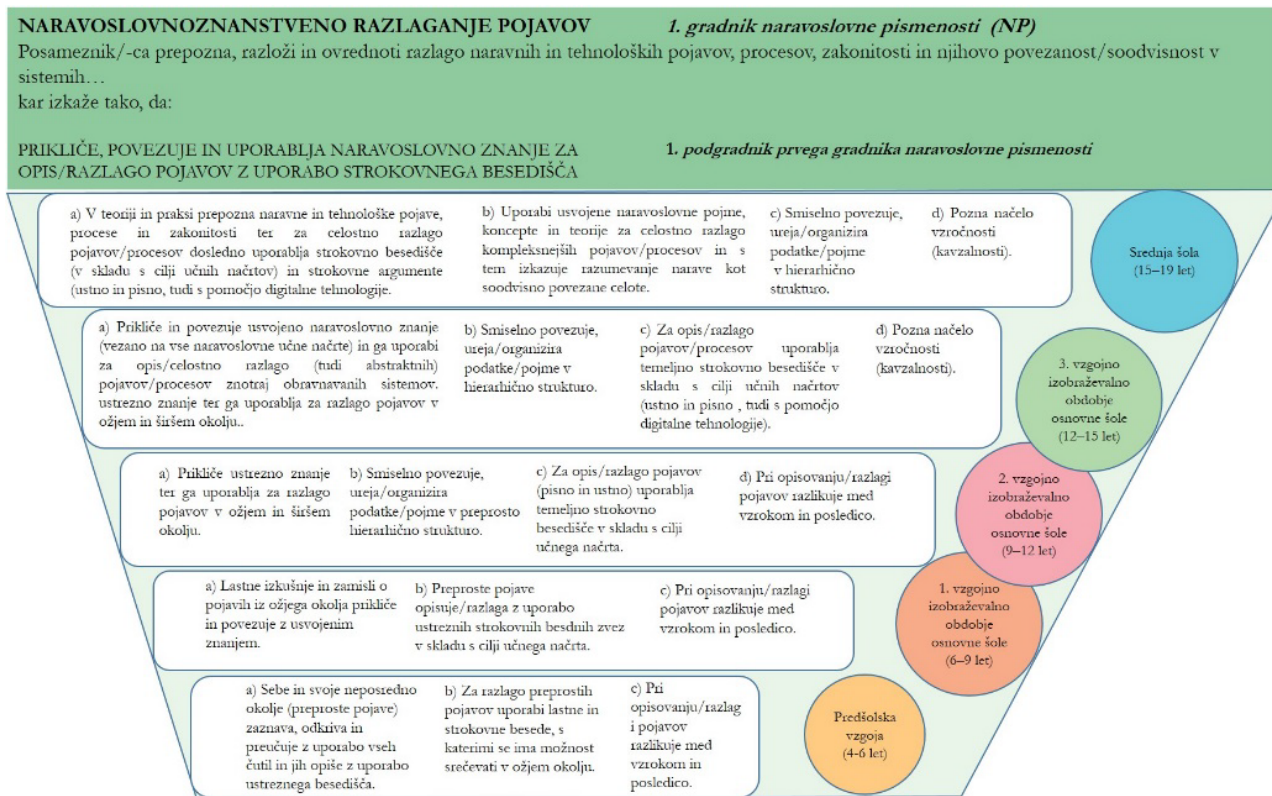
V naravoslovju je eden temeljnih pojmov snov. Pojem snovi, lastnosti snovi, stanja snovi in kroženja snovi je eden najpogosteje napačno razumljenih tudi v odraslem obdobju in tudi med bodočimi vzgojitelji/učitelji. Pogosto se snov pojmuje kot uničljiva (npr. pri raztapljanju soli, kjer se zdi, da sol izgine), da se ob spremembi agregatnega stanja snovi spremeni tudi sama snov (kot npr. proces taljenja, izhlapevanja), da so delcem snovi pripisane lastnosti snovi (npr. atom ogljika je črn) ipd. Vse to razkriva, da je razumevanje pojma »snovi« znanstveno nepopolno. Poleg tega se bodoči vzgojitelji in učitelji pogosto srečujejo s težavami pri izražanju svojih misli oz. z artikulacijo svojih misli. Med laboratorijskimi vajami ali praktičnim delom se pogosto slišijo izjave, kot so: »Ne znam povedati, opisati, razložiti tistega, kar vidim/zaznavam/čutim,« ali »Nimam besed, kako naj to povem,« ali »Ne vem, ali se bom pravilno izrazil/-a«.

O dilemi, ali so te situacije le naključne ali pa zahtevajo dodatno pozornost, kot je le prenašanje pravih definicij in opredelitev, ter odgovorno naslavljanje zaznanih situacij v luči razvoja naravoslovne pismenosti bodočih generacij, ne bi smelo biti nobenega dvoma. Ključno je, da tudi nosilci vzgojno-izobraževalnega procesa aktivno in zavzeto okrepijo in nadgradijo svoje kompetenčno znanje jezika tako predmetno specifičnega kot tudi besedišča vsakodnevnega življenja in s tem opolnomočeno pristopijo k poučevanju (tudi) naravoslovja, kar je temeljnega pomena za naravoslovno pismenost prihodnjih generacij.

Poučevanje in učenje naravoslovja bi moralo spodbujati učence in bodoče vzgojitelje/učitelje, da si pridobijo širše jezikovno besedišče in sposobnost natančnega izražanja svojih opažanj, zaznav in misli. To lahko vključuje aktivnosti, kot so opisovanje opazovanj, verbalno izražanje eksperimentalnih rezultatov ter razvijanje znanstvenega besedišča. S tem bomo omogočili boljše razumevanje in izražanje naravoslovnih konceptov ter spodbudili učence k raziskovanju in znanstvenemu razmišljanju, kar je ključnega pomena za njihov napredek v naravoslovju.

V ta namen so v okviru projekta NA-MA POTI razviti tudi opisniki podgradnikov/gradnikov naravoslovne pismenosti projekta in predstavljajo pomembna orodja za vzgojitelje in učitelje pri poučevanju naravoslovja (Slika 5).

Opisniki so podrobno opredeljeni in strukturirani po razvojnih stopnjah, kar omogoča postopno napredovanje, dopolnjevanje in celostni razvoj naravoslovne pismenosti učencev z vključenim razmislekom glede rabe in nadgradnje naravoslovnostnanstvenega jezika. S pomočjo opisnikov lahko vzgojitelji in učitelji sledijo učencem pri njihovem jezikovnem in konceptualnem razvoju ter jim nudijo ustrezno podporo in usmerjanje. Prav tako opisniki NP omogočajo vzgojiteljem in učiteljem, da prepoznajo stopnjo jezikovnega izražanja in razumevanja učencev, zagotovijo jim primerno vodenje, obenem pa so jim v pomoč tudi pri oblikovanju učnih aktivnosti in nalog, ki spodbujajo razvoj jezikovnih veščin, izražanje opažanj, zaznav in misli ter razumevanje naravoslovnih konceptov. Z razvijanjem znanstvenega besedišča in sposobnosti natančnega opisovanja opazovanj ter verbalnega izražanja eksperimentalnih rezultatov učencem omogočamo kritično razmišljanje, raziskovanje in izgradnjo znanstvenega razumevanja sveta okoli nas.



Slika 5: Opisniki prvega gradnika NP Naravoslovnoznanstveno razlaganje pojavov in prvega podgradnika
Vir: povzeto po Bačnik in sod., 2022, dostopno na https://www.zrss.si/pdf/Naravoslovna_pismenost_gradniki.pdf

Vertikalno opredeljeni opisniki naravoslovne pismenosti predstavljajo tudi koristen instrument za doseganje višje ravni naravoslovne pismenosti. Z vključujočo vlogo jezika kot medija omogočajo učencem razvijanje jezikovnega naravoslovnoznanstvenega repertoarja in sposobnosti natančnega izražanja opažanj, zaznav in misli. Hkrati pa prispevajo k razvoju ključnih kompetenc, ki so potrebne za uspešno delovanje v sodobnem svetu. S tem se učenci opremijo z orodji in spretnostmi, ki jim omogočajo aktivno sodelovanje v znanstvenem raziskovanju, kritičnem razmišljanju in reševanju kompleksnih problemov, kar je esencialnega pomena za njihov uspeh in vključevanje v sodobno družbo.

5 »Znanost brez pismenosti: Ladja brez jadra?» (Osborne, 2002) In katera pot je prava?

Brez temeljnega znanja jezika ni mogoče izvajati ter razvijati poučevanja, učenja, razmišljanja ali razumevanja kateregakoli naravoslovnega predmeta. Ali kot je poudaril Osborne: »Znanost brez pismenosti je kot ladja brez jadra. /.../ Kajti tako kot ne more biti hiše brez strehe ali oken, ne more biti znanosti brez branja, govorenja in pisanja« (2002, str. 206). In nemogoče je zgraditi razumevanje znanosti brez raziskovanja različnih jezikov znanosti, ki se uporabljajo za ustvarjanje pomena, in ob tem spodbujati in podpirati uporabo in razvoj jezika za osmišljanje znanosti. Čeprav se večina učiteljev naravoslovja najverjetneje zaveda, da je velik del besedišča, ki ga uvede, učencem morda nepoznan in zahteva skrbno razlago, pa je vprašanje, ali se enako dobro zavedajo tudi, da se veliko znanih besed uporablja z neznanimi pomeni in v nenavadnih novih kontekstih. Prav tako aktualno je tudi vprašanje, ali se učitelji zavedajo, da je ob uporabi jezika znanosti treba učiti »o jeziku«, če hočemo razumeti njegov pomen (Osborne, 2002). Po mnenju številnih avtorjev je poučevanje učencev o jeziku, ki se uporablja v znanosti, v naravoslovju še posebej zahtevno (Meyerson, in sod. 1991; Lee in Buxton, 2011; Brown in Spang, 2008; Wellington in Osborne, 2001; McComas, 2013; Lemke, 1990; Brown in Concannon, 2016; Pickersgill in Lock, 1991). Merzyn (1987, str. 488) predlaga, da bi morali »jezik« naravoslovnega poučevanja tudi v naravoslovnih učbenikih »znižati z ravni frustracije na raven lahko razumljivega jezika«, kar dodatno podkrepi s citatom Wagenscheina¹, ki ga navajamo tudi tukaj: »Vse moje izkušnje mi, brez vsakršnega

¹ Martin Wagenschein (1896–1988) je bil nemški pedagog, didaktik, matematik in fizik, ki je pustil pomemben pečat na področju izobraževanja. Štejemo ga kot enega od pionirjev na področju didaktike naravoslovnih znanosti. Poznan je tudi t. i. Wagenscheinov efekt, ki poudarja izzivnost razumevanja osnovnih znanstvenih pojavov, ki se pojavlja, ko se soočamo s kompleksnimi koncepti v preveč strokovnem ali težko razumljivem jeziku. Wagenscheinov

dvoma, pravijo, da moraš govoriti učencem vseh starosti, tudi v srednjih šolah in na fakultetah, kot laikom in začetnikom, če le iščejo rešitve» (Wagenschein, 1970 v Merzyn, 1987, str. 488).

Obvladovanje naravoslovnoznanstvenega besedišča je po Bloomovi taksonomiji običajno kategorizirano kot »razumevanje« in tako uvrščeno v eno od kognitivnih spretnosti nižjega reda. Vendar pa je globoko razumevanje/razumevanje terminologije ključnega pomena za učinkovito znanstveno komunikacijo in reševanje problemov ter predstavlja nepogrešljiv temelj za razvoj višjih ravni kognitivnih spretnosti, kot so analiza, vrednotenje in sinteza (Yuriev in sod., 2016). To je še en dodaten razlog, da je v poučevanje naravoslovja nedvomno treba vključiti strategije poučevanja vsebinskega besedišča, ki je ključno za spodbujanje bogatih izkušenj z jezikovnim udejstvovanjem otrok in učencev (Bromley, 2007). Poznanih je več strategij, ki so podprte z raziskavami in so lahko v pomoč pri širjenju in poglobljanju znanja naravoslovnoznanstvenega besedišča. Carrier (2013) izpostavlja, da bo vključevanje različnih strategij in pristopov v poučevanje naravoslovja učinkovito, če bodo le-ti vključevali vizualno, verbalno in fizično (konkretno) podporo. Razvršča jih v a) strategije za spodbujanje besednega ozaveščanja, b) strategije z uporabo seznamov besed ali besednih bank, c) strategije na osnovi grafičnih organizatorjev, d) strategije dekonstrukcije delov besed v korene, predpone in pripone, e) strategije identifikacije sopomenk in protipomenk ter f) strategije z uporabo predvidevanja pomenov besed in primerjave napovedi z drugimi učenci in/ali učiteljem. Prav tako ne smejo izostati različne oblike branja in poslušanja besedila ter priložnosti, ki učencem omogočajo uporabo besed z govorjenjem in pisanjem (Carrier, 2013).

Ali je ob tem v poučevanje naravoslovja treba vključevati tudi učitelje jezika, npr. slovenščine ali katerega tujega jezika?

Z vidika celostnega vzgojno-izobraževalnega procesa je vzpostavitev mehanizma rednega sodelovanja med učitelji naravoslovnih predmetov in učitelji jezikov nujno in neobhodno potrebno. Vključevanje učiteljev jezika v poučevanje naravoslovja (in obratno) lahko ustvari bogatejšo in bolj celostno izobraževalno izkušnjo ter spodbuja učence k celovitemu razvoju širokega znanja, različnih veščin in

sposobnosti ter tudi odnosa do sveta v najširšem pomenu besede. Kljub temu da sta naravoslovje in jezik navidezno ločeni disciplini, je med njima tesna povezava, kot je bilo že večkrat izpostavljeno. Učenci bodo z vključevanjem jezika v naravoslovje bolje razumeli kompleksne koncepte in o njih lažje komunicirali. Učitelji jezika lahko učencem dodatno pomagajo izboljšati komunikacijske veščine in rabo jezika kot bistvenega orodja za izražanje in razumevanje idej, na osnovi česar bodo učenci bolj sposobni opisovati naravoslovne pojave, razmišljati kritično ter se aktivno udeleževati razprav. Učitelji naravoslovja in učitelji jezika lahko s skupnimi napori spodbujajo učence k analiziranju in interpretaciji naravoslovnih informacij, razvijanju argumentacije ter oblikovanju lastnih stališč, ki presega preprosto memoriranje naravoslovnoznanstvenih dejstev. Prav tako lahko učitelji jezika ob specifičnih izrazih in pojmi, ki se uporabljajo v naravoslovju, učencem nudijo podporo v razumevanju ter interpretaciji naravoslovnoznanstvenega ter strokovnega jezika v smeri razvoja bralnih veščin in vlog komunikatorjev ob prvih korakih v znanstveno okolje. To je le nekaj glavnih vidikov, ki podpirajo medpredmetno povezovanje v ožjem in širšem okvirju, ki lahko omogoča raziskovanje naravoslovnih konceptov skozi literaturo, pisanje esejev, predstavitve in celo dramatizacijo, ter je zelo usmerjeno v spodbujanje učenčeve (tudi učiteljeve) ustvarjalnosti in razumevanja naravoslovnih vsebin. Dodatno lahko izpostavimo tudi prednost medpredmetnega povezovanja z vidika razvijanja znanj naravoslovnih vsebin in istočasnega razvijanja jezikovnih veščin tudi v tujem jeziku, kar se v globaliziranem okolju lahko kaže kot velika prednost za delovanje posameznika v mednarodnem okolju.

In kako vzpodbuditi procese tovrstnega medpredmetnega sodelovanja?

Ozaveščenost učiteljev (naravoslovja in jezikov) o prednostih sodelovanja, ki povezuje in združuje znanja obeh področij ter bogati razumevanja, spodbuja boljše učenje, je lahko prvi korak na zastavljeni poti. Z organizacijo dogodkov, kjer se lahko učitelji strokovno srečujejo ter izmenjujejo ideje kot npr. delavnice, lahko služijo za diskusije o učnih načrtih, metodah in oblikah dela, vključevanju jezika v naravoslovje in obratno, za skupno reševanje morebitnih izzivov in načrtovanje interdisciplinarnih projektov, kjer se naravoslovje in jezik združita v eno. Hkratno raziskovanje naravoslovnih konceptov in razvijanje jezikovnih veščin je lahko vzpodbujeno tudi s skupnim razvijanjem novih učnih virov ali tudi skupnim vrednotenjem učenčevega dela z vidika obeh predmetov. Redna povratna informacija o tem, kako tovrstno sodelovanje vpliva na učenje in poučevanje, pa bo

koristna informacija za stalno izboljševanje mehanizmov učiteljskega medpredmetnega (naravoslovno jezikoslovnega) sodelovanja.

6 Sklep

Sinergijska povezava med naravoslovjem in družboslovjem ter znanostjo in jezikom je ključna za celovito in interdisciplinarno izobraževanje, ki omogoča celostno razumevanje sveta in spodbuja holističen razvoj učencev. S sinergijo se vzpostavi močna podlaga za raziskovanje, inovacije ter razvoj vseh vidikov izobraževanja, ki so ključni za prihodnje generacije. Ob tem »jezik« deluje kot most in omogoča prenos znanja in idej med različnimi področji, je temeljni gradnik v globalnem izobraževanju. Razumevanje jezika, tako naravoslovnega kot tudi splošnega jezika, je ključno za uspešno vključevanje v sodobno družbo ter aktivno sodelovanje v globalnih izzivih. Zato je pomembno, da se pri naravoslovnem izobraževanju namenja ustrezna pozornost razvoju jezikovnih spretnosti in razumevanju jezika, kar bo omogočilo učencem boljše razumevanje naravoslovnih konceptov, njihovo uspešno delovanje v svetu znanosti in široko naravoslovno pismenost. Rabo jezika je treba obravnavati kot legitimen del naravoslovne pismenosti, ki naj bo tudi v fokusu prihodnjih raziskav na področju naravoslovnega izobraževanja ali tudi njihov osrednji del, saj lahko prispeva k izboljšanju procesov učenja in obogati poučevanje naravoslovja. Prihodnje raziskave morajo posebno pozornost nameniti številnim vidikom jezika, vključno s psihološkimi, filozofskimi, lingvističnimi in pedagoškimi v kontekstu naravoslovja. Ustvarjanje močne povezave med naravoslovjem in družboslovjem pa nas bo bolje opremilo za prihodnost in omogočilo aktivno sodelovanje v globalnem izobraževanju, ki bo oblikovalo prihodnji svet.

Literatura

- Assembly, G. (2015). *Resolution adopted by the General Assembly on 11 September 2015*. A/RES/69/315 15 September 2015. New York: United Nations.
- Bačnik, A., Slavič Kumer, S. et al. – razvojna skupina za NP (2018-2021): *Gradniki naravoslovne pismenosti, projekt NA-MA POTT, ZRŠŠ*, 2021.
- Bačnik, A., Slavič Kumer, S. in sod. (2022). *Razvijamo naravoslovno pismenost. Opredelevitev naravoslovne pismenosti s primeri dejavnosti*.
https://www.zrss.si/pdf/Naravoslovna_pismenost_prirocnik.pdf
- Biesta, G. (2005). *Against learning. Reclaiming a language for education in an age of learning*. Nordic Studies in Education, 25(1), 54-66.
- Biesta, G., Routledge, T., & Geesteranus, C. M. (2022). *World-Centred Education: A View for the Present*.
- Bromley, K. (2007). Nine things every teacher should know about words and vocabulary instruction. *Journal of adolescent & adult literacy*, 50(7), 528-537.

- Brown, B. A., & Spang, E. (2008). Double talk: Synthesizing everyday and science language in the classroom. *Science Education*, 92(4), 708-732.
- Brown, B. A., Reveles, J. M., & Kelly, G. J. (2005). Scientific literacy and discursive identity: A theoretical framework for understanding science learning. *Science Education*, 89(5), 779-802.
- Brown, P. L., & Concannon, J. P. (2016). Students' perceptions of vocabulary knowledge and learning in a middle school science classroom. *International Journal of Science Education*, 38(3), 391-408.
- Bunch, G. C. (2013). Pedagogical language knowledge: Preparing mainstream teachers for English learners in the new standards era. *Review of research in education*, 37(1), 298-341.
- Carlsen, W. S. (2007). *Language and science learning*. Handbook of research on science education, 57-74.
- Carrier, S. J. (2013). Elementary preservice teachers' science vocabulary: Knowledge and application. *Journal of Science Teacher Education*, 24(2), 405-425.
- Carrier, S. J. (2013). Elementary preservice teachers' science vocabulary: Knowledge and application. *Journal of Science Teacher Education*, 24(2), 405-425.
- Cassels, J. R. T., & Johnstone, A. H. (1980). *Understanding of non-technical words in science*: A report of a research exercise. Education Division, Royal Society of Chemistry.
- Chen, Y. C., Benus, M. J., & Hernandez, J. (2019). Managing uncertainty in scientific argumentation. *Science Education*, 103(5), 1235-1276.
- DeBoer, G. (2019). *A history of ideas in science education*. Teachers college press. Dostopno na: https://books.google.si/books?hl=en&lr=&id=f0qjDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=A+history+of+ideas+in+science+education&ots=E2ToCTYRxs&sig=lnsaKDi6L3oitaHS3YWNGmThSo4&redir_esc=y#v=onepage&q=A%20history%20of%20ideas%20in%20science%20education&f=false
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601 Dostopno na <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001567/156700e.pdf>.
- Dragoş, V., & Mih, V. (2015). Scientific literacy in school. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 209, 167-172.
- Farrell, M. P., & Ventura, F. (1998). Words and understanding in physics. *Language and Education*, 12(4), 243-253.
- Fensham, P. J. (1988). *Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education*. In P. Fensham (Ed.), *Developments and dilemmas in science education* (pp. 1-26). London: Falmer.
- Fensham, P. J. (2008). *Science education policy-making*: Eleven emerging issues. Paris: UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156700>
- Fortus D, Lin J, Neumann K, Sadler TD (2022) The role of affect in science literacy for all. *International Journal of Science Education* 44(4): 535-555. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2036384>
- Fulmer, G. W., Hwang, J., Ding, C., Hand, B., Suh, J. K., & Hansen, W. (2021). Development of a questionnaire on teachers' knowledge of language as an epistemic tool. *Journal of research in science teaching*, 58(4), 459-490.
- Galguera, T. (2011). Participant structures as professional learning tasks and the development of pedagogical language knowledge among preservice teachers. *Teacher Education Quarterly*, 38(1), 85-106.
- Gooday, G., Lynch, J. M., Wilson, K. G., & Barsky, C. K. (2008). Does science education need the history of science?. *Isis*, 99(2), 322-330.
- Hand, B. M., Alvermann, D. E., Gee, J., Guzzetti, B. J., Norris, S. P., Phillips, L. M., ... & Yore, L. D. (2003). Message from the "Island Group": What is literacy in science literacy?. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 607-615.
- Harlen, W. (1997). Primary teachers; understanding in science and its impact in the classroom. *Research in Science Education*, 27(3), 323-33.
- Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International journal of science education*, 25(6), 645-670.

- Holbrook J, Rannikmae M (2007). The nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education* 29(11): 1347-1362.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International journal of environmental and science education*, 4(3), 275-288.
- Howell, E. L., & Brossard, D. (2021). (Mis) informed about what? What it means to be a science-literate citizen in a digital world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(15), e1912436117.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of chemical education*, 70(9), 701.
- Johnstone, A. H., & Selepeng, D. (2001). A language problem revisited. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(1), 19-29.
- Johnstone, A., & Cassels, J. (1978). What's in a word?. *IEEE Transactions on Professional Communication*, (4), 165-167.
- Laugksch, R. C. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science education*, 84 (1), 71–94.
- Lee, O., & Buxton, C. (2011). Engaging culturally and linguistically diverse students in learning science. *Theory Into Practice*, 50(4), 277-284.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood, NJ 07648 (hardback: ISBN-0-89391-565-3; paperback: ISBN-0-89391-566-1).
- Majer Kovačič, J. (2022a). *Razvijanje naravoslovne pismenosti v zgodnjem izobraževalnem obdobju = Developing science literacy in the early stage of education*. V: Krapše, T. (ur.), et al. Pogled na šolo 21. stoletja v duhu kompetenc in pismenosti : [znanstvena monografija]. Spletna izd. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo, 2022. Str. 256-269.
- Markic S., Broggy J. and Childs P., (2013), *How to deal with linguistic issues in the chemistry classroom*, in Eilks I. and Hofstein A. (ed.), *Teaching Chemistry – A Studybook*, Rotterdam: Sense, pp. 127–152.
- Markic, S., & Childs, P. E. (2016). Language and the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(3), 434-438.
- Marshall, S., & Gilmour, M. (1990). Problematical words and concepts in physics education: a study of Papua New Guinean students' comprehension of non-technical words used in science. *Physics Education*, 25(6), 330.
- Matthews, M. R. (2014). *Science teaching: The contribution of history and philosophy of science*. Routledge.
- McComas, W. F. (Ed.). (2013). *The language of science education: An expanded glossary of key terms and concepts in science teaching and learning*. Springer Science & Business Media.
- Merzyn, G. (1987). The language of school science. *International Journal of Science Education*, 9(4), 483-489.
- Meyerson, M. J., Ford, M. S., Jones, W. P., & Ward, M. A. (1991). Science vocabulary knowledge of third and fifth grade students. *Science Education*.
- Mönch, C., & Markic, S. (2022). Science Teachers' Pedagogical Scientific Language Knowledge—A Systematic Review. *Education Sciences*, 12(7), 497.
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science education*, 87(2), 224-240.
- OECD, (2012). *Naravoslovno izobraževanje v Evropi: nacionalne politike, prakse in raziskave*. Ljubljana: Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport.
- Osborne, J. (2002). Science without literacy: A ship without a sail?. *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203-218.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections* (Vol. 13). London: The Nuffield Foundation. Dostopno na: http://efepereth.wdfiles.com/local--files/science-education/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). *Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions* (Vol. 6). London: Futurelab.
- Phillips, D. C., Foote, C. J., & Harper, L. J. (2008). Strategies for effective vocabulary instruction. *Reading Improvement*, 45(2), 62–68.

- Pickersgill, S., & Lock, R. (1991). Student understanding of selected non-technical words in science. *Research in Science & Technological Education*, 9(1), 71-79.
- Roberts, D. A. (2007). *Scientific literacy/ science literacy*. V: Handbook of research on science education (str. 743–794). London, Združeno kraljestvo: Routledge.
- Roberts, D. A., Bybee, R. W. (2014). *Scientific literacy, science literacy, and science education*. V: Handbook of research on science education, Vol. II (str. 559–572). London, Združeno kraljestvo: Routledge.
- Roth, W. M., Goulart, M. I. M., & Plakitsi, K. (2012). *Science Education during early childhood: a Cultural-historical perspective* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
- Şentürk, C. (2017). Science literacy in early childhood. *Journal of Research & Method in Education*, 7(1), 51-67.
- Shanahan, T., & Shanahan, C. (2012). What is disciplinary literacy and why does it matter?. *Topics in language disorders*, 32(1), 7-18.
- Shen, B. S. P. (n.d.). Science Literacy and the Public Understanding of Science. *Communication of Scientific Information*, 44–52.
- Siarova, H., Sternadel, D. & Szőnyi, E. 2019, *Research for CULT Committee – Science and Scientific Literacy as an Educational Challenge*, European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussels. Dostopno na [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629188/IPOL_STU\(2019\)629188_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2019/629188/IPOL_STU(2019)629188_EN.pdf)
- Sutton, C. (1992). *Words, science and learning*. McGraw-Hill Education (UK).
- Taber K. S., (2015), Exploring the language(s) of chemistry education, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 16, 193–197.
- Tolsdorf, Y., & Markic, S. (2017). Exploring Chemistry Student Teachers' Diagnostic Competence— A Qualitative Cross-Level Study. *Education Sciences*, 7(4), 86.
- Trundle, K. C., & Saçkes, M. (Eds.). (2015). *Research in early childhood science education*. Springer.
- Vladušić, R., Bucat, R. B., & Ožić, M. (2016). Understanding ionic bonding—a scan across the Croatian education system. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 685-699.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. McGraw-Hill Education (UK).
- Wilson, J. M. (1999). Using words about thinking: Content analyses of chemistry teachers' classroom talk. *International Journal of Science Education*, 21(10), 1067-1084.
- Yuriev, E., Capuano, B., & Short, J. L. (2016). Crossword puzzles for chemistry education: learning goals beyond vocabulary. *Chemistry education research and practice*, 17(3), 532-554.