

SKOLOTĀJS PRĀTNIEKU LABORATORIJĀ

Atgādnes skolotājam, kurš mācās



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE



LATVIJAS UNIVERSITĀTES
FONDS



STARPNOZARU IZGLĪTĪBAS
INOVĀCIJU CENTRS
LATVIJAS UNIVERSITĀTE



PRĀTNIEKU
LABORATORIJA



Kā lasīt atgādnes?

TEORIJA

PIEMĒRI



Kā veidojas mācību saturs?



Kā skolotājam plānot mācību saturu?



Kas ir raksturīgs mācīšanas un mācīšanās procesam?



Atgriezeniskā saite skolēnam

Saīsinājumi:

AS — atgriezeniskā saite

SR — sasniedzamais rezultāts

SLA — snieguma līmeņu apraksts

MPP — mācību priekšmeta programma

STEM — dabaszinības, tehnoloģijas, inženierzinātnes un matemātika

Autores: Dace Namsone, Līga Čakāne, Ilze France

Dizaina ideju autors: Miks Dzenis

Datorgrafika un makets: Andra Liepiņa

Redaktore: Ieva Zarāne

ISBN 978-9934-18-561-8

Pateicība LU Fondam par šī projekta administrēšanu un projekta atbalstītājam un mecenātam SIA "Mikrotīkls"

Satura rādītājs



IEVADS

- 1 Mācību procesam raksturīgais

MĀCĪBU SATURS

- 2 Mācīšanās iedziļinoties
- 3 No “lielās idejas” līdz izpratnei
- 4 Mācīšanās prast
- 5 Integrēta STEM mācīšanās
- 6 Piemērs: Integrēta mācību satura veidošana
- 7 Piemērs: Strādā kā inženieris!
- 8 Piemērs: Strādā kā pētnieks!
- 9 Piemērs: Strādā kā inženieris! — soļi
- 10 Piemērs: Rezultāts — produkts
- 11 Piemērs: Modelē kā matemātiķis!
- 12 Piemērs: Modelēšanas soļi

PLĀNOŠANA

- 13 Trīs līmeņu plānošana
- 14 Atpakļvērstā plānošana

MĀCĪŠANA UN MĀCĪŠANĀS

- 15 Kāds ir skolēna ceļš uz dažādiem sasniedzamajiem rezultātiem
- 16 Kad notiek mācīšanās
- 17 Piemērs: Kā ieraudzīt uzdevuma “dziļumu”

VĒRTĒŠANA

- 18 Atgriezeniskā saite un mācīšanās
- 19 Piemērs: Strādā kā inženieris! Snieguma līmeņu apraksts
- 20 Piemērs: Modelē kā matemātiķis! Snieguma līmeņu apraksts
- 21 Piemērs: Strādā kā pētnieks. Snieguma līmeņu apraksts

Ievads

Viens no LU Starpnozaru izglītības inovāciju centra (LU SIIC) projekta “Prātnieku laboratorija” mērķiem ir izveidot mācību programmu, kas 4.–6. klases skolēniem piedāvā padziļinātu un integrētu mācīšanos eksaktajās zinātnēs — dabaszinībās, matemātikā, inženierzinībās, tehnoloģijās un dizainā —, ietverot programmēšanas un robotikas elementus. Izstrādājot un aprobējot **padziļināto** mācību saturu, izmantotas LU SIIC pētnieku radītās idejas, domājot par pieejas maiņu gan mācību saturam, gan procesam un to realizējot saskaņā ar pamatzglītības obligāto mācību saturu, nodrošinot atbilstību “Skola 2030” pamatnostādņem.

Mācību satura, plānošanas, mācīšanas un mācīšanās procesa un vērtēšanas būtība ir mācīšanās iedziļinoties. Šajā izdevumā atgādņu formā ir atsegtas raksturīgākās pazīmes, kā notiek mācīšanās iedziļinoties, un piedāvāti piemēri, kas praksē izmēģināti “Prātnieku laboratorijā”.

Par pamatu **mācību satura** veidošanā būtu jāizvēlas “lielā ideja”, ko vēlamies, lai skolēns apgūst, īpašu uzmanību veltot tam, lai apgūstamais saturs veidotu kopēju sistēmu mācību jomā un ietvertu starpdisciplināritāti, vēršot fokusu uz skolēnu dziļu izpratni un mācīšanos iedziļinoties. Sasniedzamo rezultātu veido “lielās idejas”, prasmes, kompleksi rezultāti, vērtības un ieradumi, tajos iekļaujot arī caurviju prasmes, kas kopā veido skolēna kompetenci. No “lielās idejas” jomas mācību priekšmeta standartā līdz pat izpratnei mācību stundā var nonākt, sākotnēji plānojot ideju, tad to attīstot un padarot savu domu ieraugāmu (2, 3). Apgūstot prasmes, vajadzētu sākt ar izpratni par darbības jēgu un stratēģiju, kā darīt, tad būtu jāsaprot, cik labi protu un kā šo prasmi izmantot arī citās situācijās (4). Kompleksa rezultāta sasniegšanai mērķtiecīgi ir izmantot dažādu mācību jomu satura un apguves integrēšanu (5, 6).

Plānojot tiek formulēti sasniedzamie rezultāti trijos līmeņos (Standarts → Programma (temats) → Stunda), izmantojot atpakaļvērsto (domājot par rezultātu) plānošanas principu. Lai plānotu integrētu mācību saturu starp dažādām jomām un vienas jomas ietvaros, būtiska ir skolotāju sadarbība. Trīs līmeņu plānošanas mērķis ir saskatīt, kā mācību priekšmeta standartā plānotais nonāk līdz mācību stundai un padziļinātajai nodarbībai. Atpakaļvērstā plānošana, kas formulē sasniedzamo rezultātu un ļauj gūt pārlicību, ka skolēns rezultātu ir sasniedzis, dod iespēju precīzāk plānot skolēna darbības, kas ved efektīvi uz rezultātu (13, 14).

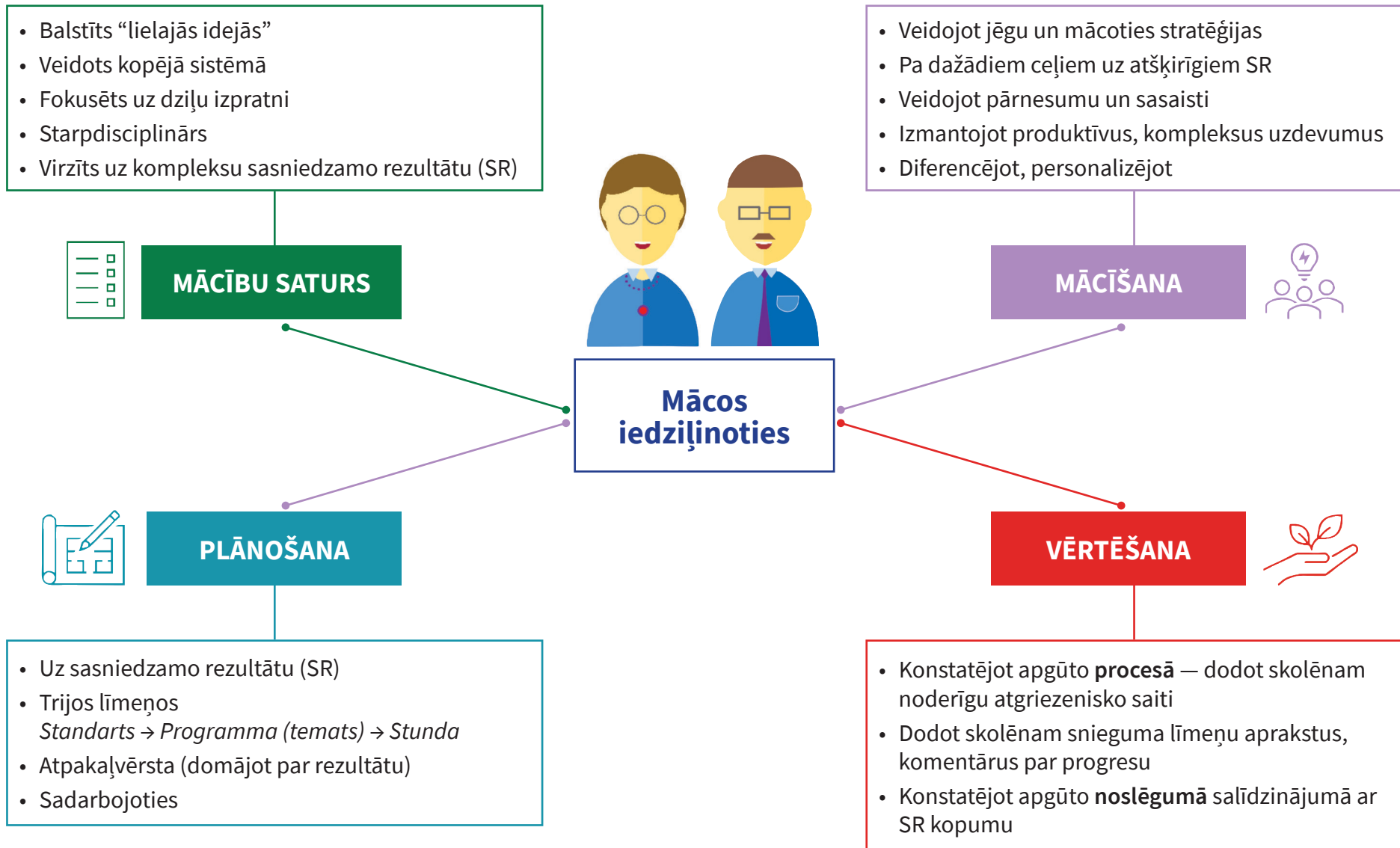
Mācot un mācoties — apgūstot zināšanas, izpratni, praktisku procedūru, prasmi vai problēmrisināšanu —, skolēna “ceļš” uz to ietver atbilstošas mācīšanās darbības: mācīšanās norisināsies tad, ja skolēni mācīsies darot, mācoties domāt, kā dara un kā es kā skolēns mācos pats mācīties jeb apgūstot un pilnveidojot pašvadītās mācīšanās prasmes. Skolēnu domāšanu palīdz attīstīt “dziļi” uzdevumi, kas piedāvā rīkoties jaunās un kompleksās situācijās (15–17).

Ja **vērtējot** mērķis ir uzlabot skolēna mācīšanos, nozīmīga ir noderīga atgriezeniskā saite. Tā var būt par uzdevumu, par procesu vai par sevis vadīšanu (18). Prasmju apguvē kā instruments atgriezeniskās saites došanai var kļūt snieguma līmeņu apraksts.

“Prātnieku laboratorijas” izmantotajos piemēros ir dotas atgādnēs skolēniem, kā apgūt un lietot inženierdizaina, pētnieciskās darbības un matemātiskās modelēšanas stratēģijas (7–12), un piemēri šo prasmju snieguma līmeņa aprakstiem. Skolotāji tos var pielāgot konkrētām mācību situācijām un sasniedzamajiem rezultātiem, gan lai mācību stundās tiktu apgūts obligātais pamatzglītības mācību saturs un diferencēts mācību process, gan lai skolēni strādātu padziļināti.

Mācību procesam raksturīgais

1

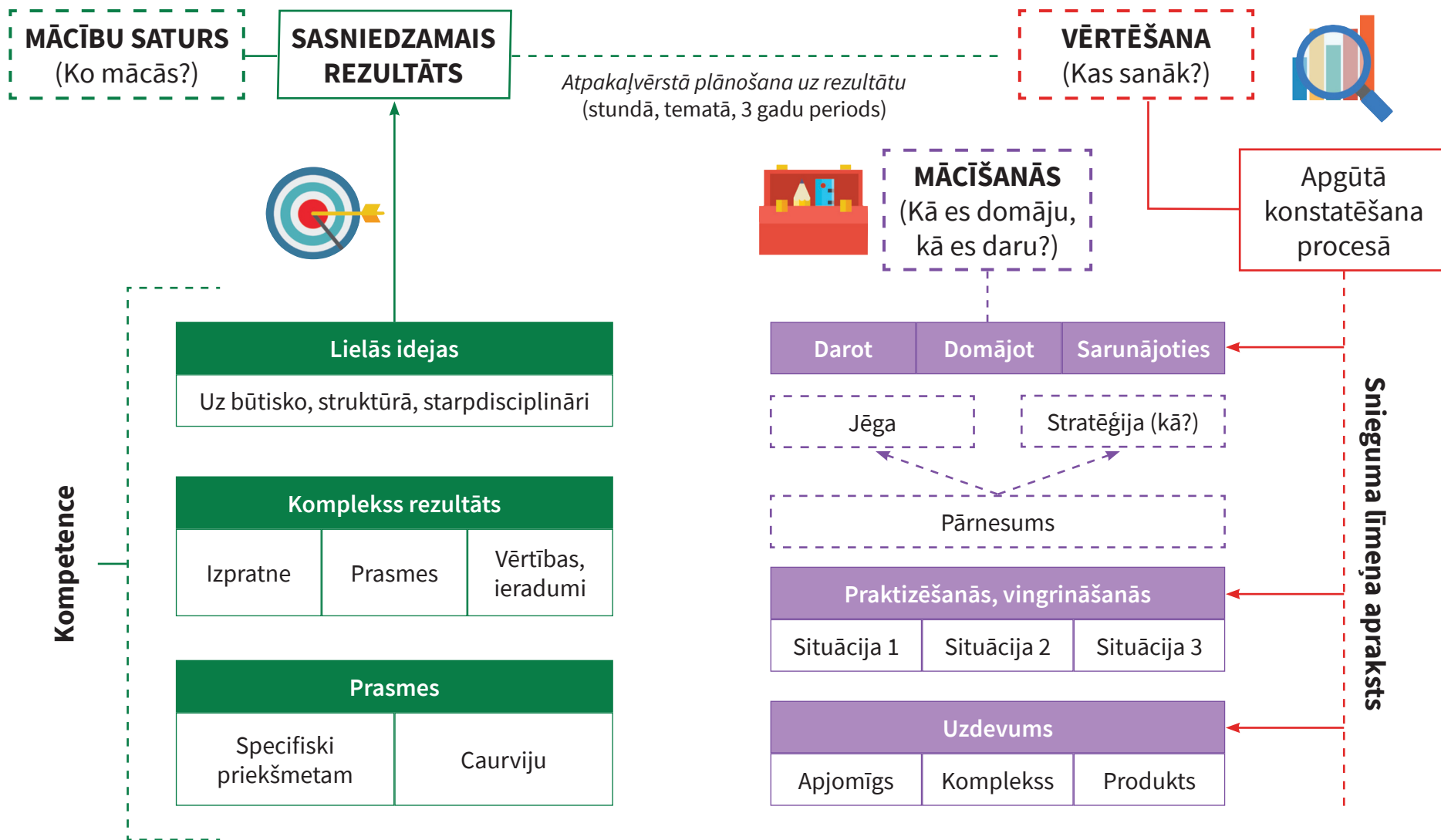




MĀCĪBU SATURS

Mācīšanās iedziļinoties

2



3

No "lielās idejas" līdz izpratnei



DABASZINĀTŅU MĀCĪBU JOMA

D.Li. 1. ...

	3. kl.	6. kl.	9. kl.
1.1. ...	D.3.1. ...	D.6.1. ...	D.9.1. ...
...

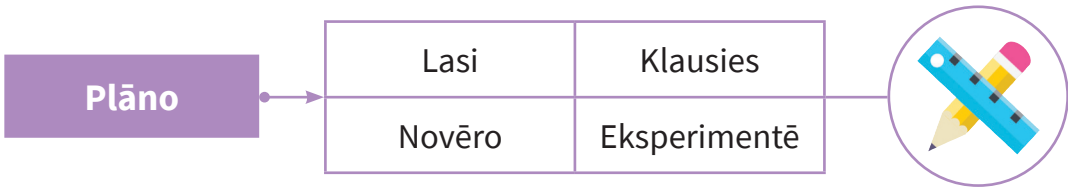
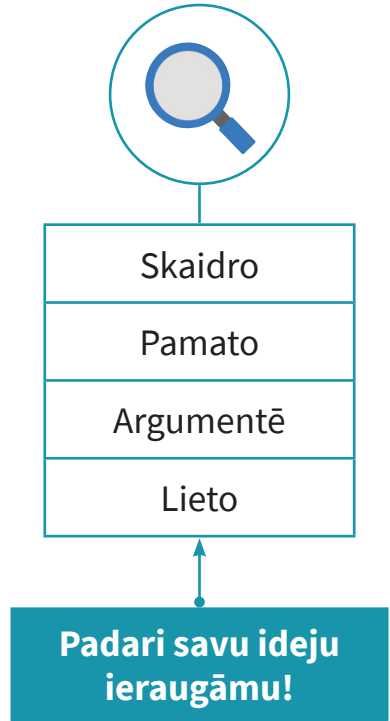
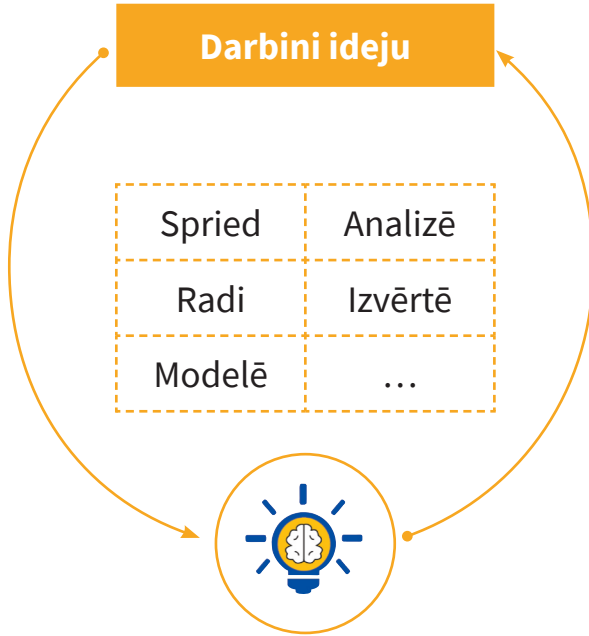
SKOLA 2030

.. MĀCĪBU JOMA

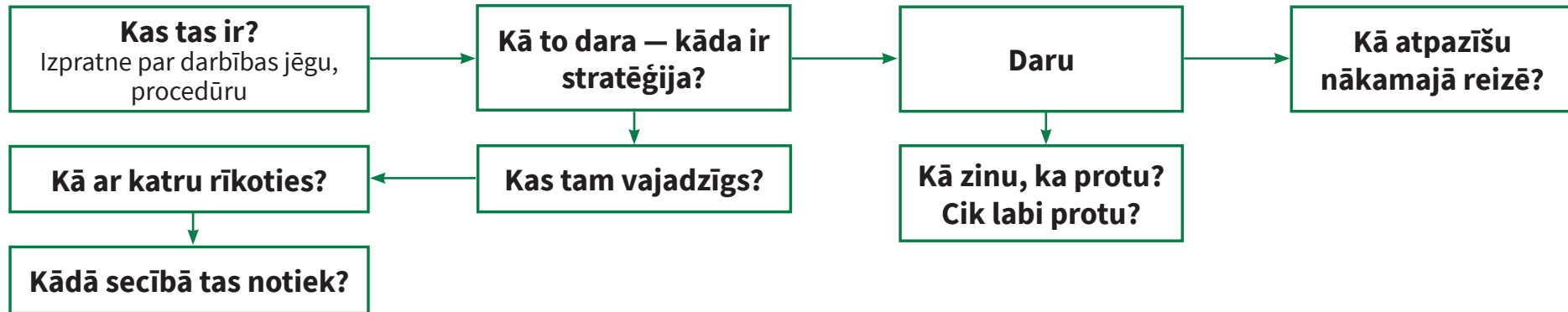
..

	3. kl.	6. kl.	9. kl.
1. ...	3.1. ...	6.1. ...	9.1. ...
...

SKOLA 2030



Mācīšanās prast 4



Snieguma līmeņa apraksts	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Prasme: mēra un zīmē leņķi, 4. klase	Zina, kā izmērīt leņķi, ar palīdzību var to izdarīt. Mēra un zīmē leņķus ar precizitāti līdz 3 grādiem, izmantojot norādīto mērinstrumentu.	Prot izmērīt, izstāstīt un parādīt, kā mēra leņķi. Mēra un zīmē leņķus, izvēloties no dotajiem mērinstrumentiem piemērotāko. Mērījuma rezultātam pieraksta mērvienības.	Precīzi mēra un zīmē leņķus, ar precizitāti līdz 1 grādam. Izvēlas atbilstošo mērinstrumentu.	Veic mērījumus jaunās situācijās, piemēram, ja objektam (gaismas staram) mērinstrumentu nav iespējams pilnībā pielikt. Veic mērījumus ar situācijai atbilstošu precizitāti, to pamatojot.

5 Integrēta STEM mācīšanās

Ar STEM saprotam **dabaszinātņu**, **tehnoloģiju**, t. sk. **inženierzinību**, **dizaina** procesa un **matemātikas**, integrētu mācīšanos.

Integrēta mācīšanās:

- saturu veido divu vai vairāku mācību priekšmetu elementi;
- saturam ir autentisks konteksts ar mērķi vienot priekšmetus;
- saturā kāds no elementiem, piemēram, inženierdizains*, var kļūt par kontekstu;
- saturs un praktiska darbošanās ir vienlīdz svarīga, lai nodrošinātu mācīšanās kontekstu un tā pamatojumu;
- dabaszinātnisku pētījumu un inženierdizaina procesa realizēšanā tiek iekļauta matemātika un tehnoloģijas.

Integrētas mācīšanās procesā skolēnam sasniedzamie rezultāti ir kompleksi, tie atklāj gala rezultātu darbībā, ietver zināšanas, izpratni un prasmes mācību jomās, caurviju prasmes, vērtības un tikumus.

* Inženierdizains — integrēti inženierzinību un dizaina procesa elementi



Temats — Gaisma		
DABASZINĪBAS	TEHNOLOĢIJAS	MATEMĀTIKA
6 nodarbības	4 nodarbības	4 nodarbības
Izpēta un modelē gaismas īpašības # * Izpēta savu sānu redzi, salīdzina dažādu dzīvnieku redzes # * Veido projektora un periskopa modeļus, izdara secinājumus # ^ &	Modelē robota darbību, nolasot mērījumus (gaismas daudzums), izstrādā programmas algoritmu (stāvokļa diagramma) # ^ Modelē ar robotu saulespuķes sekošanu saules gaismai, izmantojot divus krāsu sensorus un komandu “Diapazons” # ^ &	Izveido optimālo modeli telpu apgaismošanai # ^ & Pēta atstarošanas no dažādiem materiāliem un izveido lāzeru spēli, izmantojot tajā dažādas stratēģijas # * ^ &
Veido kopsavilkumu un prezentē savus izveidotos prototipus — produktus ^ &		

Jēdzienu, procesa apguve

^ Metodes vai stratēģijas apguve

& Inženierdizains

* Pētījumi

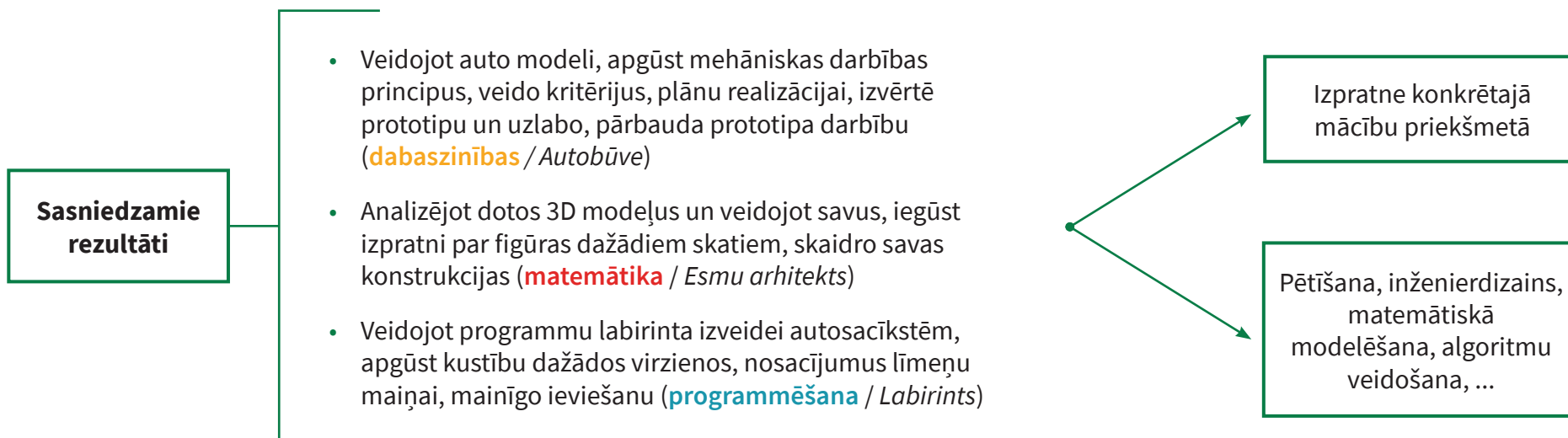
Dabaszinības

Matemātika

Datorika

Inženierdizains

Kopīgais temats — Būvējam (inženierdizains)



Produkta radīšana, kas apvieno iepriekšējos SR



Problēma

- Ko es pētīšu?

Izsaki pieņēmumu

- Vai būs iespējams iegūt atbildi **eksperimentējot** vai **novērojot**?

Plāno pētījumu

- Ko es mainīšu, ko atstāšu nemainīgu?
- Kāda būs **darbību secība**?
- Kas būs nepieciešams?
- Domā par **drošību**!

Pēti un pieraksti

- Ievēro **plānu**!
- Iegūsti un **pieraksti datus**!
- Ievēro drošību!

Apstrādā datus

- Veic **aprēķinus**!
- Attēlo datus!

Analizē un secini

- **Salīdzini** datus!
- Vai pieņēmums ir bijis patiess vai aplams?
- Ko varētu **uzlabot** pētījumā?

Iepazīstini ar rezultātiem!

Strādā kā pētnieks!



Kas būs produkts?

- Kādu problēmu es risināšu?
- Ko es veidošu?
- Kādi būs laba produkta kritēriji?



Izpēti situāciju

- Vai man pietiek informācijas, lai risinātu problēmu?
- Kur un kā es varēšu iegūt trūkstošo informāciju?
- Iegūsti iespējami daudz informācijas par produktu un tā veidošanas procesu.
- Izpēti tehnoloģijas un metodes, ko izmantot, lai ražotu tādu pašu vai līdzīgu produktu.



Radi idejas

- Iztēlojies un radi risinājumu. Esi radošs!
- Pieraksti visas idejas.



Atlasi labāko ideju. Plāno.

Izvēlies labāko ideju/risinājumu:

- Kādam jābūt produktam, lai tas būtu derīgs, patiktu citiem?
- Vai ir pieejami resursi, un kādi tie ir?
- Kur es iegūšu resursus?
- Vai radītais produkts pilnībā atrisinās problēmu?

Kā es plānošu savu darbu:

- Vai produkta radīšanai nepieciešami vairāki cilvēki?
- Ko un kā grupā darīs katrs dalībnieks?
- Kādā secībā veikt darbības?
- Kādi materiāli būs nepieciešami?
- Vai nepieciešams modelis, pirms sākt veidot gala produktu?



Radi prototipu

- Vai radīšu uzreiz produktu vai tā prototipu?
- Pirms radi gala produktu, ja vajadzīgs, izveido tā skici vai kādu citu prototipu.
- Veido prototipu vai produktu, izmantojot plānu.



Testē un izvērtē

- Vai ir iepļānota testēšana, un, ja ir, kāda tā būs?
- Vai produkts atbilst kritērijiem?
- Kas vēl jāpaveic, lai varētu uzlabot vai iegūt gala produktu?



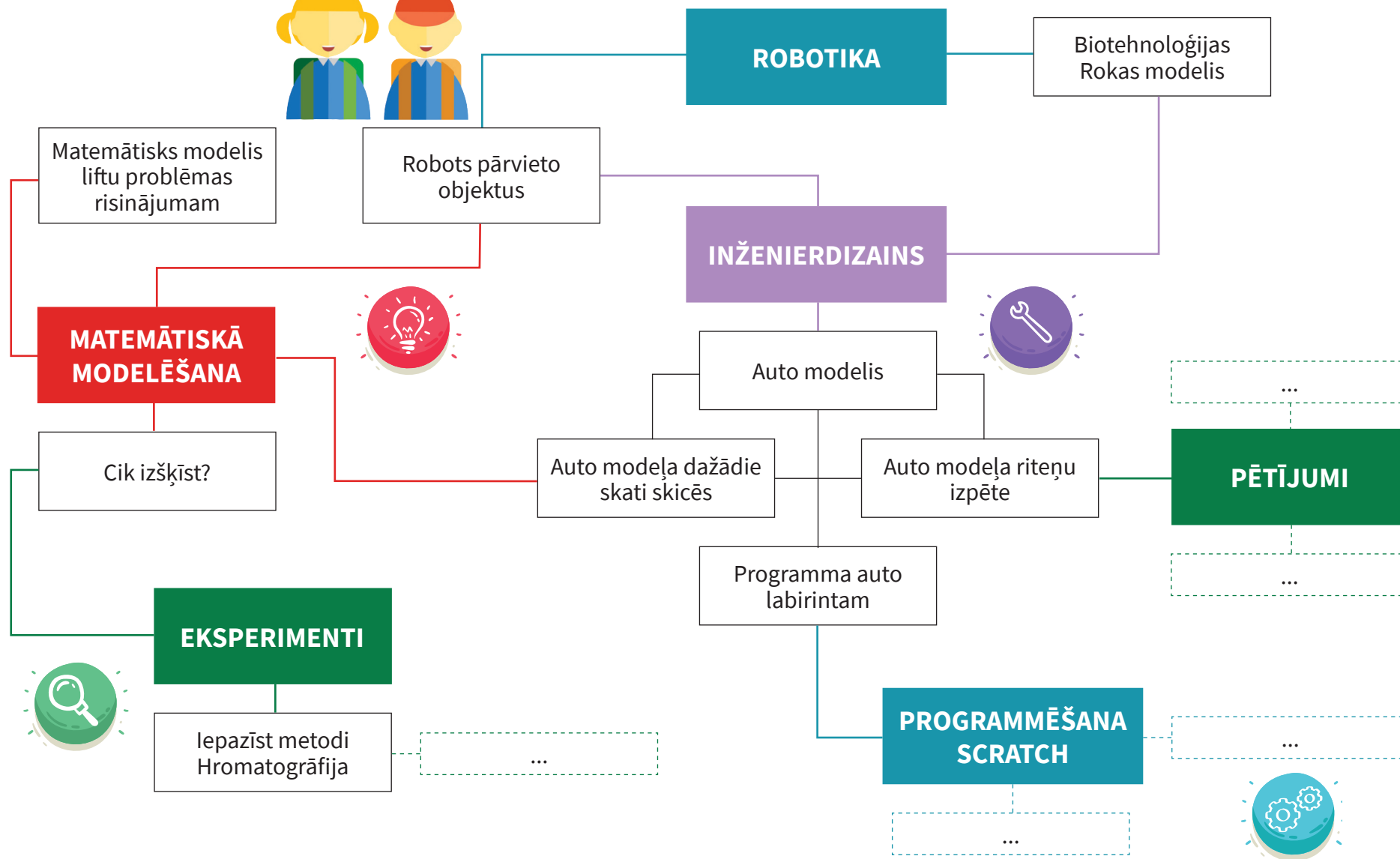
Pastāsti un uzklausi

- Pastāsti par savu produktu.
- Uzklausi ieteikumus, kā uzlabot produktu.
- Sniedz ieteikumus, kā pilnveidot citu radītu produktu.

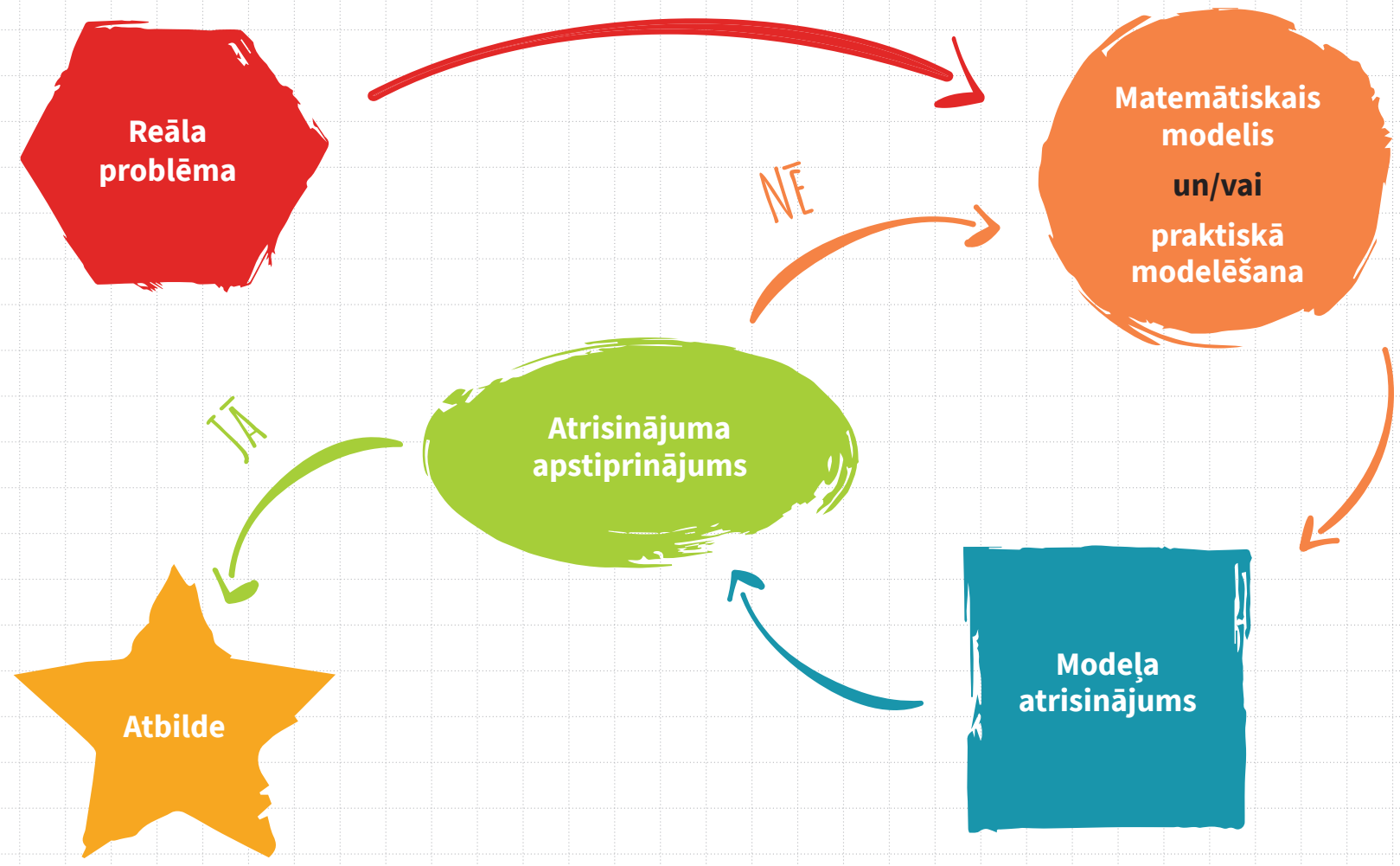


Uzlabo produktu

- Kā es uzlabošu savu produktu?
- Veido papildinājumus, ja nepieciešams — jaunu versiju.
- Izveido vislabāko gala produktu!



11 Modelē kā matemātiķis!





Reāla problēma

Atrodu problēmu no reālās dzīves, kuru gribu atrisināt.

- Kas ir zināms?
- Kas ir jānoskaidro?
- Vai man pietiek informācijas?
- Kā uzzināšu trūkstošo informāciju?



Modeļa atrisinājums

Vai pamatoju katru risinājuma soli?

- Pierakstu veidoju secīgu un saprotamu.
- Veicu aprēķinus precīzi un pārlicinos.



Atbilde

- Dodu atbildi reālās problēmas risinājumam.
- Skaidroju savu problēmas risinājumu citiem.



Matemātiskais modelis un/vai praktiskā modelēšana

Meklēju sakarības, kuras varētu izmantot. Izsaku pieņēmumus.

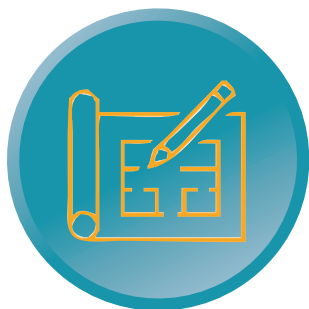
- Meklēju sakarības, kuras varētu izmantot.
- Izsaku pieņēmumus.



Atrisinājuma apstiprinājums

Vai iegūtais rezultāts atbilst dotajai problēmai?

- Kā zinu, ka iegūti visi iespējamie atrisinājumi?
- Kā zinu, ka atrisinājums ir pareizs?
- Vai rezultāts ir ticams?
- Ja nepieciešams, meklēju citu modeli risinājumam.



PLĀNOŠANA

Trīs līmeņu plānošana 13



Mācību jomas standarts



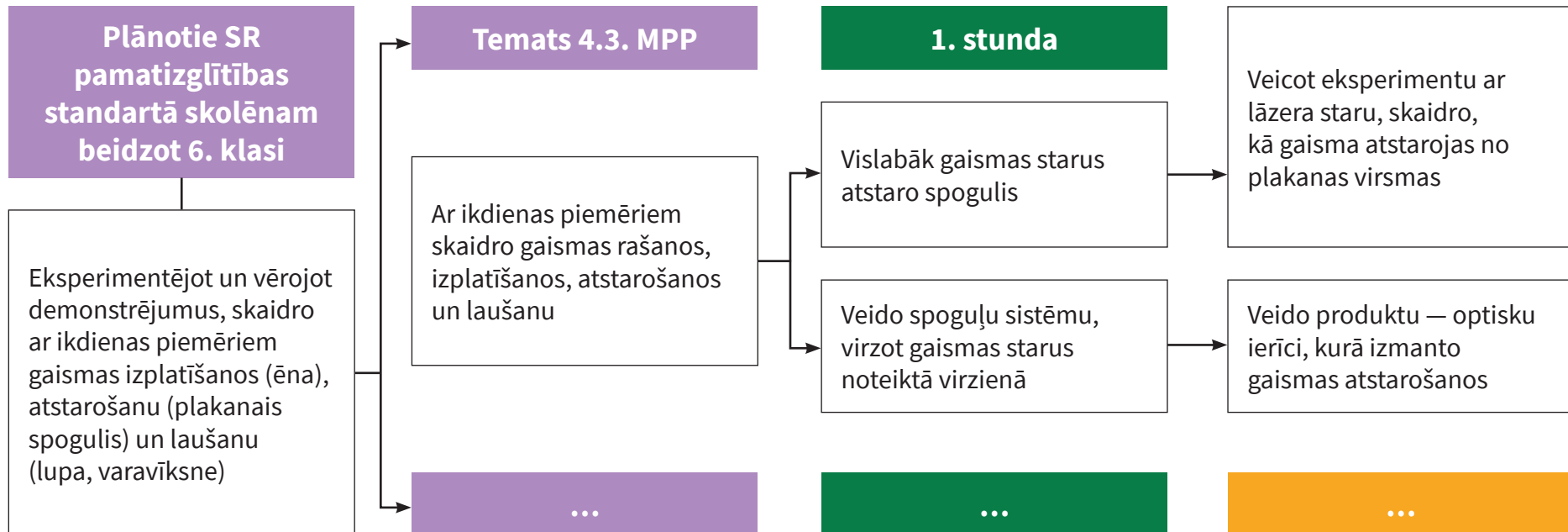
Mācību programma



Mācību stundas plāns



Padziļinātās nodarbības plāns



14 Atpakaļvērstā plānošana*

1. Mācību priekšmeta programmā **sasniedzamos rezultātus** (SR) grupēju atbilstoši apguves secībai

Ziņas	Prasmes
Katrai daļai ir noteikta vieta uz skaitļu taisnes. ...	Uz skaitļu taisnes atliek īstas un neīstas daļas; papildina vai veido skaitļu taisni, lai uz tās atliktu dotās daļas. ...
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
Formulē skaidrojošus spriedumus (izmanto vārdus “jo”, “tāpēc, ka”, “lai” u. tml.), uz skaitļu taisnes atliekot daļas un salīdzinot tās, izpildot skaitliskus pārveidojumus ar daļām.	Modelē un uzskatāmi attēlo daļskaitļus un darbības ar tiem, attīstot ieradumu plānot un vadīt savu domāšanas procesu, paskaidrot un pamatot savus spriedumus.

2. Sakārtoju **SR** pa stundām

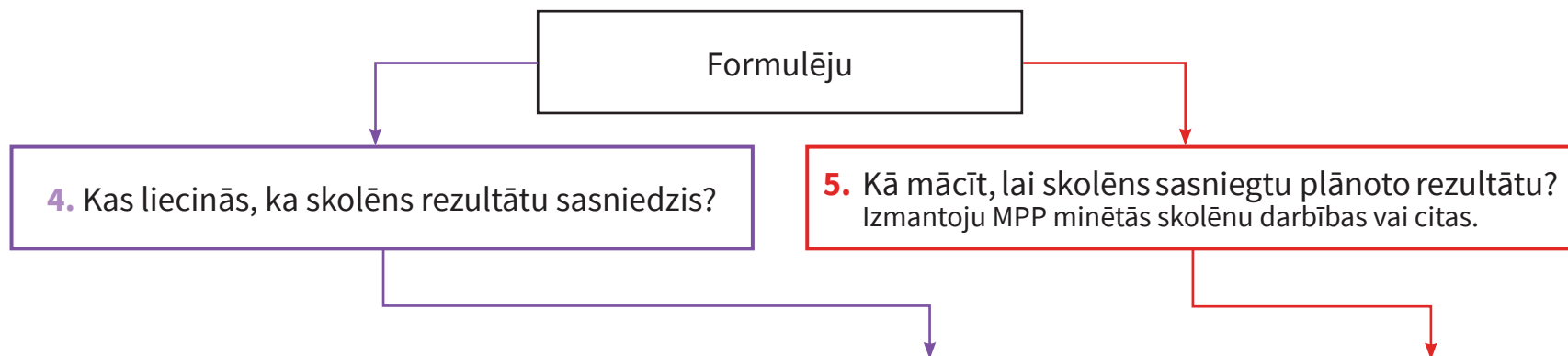
3. Noformulēju **SR** katrai stundai (stundu grupai)

Ziņas, prasmes, kompleksais SR, ieradumi no MPP	Stundas temats, stundu skaits	Stundas SR
<ul style="list-style-type: none"> Katrai daļai ir noteikta vieta uz skaitļu taisnes. Uz skaitļu taisnes atliek īstas un neīstas daļas; papildina vai veido skaitļu taisni, lai uz tās atliktu dotās daļas. ... 	Daļskaitļi uz skaitļu taisnes (2–3 stundas)	<ul style="list-style-type: none"> Uz dotas skaitļu taisnes atliek īstas un neīstas daļas. Papildina vai veido skaitļu taisni, lai uz tās atliktu dotās daļas.

* Kā plānojot tikt no temata mācību priekšmeta programmā (saskaņā ar Skola 2030) līdz temata plānojumam pa stundām

Atpakaļvērstā plānošana (turpinājums)

14



Stundas temats, stundu skaits	Stundas SR	Kas liecinās, ka skolēns rezultātu sasniedzis?	Skolēna darbības stundā, lai sasniegtu plānoto rezultātu
Daļas, to novietojums uz skaitļu taisnes (4–6 stundas)			
Īstas un neīstas daļas (1 stunda)	Zina, ka īstas daļas skaitītājs ir mazāks nekā saucējs; īsta daļa ir lielāka nekā 0 un mazāka nekā 1, bet neīsta daļa — lielāka nekā 1 vai ar to vienāda. Prot veselu skaitli pierakstīt kā daļu ar dažādiem saucējiem.	Nosauc īstu un neīstu daļu piemērus un pamato, kāpēc tā ir īsta/neīsta daļa. Pareizi uzraksta veselu skaitli kā daļu ar dotu saucēju un otrādi.	Lasa, pieraksta īstas un neīstas daļas pēc dzirdētā. Uzraksta daļu atbilstoši nosacījumiem, piemēram, “skaitītājs ir par 3 mazāks nekā saucējs”, skaidro, vai tā ir īsta vai neīsta daļa. Cenšas formulēt pamanītās sakarības starp skaitļiem, piemēram, daļas nozīmē to pašu ko 1.
...



MĀCĪŠANA UN MĀCĪŠANĀS

Kāds ir skolēna ceļš uz dažādiem SR?

15



SR
veids



Ko dara skolēns,
lai apgūtu SR?



Kā parāda
apgūto?

A. Zina ... ko?
(nosaukumus, simbolus, faktus ...)

atceras

+ apgūst stratēģiju, kā atceras

☒ Nosauc,
definē ...

B. Ir izpratne ... par ko?
(jēdzienu – uzbūvi, procesu, nozīmi... lai...)

novēro vai/un jautā (..., ...)

+ spriež (..., ...)

+ skaidro (..., ...)

+ t. i., mācās domāt + paust savu domu skaļi

☒ Veido
pamatojumu ...

C. Veic praktisku procedūru
(strādā ar ierīci – mērinstrumentu, ...)

dara, izpildot noteiktus soļus secībā

☒ Izpilda
procedūru

D. Piemīt prasme ...
(atrast atslēgas vārdus, klasificēt vielas ...)

dara, izpildot secīgus
soļus

+ apgūst stratēģiju,
kā dara

+ stratēģiju, kā
atpazīt nākamreiz

Ir izpratne par ...
procedūru prasmei

+ t. i., mācās domāt

+ vadīt savu mācīšanos

☒ Demonstrē prasmi,
atpazīstot un
lietojot stratēģiju

E. Risina problēmu

plāno un rīkojas
jaunā situācijā

+ spriež kompleksi

+ izvēloties un lietojot
vajadzīgās stratēģijas

☒ Atrīsina
problēmu

16 Kad notiek mācīšanās?

Mācīšanās notiek,
ja skolēnam ir:

- skaidrs mērķis,
- laiks domāšanai,
- atbalstoša, noderīga atgriezeniskā saite,
- uzkrājoša un veiksmīga praktizēšanās,
- bieža atgriešanās pie tā, kas jāapgūst.

/J. Hattie, G. Yates, 2014/



PIEMĒRS

Kā ieraudzīt uzdevuma “dziļumu”?

Sasniedzamie rezultāti:

- skaidro, kā mēra leņķi;
- saskata un raksturo leņķus, ja tiem ir kopīgs sākumpunkts;
- skaidro, kā var pārlicināties, ka apskatīti visi leņķi.

SKOLĒNA KOGNITĪVĀS DARBĪBAS DZIĻUMA MĒRĪŠANA

VIRSPUSĒJA MĀCĪŠANĀS



nav struktūras



viens
strukturelements



vairāki nesaistīti
strukturelementi

MĀCĪŠANĀS IEDZIĻINOTIES



strukturelementi,
saistīti kopējā struktūrā



paplašināta
abstrakcija

D. Namsone, L. Čakāne u. c., 2018

Uzdevuma kompleksums

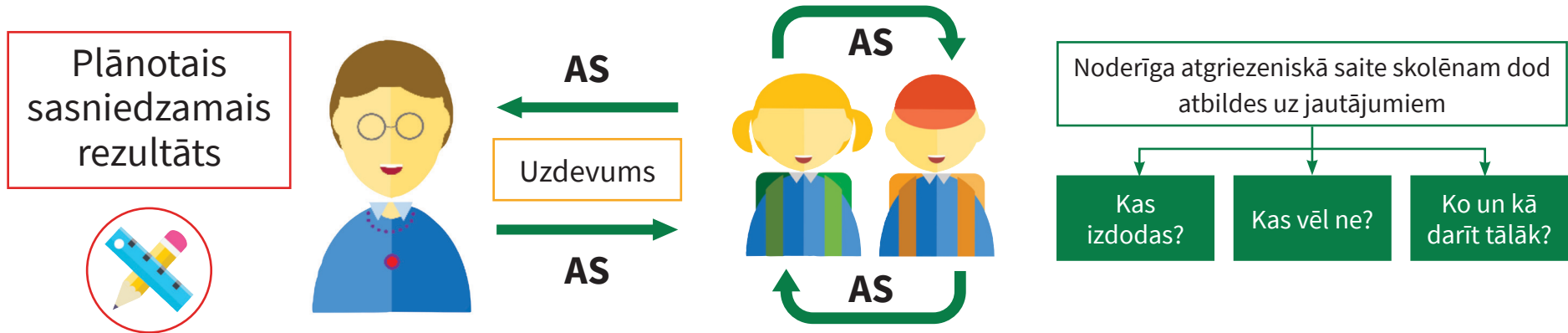




VĚRTĚŠANA

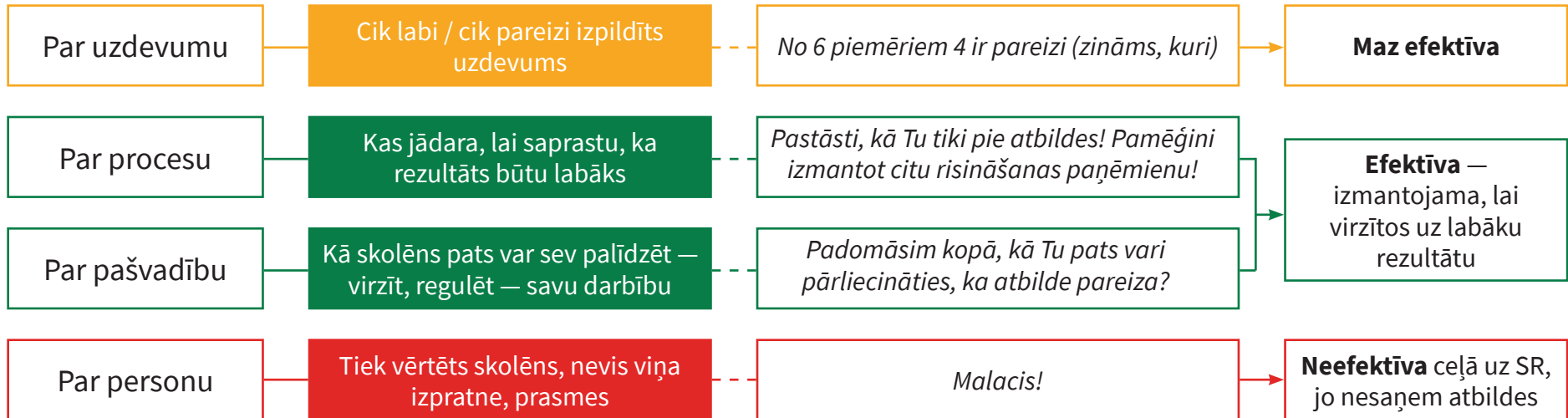
Atgriezeniskā saite un mācīšanās

18







Par ko ir atgriezeniskā saite?





Atbildot uz AS jautājumiem









Kritērijs	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Kas būs produkts?	Ir dots, kāds produkts būs jāveido. Atdarīnu jau zināmu produktu.	Ir dots, kāds produkts būs jāveido. Risinājums/pielietojums iekļauj kādu oriģinālu detaļu.	Piedalos idejas izstrādē, kādu produktu radīt. Oriģināls risinājums/pielietojums.	Patstāvīgi izvēlos, kādu problēmu risināt un produktu radīt. Oriģināls risinājums/pielietojums. Produkts palīdz risināt kādu problēmu.
Situācijas izpēte un analīze	Atrodu kādu no avotiem un daļu no informācijas, kas nepieciešama produkta veidošanai.	Atrodu dažus avotus un informāciju tajos, kas nepieciešama produkta veidošanai.	Atrodu dažādus avotus, atsevišķu informāciju, kas noder produkta radīšanai. Analizēju iegūto informāciju, iespēju to izmantot.	Veidoju sistēmu, kā izvēlos informācijas avotus, un iegūstu nepieciešamo informāciju produkta radīšanai, pārskatāmi to pierakstu. Izdaru secinājumus, izmantojot apkopoto informāciju, izmantoju to produkta radīšanā.
Ideju radīšana	Radu ideju, kā risināt problēmu tikai ar skolotāja palīdzību.	Radu pats vienu ideju, kā risināt problēmu, uzklāšu citus ideju radīšanas procesā.	Radu vairākas idejas, kā risināt problēmu.	Radu vairākas idejas, kā risināt problēmu. Izvērtēju radītās idejas. Vismaz viena ideja atšķiras no citu radītajām idejām.
Ideju atlase un plānošana	Izvērtēju ideju ar citu palīdzību. Apzinos plāna nepieciešamību, iesāku tā veidošanu.	Piedalos ideju atlasīšanas procesā, uzklāšu citus. Rakstu plānu, tas ir daļēji izveidots, tajā trūkst vienas vai vairāku sadaļu.	Atlasu labāko ideju, varu paskaidrot savu izvēli. Uzrakstu plānu, tajā ir visas sadaļas: secīgi aprakstītas darbības, uzskaitīti resursi, laika sadalījums, tomēr tas nav detalizēts.	Atlasu labāko ideju, pamatoju savu izvēli un nepieciešamības gadījumā precizēju. Uzrakstu plānu, tas ir precīzs un secīgs, tajā ir visas sadaļas: aprakstītas darbības, uzskaitīti resursi, iekļauts laika sadalījums. Darba gaitā spēju precizēt savu plānu.
Prototipa vai produkta radīšana	Iesāku veidot skici/prototipu, to tālāk neizmantoju produkta radīšanai.	Izveidoju produkta skici/prototipu, tā veidošanā nepieciešama palīdzība.	Radu prototipu vai produktu, darba procesā nepieciešama neliela palīdzība.	Radu prototipu vai produktu, varu to izdarīt patstāvīgi. Veidojot skici/prototipu, iegūtos secinājumus izmantoju produkta radīšanā. Darba gaitā spēju ievērot uzlabotu plānu, ja nepieciešams, veidot produktu citādi, nekā sākumā iesākts.
Produkta testēšana un izvērtēšana	Testēju savu produktu pēc skolotāja atgādinājuma.	Testēju savu izveidoto produktu. Izvērtēju produktu, izmantojot dotus kritērijus.	Testēju un izvērtēju savu izveidoto produktu, izmantojot dotos kritērijus, saprotu, ko nepieciešams uzlabot.	Izveidoju kritērijus produkta testēšanai. Testēju vairākkārt un izvērtēju savu izveidoto produktu. Pēc katras testēšanas veicu nepieciešamos uzlabojumus.
Sarunāšanās par produktu	Pastāstu, kas ir mans produkts, īsi to raksturoju, neizmantojot kritērijus.	Pastāstu, kas ir mans produkts. Raksturoju tā darbību, izmantojot dažus no kritērijiem.	Izstāstu, kā produkts atbilst izvirzītajiem kritērijiem. Pastāstu par sava produkta īpašībām, pielietojumu. Cenšos dot ieteikumus citiem.	Izstāstu, kā produkts atbilst izvirzītajiem kritērijiem. Pastāstu par produkta attīstīšanas iespējām. Dodu noderīgus ieteikumus citiem.
Ieteikumu uzklāšana	Uzskatu, ka mans produkts ir labāks arī bez visiem ieteikumiem. Uzklāšu tikai vadītāja ieteikumus.	Uzklāšu kādu no ieteikumiem, esmu gatavs to izmantot.	Uzklāšu visus ieteikumus, izvērtēju un atlasu tos, kas ir būtiski, esmu gatavs uzlabot savu produktu.	Izvērtēju ieteikumus, salīdzinu ar savu produktu, secinu, kuri ieteikumi dos uzlabojumus, esmu gatavs tos izmantot. Uzdodu jautājumus citiem par savu produktu.
Produkta uzlabošana	Veicu kādu nelielu uzlabojumu savam produktam.	Veicu kādu uzlabojumu, pamatoju, ka produkts tapis labāks.	Uzlaboju produktu, izmantojot izvēlētos ieteikumus. Varu pamatot savus veiktos uzlabojumus.	Uzlaboju produktu, izmantojot izvēlētos ieteikumus un veicot pats savus precizējumus. Esmu neatlaidīgs produkta uzlabošanas procesā.

Modelēšanas soli	 Sācis apgūt	 Turpina apgūt	 Apguvis	 Apguvis padziļināti
Reāla problēma	Dota reāla problēma. Varu pamanīt matemātiskos lielumus.	Dota reāla problēma. Uzrakstu dotos lielumus un saprotu, kas jānoskaidro.	Dota reāla problēma, varu to precizēt. Izvērtēju, kuri lielumi jāizmanto, lai atrisinātu problēmu. Izvērtēju, vai man pietiek informācijas. Trūkstošās informācijas meklēšanā man nepieciešama palīdzība.	Spēju ieraudzīt un formulēt reālu problēmu, kurai nepieciešams risinājums. Saprotu, vai man pietiek informācijas, lai atrisinātu problēmu. Protu atrast trūkstošo informāciju.
Matemātiskais modelis un/ vai praktiskā modelēšana	Varu saskatīt vienu matemātisku sakarību, kuru vajadzēs izmantot, cenšos to precīzi pierakstīt. Iesāku veidot vienkāršu praktisku modeli vai skici, ja man palīdz.	Varu saskatīt vairākas matemātiskas sakarības, kuras vajadzēs izmantot, cenšos tās precīzi pierakstīt. Veidoju vienkāršu praktisku modeli vai skici, tajā izmantota daļēji zināmā informācija.	Lai risinātu problēmu, izmantoju doto un papildus sameklēto informāciju matemātisku izteiksmju vai praktiska modeļa izveidošanai, izveidoju tos.	Ja nepieciešams, aplūkoju vairākas risināšanas iespējas — izteiksmes, skici vai praktisku modeli, izvēlos vienkāršāko un precīzāko. Atkarībā no izmantotās informācijas veidoju problēmai dažādus risinājumu modeļus. Varu izdomāt citu reālu situāciju, kurai derēs šis vai līdzīgs plānotais risinājums.
Modeļa atrisinājums	Izpildu atsevišķas darbības vai spriedumus par savu skici vai praktisko modeli.	Secīgi izpildu darbības, lai iegūtu atrisinājumu. Pieraksts daļēji saprotams. Uzrakstu vairākus spriedumus, izmantojot skici vai praktisko modeli. Atrisinājumā ir kāda neprecizitāte vai atrisinājums nav pabeigts.	Izmantojot skici vai praktisko modeli, secīgi izpildu darbības, veidoju spriedumus, lai iegūtu atrisinājumu. Protu pamatot savu risinājumu. Pieraksts citiem saprotams.	Analizēju dažādo matemātisko modeļu risinājumus, ja tādi bija iespējami.
Atrisinājuma apstiprinājums	Nepārbaudu, vai iegūtais rezultāts atbilst dotajai problēmai.	Zinu, ka ir jāpārbauda, vai iegūtais rezultāts atbilst dotajai problēmai, daļēji to izdaru.	Pārbaudu un pamatoju, ka iegūtais atrisinājums atbilst dotajai problēmai, rezultāts ir ticams. Ja nepieciešams, pieņemu lēmumu veidot citu risinājumu.	Analizēju dažādo risinājumu efektivitāti, pārbaudu un pamatoju, cik labi iegūtais atrisinājums atbilst dotajai problēmai, tās nosacījumiem. Pamatoju, ka iegūti visi iespējamie atrisinājumi, ja ir iespējamas dažādas atbildes.
Atbilde	Nerakstu atbildi risinātajai problēmai.	Uzrakstu atbildi risinātajai problēmai.	Varu izskaidrot savu iegūto atbildi un risinājumu citiem saprotami.	Varu uzrakstīt aprakstu un ieteikumus problēmas risinājumam, izmantojot savus aprēķinus un iegūtos rezultātus.

Kritērijs				
	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Problēma, pētījuma jautājums	Dota pētāmā problēma. Uzrakstu pētījuma jautājumu, to nevar pārbaudīt, veicot novērošanu, eksperimentu vai pētījumu.	Dota pētāmā problēma. Uzrakstu pētījuma jautājumu, to var pārbaudīt novērojot, eksperimentējot, veicot pētījumu.	Formulēju savu pētāmo problēmu, nepieciešama palīdzība. Uzrakstu pētījuma jautājumu, to var pārbaudīt novērojot, eksperimentējot, veicot pētījumu, izvēlos lielumu, kuru mainīšu, un lielumu, kurš atbilstoši mainīsies.	Formulēju savu pētāmo problēmu. Uzrakstu pētījuma jautājumu, to var pārbaudīt novērojot, eksperimentējot, veicot pētījumu, izvēlos lielumu, kuru mainīšu, un lielumu, kurš atbilstoši mainīsies. Ir saskatāma lielumu saistība.
Pieņēmumu izteikšana	Mēģinu izteikt pieņēmumu. Pieņēmums daļēji atbilst pētījuma jautājumam.	Mēģinu izteikt pieņēmumu. Pieņēmums atbilst pētījuma jautājumam.	Izsaku pieņēmumu, tas parāda sakarību starp lielumiem, bet nav pamatojuma, kāpēc šie lielumi ir saistīti.	Izsaku pieņēmumu, tas parāda sakarību starp lielumiem, ir pamatojums, kāpēc šie lielumi ir saistīti.
Lielumi	Izmantoju jau dotus lielumus.	Ja man palīdz, varu izvēlēties, kuru lielumu mainīšu, kurš lielums mainīsies, kuri lielumi paliks nemainīgi.	Patstāvīgi izvēlos lielumu, kuru mainīšu, pamatoju, kurš lielums mainīsies, kuri lielumi paliks nemainīgi.	Izvēlos lielumu, kuru mainīšu, pamatoju, kurš lielums mainīsies, kuri lielumi paliks nemainīgi. Precīzi norādu visus nemainīgos lielumus, kas var ietekmēt pētījuma rezultātus. Ja nepieciešams, pieņemu lēmumu un izvēlos citus lielumus.
Novērojumu, eksperimentu, pētījumu plānošana	Dots darba piederumu saraksts. Dota darba gaita. Dota drošības instrukcija.	Veidoju darba piederumu sarakstu, tajā trūkst kāda piederuma. Darba gaitu uzrakstu pa soļiem, tā ir vispārīga, nav ievērota precīza loģiskā secība. Dota drošības instrukcija.	Izveidoju precīzu darba piederumu sarakstu — norādu cik un kāda veida piederumi nepieciešami. Darba gaitu uzrakstu pa soļiem, tai ir loģiska secība. Izveidoju sarakstu, kādi drošības pasākumi ir jāievēro.	Izveidoju precīzu darba piederumu sarakstu, varu pamatot piederumu izvēli. Darba gaitu uzrakstu pa soļiem, tai ir loģiska secība, ja nepieciešams, varu to mainīt un precizēt. Izveidoju sarakstu, kādi drošības pasākumi ir jāievēro, varu pamatot to izvēli.
Pētišana	Ievēroju dažus darba gaitas soļus. Nepieciešama palīdzība darba piederumu un ierīču lietošanā. Darba drošību ievēroju daļēji.	Ievēroju darba gaitas aprakstu, tomēr kāds solis netiek precīzi izpildīts. Lietoju darba piederumus vai ierīces, ir neprecizitātes. Ievēroju darba drošību.	Ievēroju darba gaitas aprakstu. Pareizi lietoju darba piederumus un ierīces, ir nepieciešamās prasmes eksperimenta veikšanai. Ievēroju darba drošību.	Precīzi ievēroju darba gaitas aprakstu. Pareizi un saudzīgi lietoju darba piederumus un ierīces. Ja nepieciešams, varu veikt nepieciešamās izmaiņas pētījuma gaitā. Ievēroju darba drošību, varu palīdzēt citiem to veikt.

				
Kritērijs	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Datu iegūšana un pierakstīšana	legūstu datus novērojot, mērot, tie ir neprecīzi. Nav pierakstīti visi dati, tie pierakstīti haotiski.	legūstu datus novērojot, mērot, ir dažas neprecizitātes. Pierakstot datus, ir minēts to nosaukums, mērvienība, ir neprecizitātes pierakstā.	legūstu atbilstošus datus, tie iegūti iespējami precīzi, pietiekamā skaitā. Datu pierakstīšanai izvēlos pārskatāmu veidu, piemēram, tabulu.	legūstu atbilstošus datus, tie iegūti precīzi, pietiekamā skaitā. Ja nepieciešams, varu mainīt datu ieguves veidu. Datu pierakstīšanai izvēlos pārskatāmu veidu, tie noformēti korekti.
Datu apstrāde	Iesāku veikt aprēķinus vai apstrādāt datus, izmantojot tabulu, grafiku vai diagrammu. Dots datu apstrādes veids.	Veicu nepieciešamos aprēķinus, tomēr ir būtiskas neprecizitātes. Apstrādājot datus, izvēlētais veids ir daļēji piemērots, ar neprecizitātēm. Dots datu apstrādes veids.	Veicu nepieciešamos aprēķinus, tie ir pareizi, izmantotas atbilstošas mērvienības. Datus attēloju piemērotā veidā, ir nelielas neprecizitātes.	Veicu nepieciešamos aprēķinus, tie ir pareizi, izmantotas atbilstošas mērvienības, varu pamatot to veikšanu. Datus attēloju piemērotā veidā, varu pamatot attēlojuma izvēli.
Analizēšana un secināšana	Salīdzinu atsevišķus rezultātus. Rakstu secinājumus, tie nav par izvirzīto pieņēmumu.	Salīdzinu iegūtos rezultātus. Rakstu secinājumus, tie ir par izvirzīto pieņēmumu, ir neprecizitātes.	Salīdzinu rezultātus savstarpēji vai izmantojot teoriju. Uzrakstu secinājumus, kas apstiprina vai noliedz izvirzīto pieņēmumu, izmantojot iegūtos rezultātus.	Salīdzinu rezultātus savstarpēji vai izmantojot teoriju. Uzrakstu secinājumus, kas apstiprina vai noliedz izvirzīto pieņēmumu, izmantojot iegūtos rezultātus, ievērojot datu ieguves precizitāti. Iesaku pētījuma uzlabojumus.
Iepazīstināšana ar rezultātiem	Par veikto novērojumu, eksperimentu, pētījumu pasaku tikai dažus teikumus.	Pastāstu galveno par novērojumu, eksperimentu vai pētījumu. Daļēji atbildu uz jautājumiem.	Pastāstu galveno par novērojumu, eksperimentu vai pētījumu, lietoju korekti dabaszinātņu jēdzienus. Atbildu uz jautājumiem. Varu uzrakstīt nelielu pārskatu par savu darbu.	Padziļināti pastāstu par novērojumu, eksperimentu vai pētījumu, stāstījumam ir noteikta secība, pastāstu arī par iespējamo pētījuma turpinājumu. Izsmēloši atbildu uz jautājumiem. Varu uzrakstīt pārskatu par savu pētījumu, lietojot gan dabaszinātņu jēdzienus, gan populārzinātnisku izklāstu.

- Latvijas Universitātes Starpnozaru izglītības inovāciju centrs: <https://www.siic.lu.lv/>
- Projekts “Prātnieku laboratorija”: <https://www.siic.lu.lv/skoleniem/pratnieku-laboratorija/>

LU Starpnozaru izglītības inovāciju centra projekts “Prātnieku laboratorija”, administrē LU Fonds, atbalstītājs un mecenāts SIA “Mikrotīkls”

Projekta mērķi:

- **izveidot** un **aprobēt** skolēnu (4.–7. klase) dabaszinātņu, matemātikas un programmēšanas skolas **programmu**, ilgtermiņā piesaistot skolēnus, kas ir konkurētspējīgi EUSO (Eiropas dabaszinātņu olimpiāde) un studijām LU;
- **radīt** inovatīvu **praktizēšanās bāzi** dabaszinātņu un matemātikas skolotāju studiju programmām modernizētā, transformējamā, skolēniem atbilstīgā mācību vidē.

Realizēšana: 2017. gada jūnijs — 2020. gada maijs.

Realizēts sadarbībā ar:

- Latvijas Zinātnes padomes fundamentālo un lietišķo pētījumu projektu “Inovatīvas pieejas skolotāju kompetenču vērtēšanai personalizētam profesionālās mācīšanās risinājumam”.

Realizēšana: 2020. gada janvāris — 2022. gada decembris.

- Valsts izglītības satura centra projektu “Kompetenču pieeja mācību saturā” (Skola 2030).

Realizēšana: 2016. gada oktobris — 2021. gada oktobris.

Izmantotā literatūra

D. Namsone, L. Čakāne, A. Butkēviča, I. Dudareva, “Kompetenci attīstoša mācīšanās”, LU Starpnozaru izglītības inovāciju centrs, 2018.

Kol. monogrāfija, zin. red. D. Namsone, “Mācīšanās lietpratībai”, LU Akadēmiskais apgāds, 2018.

J. Hattie, G. Yates, “Visible Learning and the Science of How We Learn”, Routledge, 2014.

J. Hattie, D. Masters, K. Birch, “Visible Learning into Action”, Routledge, 2016.

T. R. Kelley and J. G. Knowles, “A conceptual framework for integrated STEM education”, *International Journal of STEM Education*, vol. 3, no. 1, pp. 2–11, 2016.

I. France, D. Bertule, “STEM Masterminds” — an Advanced Level Integrated STEM Curriculum, ICERI Proceedings, pp. 7220–7226, 2019.
Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education, “Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework”, 2016.

Consortium for Mathematics and Its Applications, Society for Industrial and Applied Mathematics, “GAIMME (Guidelines for Assessment & Instruction in Mathematical Modeling Education)”, First Edition, 2016.