

**FIZIKAS APGUVĒ VIDUSSKOLĀ BIONIKAS
KONTEKSTĀ**
*Acquisition of Physics in Secondary School in Context of
Bionics*

Jānis Poplavskis
Rēzeknes Augstskola
Jānis Dzerviniks
Rēzeknes Augstskola

Abstract. *In the last few years, a lot of attention has been paid to science as a subject, including improvements of physics curriculum and developments in teaching process in order to boost students' interest in this subject, and improve the quality of knowledge. One of potential solutions that are being offered is to include elements of bionics in physics curriculum, to show the transfer of processes of nature into everyday life and technology. A short introduction in bionics is provided in the research. In order to realise this plan, information has to be gathered – what is the students' and teachers' understanding of bionics, its role and possibilities in the learning process. During the research middle-school students and teachers have been surveyed, about questions and processes, that are connected to bionics. Books that are included in the physics curriculum have also been researched, in order to detect the existence of bionics' elements and their usage.*

Key words: *bionics, competence of nature studies and technologies, content of physics, context.*

Ievads
Introduction

ES valstīs atbilstoši Lisabonas stratēģijas pamatnostādņem īpaša uzmanība tiek pievērsta studējošo skaita palielināšanai nozarēs, kuras ir ļoti nepieciešamas inovācijām un zinātņu ietilpīgai ekonomikai. Latvijā augstskolu dabaszinātņu fakultātēm ir grūtības potenciālo studējošo ieinteresēšanā studijām. Latvijā ir viens no zemākajiem rādītājiem visās ES esošajās un jaunajās dalībvalstīs, salīdzinot studējošo skaitu (%) dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos ar visu studējošo skaitu, kas var tuvākajā nākotnē radīt darbaspēka resursu trūkumu atbilstošajās nozarēs. Mūsdienu pasaulē dabaszinātņu izglītības mērķis ir dabaszinātniskās izpratības (scientific literacy) veidošana. Skolēnu dabaszinātniskā izpratība ir arī viens no izglītības kvalitātes indikatoriem, kas tiek mērīts ES. Starptautiskie salīdzinošie pētījumi dabaszinībās (TIMSS, PISA, OECD) (Geske, 2010) uzrāda salīdzinoši zemu Latvijas skolēnu sasniegumus dabaszinātnēs un matemātikā. Pētījuma veicēji Latvijā secina, ka skolēnu relatīvi zemie sasniegumi, salīdzinot ar OECD valstu vidējo līmeni, liecina par nepieciešamību vairāk attīstīt skolēnu spējas izmantot skolā iegūtās zināšanas un prasmes reālās dzīves situācijās.

Tradicionālās mācību metodes nedod vēlamos rezultātus, tāpēc nepieciešama jauna pieeja fizikas apguves procesā. Kā iespējamais risinājums varētu būt arī kontekstu izmantošana. Izmantojot kontekstus, mēs varam uzlabot fizikas apguvi vienlaikus uzlabojot izpratni par apkārtējo vidi, kas atbilst skolēnu un arī sabiedrības vajadzībām (Whitelegg, Parry, 1999).

Mūsdienās liela uzmanība tiek pievērsta fizikas teorētiskajām atziņām saistībā ar mums apkārt notiekošajiem procesiem sadzīvē un, kas ir ļoti nozīmīgi, arī dabā. Ļoti efektīvi ir izmantot jau esošus risinājumus dabā, kas iespējams tikai tos izskaidrojot un izprotot. Liela loma mūsdienās kļūst starpdisciplinārai zinātnei – bionikai, kurai noteikti būtu jāatvēr zināma vieta skolā fizikas un arī citu dabaszinību mācību priekšmetu apguvē. Bionika – robežzinātne starp fiziku, bioloģiju un tehniku, kas risina inženiertehniskus uzdevumus, pamatojoties uz dzīvās dabas organismu struktūru modeļiem.

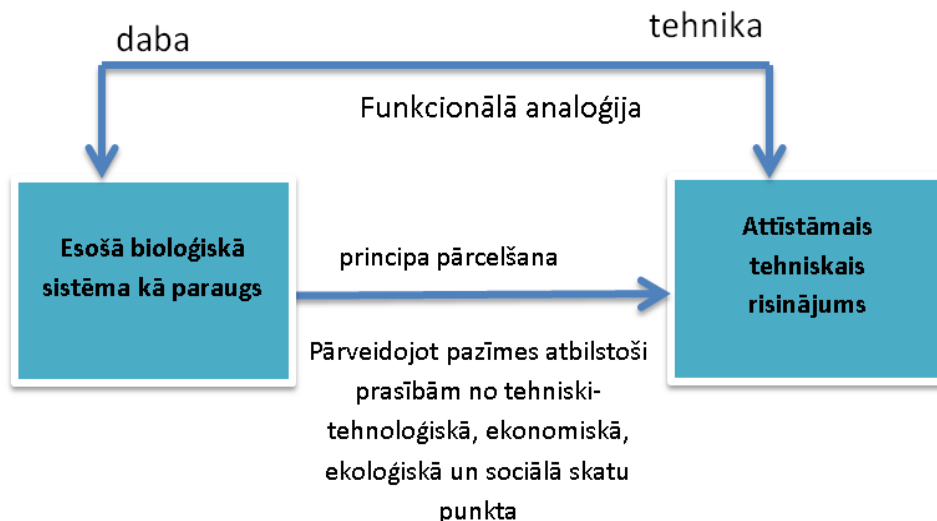
Bionika kā zinātnes nozare *Bionics as a field of science*

Bionikas pamatā ir ideja, ka visoptimālākie praktisku problēmu risinājumi nav jāizdomā no jauna – tos jau ir atrisinājusi daba gandrīz 4 miljardus gadu garā evolūcijas procesā. Bionikas piekritēji uzskata, ka daba ir galvenais ideju, inovāciju avots. Daba – pasaules ietekmīgākais inženieris, gudrākais fiziķis, kas piedāvā cilvēkiem neskaitāmus veidus, kā ar vienkāršām, mazām, nedārgām metodēm veidot jaunus un uzlabot jau esošus mehānismus. Piemēram, mušām un jūras ežiem ir vakuumpiesūcekņi, pateicoties kuriem jūras eži var kāpt ļoti stāvās klintīs, bet mušas rāpot pa griestiem. Zinātnieki, pētot šos dzīvus organismus, formulē vakuuma piesūcekņu principu un to pārnes izmantošanai, piemēram, celtņiem (Ищенко, 2008).

Bionikas speciālisti jau sen pēta konstruktīvos risinājumus oriģināliem "dzīvajiem modeļiem", kas atšķiras ar augstu manevrētspēju, elastību, uzticamību un efektivitāti. Balstoties uz tiem, tiek veidoti projekti un izstrādāti visurgājēji un citi universāli transporta līdzekļi.

Bionika plašākā nozīmē ir dzīvās dabas uzkrātās pieredzes izmantošana tehnikā, galveno uzmanību veltot orientēšanās, uztveres un bioloģisko struktūru vadīšanas un regulēšanas problēmām (Roloys, 1989).

Bioloģiskā evolūcija kā universāls sevi organizējošs process ir neizsmelams inovācijas avots, kas ir nepieciešams uz nākotni orientētās tehnoloģijās. Nav šaubu, ka šis evolūcijas process rada ļoti efektīvas struktūras, kuras var tikt izmantotas kā modeļi potenciāliem tehniskiem risinājumiem (Hill, 2002). Daba ir pārpildīta ar efektīvām struktūrām, kas pārāk maz tiek izmantots kā avots tehnoloģiju inovācijās (1.attēls).



1.attēls. Daba kā tehnoloģiju inovāciju avots (Hill, 2002)
Figure 1 Nature as a source of technological innovation (Hill, 2002)

Kopumā dabas formu atpazīšana, abstrakcija un radoša pielietošana tehnoloģisku risinājumu meklēšanā ir tiešs un praktisks kognitīvā procesa pielietojums. Tādēļ ir svarīgi apskatīt un analizēt līdzīgi strādājošas sistēmas dabā un to struktūru abstrahēt līdz pamatā esošiem principiem. Šie principi tālāk varētu tikt realizēti variējot un/vai kombinējot jau esošus tehnoloģiskus risinājumus, kas varētu kalpot citu problēmu risināšanai.

Izpratni par bioloģiskās struktūras funkcionēšanu var atbalstīt ar eksperimentiem. Lai skolēns pats varētu modelēt funkcionālu tehnoloģisku risinājumu, viņam ir labi jāizprot pamatā esošais princips. Pašrocīgi eksperimenti ļauj sniegt dziļāku izpratni un sniegt garīga un praktiska darba apvienojumu.

Ir svarīgi atrast pareizu pieeju bionikas elementu iekļaušanai vidusskolas fizikas mācību kursā. Procesi dabā ir ļoti sarežģīti un komplicēti, tāpēc fizikālie procesi ir nevis jāvienkāršo, bet jāelementarizē skolēniem uztveramā formā turpmāko zināšanu konstruēšanai.

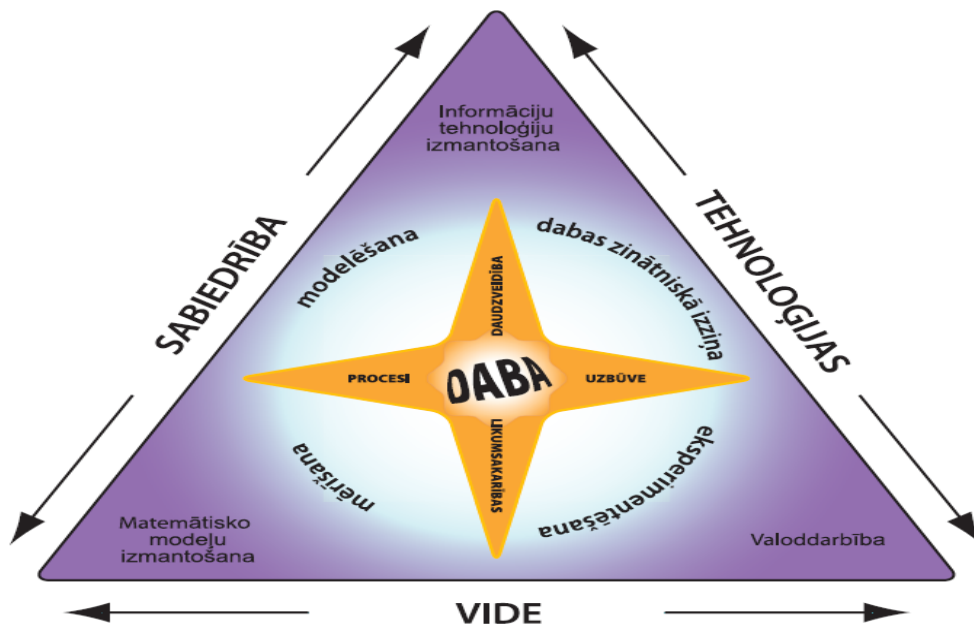
Bionikas integrēta iekļaušana fizikas vidusskolas kursā *Integrated inclusion of bionics in physics curriculum*

Fizikas mācību saturs ir pakļauts izmaiņām, ko nosaka tehnikas un pedagoģijas attīstība Latvijā un pasaulē. Fizikas mācīšanā vēsturiski novērojamas izmaiņas un dažādas attīstības tendences.

Atbilstoši dabaszinātniskās izpratības būtībai, mācību saturs fizikā strukturēts trijos blokos, pamatojoties uz mācību satura konceptuālo modeli, un iekļauts fizikas mācību priekšmeta standartā. Šāda pieeja nodrošina mācību satura pēctecību un realizē starppriekšmetu saikni starp dabaszinātņu priekšmetiem (Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājam, 2011).

Pasaulē ir uzskats, ka dabaszinību un fizikas mācībās jāizmanto pētnieciskā pieeja, kurā skolēni konstruē izskaidrojumus, kas attiecas uz dabas objektiem un procesiem (Trowbridge, Bybee, 1990). Skolēni grib zināt un saprast apkārtējo pasauli, ja vien mēs viņiem skolā esam spējīgi piedāvāt bagātu intelektuālo un sociālo vidi. Pētnieciskās darbības iemaņu apgūšanas metodes galvenais mērķis ir palīdzēt skolēniem attīstīt intelektuālo darbību un nepieciešamās prasmes jautājumu uzdošanā un atbilžu meklēšanā, kas izriet no skolēnu zinātkāres (Joyce et al., 1992).

Fizikas standartā akcentēta dabaszinātniskās izziņas prasmju attīstīšana, skolēniem apgūstot pētnieciskās darbības pamatus. Pētnieciskās darbības pamatu apguve aptver darbu ar informāciju, prognozēšanu, eksperimenta plānošanu, eksperimentēšanu, datu apstrādi un analīzi, iepazīstināšanu ar iegūtajiem rezultātiem. Atbilstoši savam vecumam skolēni pakāpeniski turpina apgūt dabaszinātniskās izziņas prasmes, lai skolēnam veidotos pieredze, kā norisinās pētnieciskā darbība un kāpēc tā nepieciešama. Vienlaikus skolēni apgūst fizikālos lielumus, to mērīšanu, likumsakarības par dabas parādībām un procesiem. Fizikas mācību saturs konceptuālā modelī atklāts trīs būtiskos jautājumos: Ko skolēns mācās fizikā? Kā mācās? Kāpēc mācās? (Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājam, 2011) (2. attēls).



2.attēls. Mācību saturs un tā struktūra fizikā (Cābelis, 2006)
Figure 2 Curriculum and its structure in physics (Cābelis, 2006)

2.attēlā atainotā modeļa centrā ir „Daba”, kurā rodama atbilde uz jautājumu „Ko skolēns mācās?” (standartā mācību satura komponents “Daba un tehnika”). Fizikā skolēns apgūst zināšanas par daudzveidīgām fizikālām parādībām un procesiem, to raksturojošām likumsakarībām. Lai fizikā vienoti varētu aprakstīt procesus, kas notiek dabā un tehnikā, skolēnam jāiemācās un

jālieto fizikas valoda – fizikas jēdzieni, fizikālo lielumu apzīmējumi un mērvienības. Šīs zināšanas ir nepieciešamas, arī lasot fizikāla satura tekstus mācību grāmatās vai internetā (Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājam, 2011).

Bionikas elementu izmantošana fizikas mācību procesā, pamatojoties uz dzīvās un nedzīvās dabas sakarībām, parāda fizikas un citu dabaszinātņu savstarpējo saistību, padziļina priekšstatus par materiālās pasaules vienotību, dabas parādību savstarpējo saistību, to izpratni, iepazīstina ar fizikālo metožu izmantošanu bioloģisko procesu apgūvē. Tādā veidā tiek aktivizēta skolēnu domāšana, attīstīta prasme izvirzīt hipotēzes, patstāvīgi izdarīt secinājumus, pamatot savus spriedumus. Skolēnos tiek veidota motivācija pētnieciskai darbībai, fizikas un citu dabaszinātņu mācību priekšmetu apguvei.

Sākotnēji fizikas standartā bija uzskaitīti fizikas satura jautājumi un prasmes, kas jāapgūst. Standarts neparedzēja domāšanas attīstīšanu, ko vislabāk veikt ar pētniecisko darbību. Fizikas mācību priekšmeta standartā, kas darbojas no 2008. gada, viens no mācību priekšmeta uzdevumiem ir attīstīt zinātnisko domāšanu un pilnveidot pētnieciskās darbības un sadarbības prasmes fizikā.

Izpētot mācību līdzekļus - vidusskolas fizikas mācību grāmatas, darba burtnīcas, uzdevumu krājumus, autori konstatēja, ka mācību līdzekļos, kas izdoti līdz 2008. gadam (Šilters, Reguts, 2005, 2006; Dzērve, Eidiņš, 2005; Vinogradovs, 2006; Būts, 1999; Krūmiņš, Puķītis, 1992, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998; Buhovcevs, Mjakiševs, 1988, 1989, 1984, 1980), nav atrodamī piemēri, kuros būtu parādīta fizikas saistība ar dabu un pielietojumu ikdienā un sadzīvē. Stājoties spēkā jaunajam standartam 2008. gadā, tika pievērsta lielāka uzmanība fizikālo procesu praktiskam pielietojumam un saistībai ar dabu (Šilters, Reguts, 2008). Tomēr šādu piemēru nav daudz. Raksturīgākie piemēri apkopoti 1. tabulā

1. tabula

Piemēri par fizikas saistību ar dabu fizikas vidusskolas mācību grāmatās
Examples of physics connection to nature in secondary school physics books

Tēma	Piemērs
Mehāniskā kustība	Ģeocentriska, heliocentriska atskaites sistēma, Saules sistēma
	Putna lidojums 3 dimensiju atskaites sistēmā
	Sprinterā paātrinājums no 0
	Cilvēks nokrīt no zirga tam apstājoties
	Medūza - reaktīvā kustība
Deformācijas veidi	Košļājot barību, tā pakļauta deformācijai
Gravitācija	Saule un Zeme savstarpēji pievelkas. Uz visiem ķermeņiem darbojas zemes pievilksanas spēks
Keplera likumi	Saules sistēma
Hidrostatiskai spiediens	Artēziskie urbumi
Kapilārās parādības	Šķidrums pacelšanās augu stublājos, asins kustība kapilāros
Arhimēda spēks	Aisbergs – ledus ūdenī

Pētniecisko prasmju realizācijai dabaszinātņu priekšmetu un matemātikas speciālisti ir izveidojuši modeli, kā apgūt zinātniski pētniecisko izziņas ceļu, ko skolēni lieto gan laboratorijas darbos, gan zinātniski pētnieciskajos darbos. Katru reizi skolēnam tiek piedāvāts kļūt par mazu zinātnieku, atklājot savā darbībā ko jaunu. Izmantojot idejas zināmām situācijās un nostiprinot saikni starp teorētisko zinātņi un pieredzi, ar kuru viņi ir pazīstami, skolēna interesi var palielināt, piedāvājot viņiem izpēti uzdevumus (Brook, Driver, 1984). Šī nostāja liecina, ka mācīšanās kontekstā saista mācības ar reālo pasauli. Skolēni ir pietiekami motivēti izpētīt teoriju, lai censtos izprast tās pielietojumu.

Viens no būtiskākajiem fizikas mācību elementiem ir iepriekšējā pieredze, ko veido praktiski apgūto zināšanu, prasmju un attieksmju kopums. Izziņas procesā notiek pieredzes paplašināšanās. Pieredze mācīšanos skata kā mijiedarbību starp skolēnam piemītošām iezīmēm un ārējiem nosacījumiem, starp skolēna iegūtajām un uzkrātajām zināšanām. Pie iepriekšējām zināšanām skolēni pievieno jaunu informāciju, veidojot jaunas saiknes ar eksistējošām zināšanām. Balstoties uz iepriekšējo pieredzi, un interesi, nepieciešams veikt pieredzes aktualizēšanu, tādejādi konstruēt jaunu pieredzi. Nozīmīgs faktors pieredzes veidošanā ir pētnieciskā darbība. Kā atzīmē E. Marlovs (Marlow, 2002) lai skolēni varētu būt sekmīgi pētnieki, nepieciešama plaša pieredze eksperimentu un demonstrējumu veikšanai.

Skolēnu izaugsmi, pašrealizāciju un atbildību par savu izaugsmi nodrošina tādas metodiskas pieejas, kas orientē uz konstruktīvu procesu, jeb skolēna aktīvo mācīšanos, izmantojot iepriekšējo pieredzi. T. Koķe pieredzi definē kā tagadnes situācijas subjektīvu apzināšanos, kuru daļēji determinē indivīda iepriekšējā mācīšanās (Koķe, 1999, 33).

Saistību veidošana starp dabu un tehnoloģijām ir perspektīvs veids, kā uzlabot ekoloģisko situāciju, attīstot harmoniju starp dabu un tehnoloģijām un tādu mehānismu un tehnoloģiju attīstību, kas ir orientētas uz dabu (2.tabula). Autori piedāvā vidusskolas fizikas kursā integrēt bionikas elementus.

2.tabula

Tematiskais plāns bionikas integrētai iekļaušanai fizikas kursā
Thematic plan for bionic integrated into physics course

Tēmas nosaukums	Stundu skaits	Saistītās tēmas
Ievads. Bionika kā zinātne	1	
Fiziskie kontakti dabā. Velkro aizdare (auduma lipekļi)	2	Spēks, spēka mērīšana, berze, ķermeņu mijiedarbība.
Bionika un arhitektūra-stiebra arhitektūra, gofrētās struktūras arhitektūra, konuss, tīklveida, režģveida, ribveida konstrukcijas, fotosintēze un arhitektūra, transformācija.	5	Statikas pamati. Apgaismojums, Apgaismojuma likums. Elastības spēks. Deformācijas

Biomehāniskie modeļi	1	Spiediens. Hidrodinamika
Aerodinamika un bionika - kukaiņu lidojums, aerodinamiskie prototipi.	2	Šķidrumu un gāzu plūsma
Hidrodinamika un hidrolokācija - bioloģisku sistēmu hidrodinamika, hidrolokācija dabā.	2	Svārstības un viļņi.
Tuneļu rakšana - „Dzīvie zemes rācēji”	1	
Bioloģiskās virsmas - virsmu salīpšana, lotosa lapas efekts, gaismas atstarošana	3	Virsmas slapināšana, nanoefekts, difrakcijas režģis, gaismas interference.
Lokācijas sistēmas dabā - termolokatori, eholokatori, ” dzīvie radari”	3	Svārstības un viļņi.
Siltuma procesi dabā - siltuma izolācija, polārlāča āda, mikroklimate nodrošināšana ēkās, termītu māja	3	Siltuma izstarošana, atstarošana, absorbēšana. Gaismas iekšējā atstarošanās. Konvekcija
Gaismas elements - bio saules elements	1	Apgaismojums. Gaismas enerģija.
Foto un videokameras dabā- acs uzbūve	1	Optiskie instrumenti. Lēca
Noslēgums - bionikas nozīme tehnikas un tehnoloģu attīstībā	1	

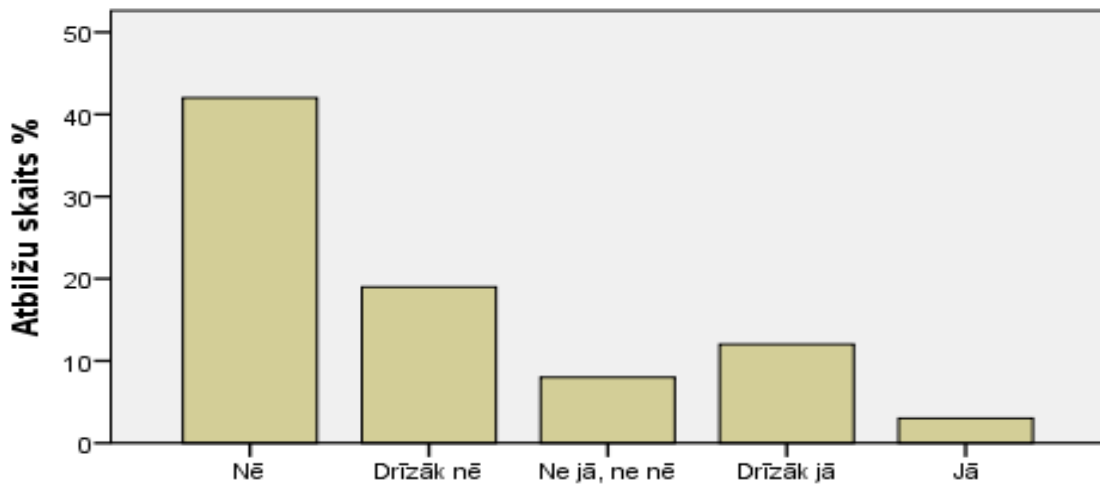
Pētījuma organizācija un rezultāti *The organisation and results of research*

Lai noskaidrotu, kādas ir skolēnu zināšanas par bioniku, tika izmantota skolēnu anketēšana. Anketēšanas mērķis ir noskaidrot skolēnu informētību par bioniku, dabā notiekošajiem procesiem, kā arī saistību starp attieksmi pret fizikas mācību priekšmetu, zinātņi un dabā notiekošajiem procesiem.

Pētījums norisinājās divās vidusskolās. Skolas tika izvēlētas ņemot vērā skolēnu skaitu, ģeogrāfisko izvietojumu, skolēnu zināšanu un prasmju līmeni fizikas mācību priekšmetā, fizikas skolotāju ieinteresētību un atsaucību pētījuma veikšanā. Tika aptaujāti 90 respondenti – vidusskolēni.

Lai konstatētu skolēnu izpratnes līmeni par bioniku, bionikā apskatīto piemēru saistību ar fizikas mācību kursu tika aptaujāti 24 fizikas skolotāji no dažādām Latvijas skolām.

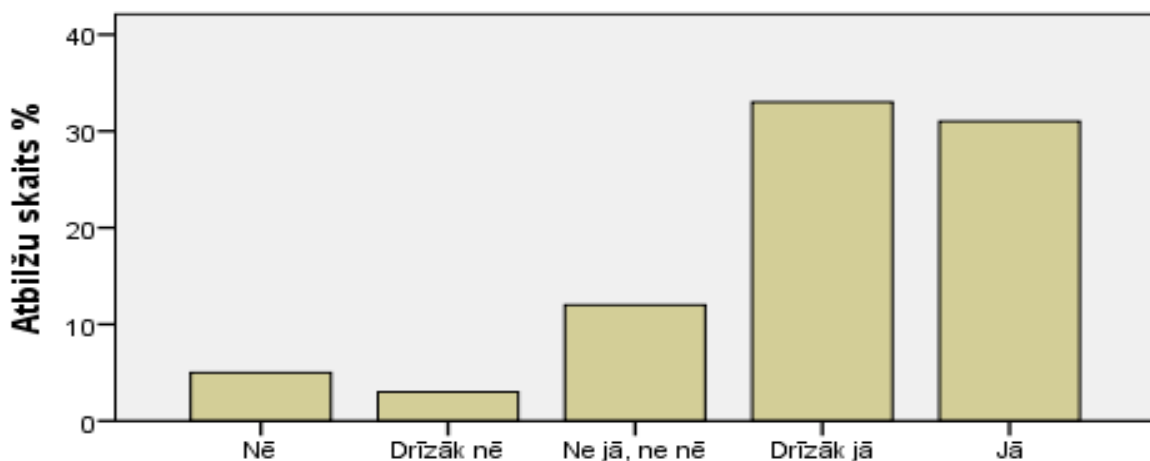
Uz jautājumu „Vai esat saskārušies ar jēdzienu „Bionika”?” 81% skolēnu atbildēja, ka nav saskārušies ar šo jēdzienu (3.attēls). Tā kā jēdziens „bionika” reti tiek lietots ikdienā un mācību saturā nav akcentēts, tad tas ir likumsakarīgi. Tas nozīmē, ka nopietni ir izvērtējams jautājums par bionikas iekļaušanu skolas mācību saturā.



3. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu „Vai esat saskārušies ar jēdzienu „Bionika”?”

Figure 3 The spread of students' answers to the question „Have you ever encountered the term „Bionics”?”

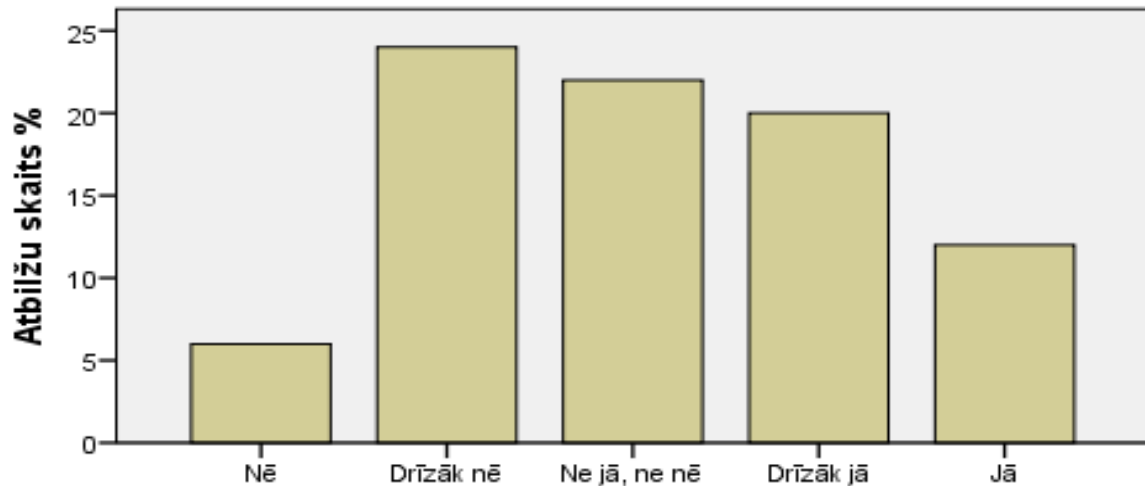
Fizikas mācību satura apguve parasti sagādā diezgan lielas grūtības skolēniem un to vieglāk ir apgūt, ja ir pamanāms, kur šīs zināšanas un prasmes var pielietot sadzīvē un ikdienā, tāpēc fizikas kursā būtu nepieciešams vairāk izmantot piemērus no dabas, dabā un sadzīvē notiekošajiem procesiem. Vairākums respondentu (71%) piekrīt viedoklim, ka fiziku labāk izprastu, ja būtu vairāk piemēru no dabas (4.attēls).



4. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu „Vai piekrītat viedoklim - Fizikas likumības es izprastu labāk, ja mācībās būtu vairāk piemēru no dabas, tehnikas, ikdienas dzīves vai ražošanas?”

Figure 4 The spread of students' answer to the question „Do you agree with the opinion – I would understand laws of physics better if learning would include more examples from rechnologies, nature, everyday life or production”

Neskatoties uz ierobežotajām zināšanām par bioniku, 39% respondentu (5. attēls) var nosaukt piemērus, kuros dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām, ko var skaidrot ar to, ka skolēniem ir interese par fiziku un dabaszinātnēm un viņi seko līdzī novitātēm un atklājumiem.



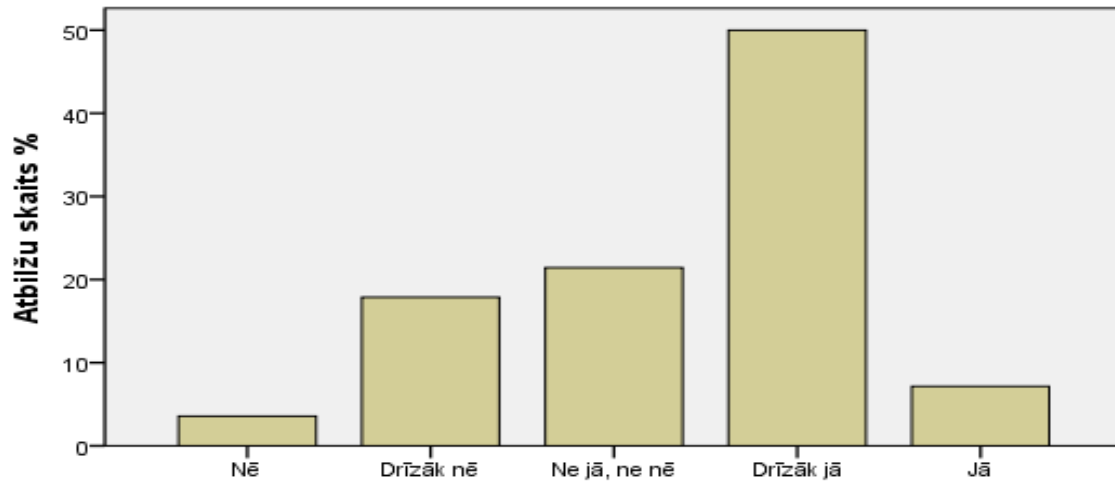
5. attēls. Skolēnu atbilžu sadalījums uz jautājumu „Vai varat nosaukt vairākus piemērus, kur dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām?”

Figure 5 The spread of students' answer to the question „Can you name multiple examples, where principles of natural systems are transferred to technical constructions?”

Tie ir skolēni, kas ir ieinteresēti fizikas apgūvē, saista to ar dabas un tehnoloģiju piemēriem, tai skaitā arī ar bioniku. Turpretī mazāk motivētie skolēni nav īpaši iedziļinājušies fizikas mācību procesā, nepiešķirot tai būtisku lomu savā izglītībā. Līdz ar to var secināt, ka motivāciju apgūt fiziku, līdz ar to iegūt plašākas, lietojamākas un noderīgākas zināšanas un prasmes varētu paaugstināt tieši palielinot bionikas elementu īpatsvaru vidusskolas fizikas mācību saturā.

Fizikas skolotāju aizpildītajās anketās par bionikas izmantošanu fizikas mācību stundās (6. attēls) ir redzams, ka noteiktas atbildes par bionikas elementu izmantošanu ir tikai 5% gadījumu, pārējās atbildes nav pārliecinošas (47%), kas norāda uz to, ka bionika nav plaši izplatīta vidusskolas fizikas mācību saturā.

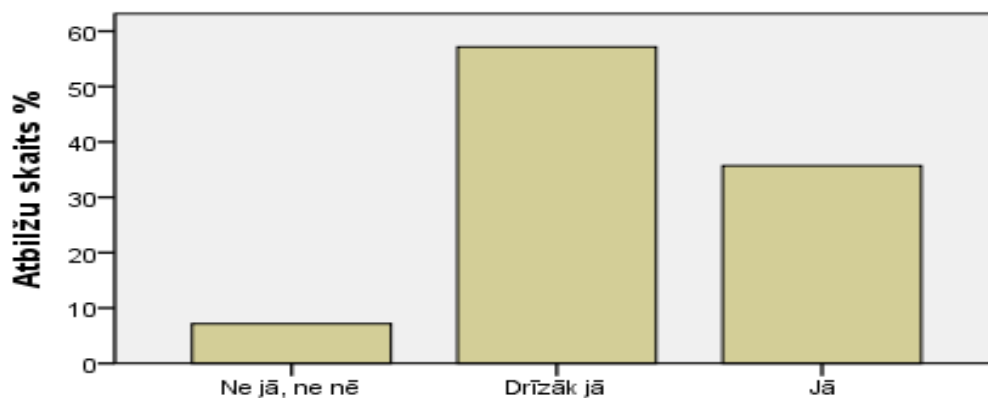
Fizikas mācību procesā tiek izmantoti piemēri, kas ir saistīti ar procesiem sadzīvē, tehnikā un dabā, bet nav pārliecinošas informācijas tieši par bionikas izmantošanu.



6. attēls. Skolotāju atbilžu sadalījums uz jautājumu „Vai bionikas elementus (bioloģisku sistēmu principu pārvešana uz tehniskiem risinājumiem) izmantojat fizikas mācību procesā?”

Figure 6 The spread of teachers' answer to the question „Are the basic idea of theories, that are included in the physics curriculum, connected to natural systems and technological solutions?”

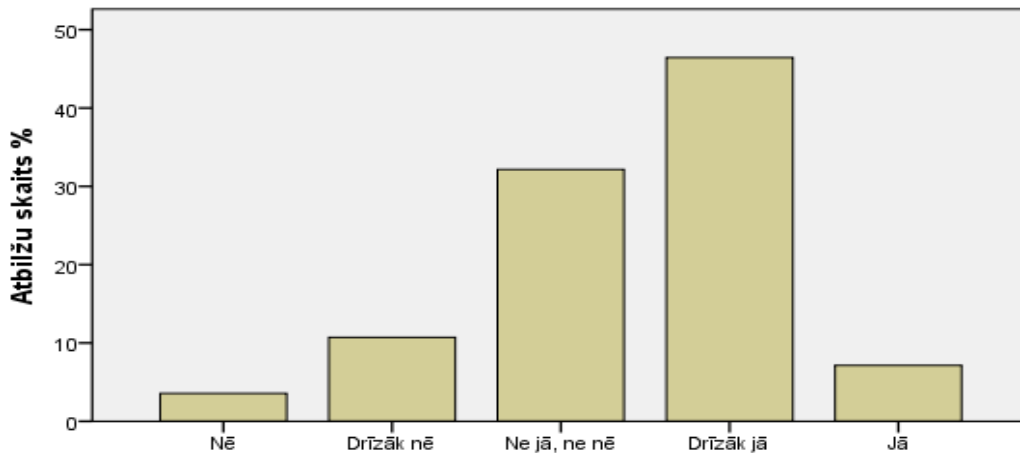
Pēc 7. attēlā attēlotajiem rezultātiem var secināt, ka fizikas mācību satura pamatidejas tiek saistītas ar dabas sistēmām un tehniskiem risinājumiem, jo 94% no respondentiem snieguši apstiprinošu atbildi, kas liecina par pozitīvām izmaiņām fizikas mācību saturā.



7. attēls. Skolotāju atbilžu sadalījums uz jautājumu „Vai fizikas mācību saturā teorijas pamatidejas tiek saistītas ar dabas sistēmām un tehniskiem risinājumiem?”

Figure 7 The spread of teachers' answer to the question „Are the basic idea of theories, that are included in the physics curriculum, connected to natural systems and technological solutions?”

Pēc skolotāju domām (8.attēls), skolēni pārsvarā prot pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārvešanai uz tehniskām konstrukcijām. Tas skaidrojams ar to, ka fizikas skolotāji lielu nozīmi pievērš pētnieciskajai darbībai.



8. attēls. Skolotāju atbilžu sadalījums uz jautājumu „Vai skolēni prot pielietot fizikas zināšanas dabas sistēmu analīzei un principu pārvešanai uz tehniskām konstrukcijām?”

Figure 8 The spread of teachers' answer to the question "Can the students use their knowledge to analyze natural systems and to transfer their principles to technological systems? "

Skolēniem patīk pētīt, izdarīt secinājumus, pielietot iepriekšapgūtās zināšanas, pieredzi, bet skolēni to nesaista ar dabas sistēmu pārvešanu uz tehniskām konstrukcijām, tāpēc skolēnu atbildes (5.attēls) atšķiras no skolotāju viedokļiem. Skolotāji, mācot fiziku, min piemērus no dabas un to pielietojumus tehniskās iekārtās, kaut arī tas nav minēts mācību grāmatās.

Apskatot iepriekš minētos anketu rezultātus, var secināt, ka bionikas elementi netiek plaši izmantoti vidusskolas fizikas mācību saturā, kas ietekmē arī zināšanas un prasmes izmantot dabā noritošos procesus un likumsakarības to pārvešanai uz tehniskām konstrukcijām, kā arī izpratni par fizikālajiem procesiem.

Secinājumi *Conclusions*

Viena no iespējam fizikas mācību procesa pilnveidei ir iesaistīt skolēnus dabaszinātnisku problēmu izpētē reālās dzīves kontekstā. Bionikas elementu integrēšana fizikas mācību procesā ļauj skolēniem labāk izprast bioloģiskās sistēmas un šo sistēmu tehniskos risinājumus un praksi saistīt ar teoriju un otrādi.

Lai skatot un analizējot bioloģiskās sistēmas, nonāktu līdz iespējamajam tehniskajam risinājumam, ir īstenojama vesela virkne domāšanas operāciju (abstrahēšana, analīze, sintēze, konkretizēšana). Dabas un tehnikas savstarpējās saistības vērtēšana norāda uz mācību procesa īstenošanu bionikas kontekstā.

Skolēnus fizikas mācību procesā varētu virzīt saskatīt un atklāt sakarības starp apgūstamo tēmu un to, ko var novērot dabā. Tas radītu lielāku interesi mācīties un veicinātu integrētu zināšanu par dabu veidošanos. Skolēni kopumā ir

atvērti jaunām mācību pieejām fizikas priekšmeta apgūvē, labprāt veic pētījumus un izdara secinājumus. Lai skolēns pats varētu modelēt funkcionālu tehnoloģisku risinājumu, viņam ir labi jāizprot pamatā esošais princips. Pašrocīgi eksperimenti ļauj veidot dziļāku izpratni un nodrošināt garīga un praktiska darba apvienojumu.

Veiktā pētījuma rezultāti norāda uz to, ka bionikas elementi netiek plaši pielietoti fizikas mācībās jo tikai 19% aptaujāto skolēnu ir sastapušies ar bionikas jēdzienu un 39% skolēnu var nosaukt piemērus, kuros dabas sistēmu principi ir pārnesti uz tehniskām konstrukcijām.

Jaunākajās fizikas mācību grāmatās un projekta „Dabaszinātnes un matemātika” ietvaros izstrādātajos mācību materiālos parādās bionikas elementu piemēri, tomēr tas ir nepietiekami un norāda uz nepieciešamību plašāk izstrādāt šādus materiālus.

Summary

The research has identified, that during last 5 years, middle-school physics books have paid attention to physical processes and events, that can be seen in everyday life, technology and nature, but the transferring of natural processes into technology is not portrayed enough. It can be based upon the fact that processes happening in nature are complex and hard to adapt to the current curriculum.

Students' survey shows, that physics curriculum is connected to processes, that can be observed in nature and technology, but the role of bionics in physics is not stressed enough, which is seen in students' responses about the term „bionics”. Students are also inconfident when answering questions regarding the transfer of principles of natural systems to technological constructions. It should be noted, that students would gladly use more elements of bionics in the physics learning process, which would in turn allow to easily perceive and understand the physics curriculum, as well as make the physics learning process more interesting and engaging.

Questioning of the teachers show, that despite the lack of information in the physics books, they are using the processes observable in nature and technologies in their physics lessons. They also confirm, that the use of bionics elements in teaching process, could make the teaching process more effective and increase the students' interest in physics, natural sciences, understanding about the processes, observable in nature.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

This work has been supported by the European Social Fund within the Project „Support for doctoral Studies at Rezekne Higher Education Institution” No.

2009/0161/IDP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/007

Literatūra
Bibliography

1. Brook, A., Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of energy, CLISP Report*, Centre for Science and Mathematics Education, University of Leeds.
2. Cābelis, A., Dzērve, U., Muižnieks, V. (2006). *Fiziku mācīties būs interesanti*. Terra.
3. Geske, A; Grīnfelds, A; Kangro, A; Kiseļova, R (2010). *Ko skolēni zina un prot – kompetence lasīšanā, matemātikā un dabaszinātnās. Latvija OECD valstu starptautiskajā skolēnu novērtēšanas programmā*. Rīga: Latvijas Universitāte.
4. Hill, B. (2002). *Frag' die Natur - Eine Einführung in Naturorientiertes Lernen*. Hildesheim, Berlin: Verlag Franzbecker.
5. Joyce, B., Weil. M., Showers, B. (1992). *Models of teaching*. Boston: Allyn & Bacon.
6. Koķe, T. (1999). *Pieaugušo izglītības attīstība Rīga: SIA Mācību apgāds*.
7. Marlow, E. (2002). *Reading, Science, and Hands On Learning*. Skatīts 12.01.2012. <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED471837.pdf>
8. *Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājam*. (2011). Rīga: VISC.
9. Rolovs, B. (1989). *Par fiziku un fiziķiem. Fizikas terminu skaidrojošā vārdnīca*. Rīga: Zinātne.
10. Trowbridge, L.W., Bybee, R.W. (1990). *Becoming a secondary school science teacher*. Columbus: Merrill publishing Company.
11. Whitelegg, E., Parry, M. (1999). Real-life contexts for learning physics: meanings, issues and practice, *Physycs Education*, Vol 34 (2), p.68-72.
12. Ищенко, Л. (2008). Тематический план занятий по курсу «Бионика». Skatīts 12.08.2012. <http://www.school101.kubannet.ru/doc/metodrab/kopilka/bionika.pdf>

Mācību literatūra

1. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P. (1997). *Fizika 12.kl..2,d. Optika*. Rīga: Zvaigzne ABC.
2. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P., Tiltiņš E. (1993). *Fizika 12.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC.
3. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P., Tiltiņš, E.(1992). *Fizikas praktiskie darbi 11.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC.
4. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P., Tiltiņš, E.(1995). *Fizika 11.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC.
5. Branka, V., Krūmiņš, J., Puķītis, P., Tiltiņš, E.(1996). *Fizikas praktiskie darbi 11.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC.
6. Buhovcevs, B., Mjakiševs, G.(1988) *Fizika 10.kl.* Rīga: Zvaigzne.
7. Buhovcevs, B., Mjakiševs, G.(1989). *Fizika 11.kl.* Rīga: Zvaigzne.
8. Buhovcevs, B., Kļimontovičs, J. Mjakiševs, G.(1980). *Fizika 10.kl.* Rīga: Zvaigzne.
9. Buhovcevs, B., Kļimontovičs, J. Mjakiševs, G.(1984). *Fizika 10.kl.* Rīga: Zvaigzne.
10. Būts, G. (1999). *Fizika vidusskolai*. Rīga: Zvaigzne ABC.
11. Demkovičs, V.(1972). *Fizikas uzdevumi 9.- 11. .kl.* Rīga: Zvaigzne.
12. Dzērve, U., Eidiņš, I.(2005). *Fizikas uzdevumu krājums 10. Klasei*. Lielvārde: Lielvārds.
13. Krūmiņš, J., Puķītis, P. (1996). *Fizikas praktiskie darbi 10.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC.
14. Krūmiņš, J., Puķītis, P. (1998). *Fizika 10.kl.* Rīga: Zvaigzne ABC.
15. Krūmiņš, J., Puķītis, P.(1997). *Fizikas praktiskie darbi*. Rīga: Zvaigzne ABC.
16. Peiross, M., Puķītis, P., Ratnieks, G., Zeidemanis, A.(1979). *Fizikas uzdevumi 9.- 11 .kl.* Rīga: Zvaigzne.
17. Šilters, E., Reguts, V. (2006). *Fizika 11.kl.* Lielvārde: Lielvārds.
18. Šilters, E., Reguts, V. (2008). *Fizika 12.kl.* Lielvārde: Lielvārds.
19. Šilters, E., Reguts, V.(2005). *Fizika 10.kl.* Lielvārde: Lielvārds.
20. Vinogradovs, S. (2006). *Fizikas uzdevumu krājums 11., 12.kl.*, Lielvārde: Lielvārds.

21. Vinogradovs, S.(2006). *Fizikas uzdevumu krājums 11.,12.kl.* Lielvārde: Lielvārds.
22. Zeidmanis, A. (1984). *Fizikas uzdevumi 9.- 11 .kl.* Rīga: Zvaigzne.

Jānis Poplavskis	Rēzeknes Augstskola e-pasts: janis.poplavskis@r1v.lv
Jānis Dzerviniks	Rēzeknes Augstskola e-pasts: Janis.Dzerviniks@ru.lv