

VALSTYBĖS ĮMONĖS REGISTRŲ CENTRO VILNIAUS FILIALAS

Lvovo g. 25-101, LT-09320 Vilnius, tel. (8 5) 266 2100, faks. (8 5) 262 8823, el. p. Vilnius@registrucentras.lt.
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 124208338

**PAŽYMA,
PATVIRTINANTI JUNGTINIUS KOMPETENTINGŲ INSTITUCIJŲ TVARKOMUS
DUOMENIS APIE VIEŠŲJŲ PIRKIMŲ PROCEDŪROJE DALYVAUJANTĮ TIEKĖJĄ
(JURIDINĮ ASMENĮ)**

2016-02-02 Nr. 255826

Tiekėjo pavadinimas	Bendra Lietuvos ir Danijos įmonė uždaroji akcinė bendrovė "BALTIJOS KOPIJA"
Tiekėjo kontaktinė informacija:	
telefono numeris	8 5 277 3505
faksas	8 5 277 3506
Buhalterio (buhalterių) ar kito (kitų) asmens (asmenų), turinčio (turinčių) teisę surašyti ir pasirašyti tiekėjo apskaitos dokumentus, vardas, pavardė, gimimo data	OKSANA LEKAVIČIENĖ
<u>Juridinių asmenų registras:</u>	
kodas	110669916
teisinė forma	Uždaroji akcinė bendrovė
teisinis statusas	Teisinis statusas neįregistruotas
buveinė (adresas)	Vilniaus m. sav. Vilniaus m. Kareivių g. 13B
vadovo ar ūkinės bendrijos tikrojo nario (narių), turinčio (turinčių) teisę juridinio asmens vardu sudaryti sandorį, vardas, pavardė	VYTAUTAS VIDŽIŪNAS
įregistravimo data	1995-01-16
Registro tvarkytojas	Valstybės įmonės Registrų centro Vilniaus filialas

Valstybinė mokesčių inspekcija prie Lietuvos Respublikos finansų ministerijos:

duomenys apie tiekėjo atsiskaitymą su valstybės, savivaldybių biudžetais ir valstybės pinigų fondais	Atsiskaitęs
Duomenų suformavimo data	2016-02-02

Valstybinio socialinio draudimo fondo valdyba prie Socialinės apsaugos ir darbo ministerijos:

duomenys apie tiekėjo atsiskaitymą su Valstybinio socialinio draudimo fondu	Neįsiskolinęs
Duomenų suformavimo data	2016-02-01

Įtariamųjų, kaltinamųjų ir nuteistųjų registras:

duomenys apie tiekėją	Dėl bendros Lietuvos ir Danijos įmonės uždarnosios akcinės bendrovės "BALTIJOS KOPIJA", kodas 110669916, nėra priimtas ir įsiteisėjęs apkaltinamasis teismo nuosprendis už nusikalstamas veikas, nurodytas Lietuvos Respublikos viešųjų pirkimų įstatymo 33 straipsnio 1 dalies 1 punkto ir 2 dalies 3, 7
-----------------------	--

duomenys apie tiekėjo vadovą ar ūkinės bendrijos tikrąjį narį (narius), turintį (turinčius) teisę juridinio asmens vardu sudaryti sandorį

duomenys apie tiekėjo buhalterį (buhalterius) ar kitą (kitus) asmenį (asmenis), turintį (turinčius) teisę surašyti ir pasirašyti tiekėjo apskaitos dokumentus

Pagal pažymą

Pažymos data

punktų nuostatomis.

Vytautas Vidžiūnas, gim. 1958 m. liepos 8 d., neteistas (-a) už nusikalstamas veikas, nurodytas Lietuvos Respublikos viešųjų pirkimų įstatymo 33 straipsnio 1 dalies 1 punkte.

Oksana Lekavičienė, gim. 1982 m. vasario 18 d., neteistas (-a) už nusikalstamas veikas, nurodytas Lietuvos Respublikos viešųjų pirkimų įstatymo 33 straipsnio 1 dalies 1 punkte.

Informatikos ir ryšių departamento prie LR vidaus reikalų ministerijos pažymą Nr. 28R-1914

2016-02-02

Pažymą išspausdino:

Vilniaus filialo Juridinių asmenų registravimo skyriaus
Registro duomenų tvarkymo grupės
Vyriausioji specialistė



AURELIJA BALTAKIENĖ



FR0438

Versija

02

Spaudas



Forma patvirtinta Valstybinės mokesčių inspekcijos prie Lietuvos Respublikos finansų ministerijos viršininko 2002 m. gruodžio 24 d. įsakymu Nr.376 (Valstybinės mokesčių inspekcijos prie Lietuvos Respublikos finansų ministerijos viršininko 2013 m. rugsėjo 24 d. įsakymo Nr.VA-54 redakcija)

1 Identifikacinis numeris (kodas) 1 1 0 6 6 9 9 1 6

2 Vieneto pavadinimas B | U A B " B A L T I J O S K O P I J A "

Pildo VMI darbuotojas

ATASKAITA APIE KONTROLIUOJAMUOSIUS IR KONTROLIUOJANČIUS VIENETUS BEI ASMENIS

Pildymo data 2 0 1 5 - 0 5 - 1 1 Registracijos Nr.

Mokestinis laikotarpis nuo 3 2 0 1 4 - 0 1 - 0 1 iki 4 2 0 1 4 - 1 2 - 3 1

A. DUOMENYS APIE KONTROLIUOJAMUS VIENETUS

5 Tipas* 6 Valstybės kodas

7 Identifikacinis numeris (kodas)

8 Kontroliuojančio vieneto tiesiogiai valdoma turtinių teisių dalis (procentais)

9 Vieneto pavadinimas

10 Buveinės adresas

11 Valdymo tipas ☐ Tiesioginis ☐ Netiesioginis ☐ Kartu su susijusiais asmenimis

Kiti valdantys vienetai arba asmenys

12 Tipas* 13 Valstybės kodas

14 Identifikacinis numeris (kodas)

Vieneto arba asmens valdoma turtinių teisių dalis (procentais)

Vieneto netiesiogiai valdoma turtinių teisių dalis (procentais)

15

16

17 Vieneto pavadinimas

18 Asmens vardas, pavardė

19 Adresas

B. DUOMENYS APIE KONTROLIUOJANČIUS VIENETUS ARBA ASMENIS

20 Tipas* U J A 21 Valstybės kodas D K

22 Identifikacinis numeris (kodas) 8 7 2 2 6 3 2 8

23 Vieneto arba asmens tiesiogiai valdoma turtinių teisių dalis (procentais)

7 6

24 Vieneto pavadinimas A R H U S N E O - K O P I A P S

25 Asmens vardas, pavardė

26 Adresas B R E N D S T U P G A R D S V E J 2 9 , A R H U S , D A N I J A

*Tipas:

FA – fizinis asmuo; JA – juridinis asmuo;
UFA – užsienio fizinis asmuo; UJA – užsienio juridinis asmuo

27 Papildomų FR0438PA lapų skaičius

29 Papildomų FR0438PB lapų skaičius

1

Vadovas

Vyr. buhalteris
(buhalteris) ar
įgaliotas asmuo

(parašas)

(vardas, pavardė)

(parašas)

(vardas, pavardė)





Papildomo lapo
numeris

1

F R 0 4 3 8 P B

Versija

0 2

Nuorašas



FR0438 papildomas lapas

1 Identifikacinis
numeris (kodas) 1 1 0 6 6 9 9 1 6

Pildymo data 2 0 1 5 - 0 5 - 1 1

B. DUOMENYS APIE KONTROLIUOJANČIUS VIENETUS ARBA ASMENS

20 Tipas* F A 21 Valstybės kodas

22 Identifikacinis
numeris (kodas)

23 Vieneto arba asmens tiesiogiai valdoma turtinių
teisių dalis (procentais)

1 4

24 Vieneto
pavadinimas

25 Asmens vardas,
pavardė A L O Y Z A S V I T K A U S K A S

26 Adresas O L I M P I E Č I Ų G . 8 - 2 , V I L N I U S

20 Tipas* F A 21 Valstybės kodas

22 Identifikacinis
numeris (kodas)

23 Vieneto arba asmens tiesiogiai valdoma turtinių
teisių dalis (procentais)

1 0

24 Vieneto
pavadinimas

25 Asmens vardas,
pavardė V Y T A U T A S V I D Ž I Ū N A S

26 Adresas T A L L A T - K E L P Š O S G . 7 , V I L N I U S

20 Tipas* 21 Valstybės kodas

22 Identifikacinis
numeris (kodas)

23 Vieneto arba asmens tiesiogiai valdoma turtinių
teisių dalis (procentais)

24 Vieneto
pavadinimas

25 Asmens vardas,
pavardė

26 Adresas

20 Tipas* 21 Valstybės kodas

22 Identifikacinis
numeris (kodas)

23 Vieneto arba asmens tiesiogiai valdoma turtinių
teisių dalis (procentais)

24 Vieneto
pavadinimas

25 Asmens vardas,
pavardė

26 Adresas

*Tipas:

FA – fizinis asmuo; JA – juridinis asmuo;

UFA – užsienio fizinis asmuo; UJA – užsienio juridinis asmuo



INFORMACIJA APIE TEIKĖJO ĮVYKDYTAS SUTARTIS

Pateikiame informaciją apie per pastaruosius trejus metus apie įvykdytas sutartis:

Sutarties pavadinimas		Knygų, brošiūrų, kitų reprezentacinių leidinių, dizainas, maketavimas, redagavimas ir pagaminimas skaitmeninės ir ofsetinės spaudos būdu.			
Įmonės, kuri vykdė sutartį, pavadinimas	Valstybė, kurioje sutartis buvo vykdyta	Bendra sutarties vertė	Sutarties dalis, kurią vykdė įmonė, teikianti šį pasiūlymą	Sutarties pradžia ir pabaiga	Gavėjas
UAB „Baltijos kopija“	Lietuva	301204,82	100 proc	2011-01-01 2013-12-31	Lietuvos bankas
Trumpas sutarties aprašymas			Paslaugų teikėjo vykdytos sutarties dalies aprašymas		
Knygų, brošiūrų, kitų reprezentacinių leidinių leidyba			Knygų, brošiūrų, kitų reprezentacinių leidinių leidyba		

Sutarties pavadinimas		Knygų, brošiūrų, kitų reprezentacinių leidinių spausdinimo paslaugos ofsetinės spaudos būdu.			
Įmonės, kuri vykdė sutartį, pavadinimas	Valstybė, kurioje sutartis buvo vykdyta	Bendra sutarties vertė	Sutarties dalis, kurią vykdė įmonė, teikianti šį pasiūlymą	Sutarties pradžia ir pabaiga	Gavėjas
UAB „Baltijos kopija“	Lietuva	198389,71	100 proc	2012-07-09 2015-07-09	Vilniaus universitetas
Trumpas sutarties aprašymas			Paslaugų teikėjo vykdytos sutarties dalies aprašymas		
Knygų, brošiūrų, kitų reprezentacinių leidinių spausdinimo paslaugos ofsetinės spaudos būdu.			Knygų, brošiūrų, kitų reprezentacinių leidinių spausdinimo paslaugos ofsetinės spaudos būdu.		

Sutarties pavadinimas		ofsetinės spaudos paslaugos			
Įmonės, kuri vykdė sutartį, pavadinimas	Valstybė, kurioje sutartis buvo vykdyta	Bendra sutarties vertė	Sutarties dalis, kurią vykdė įmonė, teikianti šį pasiūlymą	Sutarties pradžia ir pabaiga	Gavėjas
UAB „Baltijos kopija“	Lietuva	257 859,67	100 proc	2013-06-22 2016-06-21	Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Trumpas sutarties aprašymas			Paslaugų teikėjo vykdytos sutarties dalies aprašymas		
Knygų leidyba			Knygų leidyba		



VILNIAUS UNIVERSITETAS
LEIDYBOS DIREKCIJA

BĮ UAB „Baltijos kopija“

2013-04-10

Nr. 10-3

**Dėl spausdinimo paslaugų kokybės ir
sutartyje prisiimtų įsipareigojimų vykdymo**

Į paklausimą

Atsakydami Jūsų prašymą pateikti atsiliepimą konkurso organizatoriui apie Jūsų įmonėje atliekamus Vilniaus universiteto spaudos paslaugas pažymime, kad:

- spaudos ir įrišimo darbų kokybei priekaištu neturime;
- per sutarčių galiojimo laiką nebuvo pažeisti sutartyse numatyti gamybos terminai;
- sutartys yra vykdomos tinkamai.

Direktorius

Jonas Vėgėlė

Jonas Vėgėlė, 2687185, jonas.vegele@ld.vu.lt

Valstybės biudžetinė įstaiga
Universiteto g. 3
LT-01513 Vilnius
<http://www.vu.lt>

Tel. (8-5) 268 70 00
Faks. (8-5) 268 70 09
El. p. infor@cr.vu.lt

PVM mokėtojo kodas LT119508113
Duomenys kaupiami ir saugomi
Juridinių asmenų registre
Kodas 211950810



VILNIAUS GEDIMINO
TECHNIKOS UNIVERSITETAS
LEIDYKLA „TECHNIKA“

Viešoji įstaiga, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, tel.: (8 5) 274 5000, (8 5) 274 5030, faks. (8 5) 270 0112, el. p. rastine@vgtu.lt
Duomenys kaupiami ir saugomi Juridinių asmenų registre, kodas 111950243, PVM mokėtojo kodas LT119502413
Leidyklos duomenys: Saulėtekio al. 11, SRK-II 209 kab., LT-10223 Vilnius, tel. (8 5) 274 5038, el. p. leidykla@vgtu.lt
Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania, phone: +370 5 274 5000, +370 5 274 5030, fax: +370 5 270 0112, e-mail: rastine@vgtu.lt
Press: Saulėtekio al. 11, SRK-II 209 room, LT-10223 Vilnius, Lithuania, phone: +370 5 274 5038, e-mail: leidykla@vgtu.lt

BĮ UAB „Baltijos kopija“
Kareivių g. 13B, Vilnius

2014-07-03

Nr. 22-16

I

Nr.

**DĖL SPAUSDINIMO PASLAUGŲ KOKYBĖS IR SUTARTYSE PRISIIMTŲ
ĮSIPAREIGOJIMŲ VYKDYMO**

Atsakydami į Jūsų prašymą pateikti atsiliepimą apie vykdomas spausdinimo paslaugų sutartis su Vilniaus Gedimino technikos universitetu, pažymime, kad:

- spaudos ir įrišimo darbų kokybei priekaištų neturime,
- per sutarčių galiojimo laiką sutartyse numatyti gamybos terminai pažeisti nebuvo,
- sutartys yra vykdomos tinkamai.

Direktorė

Eleonora Dagienė



LIETUVOS BANKAS

BĮ UAB „Baltijos kopija“
Direktoriui Vytautui Vidžiūnui
Kareivių g. 13B, LT-09109 Vilnius

2014-06-30 Nr. S 2014/(25.4-2500)-12-2742

**DĖL SPAUSDINIMO PASLAUGŲ KOKYBĖS IR SUTARTYJE PRISIIMTŲ
ĮSIPAREIGOJIMŲ VYKDYMO**

Atsakydami į Jūsų prašymą pateikti atsiliepimą konkurso organizatoriui apie Jūsų kompanijoje atliekamas Lietuvos bankui spaudos paslaugas pažymime, kad:
paruošimo spaudai (maketavimo, dizaino) darbai tenkina Lietuvos banko poreikius;
per sutarties galiojimo laiką nebuvo pažeisti sutartyje numatyti periodinių leidinių gamybos terminai;
spaudos ir įrišimo darbų kokybei priekaištų neturime.

Valdybos pirmininkas

Vitas Vasiliauskas

Linas Dikavičius, 268 0073

GYVENIMO APRAŠYMAS (CV)

Vardas: Zita

Pavardė: Markūnaitė

Gimimo data: 1982 02 08

e-paštas: z.markunaite@gmail.com

Adresas: Šviesos g. 6-1, Vilnius

Telefono numeris: (8 5) 276 07 09

Išsilavinimas:

<i>Institucija</i>	<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Suteiktas kvalifikacinis ar mokslinis laipsnis, gautas diplomas:</i>
Vilniaus pedagoginis universitetas	Iki 2007	baigtos magistrantūros studijos, įgytas humanitarinių mokslų magistro laipsnis ir gimnazijos lietuvių kalbos ir literatūros mokytojo kvalifikacija.
Vilniaus pedagoginis universitetas	Iki 2005	baigtos pagrindinės studijos, įgytas aukštasis universitetinis išsilavinimas, humanitarinių mokslų bakalauro laipsnis ir bendrojo lavinimo mokyklos lietuvių kalbos ir literatūros mokytojo kvalifikacija.

Dabartinė darbovietė, pareigos bei darbo pobūdis joje:

<i>Data: nuo kada pradėjote dirbti</i>	<i>Miestas, šalis</i>	<i>Įmonė/įstaiga/organizacija</i>	<i>Pareigos ir darbo pobūdis</i>
2011 – iki dabar	Vilnius	BĮ UAB „Baltijos kopija“	Dizainerė-maketuotoja

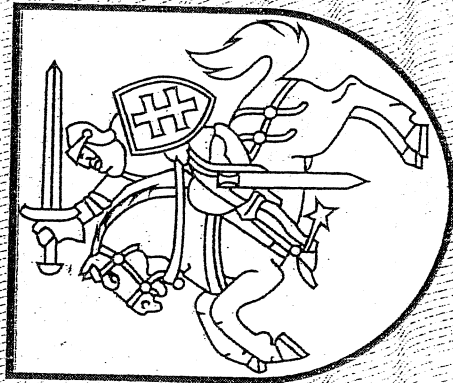
Profesinė patirtis:

<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Miestas, šalis</i>	<i>Įmonė, organizacija</i>	<i>Pareigos</i>
Nuo 2010	Lietuva	VG TU leidykla „Technika“	Redaktorė

Atlikti redagavimo darbai:

1. Rinkevičius, V. BALTŲ IR SLAVŲ KALBŲ KIRČIAVIMO ISTORIJA. I. Monografija. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2015. 160 p. ISBN 978-609-417-100-0
2. Rinkevičius, V. PRŪSISTIKOS PAGRINDAI. Vilniaus universiteto Baltistikos katedros studijų knyga 4. – Vilnius: Vilniaus universitetas, 2015. 240 p. ISBN 978-609-417-101-7
3. Burkšaitienė N. ir kt. Workbook for Law and Management Students. Mokomasis leidinys. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 132 psl. ISBN 978-9955-19-516-0
4. Liudvinavičius L. Kompleksinio projekto „Geležinkelio riedmenų eksploatavimo tobulinimas“ rengimo metodiniai nurodymai. Praktinių darbų metodika. Vilnius: Technika, 59 p. ISBN 978-609-457-265-4
5. Šapoka G. Teisės istorijos uždavinynas. Vadovėlis. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 75 p. ISBN 978-609-417-018-8

LIETUVOS RESPUBLIKA



VILNIAUS PEDAGOGINIS
UNIVERSITETAS

MAGISTRO
DIPLOMAS

M Nr. 002400

Universiteto kodas 1195149

Vilniaus pedagoginio universiteto
rektorius

prof. habet. dr. Algirdas Gaizutis
ir. Lituanistikos fakulteto dekanas
doc. dr. Vilija Pakienė
patvirtina, kad

Lita Markaūaitė

(asm. kodas 48202087252)

2007 metais baigė magistrantūros studijas,
įvykdė vietinių filologijos studijų programą
(kodas 62104H110) ir įgijo

filologijos magistro laipsnį.



Alg. Gaizutis
Rektorius
V. Pakienė
Kankinijos pirmininkė

Vilnius 2007 m. birželio 27 d. reg. Nr. 3020

Duomenys apie studijų programąs lutini ir studijų
vertinimą yra šio diplomo priedelyje.

GYVENIMO APRAŠYMAS (CV)

Vardas: Jūratė

Pavardė: Dusevičiūtė

Gimimo data: 1983 07 04

E-paštas: jurate@kopija.lt

Adresas: Vilnius

Telefono numeris: 8 640 12412

Išsilavinimas:

<i>Institucija</i>	<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Suteiktas kvalifikacinis ar mokslinis laipsnis, gautas diplomai:</i>
KTU, dizaino ir technologijų fakultetas	2005 -2007	Grafinių komunikacijų ir vadybos, magistrantūros studijų programa

Profesinė patirtis:

<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Miestas, šalis</i>	<i>Įmonė, organizacija</i>	<i>Pareigos</i>
2007 03 19 - 2008 05 08	Lietuva	UAB „Friskas“	Dizainerė
2008 05 19 - 2008 06 03	Lietuva	UAB „Tinesa dizainas“	Dizainerė - maketuotoja
2008 09 09 - dabar	Lietuva	UAB „Baltijos kopija“	Dizainerė - maketuotoja

Kiti įgūdžiai:

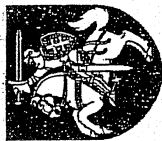
Kursai	2007 10 31 – Adobe InDesign kursai
Darbas kompiuteriu	Adobe programos (Photoshop, Illustrator, InDesign, ImageReady Reader, Acrobat, Dreamweaver), CorelDraw, ScenicSoft Preps, Acrobat Distiller, FTP Commander, MS Office programos (Word, Excel, Visio, Access, PowerPoint), AutoCAD, Woody, MathCAD, Paint, Provision Workbench.

Dizainerė Jūratė Dusevičiūtė yra baigusi Kauno technologijos universiteto **Dizaino** ir technologijų fakulteto **grafinių** komunikacijų inžinerijos ir vadybos studijų programą. Jai buvo suteiktas **magistro** diplomai su **pagyrimu**. Šios specialybės absolventai gali dirbti ir dirba: spaustuvėse, leidyklose, laikraščių ir žurnalų redakcijose, reklamos agentūrose, radijo ir televizijos studijų reklamos skyriuose, aptarnavimo įstaigose ir kitose giminingos sritys įmonėse.

Studijuodama Dizaino ir technologijų fakultete, dizainerė Jūratė Dusevičiūtė įgijo viršeliui ir leidiniui sukurti reikiamų žinių (**diplomai su pagyrimu**), tai gerai matyti iš jos atliktų darbų sąrašo:

1. Zaveckas V. Elektrotechnikos pagrindai. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 90 p. eISBN 978-609-457-278-4 (spausdintinė ir elektroninė versijos).
2. Šešok A. Ortopedinės technikos projektavimas ir gamyba. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 123 p. ISBN 978-609-457-266-1.
3. Liudvinavičius L. Kompleksinio projekto „Geležinkelio riedmenų eksploatavimo tobulinimas“ rengimo metodiniai nurodymai. Praktinių darbų metodika. Vilnius: Technika, 59 p. ISBN 978-609-457-265-4.
4. Astrauskas J. V. Medicininiai robotai ir kompiuterinės integruotos chirurginės sistemos. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 71 p. ISBN 978-609-457-264-7.
5. Valickas A. Karjeros vystymo sistema Lietuvos valstybės tarnyboje: individo ir organizacijos lygmenų integracija. Daktaro disertacija. Vilnius: Mykolo Romerio universiteto leidykla, 194 p. ISBN 978-9955-19-307-4.

6. Žingsnis link veiksmingumo planavimo. Švietimo veiklos planavimo rekomendacijos. Nacionalinė mokyklų vertinimo agentūra, 382 p. ISBN 978-9955-788-09-6
7. Lietuvos gyventojų požiūris į imigraciją ir darbo imigrantus. Tyrimo ataskaita. Tarptautinė migracijos organizacija, 40 p. ISBN 978-9955-697-27-5
8. Ancelis P. ir kt. Tyrimo veiksmai baudžiamajame procese. Vadovėlis. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 258 p. ISBN 978-9955-19-345-6
9. Radžiukynas J. ir kt. Europos Sąjungos bendroji prekybos politika. Vadovėlis. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 462 p. ISBN 978-9955-19-310-4
10. Erentaitė R., Žukauskienė R. Akademinio raštingumo pagrindai. Metodinė priemonė. Vilnius: Mykolo Romerio universiteto leidyba, ISBN 978-9955-19-357-9
11. Jurka R. ir kt. Baudžiamasis procesas: nuo teorijos iki įrodinėjimo. Mokslo studija. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 458 p. ISBN 978-9955-19-321-0



LIETUVOS
REPUBLIKA

Kodas 7115

MAGISTRO DIPLOMAS

S U P A G Y R I M U

Jūratė Dusevičiūtė

(asmens kodas 48307041045)

Kauno technologijos universiteto Dizaino ir technologijų fakultete baigė
grafinių komunikacijų inžinerijos ir vadybos studijų programą (kodas 62108T218) ir įgijo

PRAMONĖS INŽINERIJOS MAGISTRO

kvalifikacinį laipsnį ir

REKTORIUS

prof. Ramutis Petras Bansevicius

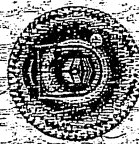


M. Nr. 000668

Universiteto kodas 111950581

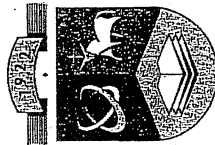
FAKULTETO DEKANAS

prof. Virginija Janauskaitė



Registracijos Nr. DT-00290

Kaunas, 2007 m. sausio 26 d.





Valentinas ZAVECKAS

ELEKTROTECHNIKOS PAGRINDAI

Vilnius „Technika“ 2012

Projekto kodas

VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023



Studijų programų atnaujinimas
pagal ES reikalavimus, gerinant
studijų kokybę ir taikant
inovatyvius studijų metodus

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Valentinas ZAVECKAS

ELEKTROTECHNIKOS PAGRINDAI

Mokomoji knyga



Vilnius „Technika“ 2012

Valentinas Zaveckas. Elektrotechnikos pagrindai: mokomoji knyga.
Vilnius: Technika, 2012. 90 p. [3,0 aut. l. 2012 09 19]

Knygoje pateikiama žinios apie elektrotechnikos sąvokas, dėsnius, nuolatinės ir kintamosios srovės grandines, elektros mašinų sandarą, veikimo principus, elektros pavaras.

Leidinyi skirtas studentams, studijuojantiems aviacinės mechanikos specialybei, tačiau gali būti naudojamas ir studijuojantiems kitus modulius.

Leidinį rekomendavo Antano Gustaičio aviacijos instituto studijų komitetas

Recenzavo: prof. dr. Vygaudas Kvedaras, VGTU Elektrotechnikos katedra
doc. dr. Eduardas Lasauskas, AGAI Aviacinės mechanikos katedra

Leidinyi parengtas ir išleistas už Europos struktūrinių fondų lėšas, jomis finansuojant VGTU Transporto inžinerijos, Biomechanikos ir Aviacinės mechanikos inžinerijos projektą „Studijų programų atnaujinimas pagal ES reikalavimus, gerinant studijų kokybę ir taikant inovatyvius studijų metodus“ pagal Lietuvos 2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-07-K priemonę „Studijų kokybės gerinimas, tarptautiškumo didinimas“. Projekto kodas Nr. VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023, finansavimo ir administravimo sutartis Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-023.

VGTU leidyklos TECHNIKA 1383-S mokomosios
metodinės literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

Redaktorė *Stasė Simutytė*
Maketuotoja *Jūratė Dusevičienė*

eISBN 978-609-457-278-4
doi:10.3846/1383-S

© Valentinas Zaveckas, 2012
© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2012

TURINYS

Įvadas	5
1. Nuolatinės srovės grandinės	9
1.1. Pagrindinės sąvokos ir dėsniai.....	9
1.2. Elektrinių grandinių darbo režimai	11
1.3. Elektros energijos perdavimas vartotojams	12
2. Kintamosios srovės grandinės.....	14
2.1. Bendrosios sąvokos	14
2.2. Sinusinių dydžių vertės.....	16
2.3. Kintamosios srovės varžos	17
2.4. Varžų jungimas kintamosios srovės grandinėje	20
2.4.1. Nuoseklusis jungimas.....	20
2.4.2. Lygiagretusis jungimas.....	23
2.5. Kintamosios srovės galia	27
2.6. Galios koeficiento gerinimas	29
2.7. Kintamosios srovės grandinių analizė simboliu metodu	30
2.7.1. Pagrindinės simbolinio metodo sąvokos	30
2.7.2. Sinusinių dydžių užrašymas kompleksiniais skaičiais	32
2.7.3. Galios kompleksine forma	32
3. Trifazės srovės grandinės	34
3.1. Trifazės srovės gavimas	34
3.2. Jungimas žvaigžde	35
3.3. Jungimas trikampiui	39
3.4. Trifazės grandinės galios	41
4. Transformatoriai.....	42
4.1. Transformatorių paskirtis ir panaudojimo sritys	42
4.2. Vienfazio transformatoriaus sandara	43
4.3. Transformatoriaus darbo režimai	44
4.4. Transformatoriaus išorinė charakteristika	47
4.5. Trifaziai transformatoriai	48
4.6. Matavimo transformatoriai	49
4.7. Autotransformatorius	51
5. Asinchroninės mašinos	53
5.1. Trifazio asinchroninio variklio sandara	53
5.2. Trifazis sukamasis magnetinis laukas	54
5.3. Asinchroninio variklio veikimo principas	57
5.4. Asinchroninio variklio elektriniai parametrai	58

5.5. Asinchroninio variklio sukimo momentas ir mechaninė charakteristika	61
5.6. Asinchroninio variklio paleidimas, greičio reguliavimas ir sukimosi krypties pakeitimas	62
6. Synchroninės mašinos	64
6.1. Synchroninio generatoriaus sandara ir veikimo principas	64
6.2. Synchroninio variklio veikimo principas	66
7. Nuolatinės srovės mašinos	70
7.1. Bendrosios žinios apie nuolatinės srovės mašinas	70
7.2. Nuolatinės srovės generatoriaus veikimo principas	70
7.3. Nuolatinės srovės variklio veikimo principas	73
7.4. Nuolatinės srovės generatorių tipai ir jų charakteristikos	75
7.5. Nuolatinės srovės variklių tipai, savybės ir charakteristikos	78
8. Elektros pavaros	82
8.1. Samprata apie elektros pavaras	82
8.2. Variklio galios parinkimas	82
8.3. Variklio paleidimo ir perkrovimo galimybių patikrinimas	84
8.4. Variklio vardinės įtampos parinkimas	85
8.5. Variklio tipo parinkimas	85
8.6. Variklio parinkimas pagal konstrukcinius ypatumus	86
8.7. Elektros pavarų valdymas	86
8.7.1. Asinchroninio variklio nereversinio valdymo schema	88
Literatūra	90

IVADAS

Kalbant apie energijos rūšį galima teigti, kad žmonija nežino ir neturi universalesnės energijos už elektros energiją. Ją galima lengvai gauti ir paversti kitos rūšies energija, perduoti dideliais atstumais, paskirstyti vartotojams pagal pareikalavimą, galima automatizuoti ją naudojančius įrenginius.

Elektrotechnika – mokslas, tiriantis elektromagnetinius procesus ir jų praktinį panaudojimą. Tai vienas iš fundamentaliųjų technikos mokslų. Jos žinios reikalingos studijuojant daugelį disciplinų, o inžinierius turėtų sugebėti taikyti įgytas žinias praktikoje, t. y. parinkti elektros įrenginius, juos eksploatuoti, užtikrinti darbų saugą.

Elektrotechnikos galima skirti *dvi sudėtines dalis*:

Pamatinę – kurią sudaro dėsniai, tyrimo metodai, įtaisų ir įrenginių veikimo principai;

Praktinę – įrenginių kūrimas ir jų taikymas.

Elektriniai ir magnetiniai reiškiniai buvo žinomi jau seniai, tačiau pirmasis terminą „*elektra*“ pavartojo anglų gydytojas ir fizikas V. Gilbertas (1544–1603 m.). Iki 19 amžiaus visi darbai apsiribojo elektrostatikos reiškiniais. Čia galima paminėti V. Gilberto, B. Franklino, G. Richmano, S. Kulono darbus. Remiantis šiomis žmonių buvo sukurta pirmosios elektrostatinės mašinos. Įdomu pažymėti, kad jau 1753 m. ir Lietuvoje Vilniaus visuomenei buvo demonstruojama Vilniaus universiteto profesoriaus Tomo Žebrausko pagaminta elektros mašina, kuri, matyt, veikė trinties principu.

1800 m. A. Volta sukūrė elektrocheminį elektros srovės šaltinį, kas leido pradėti plačius elektrinių reiškinių tyrimus. Pirmiausia buvo atrasti elektros srovės sukeliama reiškiniai. Tai, kad elektros srovė sukelia šiluminius reiškinius, 1800 m. pastebėjo A. Farkrua, šviesinius – 1801 m. atskleidė L. Tenaras, elektros lanką 1802 m. – V. Petrovas, magnetinius reiškinius 1820 m. – G. Erstedas.

Greitai buvo suformuluoti ir pagrindiniai dėsniai:

1820 m. A. Amperas atrado elektros srovių sąveikos dėsnį;

1826 m. G. Ohmas – laidininko varžos, įtampos ir srovės ryšio dėsnį;

1831 m. *M. Faradėjus* – elektromagnetinės indukcijos dėsnį;
1841 m. *D. Džaulis* ir 1842 m. *E. Lencas* – išskirto laidininke šilumos kiekio dėsnį;

1845 m. *G. Kirchhoffas* – sudėtingų elektrinių grandinių srovių bei įtampų pasiskirstymo dėsnį.

Taip jau 19 amžiaus pradžioje buvo suformuluoti pagrindiniai elektrotechnikos dėsniai.

Greta elektrinių reiškinių stebėjimo vyko ir praktinio elektros energijos pritaikymo bandymai, bet tam reikėjo galingo elektros energijos šaltinio. Pirmąjį nuolatinės srovės generatorių, keičiantį mechaninę energiją į elektros energiją, sukūrė prancūzas *Z. Gramas 1869–1871 m.* Turint palyginti paprastą ir patikimą energijos šaltinį, šią energiją buvo galima naudoti daugeliui tikslų. Iš pradžių buvo panaudota apšvietimui: 1876 m. *P. Jabločkovas* ją naudoja elektrinių žvakių maitinimui, 1879 m. *T. Edisonas* sukuria kaitrinę elektros lempą. Tačiau bene svarbiausia, elektros energiją buvo galima panaudoti atlikti mechaninį darbą – varikliuose. Pirmąjį nuolatinės srovės variklį sukonstravo 16-metis italas *Antonio Pačino* dar 1860 m. Gaila, jis nežinojo, kad jo pasiūlyta mašina gali būti panaudota ir kaip elektros energijos generatorius.

Nuolatinės srovės naudojimas parodė ir šios srovės trūkumus: visų svarbiausia tai, kad nuolatinės srovės energiją buvo galima perduoti tik netolimu atstumu. Perduodant didesniu atstumu buvo gaunami dideli energijos nuostoliai laiduose.

Kažkas (autorius nežinomas) pasiūlė vietoj nuolatinės srovės panaudoti srovę, kuri periodiškai keitė savo didumą ir kryptį, t. y. kintamąją. 1878 m. *P. Jabločkovas* pagamino keletą kintamosios srovės generatorių, panaudojo juos savo lempų maitinimui ir gavo puikius rezultatus. Be to, jis pasiūlė ir šios srovės paskirstymo būdą panaudojant transformacijos principą.

Sukūrus transformatorių elektros energiją buvo galima gaminti centralizuotai ir perduoti bet kokiais atstumais.

1881 m. prie Niagaros krioklio pradėta statyti pirmoji pasaulyje hidroelektrinė, 1882 m. Londone ir Niujorke pastatytos pirmosios šiluminės elektrinės. 1883 m. pirmoji elektrinė pastatyta Rusijoje.

Lietuvoje pirmoji elektrinė pradėjo veikti 1892 m. kunigaikščio Oginskio dvare Rietave. 1915 m. pirmąją elektrinę įsirengia broliai Tilmansai savo metalo fabrike Kaune. 1905 m. Vilniuje pradeda veikti pirmoji šiluminė elektrinė.

1896 m. JAV pasirodo pirmoji energetinė sistema – dvi elektrinės, nutolusios per 18 km, sujungiamos bendram darbui ir tiekia energiją Niujorkui. 1914 m. JAV pietuose sukurta pirmoji jungtinė energetikos sistema, į kurios sudėtį įėjo jau kelios kitos energetinės sistemos.

Šiuo metu pasaulyje veikia daug galingų elektrinių, dirbančių vieningoje sistemoje. Taip buvusioje Tarybų Sąjungoje buvo sukurta vieninga Šiaurės-Vakarų energetinė sistema. Lietuvai integruojantis į Europos Sąjungą įgyvendinamos jos tinklų jungtys su visos Europos energetine sistema.

Tačiau elektros energija turi ir vieną trūkumą – ji negali būti sandėliuojama: kiek energijos pagaminama, tiek turi būti ir sunaudojama.

Visą *sunaudojamą* elektros energijos kiekį santykinai galima skirstyti į dvi dalis: *gamybinėje veikloje ir tiesioginėms žmogaus reikmėms tenkinti*.

Lietuvoje visoms gamybinėms reikmėms tenka apie 70–75 % visos sunaudojamos energijos. Didžiausias elektros energijos kiekis (apie 60–65 %) sunaudojamas elektros varikliuose paverčiant ją mechanine. Elektriniam apšvietimui tenka 10–12 %, elektrotermijai – 10 %, ryšiams, radijui, televizijai – 2 % sunaudojamos elektros energijos.

Didėjant elektros energijos poreikiams tampa reikšminga ne tik energijos taupymo, bet ir ekologinė problema, todėl ES energetinėse direktyvose didelis dėmesys skiriamas elektros energijos gamybai iš atsinaujinančių energijos šaltinių: saulės, vėjo, vandens, biokuro ir pan.

Apibendrinant galima teigti, kad, nepaisant visų problemų, elektros energija išliks prioritetine energijos rūšimi. Jos gamyba ir sunaudojimas kiekvienoje žmogaus veiklos srityje ateityje dar didės. Todėl kiekvienas specialistas susidurs su dar didesniu elektros įrenginių kiekiu, naujomis technologijomis ir įrenginiais, jam bus reikalingos elektrinio pobūdžio žinios, kad gebėtų kūrybiškai analizuoti ir spręsti elektrotechnikos klausimus savo tiesioginės veiklos srityje.

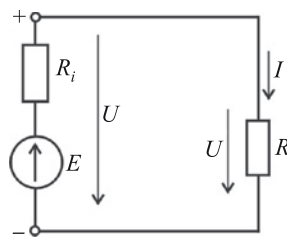
Tam reikia žinoti pagrindines elektrotechnikos sąvokas ir dėsnius, procesus, vykstančius elektros grandinėse, elektros įtaisų ir įrenginių veikimo principus, jų parametrus ir panaudojimo galimybes, mokėti apsisaugoti pačiam ir apsaugoti kitus nuo pavojingo elektros srovės veikimo.

1. NUOLATINĖS SROVĖS GRANDINĖS

1.1. Pagrindinės sąvokos ir dėsniai

Nuolatinė srovė – tai srovė, kuri laiko bėgyje nekeičia savo krypties.

Paprasčiausią elektros grandinę sudaro 3 elementų grupės: šaltiniai, energijos perdavimo elementai ir imtuvai (1.1 pav.).



1.1 pav. Paprasčiausia nuolatinės srovės grandinė:
E – šaltinis; R_i – šaltinio vidaus varža; R – imtuvas

Esant uždarai grandinei, ja teka srovė I, o ant atskirų elementų yra tam tikro didumo įtampa U.

Labai svarbu elektrinius dydžius žymėti laikantis sutartinių teigiamų kryptų sistemos (1.1 pav.), kad būtų teisingai užrašyti daugelis elektrotechnikos dėsnių.

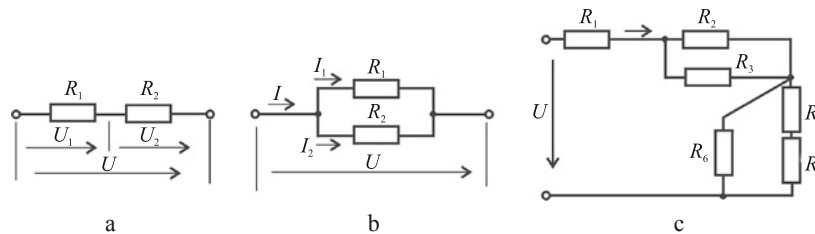
Grandinės srovės, įtampos ir varžos tarpusavio priklausomybę nusako Omo dėsnis. Visai grandinei jis užrašomas taip:

$$I = \frac{E}{R + R_i} , \quad (1.1)$$

arba bet kuriai grandinės daliai

$$I = \frac{U}{R} . \quad (1.2)$$

Grandinėje gali būti įjungta keletas šaltinių ir imtuvų. Tiek vienu, tiek kitu jungimas būna nuoseklus, lygiagretus ir mišrus (1.2 pav.).



1.2 pav. Elementų jungimo būdai:
a – nuoseklus; b – lygiagrečius; c – mišrus

Skaiciuojant grandinės nuosekliai ar lygiagrečiai sujungtus elementus galima pakeisti vienu ekvivalentiniu. Keičiant nuosekliai sujungtus elementus ekvivalentiniu, jo varža apskaičiuojama taip:

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n. \quad (1.3)$$

Keisdami lygiagrečiai sujungtus elementus ekvivalentiniu, jo varžą apskaičiuojame iš formulės

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (1.4)$$

Pravartu atsiminti dviejų lygiagrečiai sujungtų varžų ekvivalentinės varžos formulę

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}. \quad (1.5)$$

Bet kuriam grandinės mazgui galioja I Kirchhofo dėsnis: elektrinės grandinės mazgo srovių algebrinė suma lygi nuliui

$$\sum I = 0. \quad (1.6)$$

Teigiamomis laikome sroves, ištekantias iš mazgo, o neigiamomis – įtekančias į mazgą.

Bet kuriam grandinės kontūrai galioja II Kirchhofo dėsnis: kontūre veikiančių elektrovarų suma lygi įtampos kritimų kontūro varžose algebrinei sumai

$$\sum E = \sum RI. \quad (1.7)$$

Norint naudotis šiuo dėsniu reikia žinoti srovių kryptis grandinės šakose ir pasirinkti kontūro apėjimo kryptį. Elektrovaros ir įtampų kritimai rašomi su teigiamu ženklu, kai laisvai pasirinkta kontūro apėjimo kryptis sutampa su jų kryptimi. Priešingu atveju šie lygties nariai rašomi su neigiamu ženklu.

Energetiniu požiūriu elektros grandinė arba atskiri jos elementai charakterizuojami galia:

$$P = UI = I^2 R, \text{ W.} \quad (1.8)$$

Bet kurioje grandinėje šaltinių atiduodama galia yra lygi imtuvuose sunaudojamų galių sumai

$$\sum P_s = \sum P_i; \quad \sum EI = \sum RI^2. \quad (1.9)$$

Jei srovė šaltinyje teka priešinga kryptimi nei jo elektrovaros kryptis, sumuojant šaltinių galias tokio šaltinio galia imama su neigiamu ženklu.

1.9 lygtis vadinama *galių balanso lygtimi*.

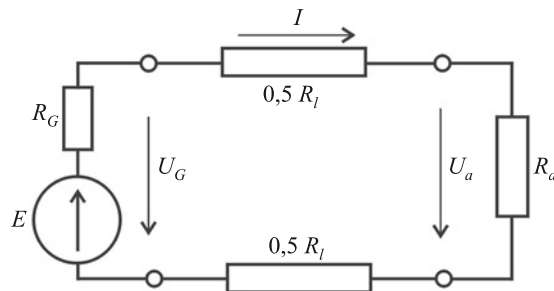
1.2. Elektrinių grandinių darbo režimai

Bet kokioje grandinėje galimi 4 darbo režimai:

1. *Tuščiosios veikos darbo režimas*. Jis bus tuomet, kai srovė grandinėje lygi nuliui. Dažniausia tai pasiekama jungikliu nutraukiant grandinę.
2. *Vardinis darbo režimas*. Jis būna tuomet, kai bet kuriuo grandinės elementu teka srovė ar ant jo galų yra tokia įtampa arba jame išsiskiria tokia galia, kuriai šis elementas apskaičiuotas. Vardiniai dydžiai žymimi indeksu N: I_N , U_N , P_N .
3. *Trumpojo jungimo režimas* bus tuomet, kai išorinė grandinės varža taps lygi nuliui. Srovė šio režimo metu priklauso nuo likusios grandinės varžos (šaltinio, laidų, prietaisų). Jei ši varža nedidelė, trumpojo jungimo srovė gali daug kartų viršyti vardinę elementų srovę. Todėl šis režimas laikomas avariniu.
4. *Suderintas darbo režimas* būna tuomet, kai išorinės grandinės varža lygi likusios grandinės varžai. Šiam režimui būdinga tai, kad jungiamaisiais laidais perduodama pati didžiausia galia.

1.3. Elektros energijos perdavimas vartotojams

Elektros energija vartotojams perduodama dvilaidėmis linijomis (1.3 pav.).



1.3 pav. Elektros energijos perdavimas vartotojui

Generatoriaus gnybtų įtampa

$$U_G = E - R_G I, \quad (1.10)$$

čia $R_G I$ – įtampos kritimas generatoriaus vidaus varžoje.

Mažėjant imtuvo varžai, srovė grandinėje didėja, didėja $R_G I$, o įtampa ant generatoriaus gnybtų U_G mažėja. Šiuolaikiniuose tinkluose šaltinių vidaus varža daug kartų mažesnė už išorinės grandinės varžą. Todėl įtampos kritimo šaltinio vidaus varžoje dažnai neįvertiname ir laikome, kad $U_G \approx E$.

Kai generatorius su imtuvu sujungtas energijos perdavimo linija, tekant apkrovos srovei laidais, turinčiais varžą, linijoje prarandama dalis įtampos $U_d = R_l I$. Dėl to įtampa, tenkanti imtuvui U_a , būna mažesnė negu generatoriaus įtampa U_G dydžiu U_d :

$$U_a = U_G - U_d = U_G - R_l I. \quad (1.11)$$

Linijos laidų varžą apskaičiuojame iš formulės:

$$R_l = \rho \frac{l}{S}, \quad (1.12)$$

čia ρ – santykinė laidininko varža, $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$; l – laido ilgis, m; S – skerspjūvio plotas, mm^2 .

Tekant srovei laidais, juose susidaro galios nuostoliai

$$P_d = R_l I^2. \quad (1.13)$$

Tuomet šaltinio atiduodama galia bus lygi imtuvo galiai plus galios nuostoliai laiduose $P_s = P_a + P_d$. Taigi iš šaltinio pareikalaujama galia bus didesnė nei atiduodama imtuvui.

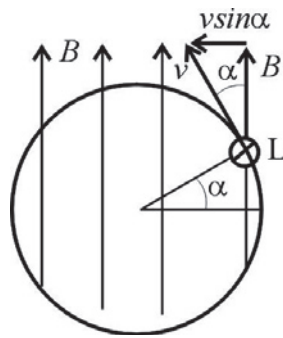
Linijos naudingumo koeficientą galima apskaičiuoti taip:

$$\eta = \frac{P_a}{P_s} = \frac{U_a I}{U_G I} = \frac{U_a}{U_G}. \quad (1.14)$$

2. KINTAMOSIOS SROVĖS GRANDINĖS

2.1. Bendrosios sąvokos

Jei laidininką, kurio ilgis l , suksime greičiu v magnetiniame lauke, kurio indukcija B (2.1 pav.),



2.1 pav. Laidininkas magnetiniame lauke

tai ant jo galų atsiras įtampa

$$u = Blv \sin \alpha, \quad (2.1)$$

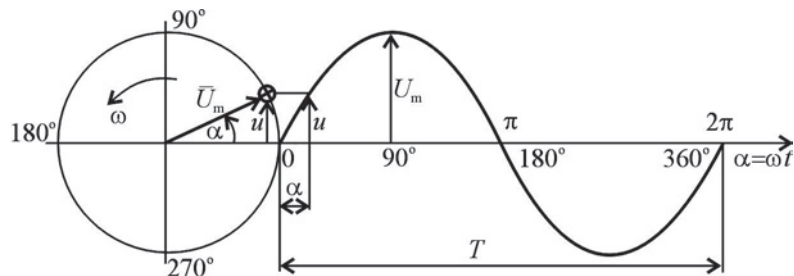
čia α – kampas, kurį sudaro greičio ir indukcijos vektorių kryptys.

Pati didžiausia įtampos vertė bus, kai $\alpha = 90^\circ$, $U_m = Blv$ ir galėsime užrašyti, kad $u = U_m \sin \alpha$.

Laike besikeičianti įtampa kinta sinuso dėsnio. Taigi ją galime atvaizduoti vektoriumi $\bar{U}_m$, kuris sukasi prieš laikrodžio rodyklę kampiniu greičiu ω (2.2 pav.).

Vektoriaus projekcija į vertikalią ašį bus momentinė įtampos vertė $u = U_m \sin \alpha$. Atidėjus šią vertę prie atitinkamo α kampo, gausime linijinę u kitimo diagramą (2.2 pav.). Laikas, per kurį visiškai pasikeičia sinusinis dydis, vadinamas periodu T , s. Periodų skaičius per 1 sekundę vadinamas dažniu

$$f = \frac{1}{T}, \text{ Hz.} \quad (2.2)$$



2.2 pav. Linijinės diagramos sudarymas

Kampas α vadinamas faze. Šis kampas yra greičio komponentė $\alpha = \omega t$, čia ω kampinis dažnis $\omega = 2\pi f$.

Tuomet

$$u = U_m \sin \omega t . \quad (2.3)$$

Daugeliu atvejų sinusiniai dydžiai jau turi pradinę fazę α .

Jei pradiniu laiko momentu $\alpha = 0$, sinusoidė prasideda nuo 0, jei vektorius su laiko ašimi jau sudaro kampą α , kuris skaičiuojamas prieš laikrodžio rodyklę, šio dydžio sinusoidė pasislenka į kairę. Sakome, jis turi teigiamą pradinę fazę ir jo kitimas užrašomas lygtimi

$$u = U_m \sin(\omega t + \alpha) . \quad (2.4)$$

Jei kampą skaičiuojame nuo laiko ašies pagal laikrodžio rodyklę, sinusoidė pasislenka į dešinę. Sakome, kad šis dydis turi neigiamą pradinę fazę. Jo kitimas užrašomas lygtimi.

$$u = U_m \sin(\omega t - \alpha) . \quad (2.5)$$

2.3 pav. atvaizduotos sinusoidės su skirtingomis pradinėmis fazėmis.

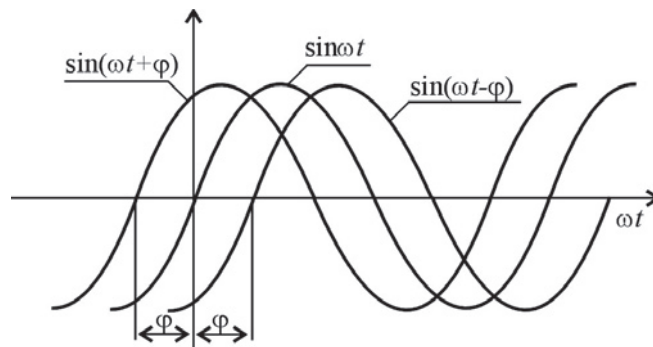
Kampas tarp dviejų sinusinių dydžių fazių vadinamas fazių skirtumo kampu φ .

Apie vektorių, kuris juda pirmiau – sakoma, kad jis „pralenkia“, o kuris juda vėliau, sakoma – „atsilieka“.

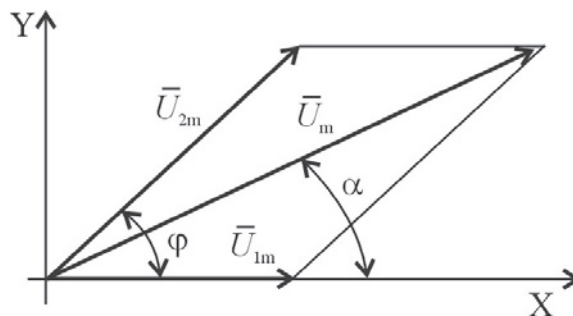
Jei turime du vektorius $\vec{U}_{1m}$ ir $\vec{U}_{2m}$, tai pagal darbo su vektoriais taisyklę suminis vektorius bus lygiagretainio, padaryto iš šių

vektorių, įstrižainė (2.4 pav.), o šio vektoriaus linijinę diagramą bus galima atvaizduoti sinusoide

$$u = U_m \sin(\omega t + \alpha). \quad (2.6)$$



2.3 pav. Fazių poslinkis



2.4 pav. Dviejų vektorių sudėtis

2.2. Sinusinių dydžių vertės

Sinusinio dydžio reikšmė bet kuriuo laiko momentu vadinama *momentine verte* ir žymima mažąja raide $u, i, p, \dots$

Vidutinė vertė – tai vidutinė kintamo dydžio vertė per pusę periodo, pavyzdžiui, ...,

$$U_v = 0,637U_m. \quad (2.7)$$



Lionginas LIUDVINAVIČIUS

KOMPLEKSINIO PROJEKTO „GELEŽINKELIO RIEDMENŲ EKSPLOATAVIMO TOBULINIMAS“ RENGIMO METODINIAI NURODYMAI

Vilnius „Technika“ 2012

Projekto kodas

VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023



Studijų programų atnaujinimas
pagal ES reikalavimus, gerinant
studijų kokybę ir taikant
inovatyvius studijų metodus

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Lionginas LIUDVINAVIČIUS

**KOMPLEKSNIO PROJEKTO
„GELEŽINKELIO RIEDMENŲ
EKSPLOATAVIMO TOBULINIMAS“
RENGIMO METODINIAI
NURODYMAI**

Praktinių darbų metodika



Vilnius „Technika“ 2012

L. Liudvinavičius. Kompleksinio projekto „Geležinkelio riedmenų eksploatavimo tobulinimas“ rengimo metodiniai nurodymai: praktinių darbų metodika. Vilnius: Technika, 2012, 59 p. [3,10 aut. l. 2012 09 10]

Leidinyje pateikiami Transporto inžinerijos studijų programos Geležinkelių transporto inžinerijos specializacijos kompleksinio projekto rengimo, turinio įforminimo, struktūros, atlikimo, vertinimo reikalavimai.

Leidinį rekomendavo Transporto inžinerijos fakulteto studijų komitetas.

Recenzavo: doc. dr. Gediminas Vaičiūnas, VGTU Geležinkelių transporto katedra
doc. dr. Gintautas Bureika, VGTU Geležinkelių transporto katedra

Leidinyje parengtas ir išleistas už Europos struktūrinių fondų lėšas, jomis finansuojant VGTU Transporto inžinerijos, Biomechanikos ir Aviacinės mechanikos inžinerijos projektą „Studijų programų atnaujinimas pagal ES reikalavimus, gerinant studijų kokybę ir taikant inovatyvius studijų metodus“ pagal Lietuvos 2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-07-K priemonę „Studijų kokybės gerinimas, tarptautiškumo didinimas“. Projekto kodas Nr. VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023, finansavimo ir administravimo sutartis Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-023.

VGTU leidyklos TECHNIKA 1375-S mokomosios
metodinės literatūros knyga
<http://leidykla.vgtu.lt>

Redaktorė *Zita Markūnaitė*
Maketuotoja *Jūratė Dusevičienė*

eISBN 978-609-457-265-4
doi:10.3846/1375-S

© Lionginas Liudvinavičius, 2012
© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2012

TURINYS

Įvadas	4
1. Kompleksinio projekto tikslai	6
2. Kompleksinio projekto temos	7
3. Kompleksinio projekto informavimo bendrieji reikalavimai	8
4. Kompleksinio projekto aiškinamojo rašto struktūra	10
5. Kompleksinio projekto grafinių dokumentų bendrieji reikalavimai	19
6. Vadovavimas kompleksinio projekto rengimui	24
7. Kompleksinio projekto vertinimas	25
8. Kompleksinio projekto gynimas	26
Literatūra	27
Priedai	29
1 priedas. Pagrindinių studijų kompleksinio projekto titulinio lapo formos pavyzdys	29
2 priedas. Pagrindinių studijų kompleksinio projekto užduoties formos pavyzdys	30
3 priedas. Sąžiningumo deklaracijos pavyzdys	31
4 priedas. Specifikacijos pavyzdys	32
5 priedas. VGTU Geležinkelių transporto katedros studijų programose dėstomuose moduluose taikomi standartai	33
6 priedas. Šilumvežių dyzelinių variklių charakteristikos	44
7 priedas. Techniniai elektros mašinų duomenys	48
8 priedas. Puslaidininkinių charakteristikos	55
9 priedas. Kompleksinio projekto tipinės temos	57

IVADAS

Rengiant kompleksinį projektą „**Geležinkelio riedmenų eksploatavimo tobulinimas**“, studentams būtina kūrybiškai naudotis specializuota literatūra geležinkelių tematika (Bureika, G. 1998. *Riedmenų traukos teorija*, Lingaitis, L. P.; Liudvinavičius, L.; Butkevičius, J.; Podagėlis, I.; Sakalauskas, K.; Vaičiūnas, G.; Bureika, G.; Gailienė, I.; Petrenko, V.; Subačius, R. 2009. *Geležinkeliai*. Bendrasis kursas: vadovėlis, Lingaitis, L. P. 1999. *Vagonų eksploatavimas*: vadovėlis, Lingaitis, L. P. 1997. *Lokomotyvų eksploatavimas*: vadovėlis, Bazaras, Ž. 1999. *Geležinkelio riedmenų traukos teorijos pagrindai*: vadovėlis, Liudvinavičius, L.; Lingaitis, L. P.; Dailydka, S. 2010. *Traukos riedmenų elektros pavaros ir jų valdymas*: bendrasis aukštųjų mokyklų vadovėlis, Sakalauskas, K. 1997. *Geležinkelių inžinerija*: vadovėlis studijuojantiems geležinkelių inžineriją, Subačius, R.; Lingaitis, L. P.; Glėbus, S. 2006. *Riedmenų techninė eksploatacija*: kursinio projekto metodikos nurodymai), kurioje akcentuojama geležinkelių transporto specifika, susijusi su eismo valdymo automatinėmis, energetinėmis sistemomis, kontaktiniu tinklu, riedmenų eksploatavimu, remontu, priežiūra, modernizavimu, riedmenų bazių plėtra ir rekonstrukcija. Rengiant kompleksinį projektą, rekomenduotina naudoti medžiagą, surinktą gamybinių praktikų metu AB „Lietuvos geležinkeliai“ padalinuose ar pagal ERASMUS mainų programą užsienio valstybių riedmenų gamybos, projektavimo, eksploatavimo ir remonto įmonėse. Kompleksinių projektų tipinės temos pateiktos 9 priede.

Kompleksinių projektų tipinės temos apima: geležinkelio riedmenų gamybos, remonto ir techninės priežiūros organizavimą bei valdymą, lokomotyvų mechaninių, hidraulinių, pneumatinių, elektrinių įrenginių techninės priežiūros ir remonto organizavimą, riedmenų eksploataciją, traukinių sąstatų formavimą, traukos riedmenų parinkimą, sąstatų priėmimą ir išleidimą stočių kelynuose, pralaidumo vertinimą, geležinkelių automatikos ir nuotolinio valdymo įrenginių naudojimo specifiką, užtikrinant eismo saugą, aplinkosaugą ir darbų saugą, tai pat nuolatinės ir nuolatinės (DC/DC), kintamosios ir

nuolatinės (AC/DC) bei kintamosios ir kintamosios (AC/AC) srovių sistemų lokomotyvų elektros pavarų sandaros įvairovę, energijos valdymo principus ir kt.

Rašant kompleksinio projekto aiškinamąjį raštą, studentams patariama naudotis literatūra (Barzdžiukienė 2005; Gerdžiūnas 2005; Kaulakienė 2010; Petrėtienė 2009; Ramonas 2006; Rimkevičienė 2005; Totoraitis 2005), kurioje galima rasti daug informacijos lietuvių kalbos stiliaus ir raiškos klausimais. Tokioje literatūroje galima rasti nurodymų, kaip įforminti aiškinamojo rašto tekstą, lenteles, grafikus, formules, sužinoti kai kurių plačiai vartojamų tarptautinių santrumpų reikšmes (Barzdžiukienė 2005; Kaulakienė 2010; Petrėtienė 2009). Rengdamas kompleksinį projektą, studentas panaudoja studijų metais įgytas žinias, kūrybiškai jas pritaiko.

Šie metodiniai nurodymai skiriami studentams, ruošiantiems kompleksinį projektą „**Geležinkelio riedmenų eksploatavimo tobulinimas**“, tačiau jais galėtų naudotis ir studentai, rengiantys baigiamuosius darbus, nes bendrieji aiškinamojo rašto, grafinės dalies reikalavimai yra analogiški.

Rengdami kompleksinį projektą, studentai panaudoja studijų metais įgytas žinias, kūrybiškai jas pritaiko pagal kompleksinio projekto temą. Kompleksinį projektą gali atlikti du arba keli studentai jungtine tematika. Taip ugdomi studentų darbo grupėje (komandoje) įgūdžiai.

Už techninius sprendimus, aiškinamojo rašto, grafinės dalies įforminimą ir kokybę, už tai, kad pateikta medžiaga nėra plagijuota, atsako studentas (studentai) – kompleksinio projekto autorius (autoriai) patvirtina parašu sąžiningumo deklaracijoje.

1. KOMPLEKSINIO PROJEKTO TIKSLAI

Susipažinti su esama geležinkelio riedmenų gamybos, remonto ir techninės priežiūros organizavimo bei valdymo sistema, lokomotyvų mechaninių, hidraulinių, pneumatinių, elektrinių įrenginių techninės priežiūros bei remonto organizavimu, sąstatų formavimu, traukos riedmenų parko poreikiu, sąstatų priėmimo ir išleidimo tvarka stotyse, sąstatų pralaidumu tarpstočiuose, geležinkelių automatikos ir nuotolinio valdymo sistemų naudojimo specifika, užtikrinant eismo saugą, aplinkosaugos ir darbų saugos reikalavimais projektuojamame objekte. Kompleksinis požiūris į geležinkelių sistemą leidžia sudaryti principines, struktūrines, funkcines projektuojamų elementų schemas, apskaičiuoti techninių priemonių ir jų elementų techninius ir ekonominius parametrus. Nustatyti, kokius techninius ir ekonominius parametrus reikia apskaičiuoti, įvertinti projektuojant technines priemones ir jų elementus. Sudaryti ir nagrinėti (analizuoti) principines, struktūrines, funkcines projektuojamų elementų schemas ir, naudojantis sutartiniais žymėjimais, jas nubraižyti. Naudojantis techniniais žinynais ir reglamentais, parinkti projektuojamo įrenginio elementus, standartines mašinas, keitiklius, valdymo ir kontrolės blokus, signalų jutiklius, reikalingus traukos riedmenų optimaliam valdymui. Parinkti racionaliausius traukos riedmenis kroviniams, keleiviams vežti, susisteminti skaičiavimo rezultatus ir pateikti juos matematine ar grafine išraiška. Kitiškai analizuoti esamą geležinkelio riedmenų gamybos, remonto ir techninės priežiūros organizavimo bei eismo valdymo sistemą, lokomotyvų energijos valdymo efektyvumą ir kt., teikti pasiūlymus, kaip galima juos tobulinti, formuluoti išvadas, susijusias su kompleksinio projekto tematika.

2. KOMPLEKSNIO PROJEKTO TEMOS

Kompleksinio projekto temas teikia dėstytojai, gamybos specialistai, taip pat patys studentai, gamybinės praktikos metu nustatę gamybos trūkumus ir tobulintinus procesus arba įrenginius. Darbų temos turi atitikti kompleksinio projekto reikalavimus. Siekiama, kad kompleksinio projekto temos būtų kuo glaudžiau susijusios su gamyba.

Priklausomai nuo temos, kompleksinio projekto pobūdis gali būti:

- 1) konstrukcinis, turintis technologinę dalį arba be jos;
- 2) technologinis, turintis konstrukcinę dalį arba be jos.

3. KOMPLEKSNIO PROJEKTO ĮFORMINIMO BENDRIEJI REIKALAVIMAI

Kompleksinį projektą sudaro 40–60 puslapių aiškinamojo rašto ir 4–5 lapai (A1 formato) grafinės medžiagos (dalis – eskizai).

Priklausomai nuo darbo tipo, grafinę dalį gali sudaryti brėžiniai, struktūrinės, principinės schemos ir kt. Jie turi būti atlikti laikantis galiojančių valstybinių standartų ir metodinių nurodymų (Ramonas 2006; Rimkevičienė 2005).

Tekstinė dalis

Tekstinės dalies apimtis gali būti apie 40–60 A4 formato puslapių. Tekstas spausdinamas *Times New Roman* šriftu. Tekstinė dalis turi būti parašyta taisyklinga lietuvių kalba. Tekstas pateikiamas beasmene forma. Aiškinamąjį raštą turi sudaryti:

1. Kompleksinio projekto titulinis lapas;
2. Darbo užduotis;
3. Turinys – tai iš eilės surašyti skyrių, punktų ir priedų numeriai, nurodant puslapį, kuriame jie yra;
4. Lentelių sąrašas, kuris pateikiamas iš karto po turinio. Jame turi būti surašyti visų lentelių pavadinimai su numeriais ir nurodomi puslapiai, kuriuose jos yra pateiktos;
5. Paveikslų sąrašas, kuris pateikiamas iš karto po lentelių sąrašo. Jame turi būti surašyti visų paveikslų, schemų, grafikų pavadinimai su numeriais ir nurodomi puslapiai, kuriuose jie yra pateikti;
6. Įvadas, kuris yra rašomas atskirame lape. Įvadas kaip skyrius nėra numeruojamas. Jame pristatomas nagrinėjamas objektas, darbo problematika, apibūdinami pagrindiniai klausimai, skaičiavimo metodai, tikslai, norimi gauti rezultatai (Plakys 2005). Įvade turėtų būti įvardyta analizuojama problema, akcentuojamas jos aktualumas ir sprendimo galimybės bei kokie autoriaus pasiekti rezultatai pateikiami kompleksinio projekto gynimui. Šios dalies apimtis – 1–2 puslapiai;
7. Literatūros ir analogų apžvalga. Literatūros apžvalga sudaro

pirmą kompleksinio projekto skyrių. Studentas, remdamasis vadovėliais, monografijomis, technine literatūra, internetu, standartais, patentais, moksliniais straipsniais ir t. t., turi pateikti kritinę nagrinėjamo klausimo apžvalgą, t. y. išanalizuoti įvairius jo sprendimus, argumentuotai atrinkdamas geriausius (Totoraitis 2005).

Iš pradžių reikėtų bendrai apžvelgti nagrinėjamą klausimą, nurodyti esamų įrenginių trūkumus, pateikti trūkumų šalinimo būdus, pagrįsti savo sprendimų pasirinkimą.

Patentinėje literatūroje reikia surasti nagrinėjamų konstrukcijos sprendimų analogus, taip pat bandyti ieškoti naujų idėjų, sprendžiant iškilusias technines problemas (Totoraitis 2005).

Tekste turi būti pateiktos nuorodos į šaltinius, iš kurių buvo panaudota informacija. Literatūros sąrašė turi būti pateikti visi naudoti šaltiniai.

4. KOMPLEKSNIO PROJEKTO AIŠKINAMOJO RAŠTO STRUKTŪRA

Kompleksinio projekto aiškinamąjį raštą sudaro:

1. Titulinis lapas;
2. Užduotis;
3. Kompleksinio projekto sąžiningumo deklaracija;
4. Turinys;
5. Paveikslų sąrašas;
6. Lentelių sąrašas;
7. Santrumpos;
8. Įvadas;
9. Pagrindinis tekstas;
10. Darbų saugos, aplinkosaugos reikalavimai;
11. Techninis ir ekonominis sprendimo įvertinimas (problemos suformulavimas);
12. Išvados ir pasiūlymai;
13. Literatūros sąrašas (šaltiniai pateikiami originalo kalba, pradžioje lietuvių, o vėliau – kitomis kalbomis);
14. Priedai (papildoma medžiaga, techninė dokumentacija, specifikacijos).

Pirmasis aiškinamajame rašte yra **titulinis lapas** (1 priedas).

Po titulinio lapo įsegama **kompleksinio projekto užduotis** (2 priedas), pasirašyta kompleksinio projekto vadovo ir studento. Užduotyje nurodomas kompleksinio projekto temos pavadinimas, darbo tikslas, reikalingi užduoties duomenys, atsiskaitymo data ir t. t.

Po kompleksinio projekto užduoties įsegama **kompleksinio projekto sąžiningumo deklaracija** (3 priedas), kurios formą galima rasti katedros interneto svetainėje, studentams skirtoje informacijoje.

Toliau aiškinamajame rašte pateikiamas darbo **turinys**, kuriame nurodomi visi sunumeruoti skyriai, poskyriai ir skirsniai bei puslapiai, kuriuose jie prasideda.

Technologinio pobūdžio kompleksinio projekto aiškinamojo rašto ***konstrukcinę dalį*** sudaro:

1. Esamos įrenginio konstrukcijos aprašymas (trūkumai, taisytinos vietos);
2. Galimų konstrukcinių sprendimų variantų aprašymai;
3. Konstrukcinio sprendimo parinkimas;
4. Įrenginio konstrukcijos ir veikimo aprašymas;
5. Konstrukciniai, stiprumo ir kiti techniniai skaičiavimai;
6. Modernizuotos detalės arba mazgo, ištyrus jų technologiškumą, darbo arba surinkimo brėžinys;
7. Mazgo matmenų grandinės skaičiavimas;
8. Kinematiniai skaičiavimai;
9. Konstrukcinių detalių patikrinamieji skaičiavimai;
10. Įvairūs detalės pagaminimo variantai: liejimas, virinta konstrukcija, štapavimas, tekinimas ir pan.;
11. Prietaisų, specialių instrumentų, automatinų įtaisų konstrukcinės schemas ir t. t.

Rengdami kompleksinį projektą, studentai gali naudotis Geležinkelių transporto katedroje esančia kompiuterine programa „Universal Mechanism“ (UM), skirta modeliuoti bėgines transporto priemones (modulis UM *Loco*), prognozuoti geležinkelio rato ir bėgio projekcijų išdylą (modulis UM *Rail/Wheel*), skaičiuoti traukinio išilginę dinamiką (modulis UM *Train*) ir kt., taip pat programa „Trauka“, skirta optimizuoti riedmenų trauką ir programa „Norma“, skirta skaičiuoti degalų sąnaudas.

Aiškinamojo rašto įforminimas

Aiškinamojo rašto tekstas (Gerdžiūnas 2005; Totoraitis 2005) spausdinamas vienoje lapo pusėje, maketuojamas A4 formato lape, renkamas *Times New Roman* šriftu.

Lentelių ir paveikslų pavadinimai spausdinami 11 p. dydžio šriftu. Paveikslų pavadinimai centruojami ir spausdinami po iliustracijomis, o lentelių pavadinimai rašomi virš lentelės.

Skaičiavimai atliekami atskiruose aiškinamojo rašto techniniuose skyriuose.

Priklausomai nuo kompleksinio projekto tipo, atliekami šie skaičiavimai:

1. Variklių galios ir sukimo momento skaičiavimai bei variklių (dyzelinių, hidraulinių ar elektros) parinkimas;
2. Atskirų schemų elementų ir variklių charakteristikų skaičiavimas;
3. Schemos elementų komponavimas ir atitinkami (elektrinių, hidraulinių ar pneumatinių pavarų elementų) skaičiavimai;
4. Aparatūros ir apsauginių priemonių parinkimas ir pan.;
5. Detalių stiprumo skaičiavimai;
6. Hidrauliniai, pneumatiniai skaičiavimai;
7. Elektrinių grandinių parametrų skaičiavimai;
8. Puslaidininkinių statinių keitiklių skaičiavimai;
9. Traukos generatorių, traukos variklių galios skaičiavimai;
10. Lokomotyvo konstrukcinio greičio skaičiavimai;
11. Lokomotyvo traukos jėgos skaičiavimai;
12. Reikiamų lokomotyvų skaičiaus vežimams skaičiavimai;
13. Kiti su kompleksinio projekto tema susiję skaičiavimai.

Konstruktiniai skaičiavimai

Konstrukcinę dalį gali sudaryti keli poskyriai, kuriuose pateikiamos projektuojamo įrenginio techninės charakteristikos, nustatomi pradiniai duomenys, tai gali būti įrenginio darbiniai greičiai, našumas, gabaritai, reikalingos darbinės jėgos ir t. t. Konstrukcinėje dalyje nagrinėjama įrenginio kinematika, pasirenkamos pavaros, kurios užtikrins įrenginio darbingumą, darbų saugą ir jo ekonomiškumą. Pavaros gali būti mechaninės, hidraulinės, pneumatinės, elektrinės ir mišrios. Jų pasirinkimą lemia įrenginio techninės charakteristikos, parametrai, sąlygos, kuriomis jis veiks. Nuo to taip pat priklausys ir mašinos gabaritai, masė ir t. t. Žinant konstruojamo įrenginio technines charakteristikas, atliekami variklio parinkimo ir perdavos skaičiavimai. Atlikus šiuos skaičiavimus, iš katalogų pasirenkamos standartinės detalės (varikliai, reduktoriai, movos, guoliai ir t. t.). Atliekami

labiausiai apkrautų detalių stiprumo skaičiavimai. Parenkamos medžiagos, iš kurių bus gaminamos detalės.

Kompleksinio projekto aiškinamojo rašto dalyje, skirtoje ***darbų saugos ir aplinkosaugos*** reikalavimams, turi atsispindėti, kaip pasiūlytas konstrukcinis ar technologinis problemos sprendimas turi atitikti galiojančias sanitarines ir statybines normas, taisykles bei standartus, taip pat darbų ir gaisrinės saugos reikalavimus (instrukcijas).

Ekonominis darbo įvertinimas. Ekonominės dalies turinys priklauso nuo kompleksinio projekto tipo. Projektuojant mašiną, mechanizmą, įrangą ir kt., reikia apskaičiuoti, kiek per metus bus gaunama naudos juos įdiegus.

Ekonominis darbo įvertinimas turi remtis visose projekto dalyse gautais rezultatais.

Organizacinių ir ekonominių rodiklių, kuriuos reikia nustatyti, skaičiavimo metodus pasirenka studentas ir konsultacijų bei pratybų metu teikia vadovui.

Išvadose ir pasiūlymuose turi būti apibendrinti atlikto darbo pagrindiniai rezultatai. Tai nėra atskirų dalių išvadų pakartojimas, o kryptingas, išsamus pasirinktų technologinių ar konstrukcinių sprendinių ir gautų rezultatų ir pasiūlymų įvertinimas.

Literatūros sąrašas pateikiamas darbo pabaigoje abėcėlės tvarka. Pirmiausia pateikiami šaltiniai lotyniškais rašmenimis, toliau – kirilica. Naudojamos literatūros sąraše pateikto dokumento aprašas – tai nustatyta tvarka pateikti bibliografiniai duomenys apie dokumentą. Paprastai aprašą sudaro šie elementai:

Pirminė atsakomybė (autorius). Antraštė. Paantraštė. Antrinė atsakomybė. Laida. Išleidimo duomenys. Apimtis. Serija. Pastabos. Standartinis numeris.

Pvz.: 1. Barzdžiukienė, L. D.; Celešienė, V.; Kaulakienė, A. 2005. Baigiamasis studijų darbas: kalbininkų patarimai: teorija ir tvarkyba. 2-asis pataisytas ir papildytas leidimas. Vilnius: Technika. 148 p. Prieiga per internetą: <http://leidykla.vgtu.lt/knyga/filologija/610.html?Itemid=16>.

Literatūros sąrašo sudarymo taisyklės pateiktos svetainėje <http://info.vgtu.lt/?topic=1&moda=243>.

Tekste skliaustuose nurodoma šaltinio autoriaus pavardė, leidimo metai. Autoriaus pavardės galima neminėti, jei iš konteksto aišku, ko kio autoriaus darbas yra nurodomas.

Pvz.: Jonas Rimkus (1997) pritarė žymaus Lietuvos filosofijos istoriko pareikštai nuomonei (Gerulis 1993). Ten SQBs were identified from two published literature sources (Long et al. 1995; Long and Morgan 1991).

Jei šaltinis turi daugiau nei du autorius, nurodoma tik pirmojo autoriaus pavardė (Vitkus *et al.* 2005: 233). Jei literatūros sąrašė yra bendrapavardžių, reikia įrašyti ir asmens vardo pirmąją raidę.

Pvz.: Į tarptautinę diskusiją dėl šio reiškinių etinių aspektų įsitraukė lietuvių filosofai (Klimas 1997a; Varnas, P. 1996; Varnas, S. 1997).

Pastaba. Visų tekste minimų autorių darbai turi būti įtraukti į literatūros sąrašą.

Kontemplationen. Mainburg: Holzwege Verlag.

Леман, Э. 1979. Проверка статистических гипотез [Leman, E. Statistinių hipotezių tikrinimas]. Москва: Наука. 408 c.

Belov, I. A. 2005. On the Computation of the Probability Density Function of α -stable Distributions, in *Proc. of the 10th International Conference MMA2005 CMAM2, Trakai, Lithuania, 2005*. Vilnius: Technika. 333–341 p.

Levinson, S. C. 1983. Conversional Structure, in S. C. Levinson. *Pragmatics*. Cambridge: Cambridge University Press. 284–370 p.

Logiš, K. 2007. Nevėžio upės hidrocheminis vertinimas [Estimation of Nevėžis River Hydrochemistry], iš *Aplinkos apsaugos inžinerija* [Environment Protection Engineering]: 10-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“, įvykusios Vilniuje 2007 m. kovo 29 d., pranešimų medžiaga. Vilnius: Technika. 37–43 p.

Zigmontienė, A.; Vaiškūnaitė, R. 2005. Application of the Biological Air Purification Technologies, in *The 6th International Conference “Environmental Engineering”*: Selected papers, vol. 1.

Ed. by D. Čygas, K. D. Froehner. May 26–27, 2005, Vilnius, Lithuania. Vilnius: Technika. 311–315 p.

Sąlyga, J.; Norkienė, S. 2007. Gyvensenos ir psichosocialinių veiksnių sąsajos su Lietuvos jūrininkų subjektyviai vertinama sveikata [Connections Between Life-style and Psychosocial Factors with Subjectively Valued Health of Lithuanian Seafarers], *Sveikatos mokslai* [Health Sciences] 1: 711–715.

Vitkus, E. 2004b. Apie mintis Žemaitijoje, *Vėjas laukuose* 8(3): 287–291.

Witzany, J., *et al.* 2002. Assessment of Current Structural and Maintenance Condition of Charles Bridge, *Stavebni obzor* 8: 225–249.

Леонович, И.; Кашевская, Е. 2007. Выбор критериев мониторинга процессов на оперативном уровне управления качеством автомобильных дорог [Leonovich, I.; Kashevskaja, E. Selection of Criteria for Process Monitoring at the Operative Level of Road Quality Management], *Technological and Economic Development of Economy* [Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas] 13(2): 144–152.

Elektroninių leidinių aprašas. Aprašą sudaro šie pagrindiniai elementai:

- *Autoriaus (-ių) pavardė ir inicialas* (būtina). Jeigu autorių yra trys, rašomos visų pavardės, jeigu daugiau – gali būti pirmo autoriaus pavardė, po to rašoma *et al.* Po pavardės prieš inicialą rašomas kablelis, po kiekvieno asmenvardžio – kabliataškis, prieš sutrumpinimą *et al.* – kablelis.
- *Išleidimo data* (būtina). Rašoma kaip šaltinyje, po datos dedamas taškas. Jei tas pats autorius tais pačiais metais paskelbė daugiau nei vieną cituojamą ar nurodomą šaltinį, prie leidimo metų reikia rašyti raides a, b, c.
- *Antraštė* (būtina). Rašoma originalo kalba kursyvu. Po originalaus leidinių rusų ar kita kalba pavadinimo laužtiniuose skliaustuose galima pateikti vertimą į lietuvių kalbą, žurnaluose, leidžiamuose anglų kalba, – į anglų kalbą. Antraštės kinų ar panašia kalba transliteruojamos (perrašomos lotyniškais

rašmenimis) naudojantis tarptautiniais transliteravimo standartais. Didžiųjų raidžių rašyba turi atitikti dokumento kalboje, kuria pateikiama nuoroda, nusistovėjusią praktiką ir išlaikyta vienoda visame leidinyje.

- *Paantraštė* (nebūtina).
- *Laikmenos rūšis* (būtina). Nurodyti laužtiniuose skliaustuose. Pvz.: [interaktyvus]. [CD-ROM]. [magnetinė juosta]. [diskas].
- *Išleidimo vieta* (miestas) (būtina).
- *Leidėjas* (nebūtina).
- *Atnaujinimo ar pataisymo data* (būtina interaktyviems dokumentams).
- *Standartinis numeris* (ISBN). Neprivalomas aprašant dokumento dalį, straipsnius serialiniuose leidiniuose. Po jo dedamas taškas.

Pavyzdžiai:

Bumelienė, Ž.; Chmieliauskaitė, V.; Galuckas, R. 2005. *Bioinžinerija* [interaktyvus]. Vilnius: Technika [žiūrėta 2006 m. balandžio 27 d.]. Prieiga per internetą: <http://leidykla.vgtu.lt/index.php?!=60>.

Daugiabučio namo savininkų bendrija, steigimas ir veikla [interaktyvus]. 2003. UAB „Namų priežiūros centras“ [žiūrėta 2006 10 27]. Prieiga per internetą: <http://www.europeangreencities.com/pdf/activities/ConfOct2003-npc/WP1.pdf>.

Gudonienė, V. 1998. Pilietinė visuomenė ir informacija. *In-formacijos mokslai* [interaktyvus]. [Nr.] 9 [žiūrėta 2001 m. lapkričio 9 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.leidykla.vu.lt/inetleid/inf-m-9/index.html>.

Journal of Technology Education [online]. 1989. Blacksburg: Virginija Polytechnic Institute and State University [cited 15 March 1995]. Prieiga per internetą: <gopher://borg.lib.edu:70/1/jte>. ISSN 1045-1064.

Price-Wilkin, J. 1994. Using the World-Wide Web to Deliver Complex Electronic Documents: Implications for Libraries, in *The Public-Access Computer Systems Review* [interaktyvus] 5(3): 5–21 [žiūrėta 1994 m. liepos 28 d.]. Prieiga per internetą: <gopher://info>.



Andžela ŠEŠOK

ORTOPEDINĖS TECHNIKOS PROJEKTAVIMAS IR GAMYBA

Vilnius „Technika“ 2012

Projekto kodas

VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023

Studijų programų atnaujinimas
pagal ES reikalavimus, gerinant
studijų kokybę ir taikant
inovatyvius studijų metodus

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Andžela ŠEŠOK

ORTOPEDINĖS TECHNIKOS PROJEKTAVIMAS IR GAMYBA

Mokomoji knyga



Vilnius „Technika“ 2012

A. Šešok. Ortopedinės technikos projektavimas ir gamyba: mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2012 123 p. [3,10 aut. l. 2012 09 11]

Knygoje pateikiami pagrindiniai ortopedinės technikos projektavimo principai, gamyboje naudojamos medžiagos, aprašoma protezų ir ortezų gamybos technologija, CAD/CAM sistemų taikymas.

Ši mokomoji knyga skiriama biomechanikos specialybės studentams. Leidinys taip pat bus naudingas technikams, dirbantiems ortopedinės technikos gamybos įmonėse, ir visiems, besidomintiems ortopedinės technikos projektavimu ir gamyba.

Leidinį rekomendavo Mechanikos fakulteto studijų komitetas

Recenzavo: prof. dr. Mindaugas Jurevičius, VGTU Mašinų gamybos katedra
doc. dr. Julius Griškevičius, VGTU Biomechanikos katedra

Leidinyje parengtas ir išleistas už Europos struktūrinių fondų lėšas, jomis finansuojant VGTU Transporto inžinerijos, Biomechanikos ir Aviacinės mechanikos inžinerijos projektą „Studijų programų atnaujinimas pagal ES reikalavimus, gerinant studijų kokybę ir taikant inovatyvius studijų metodus“ pagal Lietuvos 2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių veiksmų programos 2 prioriteto „Mokymasis visą gyvenimą“ VP1-2.2-ŠMM-07-K priemonę „Studijų kokybės gerinimas, tarptautiškumo didinimas“. Projekto kodas Nr. VP1-2.2-ŠMM 07-K-01-023, finansavimo ir administravimo sutartis Nr. VP1-2.2-ŠMM-07-K-01-023.

VGTU leidyklos TECHNIKA 1376-S mokomosios
metodinės literatūros knyga

<http://leidykla.vgtu.lt>

Redaktorė *Stasė Simutytė*

Maketuotoja *Jūratė Dusevičienė*

eISBN 978-609-457-266-1

doi:10.3846/1376-S

© Andžela Šešok, 2012

© Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2012

TURINYS

Įvadas	4
1. Ortopedinės technikos projektavimas	7
1.1. Apatinių galūnių protezai ir ortezai	7
1.2. Ortopediniai įdėklai ir pėdos įtvarai	24
1.3. Ortopedinė avalynė	26
1.3.1. Ortopedinės avalynės dalys	31
1.3.2. Kurpaliai	41
1.4. Viršutinių galūnių protezai ir ortezai	43
1.5. Ortopedinės priemonės stuburui	48
1.6. Naujos ortopedinės technikos projektavimo ir gamybos kryptys	51
2. Protezų ir ortezų gamybos technologijos.....	64
2.1. Kojos protezo ėmiklio gamybos technologija	64
2.2. Protezų surinkimas	73
2.3. Ortezų gamybos technologija	75
2.3.1. Ortezų gamyba iš žematemperatūrių plastikų	76
2.3.2. Ortezų gamyba iš aukštatemperatūrių plastikų.....	79
2.3.3. Įtvarų iš anglies pluošto gamybos proceso etapai	82
2.4. Įdėklų į avalynę gamybos technologija	94
3. Ortopedinės avalynės gamybos technologija.....	100
4. Ortopedinės įmonės patalpų išdėstymas ir įrengimas.....	110
Literatūra	122

IVADAS

Ortopedija (gr. *ορθός* – tiesus, taisyklingas + *παιδεία* – auklėjimas) – chirurgijos šaka, kuri tiria ir gydo judamojo aparato (kaulų, raumenų, sausgyslių) deformacijas bei pakitimus ir jų išvengimo būdus. Deformacijos gydomos chirurginėmis operacijomis (pvz., osteosinteze, plastine operacija) ir neoperaciniais būdais (fizioterapijos procedūromis, gydomąja mankšta, ortopediniais aparatais, ortopedine avalyne).

Gydyti ortopedinius susirgimus pradėta dar senovėje. Jau Hipokratas aprašė į vidų šleivas pėdas, skoliozę ir įgimtą klubų išnirimą. Prieš 2000 metų pradėta koreguoti kaulų deformacijas, perlaužant kaulą (osteoklazija).

Šiuolaikinės ortopedijos pagrindai padėti XVI–XVII amžiais, kai nauji gamtos mokslų atradimai anatomijos (Vesalius, 1543), kaulų sandaros (Havers, 1691) ir raumenų (Steno, 1664) srityje išplėtė suvokimą apie ortopedinius susirgimus. Gydomo aparatais pradžia laikomi XVI amžiuje naudoti fiksuojamieji korsetai, Glisono kilpos skoliozės gydymui, geležinė ranka bei įtvirtinti kontraktūrų tiesinimui. Kiek vėliau, XVIII–XIX a. pradėta operacinė terapija: kaulų, sąnarių operacijos, jų pašalinimas arba sutvirtinimas ir kt.

Ortopedijos sąvoką pasiūlė N. Anri 1741 metais darbe „Ortopedija, arba menas užkirsti kelią vaikų deformacijoms ir jas koreguoti“.

Ortopedijos simbolis yra sulinkęs medis, kuris ištiesinamas, pririštas prie pagalio.

Dažniausiai naudojamos ortopedinės priemonės:

- rankų ir kojų protezai. Naudojami po plaštakos, dilbio, žasto, pėdos, blauzdos, šlaunies amputacijų. Protezai gali būti darbiniai, mokomieji, kosmetiniai, su bioelektriniu valdymu;
- rankų ir kojų aparatai. Šie aparatai naudojami rankų bei kojų sąnarių potrauminėms kontraktūroms (sumažėjusiam sąnarių paslankumui), blogai gyjantiems lūžiams gydyti, esant nestabiliems sąnariams po išnirimo ar raiščių plyšimams, nervų pažeidimams;

- rankų ir kojų įtvarai. Naudojami po galūnių kaulų lūžių, esant sąnarių, raiščių ir raumenų uždegiminiams procesams, po sąnarių išnirimų, esant galūnių pareizei ar paralyžiaus reiškiniams (esant kontraktūroms ir deformacijoms) bei kt.
- fiksuojamieji korsetai. Naudojami po stuburo lūžių ir išnirimų, vaikų kreivam kaklui gydyti, diskų išvaržų bei kitų ligų ir traumų atvejais;
- koreguojamieji korsetai. Naudojami stuburo kaklo, krūtininės, krūtininės ir juosmens dalies iškrypimui (skoliozei) gydyti, ydingai laikysenai koreguoti, raktikaulio lūžiams gydyti ir kt.;
- kiti gaminiai: pvz., galvos laikikliai iš porolono, plastazoto (jie, kaip imobilizuojamoji priemonė, naudojami gydant kaklinės stuburo dalies traumas, kaklo srities sausgyslių, raumenų, nervų ligas), apsauginis galvos šalmas, ortopedinė avalynė ir kt.

Labai svarbu, kad ortopedinės priemonės būtų parenkamos individualiai. Dėl spaudimo jos neturi trikdyti kraujotakos, taip pat neturi būti per laisvos, kad neslystų, neturi būti aštrių kampų. Būtina nuolat stebėti odos būklę priemonės taikymo vietoje, ypač jei sutrikę galūnės jutimai. Pacientas turi žinoti apie galimus odos pažeidimus ir tinkamai jų prižiūrėti. Kadangi įtvarai riboja galūnės funkciją, gydytojas turi tiksliai nustatyti jų naudojimo laiką, nes, pavyzdžiui, kojų įtvarai gali keisti eisenos dinaminį stereotipą, nuo kurio vėliau sunku atprasti.

Pagrindiniai reikalavimai ortopedinėms priemonėms yra šie: naudingumas, gerai parinktas svoris, komfortas, paprastumas, estetiškumas, prieinamumas.

Šalyje veikia akcinė bendrovė „Ortopedijos technika“. AB „Ortopedijos technika“ veiklos ištakos siekia 1945-uosius metus, kai vasario 28-ąją Kauno invalidų dirbtuvių bazėje, Donelaičio g. 75B, buvo įkurta įmonė, tuomet pavadinta Proteziniu-ortopediniu kombinatu. Šiandien AB „Ortopedijos technika“ yra didžiausia ortopedinių ir protezinių priemonių gamintoja Pabaltijyje. Bendrovės filialai įkurti didžiuosiuose Lietuvos miestuose: Vilniuje, Klaipėdoje, Šiauliuose, Panevėžyje ir Ukmergėje. AB „Ortopedijos technika“ gamina iki 250 rūšių protezinių ir ortopedinių gaminių, aptarnauja iki 60 tūkst. asmenų per metus. 1993 m. Kaune Algimanto Astrausko vardu buvo

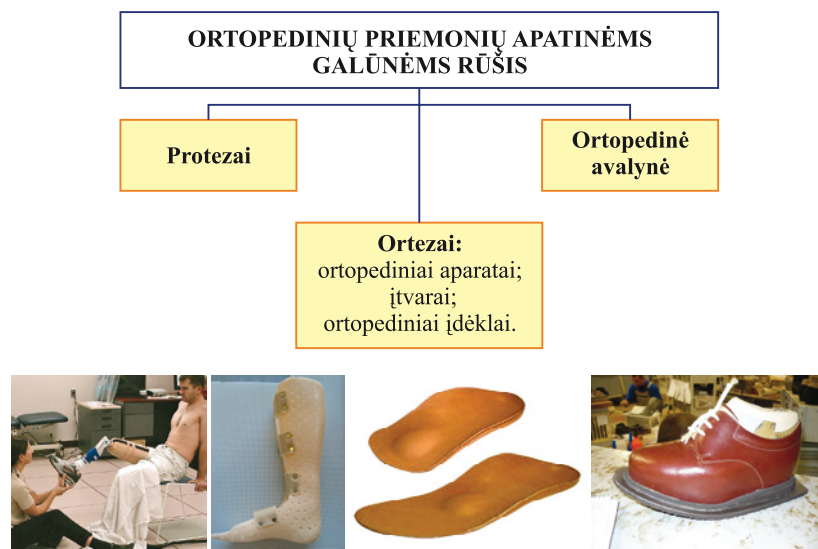
įregistruota pirmoji Lietuvoje privati firma, gaminanti protezinius ortopedijos gaminius „Pirmas žingsnis“. 1997 m. Vilniuje įkurta UAB „Ortopedijos centras“, kurioje aukštos kvalifikacijos gydytojai ir ortopedai technikai protezuoja galūnes po amputacijų, pritaiko protezus, egzoprotezus, įtvarus po ligų ir traumų. Be to, ortopedinė technika Lietuvoje gamina UAB „Idemus“, UAB „Ortopedijos projektai“, UAB „Baltic Ortoservice“.

Taigi pastaruju metu Lietuvoje projektuojama ir gaminama daug ortopedinės technikos. Tačiau jos projektavimo ir gamybos metodologijos neaprašytos lietuvių kalba. Todėl šioje knygoje bus apžvelgiami ir analizuojami ortopedinės technikos projektavimo principai, reikalavimai, gamyboje naudojamos medžiagos bei gamybos technologijos etapai.

1. ORTOPEDINĖS TECHNIKOS PROJEKTAVIMAS

1.1. Apatinių galūnių protezai ir ortezai

Ortopedinių priemonių apatinėms galūnėms rūšys pateiktos 1.1 paveiksle.



1.1 pav. Ortopedinių priemonių apatinėms galūnėms rūšys

Protezai skirti pakeisti amputuotą kūno dalį. Skiriamos šios amputacijų priežastys:

1. Įgimtos:
 - vaikų deformacijos.
2. Įgytos:
 - a) periferinės kraujotakos ligos (arterinės ligos, dažniausiai apatinės aortos dalies ir jos šakų aterosklerozė);
 - b) metabolinės – diabetas sukelia opas ir gangreną;
 - c) trauma;
 - d) piktybinės;
 - e) infekcija – kaulų ligos.

Amputacijų, priklausančių piktybinėms, sumažėjo, tuo tarpu priklausančių periferinės kraujotakos ligoms – padaugėjo. AB „Ortopedijos technika“ Fizinės medicinos ir reabilitacijos skyriaus duomenimis, pagrindinės priežastys, dėl ko tenka amputuoti galūnes, yra kraujagyslių ligos (54 %) ir cukrinis diabetas (29 %).

Apatinės galūnės protezavimo tikslas – atramos ir judėjimo funkcijų atkūrimas. Protezai gaminami individualiai. Protezo parametrai kokybiškai ir kiekybiškai priklauso nuo geometrinių ir biomechaninių žmogaus charakteristikų.

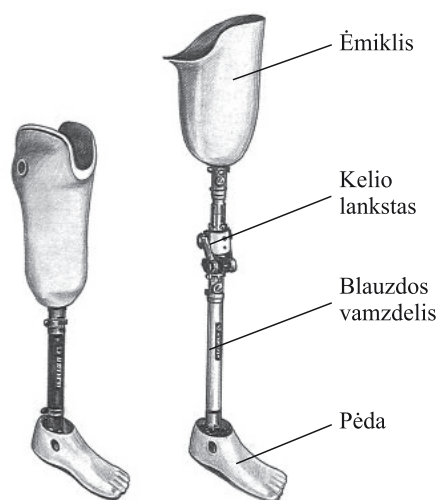
Protezavimo kontraindikacijos: IV laipsnio širdies nepakankamumas, dimensija (psichikos susirgimai, silpnaprotystė), parėzė po insulto.

Kojos protezai būna:

- **Pirminis** – nešiojamas nuo 3 mėnesių iki 1 metų. Jis naudojamas, kad žmogus priprastų vaikščioti su protezu ir kad susiformuotų bigė. Pirminis protezas visiškai suformuoja bigę, pripratina audinius prie papildomų apkrovų. Nešiojant pirminį protezą bigė plonėja, todėl ant bigės maunamos papildomos kojinės. Jos reikalingos tam, kad bigė proteze būtų normaliai apsiausta ir nesmuktų nuo atramos taškų. Pirminio protezo ėmiklis padaromas iš aukštatemperatūrio plastiko, nes taip greičiau galima jį pagaminti (pagaminamas per savaitę). Pirminis protezas padaromas be kosmetikos, nes tada matosi ašių padėtis ir ją galima koreguoti.
- **Nuolatiniai** – gaminami praėjus ne mažiau kaip 5 mėnesiams po pirminio protezo pagaminimo, kai bigė nustoja aktyviai plonėti. Norint išvengti komplikacijų, svarbu suprasti, kokie pasikeitimai vyksta amputavus galūnę. Arterijos ir venos, kuriomis atiteka ir nuteka kraujas iš galūnės, buvo perrištos. Bigė gauna pakankamai kraujo iš didžiųjų kraujagyslių mažų šakų. Dėl to atsiranda nedidelis patinimas, kuris išlieka tol, kol organizmas prisitaiko prie pasikeitusio aprūpinimo krauju. Patinimo priežastis yra ir pati operacinė trauma. Nuolatinis protezas nešiojamas trejus metus. Po to jį būtina keisti, nes susidėvi ėmiklis.

Kiekvienas protezas (1.2 pav.) susideda iš *individualių ir universalinių detalių*.

Individualios detalės – gaminamos individualiai kiekvienam konkrečiam ligoniui matuojant arba pagal gipso atspaudą. Protezuojant individualiai gaminami ėmikliai, tvirtinimo priemonės, kosmetinės priemonės.



1.2 pav. Blauzdos ir šlaunies protezai

Universalios detalės – tai tokios detalės, kurios parenkamos pagal ligonio matmenis, tačiau gaminamos masiškai. Jos vadinamos pusfabrikačiais. Tai pėdos, blauzdos vamzdeliai, kelio ir klubo lankstai, kai kurios specialiosios detalės, rotaciniai įrenginiai.

Protezą reikia suprojektuoti taip, kad jis tiktų pacientui pagal svorį, ūgį, gyvenimo sąlygas (laiptai namuose, dideli atstumai ir kt.), judėjimo poreikius, įgytos negalios pobūdį (amputacija dėl traumų, cukrinio diabeto ar kt.).

Kojos protezai ir jų dalys klasifikuojami pagal pacientų judėjimo galimybes į 4 mobilumo lygius.

- **I mobilumo lygis** – kojos protezai ir kojos protezų dalys skirtos minimaliam paciento judėjimui užtikrinti. Paciento būklė

(savarankiškumas ir judrumas): pacientas – beveik visiškai priklausomas (pagal Barthel indeksą). Barthel indeksas – tai žmogaus galimybių matas, vertinantis jo gebėjimą savarankiškai veikti bei apsistarnauti.

1.1 lentelė. I mobilumo laipsnis

Protezo paskirtis	Judėjimo aplinka	Judėjimo laikotarpis
Minimalus, lėtas judėjimas, saugus stovėjimas vietoje, slaugos palengvinimas, persikėlimas, vaikščiojimas prižiūrint	Namų aplinka, judėjimas lygiu grindiniu	Trumpas, pacientas gali eiti ne daugiau kaip 50 m lygiu paviršiumi be pagalbinių priemonių arba su jomis: a) vaikštytės; b) 2 ramentai / lazdelės; c) 1 ramentas / lazdelė

- **II mobilumo lygis** – kojos protezai ir kojos protezų dalys skirtos vidutiniam paciento judėjimui užtikrinti. Paciento būklė: pacientas vidutiniškai priklausomas.

1.2 lentelė. II mobilumo lygis

Protezo paskirtis	Judėjimo aplinka	Judėjimo laikotarpis
Geras judėjimas	Namų aplinkoje, lygiu ir nelygiu paviršiumi	Greitis ir laikas priklauso nuo paciento būklės
Minimalus judėjimas	Lauko aplinkoje, laiptais	Pacientas gali eiti 50 m ir daugiau žemės paviršiumi geromis oro sąlygomis su pagalbėmis priemonėmis: a) ramentai / lazdelės; b) ramentas / lazdelė

- **III mobilumo lygis** – kojos protezai ir kojos protezų dalys skirtos laisvam paciento judėjimui užtikrinti. Pacientas – savarankiškas (pagal Barthel indeksą).

1.3 lentelė. III mobilumo laipsnis

Protezo paskirtis	Judėjimo aplinka	Judėjimo laikotarpis
Nevaržomas, saugus judėjimas darbo ir laisvalaikio metu	Namų ir lauko aplinkoje bet kokių paviršiumi, judėjimo greitis pagal paciento būklę ir poreikius	Neribotas. Pacientas nueina daugiau kaip 50 m: a) be pagalbinių priemonių, b) su pagalbine priemone (lazdelė / ramentas)

- **IV mobilumo lygis** – kojos protezai ir kojos protezų dalys skirtos didesniems nei vidutinio judėjimo poreikiams užtikrinti. Pacientas – savarankiškas.

1.4 lentelė. IV mobilumo laipsnis

Protezo paskirtis	Judėjimo aplinka	Judėjimo laikotarpis
Nevaržomas dinaminis judėjimas, aktyviam gyvenimo būdui, sportinei, darbinei veiklai užtikrinti	Neribota	Neribotas

Paciento mobilumo laipsnis nustatomas nešiojant pirminį protezą. Pagal nustatytą mobilumą parenkamos nuolatinio protezo dalys: pėda, kelio lanksto tipas.

Protezuojant kyla tokios problemos:

- ėmiklio modeliavimas (kad jis nespaustų bigės);
- protezo fiksacijos būdas;
- protezo surinkimo schema;
- ėmiklio konstrukcijos ir medžiagų parinkimas.

Reikalavimai protezo ėmikliui:

- ėmiklis turi būti tvirtas, bet patogus;
- koja negali slidinėti aukštyn ir žemyn ėmiklyje;
- ėmiklis turi turėti kontaktą su galūne visur;
- ėmiklis neturi padaryti žaizdų ar opų.

Ėmiklis atlieka keturias pagrindines funkcijas:

- priima tam tikrą bigės apimtį;

- perduoda apkrovą ir jėgą (statika ir kinetika);
- perduoda judesį einant (kinetika);
- laiko protezą ant bigės.

Protezo konstrukcija parenkama pagal amputacijos lygį, bigės audinių būklę. Be to, priklauso nuo amputacijos senumo, jautrumo, atramos lygio, ar buvo anksčiau protezuota. Kad būtų galima teisingai parinkti ėmiklio formą ir medžiagas, taip pat tvirtinimo būdą, reikia nustatyti bigės funkcinę būklę. Funkcinė bigės būklė vertinama pagal 4 pagrindinius kriterijus:

- kraujotakos būklę;
- bigės raumenų gebėjimą susitraukinėti;
- minkštų audinių atrofijos laipsnį;
- bigės formą.

Pagal kraujotakos būklę parenkamas tvirtinimo būdas, ėmiklio medžiagos ir jo skerspjūvio forma. Nuo bigės raumenų gebėjimo susitraukinėti (daroma elektromiograma (EMG) priklauso ėmiklio tipo (standus arba minkštas) parinkimas. Minkštų audinių atrofijos laipsnis įvertinamas parenkant konstrukciją, ėmiklio medžiagas.

Ėmiklis turi atitikti šiuos reikalavimus:

- gerai išdėstyti galūnės bigę;
- perduoti jėgas (statiškai ir dinamiškai);
- perduoti judesį;
- tvirtinti protezą bigėje.

Projektuojant ėmiklį reikia įvertinti vietas, kurios gali ir negali būti apkraunamos. Paviršiai, galintys priimti apkrovą, įvertinami jau darant gipso negatyvą. Reikia užtikrinti, kad paviršiai, negalintys priimti apkrovų, būtų mažiau spaudžiami ėmiklio kraštų.

Skirtingai nuo šlaunies bigės, blauzdos bigėje nėra tiek daug minkštų audinių, kurie protezuojant atlieka minkšto intarpo (įklo-to) tarp protezo sienelių ir kaulų funkciją. Blauzdikaulio raumenys yra tik trijose pusėse (užpakalinėje, vidinėje ir išorinėje). Priekinis blauzdos paviršius ir kaulo galvutė raumenų neturi, todėl oda šioje srityje lengvai traumuojama protezu. Blauzdos bigė neturi horizonta-lių plotų, kurie galėtų priimti vertikalias apkrovas. Todėl naudojami

blauzdos protezai su ėmikliu, kuris leidžia tolygiai paskirstyti apkrovą. Blauzdos protezai su ėmikliu, apimančiu kelio sąnarį arba jo dalį, vadinami gilaus įsodinimo protezais. Šiuo atveju užtikrinamas optimalus spaudimo pasiskirstymas bigėje. Be to, aukštos protezo ėmiklio priekinė ir šoninės sienelės padidina stabilumą.

Optimali ėmiklio forma turi atitikti šiuos klinikinius biomechaninius reikalavimus:

- užtikrinti bigės raumenų funkcionavimą, nespausti bigės kraujagyslių ir nervų;
- neleisti, kad spaudimas susikonscentruotų vienoje vietoje;
- nesudaryti ėmiklio rotacijos bigės atžvilgiu.

Pagrindinis kojos protezų ėmiklių klasifikacijos rodiklis yra jų gebėjimas plastiškai deformuotis. Ėmiklius galima skirstyti į dvi pagrindines grupes: *kieti ir minkšti*. Kieti ėmikliai gali būti pagaminti iš plastamasių – ortoakrylo, poliamido dervos, anglies pluošto. Jie pasižymi matmenų pastovumu. Kietus ėmiklius naudoja žmonės su neskusminga, gerai suformuota cilindrinės arba kūginės formos bige, kai atrofijos procesai jau pasibaigę. Atliekant pirminį protezavimą, kai dar neaišku, ar atrofijos procesai jau pasibaigę, į ėmiklius papildomai dedami minkšti įdėklai iš „Nora Luna Soft“ arba Silvershield® antibakterinės medžiagos (Otto Bock) su sidabro jonais. Jie dedami todėl, kad bigės gali sumažėti dėl atrofijos ir neatitikti ėmiklio matmenų. Minkšti įdėklai taip pat rekomenduojami pacientams, sergantiems cukriniu diabetu, su kraujotakos sutrikimais.

Norint apsaugoti bigės odą nuo pažeidimų, pagerinti kraujotaką ir protezo fiksaciją naudojami silikoniniai įdėklai į ėmiklį.



1.3 pav. Silikono įdėklas

Toks įdėklas sumažina trintį ir spaudimo taškus ėmiklyje, gerina kraujotaką ir yra efektyvus ėmiklio tvirtinimo būdas, leidžiantis ne-naudoti diržų tvirtinimui.

Silikono privalumai:

- išsaugo savo savybes nuo $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ iki $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūroje;
- atsparus drėgmei, prakaitui, aplinkos sąlygoms;
- neturi kvapo;
- geras dujų pralaidumas;
- geras sukibimas.

Silikono įdėklas yra elastiškas, apimantis visą bigę. Silikonui būdingas aukštas sukibimo su oda koeficientas, ir tai leidžia gerai fiksuoti bigę ėmiklyje.

Minkšti ėmikliai, odiniai (anksčiau) arba plastmasiniai (pvz., silikono), pasižymi matmenų ir formos nepastovumu nešiojant. Minkštus ėmiklius naudoja žmonės su skausmingomis bigėmis, keičiančiomis savo formą ir matmenis per dieną. Minkšto ėmiklio trūkumai – laikui bėgant deformuojasi, nehigieniškas, sugeria kvapus. Todėl kieti ėmikliai geresni. Jie gerai išlaiko savo formą, yra lengvi, higieniški.

Ėmikliai dar skirstomi į vientisus ir karkasinius. Karkasiniai ėmikliai yra sujungti iš kelių dalių. Tokia konstrukcija leidžia keisti tūrį pagal kintančią bigės apimtį.



1.4 pav. Kojos protezas su karkasiniu ėmikliu

Gaminama plonasienė įvorė iš specialaus plastiko. Ši įvorė įstatoma į išorinį ėmiklį. Tokiu būdu gaunamas bigės ėmiklis, kurio tūris nekinta, tačiau jo forma kinta tam tikrame intervale. Tokio ėmiklio tamprioji įdedamoji įvorė turi būti pagaminta tiksliai pagal individualią bigės formos konfigūraciją. Ji turi užtikrinti amortizuojantį kontaktą su bigės audiniais. Išorinė dalis gaminama iš dvikomponenčių dervų, jai tenka apkrovos ir įvairių jėgų poveikis. Tokio ėmiklio konstrukcija leidžia laisvai judėti bigės raumenims, kurie vaikstant su protezu aktyviai susitraukinėja.

Šiuo metu dažniausiai naudojami protezų tvirtinimo prie bigės būdai:

- Vakuuminis tvirtinimas. Ėmiklio sienelės apatinėje dalyje įstatomas vakuuminis vožtuvas. Ėmiklis užmaunamas ant bigės, kai būna atidarytas vakuuminis vožtuvas. Įmauta į ėmiklį bigė išstumia orą pro atvirą vakuuminį vožtuvą. Paskui vakuuminis vožtuvas uždaromas ir ištraukti bigės iš ėmiklio neleidžia sudarytas vakuumas.
- Tvirtinimas diržais prie juosmens.
- Tvirtinimas naudojant silikoninį įdėklą (Otto Bock firmos sistema KISS (KISS – angl. *Keep It Simple Suspension*)).



1.5 pav. Tvirtinimo sistema KISS

Kojos protezo lankstai. Funkcinės šlaunies protezo charakteristikos priklauso ne tik nuo ėmiklio formos ir tipo, bet ir nuo kelio lanksto konstrukcijos.

Yra dvi kelio sąnario lankstų grupės:

- monocentriniai arba vienašiai. Jais galimi judesiai (sulenkiant ir ištiesiant dalyvauja vienas sukimosi centras, esantis ašies centre) tik vienos ašies atžvilgiu.
- policentriniai arba daugiašiai. Juose yra daugiau sukimosi centrų, kurie ne visada sutampa su ašių centrais. Jie būna keturgrandžiai ir šešiagrandžiai.

Monocentriniai lankstai gali būti:

- laisvai judantys;
- su rankiniu užraktu, laisvai judantys;
- su fiksatoriniu stabdžiu;
- su stabdymo ir automatinio fiksavimo mechanizmu, kuris priklauso nuo apkrovos atsirėmimo metu;
- su mechaniniu (pavyzdžiui, spyruoklė), pneumatiniu arba hidrauliniu funkcinio ilgio reguliavimo įrenginiu, veikiančiu pernešimo fazės metu.
- su mikroprocesoriumi valdomu hidrauliniu ar pneumatiniu elementu. Korpusas titaninis arba iš kompozitinių medžiagų. Jis vadinamas C-Leg (Computerized Leg).

Lankstai su hidrauliniu reguliavimo įrenginiu siūlomi III ir IV mobilumo laipsnio pacientams.

Pirmą kartą C-Leg buvo pristatytas 1997 m. pasauliniame ortopedijos ir reabilitacijos kongrese Niurnberge. Mikroprocesoriumi valdomo kelio sąnario privalumai ypač išryškėja, kai pacientas gyvena aktyvų gyvenimą (IV mobilumo laipsnis). Nuo 2004 m. naudojami Lietuvoje.

Šlaunies protezas su mikroprocesoriumi valdomu kelio sąnariu C-Leg suteikia pacientui visišką saugumą ir judėjimo laisvę. Sistemos davikliai 50 kartų per sekundę dažniu įvertina kelio sąnario būseną. Pagal daviklių duomenis mikroprocesorius hidrauliniu principu valdo kelio funkciją ir automatiškai prisitaiko prie bet kokio žmogaus

GYVENIMO APRAŠYMAS (CV)

Vardas: Artūras

Pavardė: Žičkus

Gimimo data: 1981 06 28

E-paštas: arturas@kopija.lt

Adresas: Vilnius

Telefono numeris: 8 682 67 041

Išsilavinimas:

<i>Institucija</i>	<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Suteiktas kvalifikacinis ar mokslinis laipsnis, gautas diplomas:</i>
Gerosios Vilties vidurinė mokykla	Iki 1999	Vidurinis
Aukštesnioji statybos ir dizaino mokykla	Iki 2002	Aukštasis. Dizaineris

Profesinė patirtis:

<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Miestas, šalis</i>	<i>Įmonė, organizacija</i>	<i>Pareigos</i>
2002 02 03 - dabar	Vilnius	BĮ UAB „Baltijos kopija“	Dizaineris - maketuotojas

Darbas kompiuteriu

Microsoft Office, CorelDraw, Adobe Photoshop, Adobe InDesign.

Dizaineriui Artūrai Žičkui yra suteiktas Aukštesniosios statybos mokyklos (dabartinė Vilniaus technologijų ir dizaino kolegija) aukštesniojo mokslo diplomas, kuris šiuo metu prilygsta aukštajam kolegijos diplomui, o tai visiškai atitinka konkurso keliamus kvalifikacijos reikalavimus.

Dizainerio Artūro Žičkaus atliktų darbų sąrašą:

1. Sužiedėlienė E. Molekulinė biologija . Vadovėlis. – Vilnius: Baltijos kopija, 2014. 412 p. ISBN 978-609-417-096-6
2. Lietuvos gyventojų genocido ir rezistencijos tyrimo centras. 12-ASIS KILOMETRAS: 1942–1943 m. Sverdlovske sušaudyti Lietuvos piliečiai. 168 p. ISBN 978-609-8037-53-1
3. EUGENIJA BIDVAITĖ-SITNIKIENĖ. Žydėjimas. 132 p. ISBN 978-609-417-076-8
4. Šiluminė technika 4(62). Ketvirtinis žurnalas. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, 2014. 32 p. ISSN 1392-4346
5. Šiluminė technika 4(61). Ketvirtinis žurnalas. Lietuvos šilumos tiekėjų asociacija, 2014. 32 p. ISSN 1392-4346

Kodas 5001

LIETUVOS



REPUBLIKA

AUKŠTESNIOJO MOKSLO DIPLOMAS

B Nr. 153121

Artūras Žičkus

(vardas, pavardė)

38106280228

(asmens kodas)

2002 m. baigė

Vilniaus

aukštesniosios statybos mokyklos 9096647

(mokymo įstaigos pavadinimas ir kodas)

grafinio dizaino (grafinės specializacijos)

503021303

(specialybės pavadinimas ir kodas)

kursą

KVALIFIKAVIMO KOMISIJOS

2002 m. birželio mėn. 24 d. nutarimu Nr. D-1

Artūrai Žičkui

(vardas, pavardė)

suteikta

dizainerio

kvalifikacija.

DIPLOMAS SUTEIKIA TEISĘ DIRBTI PAGAL ĮGYTĄ KVALIFIKACIJĄ

Kvalifikavimo komisijos pirmininkas



[Signature]
(parašas)

Aurelija Sirusienė
(vardas, pavardė)

Mokyklos direktorius

[Signature]
(parašas)

Nijolė Kikutienė
(vardas, pavardė)

2002 m. birželio mėn. 28 d. Reg. Nr. 14091

EUGENIJA BIDVAITĖ-SITNIKIENĖ

ŽYDĖJIMAS

Eilėraščiai

2014
Vilnius

UDK 821.172-1
Bi-115

ISBN 978-609-417-076-8

© Eugenija Bidvaitė-Sitnikienė

Autorė dėkoja

Daivai ir Gintarui Budrauskams,
Vincentui Pinkevičiui,
Nijolei Janulevičienei,
Rokui Puzonui,
Edmundui Kanaševičiui

už pagalbą leidžiant devintą poezijos knygą „Žydėjimas“

I DALIS



E. Sitnikienė

MYLIU TĖVYNĘ

ATEINI

Skiriu Raimondos 55 metų jubiliejui

I

Ateini iš nebūties į žemę,
Čia vėjai pilkas dulkes kelia.
Čia dažnai ir lietus lyja,
Stiebu apynys spurgas vija.

Pasauly daug visko regi,
Dėkoti akim tu gali,
Daug meilės širdy turi,
Saviem ją dovanot žadi.

Po žemę vaikščioja Viltis,
Padalinsi į dvi dalis.
Vieną aš paaukosiu Tau,
Kitą pasiliksiu sau...

O atminty glūdi mintis.
Išskirstysiu į skiltis:
Viena žemiška būtybė –
Kita nedaloma skaistybė ...

II

Metai po metų vis bėga
Ir rodo didžią savo jėgą.
Eina balandžio ketvirta,
Tau ji laimingiausia diena ...

Ten už lango ošia miškas,
Gyvena, žydi viskas.
Greit medžiai sulapoja,
Širdis iš džiaugsmo dainuoja...

Žinau, moki visus mylėti
Ir žmonėmis tikėti.
Linkiu laimingų valandų,
Besišypsančių veidų.

Tau nereikalingos eilės,
Jei širdžiai užtenka MEILĖS.
Tau daug žodžių nerašau,
Tik PALAIMOS DIEVO prašau...

2013-04-04

ŽIEDAS

Skiriu Sofijos gimtadieniui

I

Kelias vedė į ateities aukštumas,
Praeityje liko šalys tolimos.
Jaunieji vienas kitam patiko,
Kaip paukšteliai lizdelį sukt sutiko.

O jų meilė buvo jauna, tvirta
Ir rankų paspaudimai tokie šilti ...
Jis atnešė baltą rožės žiedą
Tarsi vyturiai skambia giesmę gieda ...

Savo meilę Jiedu skirti neskubėjo,
O vyturys iš kelionės grįžti nepaklydo.
Tai žodžiai buvo Jūdviejų meilei skirti
Ir draugystei jausmai gražiai meilei tikri.

II

O baltas rožės žiedas pražydo ...
Visas pulkas vyturių pragydo,
Aušo rugsėjo rytas labai gražus,
Reikėjo pagalvoti apie vaikus mažus.

Jūdviejų laukė baltas rožės žiedas,
Iš džiaugsmo ašaros ima ir rieda.
Kūdikio verksmas suteikė Jiems viltį ...
Meilė iš gilios širdies ėmė kilti.

Kūdikis išvydo saulės šviesą,
Tai buvo akių vizijoj tiesa,
Artimiam, tėvams buvo laimės valanda,
O laimės žodis meiliai skamba.

III

Saulė ankstyva, raudona patekėjo,
Iš laimės ašarotas akis Jie šluostė.
Tai buvo kartą akimirka visiems.
Malonumas liejosi saviem ir tėvams ...

Jaunųjų tėvų meilė labiau suliepsnojo,
Lyg naujas dienos rytas išaušo.
Rodos, meilė labiau veržėsi į širdį
Ir širdies plakimą visi girdi ...

Rudenį medžių lapai šlamėjo,
Tėvai apie dukrelę kalbėjo ...
Jau vėlu... Kūdikis užmigo.
Išaušus mergelė nubudo...

2012-09-05

ŽYDĖJIMAS

Sodyboj žydi jazminai.
Aromatu pildos net namai,
Kiek juose šilumos ir meilės,
Žiedus glosto spinduliai saulės.

Kas gyva, daugiau jazminų kvapu,
Skleidžias žiedai rožių tuo metu.
Žiedlapiai liečias vienas į kitą.
Kasryt matau veiksmą šitą.

Šiltas lietus medžius laisto,
Skrendąs vėjas lašus nupurto...
Žemėje po lietaus drėgna.
Jausti žiedų kvapą man ne gėda...

2012-07-09

MYLIU TĖVYNĘ

Tėvyne, Tau daug sukurta dainų,
Dar meilė tebeplaukia mano vaikų...
Tu, jaunime, saugok namus, prašau,
Gink kraštą... Nieko nereikia daugiau.

Te visad būna mėlynas dangus.
Mylėk – tėvus, brolius, seses – visus.
O rytas tebūna kasdien giedras
Ir traukiniai nuolat Tėvynėj rieda...

Ta mūsų Tėvynė ne svetima,
Ji yra kitų tautų gerbiama.
Joje įvairiaspalvės gėlės žydi,
Jai meilės ir laimės nepavydi...

2011 07 23

ŽINGSNIAI

Mane į būties kelią lydėjai
Nelengvai... Pirmus TU žingsnius dėjai
Tarsi užsivilkai naują rūbą,
O metai kaskart bėgo ir skubėjo.

Mano mintys kasdien kažkur ėjo.
Jos geriems draugams idėjas skleidė
Ir giliai suprastos, nepamestos
Nesiblaškę... kaip lietūs... taškės.

Sekanti diena būna giedra, šviesi,
Atėję draugai – ir visi kiti – tikri...
Geležį kalti pakol karšta reikėjo,
Tada žmogui PALAIMĄ teikė...

2011 08 28

KARTU

Baigęs mokyklą, studijuot išvykau,
Ten savo jaunystės draugą sutikau.
Moksle reikėjo vienas kitam padėt,
Bendrą pagalbą tarsi širdy žymėt.

Daug kelių, miestų apima pasaulis.
Tarp visų pati gražiausia mūsų šalis.
Ir prieš akis švyti gražus rytojus,
Metų metais mokslo tiesos kartojas.

Mokslo žinias reikia perduot tiksliai,
Ir tada bus tvirti būties pamatai.
Eiti prieky, nestovėti nuošaliai,
Būti pareigingu, atrodyt žvaliai.

2011 08 27

APGINTA LAISVĖ

Buvo neramūs laikai... Tėvynę gynė.
Gyvenom mylimoj, brangioj Tėvynėj.
Istorijos eigoj ne kartą trypė,
Tėvų puoselėtą žemę mindė.

Šiandien giliai įrėžta kančių vaga,
Galva iki skausmo apsisupus skara...
Ir protas bei jausmai susipynė,
O valandos sulaukt Laisvės slinko.

Vergavom... Jau plaukiam į artėjantį krantą,
Gerbėm tikėjimą, meilę, kas šventa.
Neįtikėtinai puikios geltonkasės.
Priešui sumažėjo mūsų Tėvynės erdvės.

Nuo seno mūsų žmonės mylėjo namus,
Iškovotai Laisvei paaukojo net ir savus,
Į rytdieną jaunimas spėriai ruošės,
Jau laikas, pavasaris gražiai puošės.

2011 08 25

BUVO TAIP

Tylią naktį TU buvai namo parėjus.
Lijo... Visi miegojo ir negirdėjo...
Ar pameni, Tau laiškelių seniai aš rašiau,
Tu man neatsakei, turinį pamiršau...

Ir mūsų suolų draugai nebeužklysta,
Mūs draugystė lyg rudens lapai vysta...
Namo dar kartą grįšiu jaunystės keliu
Ir iš nevilties kris daug ašarų gailių.

Niekad nepamiršiu savo gimto krašto,
Mokykloje išmokė lietuviško rašto.
Aukosiu dovanas gyvenimo didžio,
Tau linkiu sėkmės ir laimingo skrydžio...

2011 05 24

MANO TĖVYNĖ

Broliai lietuviai narsiai nuo priešų gynės.
Kaip nemylėt savo brangios Tėvynės!
Ten, kur žaliuoja kloniai tėviškės mylimos,
Kur vyturiai ilgis gimtos padangės.

Paukščius žiemot į pietus veda keliai,
Kol po žiemos sugrįžta būna dar ne vėlu...
Seniai praėjo visi debesys juodi,
O tu, paukšteli, namo kelią surandi.

Ir paukščiai, žmonės myli gražią šalį,
Giesmininkai visi trelėmis linksmin birželį...
Būna lietingų dienų, Perkūnas dunda,
Tada lyg iš miego lietutis nubunda...

2011 05 26

MINTYS

Eik mokyklon pasiruošęs visada
Ir gausi gerą pažymį Tu tada...
Tik neatidėliok mokslo žinių į šalį.
Jaunas esi, Tavo širdis viską gali.

Žinok, ne su viena diena gyveni.
Gyvenime kažką nuveikt manai?
Ieškai žinių, puslapius verti greičiau,
Tu kiekvieną minutę vertini brangiau...

Puikių minčių Tau papasakot bandau,
Vieną idėją Tau laiške aprašiau...
Gal ne visom mintim pritart gali,
Atsakymo nėra... Sakyk, ko tyli?

2011 05 22

PRISIMINK

Ką gražaus prisiminei būdamas vaikas?
Svajones, žaislus, mokslą... užrašė laikas.
Ir kaip amžinybėn iškeliavo broliai,
Gyvenimas kasdien, kaskart vedė į tolį.

Mūsų būtis palaistyta protėvių krauju,
Kiekvieno pareiga nepamiršt Jų...
Tėvai mus augino ir taip mes užaugom,
Gyvenime turim ne vieną draugą...

Pažvelgsiu pro mažą jaunystės langelį,
Ir sutvirtėjęs išeisiu į platų kelią...
Ar sunku pagauti greitakojį vėją,
Milžino batais per pasaulį skriejant?

2011 05 24

TAIP GERA

Nenumaldomai lekia būties laikas.
Jame būta daug laimės ir nevilties.
Ten, kur ošia giria, yra ežeras,
Ten siela tarsi ieškoti gėrio veržias.

Taip gera paukščiams po girią skraidyt,
Taip gera vaikams ežere braidyt,
Taip gera muzikos klausyt,
Taip gera gyventi, tėvus mylėti.

Taip gera draugą sutikti, kalbėt,
Taip gera Tėvynėj dirbt, aukotis,
Taip gera būt mylimam, mylėti,
Taip gera padėt bedaliui, jį globoti...

2011 07 17

AŠ

AŠ anksti išėjau iš namų
Ir kely sutikau daug vaikų.
Jie visi skubėjo mokyklon.
Vasarą dalis važiavo stovyklon.

Greit baigęs mokslo metų diena.
Smagių, linksmų buvo ne viena.
Malonūs jautės draugėn vakarai,
Aidėjo vaikų balsai, nuo jų ir namai...

2011 06 22

TAU

Kiekvienais metais yra daug
Švenčių ir gražių sveikinimų...
Štai vienas eilinis sveikinimas.
Jo mintys tokios ir kalba netaisyta.

Tau linkiu stiprios sveikatos,
Kantrybės didelės,
Vilties spalvotos,
Atlaidumo neriboto...

Tikėjimo kiekvienu žmogumi,
Neblėstančios kūrybinės
Kibirkštėlės...
Ir kupinų meilės dienų...

2011 07 21

Edita Sužiedėlienė

Molekulinė biologija

Vadovėlis

Vilnius, 2014

UDK 577.2(075.8)
Su-117

Vilniaus universiteto Studijų komiteto rekomenduota 2014 12 09.

Recenzavo:

prof. dr. Rimantas Daugelavičius

prof. dr. Rolandas Meškys

Leidinyi finansuotas projekto „Biotechnologijos ir biofarmacijos sektoriui reikalingų aukštos kvalifikacijos specialistų rengimo tobulinimas“ (BIOTEFA-A), Nr. VP1-2.2-ŠMM-09-V-01-009 lėšomis.

Viršelyje – naujos DNR II tipo restrikcijos endonukleazės, sumodeliuotos pasitelkus kompiuterinį baltymų dizainą ir baltymų inžineriją, struktūros dalies, užtikrinančios konkrečios DNR sekos atpažinimą, vizualizacija (autorius – dr. Č. Venclovas). Vaizdas sukurtas kaip iliustracija, apibendrinanti bendro VU Biotechnologijos instituto ir UAB „Fermentas“ mokslininkų darbo rezultatus, paskelbtus JAV nacionalinės mokslų akademijos darbuose (*Proc Natl Acad Sci USA*, 2007; 104:10358-63).

© Edita Sužiedėlienė, 2014

© Vilniaus universitetas, 2014

ISBN 978-609-417-096-6

TURINYS

PRATARMĖ	8
----------------	---

I. ĮVADAS. Pamatinė molekulinės biologijos dogma ir molekulinės biologijos mokslo raida	11
--	-----------

1.1. Modelinės biologinės sistemos molekulinėje biologijoje	16
---	----

II. NUKLEORŪGŠČIŲ IR BALTYMŲ MOLEKULINĖ STRUKTŪRA	23
--	-----------

2.1. Nukleorūgščių molekulinė struktūra	23
--	-----------

2.1.1. DNR ir RNR pirminė struktūra	23
2.1.2. DNR antrinė struktūra	28
2.1.3. DNR spiralių B, A, Z šeimų ypatybės	34
2.1.4. Nejprastos DNR antrinės struktūros	41
2.1.5. DNR tretinė struktūra. Žiedinė DNR ir superspiralizacija	46
2.1.6. Topoizomerazės	52
2.1.7. RNR antrinė ir tretinė struktūra	57
2.1.8. Pernašos RNR (tRNR) antrinė ir tretinė struktūra	60
2.1.9. Ribosominių RNR antrinė ir tretinė struktūra	63
2.1.10. Kataliziškai aktyvios RNR (ribozimai)	67
2.1.11. Ribojungikliai	70
2.1.12. Genomai	72

2.2. Baltymų molekulinė struktūra	75
--	-----------

2.2.1. Aminorūgščių savybės	75
2.2.2. Peptidinis ryšys ir jo savybės	80
2.2.3. Aminorūgščių šoninės grupės	84
2.2.4. Baltymų erdvinės struktūros susidarymui svarbūs nekovalentiniai ir kovalentiniai ryšiai	86
2.2.5. Baltymų pirminė struktūra	89
2.2.6. Baltymų antrinė struktūra	91
2.2.7. α spiralė	91
2.2.8. β struktūra	95
2.2.9. Kiti baltymų antrinės struktūros elementai	97
2.2.10. Baltymų struktūros motyvai (superantrinė struktūra)	98
2.2.11. Baltymų tretinė struktūra	100
2.2.12. Baltymų erdvinės struktūros susidarymas	101
2.2.13. Baltymų tretinės struktūros domenai	103
2.2.14. Baltymų ketvirtinė struktūra	104
2.2.15. Daugiabaltyminiai kompleksai	107

III. CHROMATINO MOLEKULINĖ STRUKTŪRA	109
3.1. Nukleosoma – chromatino struktūrinis ir reguliacinis vienetas.....	110
3.1.1. Molekulinė nukleosomos organizacija.....	112
3.1.2. Šerdinė nukleosominė dalelė	113
3.1.3. Į nukleosomos sudėtį įeinančių histonų savybės	115
3.1.4. Histonų aminorūgščių modifikacijos ir jų biologinė reikšmė.....	119
3.1.5. Histonų kovalentinių modifikacijų kodo hipotezė.....	128
3.2. 10 nm ir 30 nm chromatino siūlai	130
3.3. Chromatino aukštesnio lygio struktūros.....	133
3.4. Chromatinas ir replikacija	138
3.5. Chromatinas ir genų transkripcija bei jos valdymas.....	140
3.5.1. Histonų acetilinimas ir genų transkripcijos valdymas	141
3.5.2. Chromatiną pertvarkantys baltymų kompleksai ir transkripcijos valdymas	141
3.6. DNR organizacija prokariotuose.....	145
IV. DNR BIOSINTEZĖ (REPLIKACIJA)	148
4.1. DNR replikacijos mechanizmo išaiškinimas	148
4.2. DNR polimerazės – pagrindiniai DNR replikacijos fermentai.....	154
4.2.1. DNR polimerazių bendrosios savybės	154
4.2.2. DNR polimerazių katalizuojama reakcija	157
4.2.3. DNR polimerazių struktūra	162
4.2.4. DNR polimerazių įvairovė.....	164
4.3. DNR replikacija prokariotuose	165
4.3.1. Bakterijų (<i>E. coli</i>) DNR polimerazės.....	165
4.3.2. <i>E. coli</i> replikacinės šakutės modelis	176
4.3.3. Kiti <i>E. coli</i> replikacinės šakutės komponentai.....	178
4.3.4. <i>E. coli</i> praimazė (DnaG).....	178
4.3.5. <i>E. coli</i> replikatyvinė helikazė (DnaB). Kitos DNR helikazės.....	181
4.3.6. Topoizomerazės	183
4.3.7. <i>E. coli</i> SSB baltymai	183
4.3.8. Replikacijos iniciacija <i>E. coli</i> bakterijose	185
4.3.9. DNR grandinės elongacija.....	189
4.3.10. DNR ligazės	189
4.3.11. Replikacijos terminacija bakterijose	190
4.3.12. Bakterijų DNR replikacija ir ląstelių augimas bei dalijimasis	191
4.3.13. Replikonai.....	193

4.4. DNR replikacija eukariotuose.....	195
4.4.1. Eukariotų replikacinės šakutės komponentai ir jų funkcijos	196
4.4.2. DNR α polimerazė-praimazė	196
4.4.3. A replikacijos baltymas (RPA).....	197
4.4.4. PCNA slystantysis žiedas	198
4.4.5. C replikacijos veiksnys (RFC) – žiedo užkėlimo kompleksas.....	199
4.4.6. DNR δ ir ϵ polimerazės	199
4.4.7. Kitos eukariotų DNR polimerazės.....	200
4.4.8. Okazaki fragmentų brendimas eukariotuose	203
4.4.9. Replikatyvinės helikazės eukariotuose	204
4.4.10. Replikacijos iniciacija eukariotuose	205
4.5. Kiti DNR replikacijos būdai	208
4.5.1. Besisukančio rato DNR replikacijos mechanizmas.....	208
4.5.2. DNR replikacija θ mechanizmu	212
4.5.3. DNR replikacija D kilpos mechanizmu.....	214
4.5.4. Linijinių DNR replikacija	215
4.5.5. Telomeros ir jų funkcijos	217
4.5.6. Telomerų struktūra	218
4.5.7. Telomerazės savybės ir funkcijos	222
4.5.8. Telomerų ilgio reguliavimas, senimas ir vėžys	224
V. RNR BIOSINTEZĖ (TRANSKRIPCIA).....	229
5.1. RNR transkripcijos bendrieji bruožai	229
5.2. RNR polimerazių (RNAP) struktūra ir savybės	232
5.3. Transkripcija prokariotuose.....	233
5.3.1. Bakterijų RNR polimerazės.....	233
5.3.2. Bakterijų RNR polimerazės šerdinė dalelė	233
5.3.3. Bakterijų RNR polimerazių transkripcijos ciklas	238
5.3.4. Bakterijų promotorių atpažinimas	241
5.3.5. σ (sigma) veiksnys ir jo reikšmė bakterijų RNAP transkripcijai.....	242
5.3.6. Bakterijų promotorių tipinės sekos.....	243
5.3.7. Transkripcijos terminacija bakterijose	245
5.4. Transkripcija eukariotuose.....	247
5.4.1. Eukariotų RNR polimerazės	248
5.4.2. RNR I polimerazės transkripcijos kompleksas.....	249
5.4.3. RNR III polimerazės transkripcijos kompleksas	252
5.4.4. RNR II polimerazė	254
5.4.5. RNR II polimerazės transkripcijos preiniciacijos kompleksas	258
5.4.6. RNR Pol II transkripcijos preiniciacijos komplekso (PIC) susimontavimas	263
5.4.7. Mediatoriaus kompleksas ir jo vaidmuo RNR Pol II transkripcijoje	269

5.5. Transkripcijos valdymas prokariotuose	271
5.5.1. Operonas.....	273
5.5.2. Laktozės operonas	273
5.5.3. Triptofano operonas.....	279
5.5.4. Kiti bakterijų operonai.....	283
5.5.5. Griežtasis atsakas	284
5.6. Transkripcijos valdymas eukariotuose	285
5.6.1. Transkripcijos aktyviklių savybės.....	286
5.6.2. Transkripcijos aktyviklių atpažįstami atsako elementai	287
5.6.3. Transkripcijos aktyviklių sąveikos su DNR motyvai.....	288
5.6.4. Mažosios RNR ir genų raiškos valdymas	292
VI. RNR brendimas.....	302
6.1. Pre-tRNR brendimas.....	302
6.2. Pre-tRNR brendimas prokariotuose	303
6.2.1. tRNR 3' ir 5' galų susidarymas.....	303
6.3. Pre-tRNR brendimas eukariotuose.....	307
6.3.1. Intronų pašalinimas iš eukariotų pre-tRNR.....	307
6.3.2. Kovalentinės tRNR nukleotidų modifikacijos.....	313
6.3.3. Eukariotų pre-tRNR brendimo etapų eiliškumas	313
6.4. Pre-rRNR brendimas.....	314
6.4.1. Pre-rRNR brendimas prokariotuose.....	314
6.4.2. Pre-rRNR brendimas eukariotuose	314
6.4.3. Kovalentinės nukleotidų modifikacijos eukariotų pre-rRNR.....	316
6.4.4. rRNR susimontavimas į ribosomas.....	319
6.4.5. Intronų šalinimas iš eukariotų pre-rRNR.....	319
6.4.6. I grupės intronų išsikirpimo mechanizmas.....	321
6.4.7. II grupės intronų išsikirpimo mechanizmas.....	323
6.4.8. Judrieji I ir II grupės intronai.....	324
6.5. Pre-iRNR brendimas eukariotuose	324
6.5.1. Eukariotų pre-iRNR 5' galo modifikacijos. Kepurės struktūra.....	325
6.5.2. Pre-iRNR 3' galo modifikavimas.....	328
6.5.3. iRNR splaisingas eukariotuose.....	330
6.5.4. Pre-iRNR intronai – splaisingo reakcijų substratas	331
6.5.5. Splaisingui reikšmingos konservatyvios nukleotidų sekos intronuose ir egzonuose	332
6.5.6. Splaisingo reakcijos.....	334
6.5.7. Splaisosomos struktūra.....	335

6.5.8. Splaisosomos susimontavimas ties pre-iRNR	337
6.5.9. Splaisosomos katalizinis centras	340
6.5.10. Splaisingo kompleksų lokalizacija branduolyje.....	342
6.5.11. Alternatyvusis splaisingas	342
6.5.12. iRNR kokybės kontrolė.....	344
6.6. RNR redagavimas.....	344
6.6.1. Redagavimo tipai	345
6.6.2. Nukleotido pakeitimas	345
6.6.3. Nukleotidų sekų įterpimas arba pašalinimas	348
VII. BALTYMŲ BIOSINTEZĖ (TRANSLIACIJA)	353
7.1. Genetinis kodas ir jo savybės	353
7.2. Pernašos RNR molekulės (tRNR) – baltymų biosintezės tarpininkai.....	358
7.2.1. Aminorūgščių aktyvinimas. Aminoacil-tRNR sintetazės	360
7.2.2. Supresorinės tRNR	362
7.3. Ribosomų struktūra ir funkcijos.....	363
7.3.1. Ribosomos struktūros tyrimai	365
7.3.2. Ribosominės RNR.....	368
7.3.3. Ribosominiai baltymai.....	369
7.3.4. Funkciniai centrai ribosomoje	369
7.4. Baltymų biosintezė prokariotuose	371
7.4.1. Transliacijos iniciacija	371
7.4.2. Transliacijos elongacija.....	376
7.4.3. Elongacijos ciklas	377
7.4.4. Iškodavimas.....	379
7.4.5. Peptidinio ryšio susidarymas	380
7.4.6. Ribosomos peptidiltransferazinis aktyvumas.....	382
7.4.7. Perstūmimas	384
7.4.8. Transliacijos terminacija.....	385
7.5. Baltymų biosintezė eukariotuose.....	388
7.5.1. Transliacijos iniciacija	389
7.5.2. IRES sritys ir jų ypatumai.....	392
7.6. Poliribosomos.....	393
7.7. Transliacijos tikslumo valdymo būdai	395
REKOMENDUOJAMOS LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	397
DALYKINĖ RODYKLĖ	398

PRATARMĖ

Molekulinės biologijos – gana naujo ir sparčiai besivystančio mokslo – vadovėlių lietuvių kalba iki šiol išleista nebuvo. Vadovėlyje *Molekulinė biologija* pateikiami molekulinės biologijos mokslo pagrindai lietuviakalbams skaitytojams.

Molekulinė biologija yra skirta tiems, kurie nori gilintis į gyvybę molekulių lygmenyje. Vadovėlis gimė iš paskaitų, beveik porą dešimtmečių dėstytų Vilniaus universiteto molekulinės biologijos ir kitų bakalauro studijų programų studentams, konspektų. Medžiagą teko nuolat atnaujinti, papildyti naujomis molekulinės biologijos mokslo žiniomis. Per tą laiką buvo išaiškinta žmogaus genomo nukleotidų seka, o genomų sekoskaita tapo įprastu reiškiniu. Buvo nustatyta ribosomos – vienos didžiausių biologinių makromolekulių – erdvinė struktūra, kurios viena atradėjų, 2006 m. Nobelio premijos chemijos srityje laureatė profesorė Ada Jonat (Ada Yonath) 2010 m. lankėsi Lietuvoje Gyvybės mokslų forume. Buvo sukurtas pirmasis sintetinis genomas, iš ląstelių išauginti audiniai ir organai. Nelengva užduotis buvo bent dalį šių mokslo pasiekimų perteikti knygoje, nes gyvybės mokslai ir jų žiniomis grindžiamos technologijos vystosi stulbinamai greitai.

Knygoje pirmiausiai siekta supažindinti su pagrindinių ląstelės biomolekulių – nukleorūgščių ir baltymų – struktūra ir funkcijomis, taip pat – su svarbiausiais molekuliniiais vyksmais, kuriuose dalyvauja nukleorūgščių ir baltymų molekulės. Šie molekuliniai vyksmai lemia gyvybę. Biologinė informacija, užkoduota ir saugoma DNR molekulėje, perduodama palikuonims susintetinus šios molekulės kopijas replikacijos proceso metu. Tolesnis biologinės informacijos perdavimas apima transkripcijos procesą, per kurį susintetinamos genų kopijos – RNR molekulės. Tada vyksta sudėtingas RNR molekulių brendimas, susidaro funkcionalios RNR, kurių įvairovė yra didžiulė, o funkcijos – labai įvairios. Galiausiai, dalis tokių RNR molekulių – tos, kurios koduoja baltymus, – dalyvauja transliacijos procese. Transliacija yra paskutinis biologinės informacijos perdavimo etapas. Jos metu susintetinami tūkstančiai ląstelės baltymų, kuriems būdingos pačios įvairiausios funkcijos.

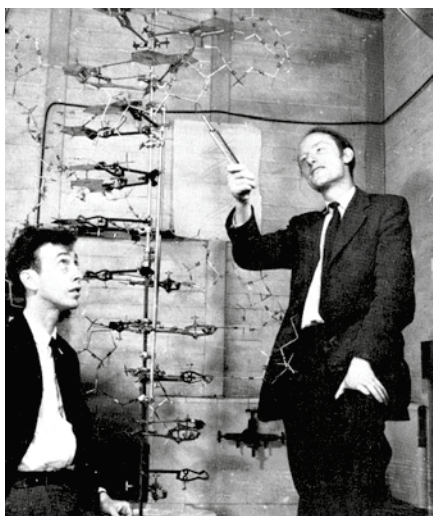
Knygą sudaro septyni skyriai, kuriuose aptariami pagrindiniai biologinės informacijos saugojimo, perdavimo ir raiškos vyksmai – DNR biosintezė, RNR biosintezė, RNR brendimas ir baltymų biosintezė. Aptariant šiuos vyksmus stengtasi atidžiau pažvelgti į juose dalyvaujančių biologinių makromolekulių struktūrą ir funkcijas, atskleisti molekulinį mašinų sudėtingumą. Vadovėlio medžiaga gausiai papildyta iliustracijomis, atspindinčiomis svarbiausias molekulinės biologijos žinias ir pasiekimus. Orientuojantis į studentus kiekvieno skyriaus pabaigoje pateikiama analitinių klausimų ir uždavinių, kurie, tikimasi, padės įsisavinti vadovėlyje pateikiamą medžiagą. Knygos pabaigoje pateikiama dalykinė tekste vartojamų molekulinės biologijos terminų rodyklė ir rekomenduojamos literatūros sąrašas.

Autorė nuoširdžiai dėkoja kolegoms, ypač profesoriui Jurgiui Kadziauskui už vertingas pastabas ir patarimus, studentams – jų dėka klaidų ir netikslumų tekste liko mažiau ir atsirado gražių lietuviškų terminų. Taip pat redaktorei Giedrei už didelę ir nuoširdžią pagalbą redaguojant kalbą, Žygimantui – už techninį teksto tvarkymą.

Edita Sužiedėlienė

I. ĮVADAS.

Pamatinė molekulinės biologijos dogma ir molekulinės biologijos mokslo raida



„Dabar mes jau pripažįstame, kad molekulinė biologija nėra eilinis aspektas, kuriuo tiriamos biologinės sistemos. Ji yra reikalo esmė. Beveik visi gyvybės aspektai turi molekulinį pagrindą, ir jeigu nesuprasime molekulių, labai miglotai suvoksime gyvybę... Bet kokie tyrimų rezultatai aukštesniame biologinių sistemų lygmenyje tėra spėjimai, kol jie nepatvirtinti molekuliniame lygmenyje.“¹

F. Crick, *What Mad Pursuit* (1988)

1.1 pav. D. Votsonas ir F. Krikas prie DNR dvigubos spiralės modelio 1953 m. (http://www.sciencesource.com/collections/science_photo_library.html)

Studijuojantiems ar norintiems pažinti molekulinę biologiją dabartinis šios mokslo srities vystymosi tarpsnis yra itin palankus: molekulinė biologija pastaraisiais dešimtmečiais vystosi taip sparčiai, kaip nė vienas kitas mokslas, ir skatina naujų atradimų lūkesčius. Tai yra labai „jaunas“ mokslas, tačiau darantis įtaką beveik visoms šiuolaikinės biologijos sritims nuo tradicinių taksonomijos bei sistematikos iki genų funkcijas tiriančių sričių. Naują didelį postūmį molekulinės biologijos vystymuisi paskutiniajame dešimtmetyje suteikė naujomis technologijomis grindžiamų mokslo sričių – genomikos, proteomikos, kitų „omikų“ (transkriptomikos, metabolomikos, kt.) – sukūrimas.

Molekulinė biologija tiria genetinės informacijos saugojimo, dauginimo, perdavimo ir raiškos mechanizmus, biopolimerų – baltymų ir nukleorūgščių – struktūrą ir funkcijas.

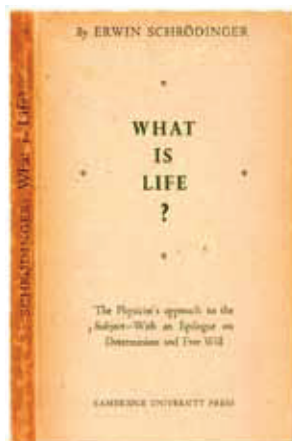
Ankstyvasis molekulinės biologijos vystymosi tarpsnis. XX a. pradžia–1953 m.

Molekulinė biologija išsivystė iš atskirų mokslų, pirmiausiai – biochemijos ir genetikos, taip pat ląstelės biologijos, bakteriologijos. Pirmą kartą terminą „molekulinė biologija“ pavartojo Rokfelerio fondo gamtos mokslų skyriaus direktorius **Varenas Vyveris** (Warren Weaver). 1938 m. ataskaitoje fondui prašydamas finansinės paramos jis rašė: „Palaipsniui formuojasi nauja mokslo sritis – molekulinė biologija, – kuri pradeda mums atverti daugelį paslapčių apie gyvos ląstelės atskirus komponentus.“

¹ Vertimas – autorės.

Tuo metu biochemikai atrado daug svarbių viduląstelių cheminių reakcijų, ėmė aiškėti šių reakcijų ir baltymų bei fermentų svarba ląstelių savybėms. Deja, biochemikams ne itin rūpėjo genai, jų funkcijos – jie tyrinėjo ląstelės metabolinius procesus. Buvo manoma, kad genai yra baltymai. To meto biochemijos vadovėliuose DNR (deoksiribonukleorūgščiai) buvo skiriamas mažas skyrelis. Tik 1930 m. buvo nustatyta, kad DNR yra didelė molekulė, kurios sudėtyje yra keturios skirtingos cheminės bazės. Tačiau DNR daug kam atrodė pernelyg nuobodi palyginti su baltymų molekulėmis, sudarytomis iš 20-ies skirtingų aminorūgščių!

Ketvirtajame amžiaus dešimtmetyje genetikai siekė išaiškinti paveldimumo (genų) prigimtį. Jie nustatė ryšį tarp paveldimumo ir chromosomų. Amerikiečių mokslininkas **Tomas H. Morganas** (Thomas Hunt Morgan) ir jo bendradarbiai įrodė, kad genas yra chromosomos dalis. Tačiau genų cheminių bei kitų savybių genetikai ištirti negalėjo. Šia problema susidomėjo fizikai. 1944 m. austrų fizikas **Ervinas Šrėdingeris** (Erwin Schrödinger) knygoje *Kas yra gyvybė?* (E. Schrödinger, *What is life?*, 1944; 1.2 pav.) išdėstė, kad gyvybės esmė yra biologinės informacijos saugojimas ir perdavimas, o chromosomos gali būti šios informacijos saugyklos. Ląstelėje, anot Šrėdingerio, didžiuliam biologinės informacijos kiekiui sutalpinti turi egzistuoti „paveldimumo kodas“. E. Šrėdingeris rašė: „Genas galėtų būti nereguliarus, aperiodiškas kristalas, svarbus paveldimumo kodui.“ Taigi, E. Šrėdingeris pasiūlė paveldimumo kodo koncepciją.



1.2 pav. E. Šrėdingerio knyga *Kas yra gyvybė?* (1944) (<http://www.whatislife.ie/schrodinger.htm>)

Ši nedidelė knyga padarė didžiulę įtaką to meto fizikams, biologams, kitų sričių mokslininkams ir atvėrė naują požiūrį į biologinius procesus. Vienas iš fizikų, tuo metu susidomėjęs biologija, buvo britas **Frensis Krikas** (Francis Crick). Į eksperimentinę biologiją taip pat pasuko amerikiečių mokslininkai vokiečių kilmės fizikas **Maksas Delbriukas** (Max Delbrück), italų kilmės gydytojas **Salvadoras Lurija** (Salvador Luria). Jie pradėjo eksperimentus su bakteriofagais, siekdami ištirti, kas užtikrina jų dauginimąsi bakterijose. Netrukus jų laboratorijos bendradarbiai **Alfredas Heršis** (Alfred Hershey) ir **Marta Čeiz** (Martha Chase) įrodė, kad su paveldimumu (genais) yra susiję ne baltymai, o DNR. Šie tyrimai įtikinamai patvirtino anksčiau atliktus ir mokslinės visuomenės gana skeptiškai sutiktus **Osvaldo Eiverio** (Oswald Avery), **Ko-**

lino Makliaudo (Colin MacLeod) ir **Maklyno Makkarčio** (Maclyn McCarty) eksperimentus su pneumokokais. **Džeimsas Votsonas** (James Watson), tuometinis S. Lurijos doktorantas, spėjo, kad ryšys tarp DNR ir genų slypi DNR molekulės cheminėje struktūroje. Tolesniems savo mokslinams tyrimams jis pasirinko būtent DNR struktūros tyrimus.

Tuo metu (1939 m.) amerikiečių chemikas **Linusas Polingas** (Linus Pauling) išaiškino cheminio ryšio prigimtį. Tai leido suprasti biologinių makromolekulių stabilumo priežastis. Netrukus Polingas nustatė baltymų α spiralės struktūrą – vieną pagrindinių baltymų struktūros elementų. Tuo metu makromolekulių tyrimams buvo pradėta naudoti rentgeno spindulių analizė, kuria austrų kilmės britų biologas **Maksas Perucas** (Max Perutz) patvirtino α spiralės struktūrą. Rentgenostruktūrinės analizės metodas buvo pradėtas naudoti ir DNR tyrimuose. Tai turėjo ypač didelės reikšmės išaiškinant DNR erdvinę struktūrą.

Klasikinis molekulinės biologijos vystymosi tarpsnis (1953–2000 m.)

Bendradarbiaudamas su **F. Kriku**, **D. Votsonas** sukūrė ir 1953 m. paskelbė DNR erdvinės struktūros modelį bei pasiūlė galimą DNR biosintezės – replikacijos – būdą. Šis atradimas padarė esminę įtaką molekulinės biologijos mokslo vystymuisi ir laikomas faktine šio mokslo pradžia. Kurdami DNR struktūros modelį D. Votsonas ir F. Krikas panaudojo to meto žinias apie DNR struktūrinius komponentus, taip pat DNR rentgenostruktūrinės analizės duomenis, kuriuos gavo britų mokslininkai **Morisas Vilkinsas** (Maurice Wilkins) ir **Rozalinda Franklin** (Rosalind Franklin). D. Votsonui, F. Krikui ir M. Vilkinsui (R. Franklin tuo metu jau buvo mirusi) už DNR struktūros išaiškinimą 1962 m. skirta Nobelio premija.

Išaiškinus DNR molekulės erdvinę struktūrą ir supratęs, kad ji yra informacinė molekulė, toliau buvo siekiama ištirti, kaip genetinė medžiaga funkcionuoja. Rusų kilmės amerikiečių mokslininkas **Džordžas Gamovas** (George Gamow) 1954 m. pirmasis iškėlė idėją, kad baltymų aminorūgštis lemia DNR struktūriniai komponentai – nukleotidų trejetai. Tačiau kaip vyksta genetinės informacijos perdavimas iš DNR į baltymus, nebuvo aišku. D. Votsonas iškėlė hipotezę, kad tarpininku šiame procese galėtų būti RNR molekulės. Šiai problemai spręsti net buvo įkurtas garsusis „RNR kaklaraiščių klubas“, vienijęs 20 garsiausių to meto mokslininkų, kurių kiekvienas turėjo po kaklaraiščio sagę su kurios nors aminorūgšties pavadinimo monograma.

F. Krikas iškėlė mintį, kad aminorūgštis į baltymų biosintezės vietą galėtų nešti mažos RNR molekulės. Netrukus tokios molekulės – pernašos RNR (tRNR) – buvo atrastos. 1960 m. buvo atrastos ir informacinės RNR (iRNR). Tai pagaliau sudarė prielaidas genetinio kodo išaiškinimui. Galiausiai 1966 m. **Heinrichas Matajus** (Heinrich Matthaei), **Maršalas Nirenbergas** (Marshall Nirenberg) ir **Haras Gobaindas Korana** (Har Gobind Khorana) nustatė, kuris DNR nukleotidų trejetas kurią aminorūgštį koduoja.

1957 m. F. Krikas suformulavo **patatinę molekulinės biologijos dogmą** (angl. *the central dogma of molecular biology*), anot kurios, biologinė informacija yra saugoma deoksiribonukleorūgščių (DNR) molekulėje (genuose). Biologinės informacijos pernaša vyksta DNR kopijuojant į ribonukleorūgščių (RNR) molekulę transkripcijos metu, o vėliau – RNR naudojant kaip matricą baltymų molekulių

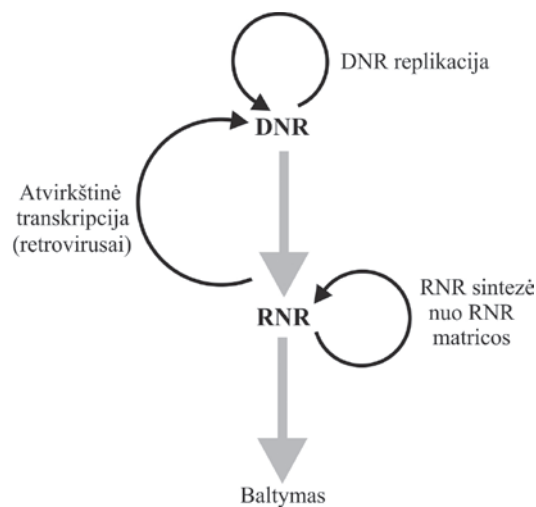
Pamatinė molekulinės biologijos dogma teigia, kad genetinės informacijos pernaša iš DNR į baltymą yra galima, o atvirkščiai – ne. DNR yra genetinės informacijos saugykla.

biosintezės metu. Pamatinė molekulinės biologijos dogma teigia, kad **genetinės informacijos pernaša iš DNR į baltymą yra galima, o atvirkščiai – ne.**

Pamatinę dogmą iliustruojančioje schemoje (1.3 pav.) galime matyti, kad biologinių molekulių hierarchijoje DNR užima aukščiausią vietą. DNR molekulėse yra saugoma genetinė informacija ir užkoduota būsimų baltymų aminorūgščių seka. Priešingai, baltymai nelemia DNR nukleotidų arba aminorūgščių sekos.

Nors praėjo nemažai laiko nuo tada, kai buvo suformuluota pamatinė molekulinės biologijos dogma – biologinės informacijos virsmo modelis, – gausybė pastaraisiais metais sukaupytų žinių apie biologines molekules ir jų funkcijas, F. Kriko nuomone, jos nepakeitė. Tačiau teko ją išplėsti remiantis fundamentaliais molekulinės biologijos atradimais.

Buvo nustatyta, kad RNR molekulių sintezė gali vykti nuo RNR matricos, o DNR molekulės sintezė – nuo RNR matricos (1.3 pav.). Pvz., retrovirusų DNR sintezė vyksta **atvirkštinės transkripcijos** būdu kaip matricą naudojant RNR. Eukariotų genuose buvo atrasti **intronai** – sekos, kurios pašalinamos iš RNR jai bręstant. Be to, atradus **RNR redagavimo** fenomeną, paaiškėjo, kad genas gali ir nekoduoti baltymo aminorūgščių sekos: ji programuojama keičiant transkripto nukleotidų seką, t. y. RNR redagavimo metu. Redagavimas, anot F. Kriko, yra pats didžiausias nuokrypis nuo jo dogmos modelio.



1.3 pav. **Schema, iliustruojanti pamatinę molekulinės biologijos dogmą**

Molekulinės biologijos tyrimai atskleidė naujų faktų, koreguojančių pamatinę dogmą. Atrasti **prionai** (angl. *prion – proteinaceous infectious particle*) – baltymai, sukeliantys neurodegeneracines ligas – gyvūnų spongiforminę encefalopatiją ir žmogaus Kreucfeldo-Žakobo (angl. *Creutzfeldt-Jacob's*) sindromą. Siekiant išaiškinti ligos sukėlėją, ligą sukeliančiuose mėginiuose buvo suardyti DNR, RNR ir baltymai. Suleidus tokiu būdu paveikto nesveikų gyvūnų ląstelinio skysčio į sveikų laboratorinių gyvūnų smegenis, pastarieji vis tiek susirgdavo. Paaiškėjo, kad ligos sukėlėjas yra ne virusas, kaip manyta, o gyvūnų bei žmogaus neuronų paviršiuje esantis baltymas PrP. Sergančių žmonių ir gyvūnų ląstelėse baltymas yra netikslios erdvinės struktūros (konformacijos) – PrP^{Sc}. Netikslios struktūros baltymas yra ne neuronų paviršiuje, bet jų viduje, ten sudaro netirpius agregatus, todėl juos sunku sunaikinti

įprastais baltymų ardymo metodais, pvz., veikiant peptidazėmis. Pakliuvęs į sveiko gyvūno ar žmogaus organizmą toks baltymas sąlygoja, kad tokią pačią konformaciją įgytų šeimininko gamtinės konformacijos baltymas PrP^C, kuris įprastomis sąlygomis nesukelia jokios patologijos. Taigi, baltymas baltymui perduoda informaciją apie savo konformaciją.

Epigenetinių pokyčių paveldėjimo nustatymas eukariotų organizmuose atskleidė, kad informacija gali būti perduodama iš kartos į kartą ne tik DNR nukleotidų sekų (genų) pavidalu, bet ir DNR bei baltymų histonų modifikacijų pavidalu.

Atradimai RNR biologijos srityje leido iškelti hipotezę, kad RNR galėjo būti molekulė, kuri gebėjo save kopijuoti ir davė pradžią gyvybės vystymuisi. Anot šios hipotezės, pirmąkart pasaulyje būtent RNR buvo genetinės informacijos saugykla, ji gebėjo katalizuoti savo replikaciją ir dalyvavo kituose biologiniuose vyksmuose. Išaiškinus ribosomos struktūrą ir nustačius, kad peptidinį ryšį baltymų biosintezės metu susidaro ribosomos srityje, kurioje yra tik ribosominės RNR molekulės (žr. skyrių „Baltymų biosintezė“), iškelta hipotezė, kad ribosoma gali būti didžiausia gamtinė RNR molekulė – „iškasena“, pasižyminti katalizinėmis savybėmis.

Vykstant evoliucijai, chemiškai stabilesnė DNR buvo „atrinkta“ genetinės informacijos saugojimui, o įvairiomis cheminėmis savybėmis pasižyminčios baltymų aminorūgščių funkcinės grupės evoliucionavo į įvairiomis katalizinėmis savybėmis pasižyminčias baltymų molekules.

Išaiškinus genetinį kodą, 7-ajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje buvo sparčiai žengiamą toliau – siekta suprasti, kaip funkcionuoja genai. 1961 m. prancūzų mokslininkai **Fransua Žakobas** (François Jacob) ir **Žakas Mono** (Jacques Monod) atrado, kad bakterijų (*E. coli*) genų, svarbių laktozės metabolizmui, veikla gali būti koordinuotai valdoma pasitelkiant baltymų represorius. Netrukus toks baltymas represorius buvo nustatytas ir apibūdintas. Išaiškinta, kad jis sąveikauja su DNR ir tokiu būdu valdo genų veiklą. Ilgainiui tapo aišku, kad genų veiklos valdymo būdas, dalyvaujant su DNR sąveikaujantiems baltymams – aktyvikiams bei represoriams, – būdingas visiems organizmams.

7-asis praėjusio amžiaus dešimtmetis buvo labai svarbus tolesnei molekulinės biologijos raidai: buvo sukurti **rekombinantinės DNR** kūrimo bei **DNR nukleotidų sekos nustatymo (sekoskaitos)** metodai. Jų pagrindu nepaprastai greitai vystėsi eksperimentinė molekulinė biologija. Šie metodai davė pradžią naujai pramonės šakai – **biotechnologijai**. 1972 m. amerikiečių mokslininkai **Herbertas Bojeris** (Herbert Boyer) ir **Stenlis Kojenas** (Stanley Cohen), panaudoję restrikcijos endonukleazę ir DNR ligazę, sukūrė pirmąją **rekombinantinę DNR molekulę** – plazmidę, turinčią genus, kurie lemia atsparumą antibiotikams kanamicinui ir tetraciklinui. Tuo pat metu, nepriklausomai vienas nuo kito, amerikietis **Volteris Žilbertas** (Walter Gilbert) ir britas **Frederikas Sengeris** (Frederick Sanger) sukūrė DNR nukleotidų sekoskaitos cheminį ir fermentinį būdus. F. Sengerio fermentinis DNR nukleotidų sekoskaitos būdas ilgainiui naudotas organizmų genomų nukleotidų sekai nustatyti. Juo 2000 m. buvo nustatyta žmogaus genomo nukleotidų seka (žr. 1.1 lentelę). Šiuo metu DNR sekoskaitai naudojamos itin sparčios naujos kartos technologijos.

Pogenominis molekulinės biologijos vystymosi tarpsnis (nuo 2000 m. iki dabar)

2000 m. beveik buvo baigtas ne tik žiniasklaidos plačiai išgarsintas **Žmogaus genomo projektas** (ŽGP) (angl. *Human Genome Project*), bet taip pat buvo nustatytos ir kitų eukariotinių bei prokariotinių organizmų genomų sekos. Taigi, dabartinį molekulinės biologijos vystymosi laikotarpį pagrįstai galima vadinti pogenomine era. Pogenominės eros pirmąjį dešimtmetį itin

sparčiai vystėsi DNR sekoskaitos technologijos: nors ŽGP prireikė beveik dešimties metų nustatyti pirmąjį genomą ir tai kainavo ~ 3 milijardus JAV dolerių – per artimiausius kelerius metus tai bus galima padaryti per dieną vos už 1 000 JAV dolerių.

Vienas pirmųjų pogenominės eros netikėtumų – daugelį ŽGP entuziastų nuvylęs faktas, kad žmogaus genome yra „tik“ ~ 30 000 genų, o visas haploidinis genomas sudarytas iš kiek daugiau nei $3,4 \times 10^9$ nukleotidų porų. Pasirodė, kad žmogaus genome yra mažiau nukleotidų nei, pvz., pelės, pušies (*Pinus*) ar pirmuonies amebos (*Amoeba dubia*) genomuose. Šie faktai ne vieną apstulbino ir nuvylė, kartu liudydami, kad ne geno dydis lemia organizmų ir juose vykstančių biologinių vyksmų sudėtingumą. Palyginus žmogaus ir šimpanzės genų sekas, nustatyta net 99 % identiškų nukleotidų sekų, o didžiausi skirtumai aptikti kvapų ir klausos genuose, kuriais sunku paaiškinti akivaizdžius skirtumus tarp šių organizmų.

Taigi, pogenominės eros tyrimų rezultatai leido daryti gal ir nuviliančią išvadą, kad ne geno dydis ir struktūra lemia biologinius vyksmus. Tačiau šie tyrimai leido dar kartą įsitikinti genų raiškos valdymo svarbą biologijoje. Dar daugiau – pogenominėje eroje sukurtos labai našios biologinių molekulių ir vyksmų analizės technologijos (proteomika, transkriptomika, metabolomika ir t. t.), leidžiančios analizuoti visus ląstelės baltymus, viso geno sudėtinių dalių ir geno raiškos pokyčius.

Naujai sukurtos pogenominės technologijos sudarė sąlygas lyginti įvairių patologijų audinių genų raišką. Tyrimų rezultatai leidžia manyti, kad patologijas (pvz., vėžinius susirgimus, Alzheimerio ligą) lemia nedidelės geno dalies (100-200 genų) raiškos pokyčiai.

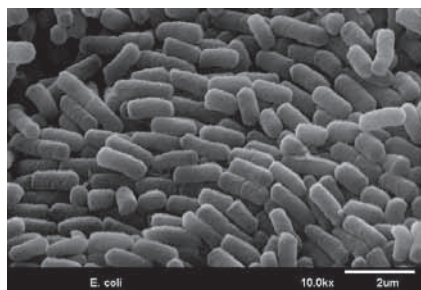
Pogenominės eros tyrimų rezultatai dar nėra nuodugniai patikrinti, todėl dar anksti dabartinę biologijos mokslų, tarp jų ir molekulinės biologijos, vystymosi tarpsnį vadinti biomedicinos amžiumi. Tačiau šį laikotarpį galime drąsiai laikyti išskirtiniu biologijos mokslų raidos etapu dėl to, kad jame pamatinė molekulinės biologijos dogma atsiskleidė naujai. Šiuolaikinei molekulinei biologijai ne tiek svarbu nustatyti biologinių molekulių (DNR, RNR, baltymų) hierarchiją, kiek svarbu suprasti, kaip ir kokia geno koduojama informacija veikia kiekvienoje organizmo ląstelėje.

1.1. Modelinės biologinės sistemos molekulinėje biologijoje

Gyvieji organizmai yra labai sudėtingi. Kuo daugiau sužinoma apie vieną organizmą, tuo patrauklesnis jis tampa tolesniems tyrimams. Kiekvienas atradimas kelia naujų klausimų, o gautos žinios pasitelkiamos gilesniam supratimui, kaip funkcionuoja konkretus organizmas. Molekulinės biologijos tyrimams pasirenkami **modeliniai organizmai**, kurie daugelio pasaulio laboratorijų ir mokslininkų tyrinėjami įvairiais aspektais. Praėjusiame amžiuje labai svarbūs atradimai molekulinės biologijos srityje buvo padaryti tiriant bakterijas ir virusus (bakteriofagus). Tuo pat metu buvo sukurta daug molekulinės biologijos **tyrimo metodų**. Jų dėka sužinota apie ląstelių svarbiausių makromolekulių chemines ir fizines savybes. Kai kurie iš jų, pvz., nukleorūgščių ir baltymų sekoskaitos metodai, polimerazės grandininės reakcijos (PGR) metodas, buvo tokie reikšmingi molekulinės biologijos bei gretutinių mokslų ir biotechnologijų raidai, kad jų kūrėjai įvertinti Nobelio mokslo premijomis. Šiandien siekiama suprasti, kaip funkcionuoja vienaląsčiai ir daugialąsčiai eukariotiniai organizmai. Sparčiai vystantis technologijoms, eukariotinių organizmų molekulinį tyrimų galimybės labai išaugo.

Paprasčiausia gyvybės forma yra **virusas**. Jį sudaro DNR arba, kai kuriais atvejais, RNR molekulė, gaubiamą baltymų apvalkalo. Virusas yra paprastas, nes yra parazitas, išnaudojantis ląstelės šeiminingą funkcijas. Virusų ląstelės šeiminingą gali būti bakterijos, archėjos, augalų ir gyvūnų ląstelės. Bakterijos tarp šių ląstelių yra paprasčiausios.

Bakterijos yra laisvai gyvenantys vienaląsčiai organizmai (1.4 pav.). Jų yra daugybė rūšių. Bakterijos yra **prokariotai** – jos turi chromosomą, neatskirtą branduolio, ir, palyginti su **eukariotais**, kurių chromosomos yra branduolyje, yra paprastesnės struktūros. Tačiau bakterijos turi daugelį savybių, dėl kurių patogu tirti jų biologinius procesus. Jas gana paprasta auginti, jos greitai dalijasi ir nėra reiklios. Pvz., maža, lazdelės formos žmonių ir gyvūnų žarnyno bakterija *Escherichia coli* (*E. coli*) 37°C temperatūroje pasidalija maždaug kas 20 min. Šis mikroorganizmas buvo vienas labiausiai molekulinės biologijos tiriamų objektų praėjusiam šimtmečiui. Apie *E. coli* vykstančius molekulinius procesus žinoma daugiausiai iš visų tyrinėtų organizmų.



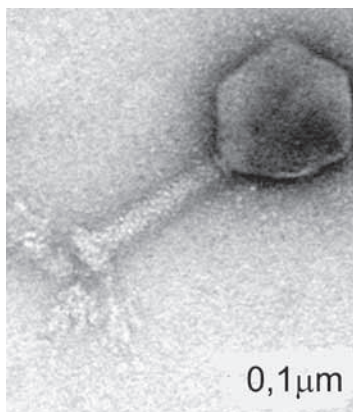
1.4 pav. ***Escherichia coli* bakterijos** (<http://textbookofbacteriology.net/procaryotes.html>)

Bakterijos gali augti skystoje mitybinėje terpėje ir ant kietos terpės. Bakterijų populiacija, auganti skystoje terpėje, yra vadinama **bakterijų kultūra**. Jeigu mitybinė terpė yra sudėtingas biologinių medžiagų ekstraktas, ji vadinama **turtinga** mitybine terpe. Jeigu augimo terpė sudaro tik organinės medžiagos (pvz., gliukozė ar glicerolis), kurios bakterijų naudojamos kaip anglies šaltinis, augimo terpė vadinama **minimalia**. Be anglies šaltinio, minimalioje terpėje bakterijų augimui yra būtini Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-} jonai. Jeigu bakterijos auga minimalioje terpėje, reiškia, kad jos geba sintetinti visas reikalingas organines medžiagas, pvz., aminorūgštis, vitaminus, lipidus ir t. t. Tokios bakterijos yra **prototrofai**. Bakterijos, nesugebančios sintetinti visų reikalingų organinių medžiagų, yra **auksotrofai**. Bakterijos dažnai auginamos ant kietos terpės. Pirmoji jų augimui panaudota kieta terpė buvo bulvės riekelė. Vėliau ją pakeitė **agaras** – į gelį panaši medžiaga, gaunama iš jūros dumblių. Agaras yra atsparus bakterijų fermentų poveikiui, todėl naudojamas terpėms kietinti.

Bakterijų metabolizmas yra griežtai valdomas. Jos yra vieni efektyviausių iki šiol atrastų organizmų. Bakterijos retai sintetina medžiagas, kurių joms nereikia. Pvz., jos nustoja sintetinti aminorūgštį triptofaną, jeigu augimo terpėje yra triptofano. Išnaudojus terpėje esantį triptofaną, bakterijose tuoj pat „įjungiama“ jo sintezei reikalingų komponentų gamyba. Tokie ląstelėje vykstantys procesai yra vadinami **metaboliniu valdymu** (angl. *metabolic regulation*).

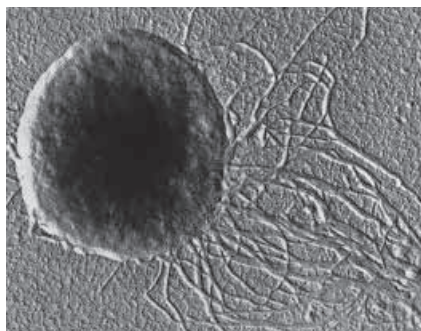
Dėl palyginti nesudėtingų auginimo sąlygų laboratorijoje bakterijos buvo vienas dažniausiai naudojamų objektų tiriant biologinių makromolekulių fizines bei chemines savybes ir pa-

sitarnavo gaunant daugelį molekulinės biologijos žinių. Pvz., informacija apie nukleorūgštis ir baltymus buvo gauta tiriant bakterijų ląstelių sudėtinius komponentus. Pirmosios žinios apie metabolinį valdymą taip pat buvo gautos tiriant bakterijas, tik vėliau – augalų ir gyvūnų ląsteles.



1.5 pav. Vilniaus universiteto Biochemijos instituto mokslininkų atrastas *Klebsiella* bakterijas infekuojantis bakteriofagas RaK2 (PLOS One, 2013, DOI: 10.1371)

Bakteriofagai. Išmokus kultivuoti bakterijas ir ištyrus jų metabolinius procesus, buvo pradėti tyrinėti bakterijų virusai – bakteriofagai (1.5 pav.). Bakteriofagai yra žymiai paprastesnės struktūros negu bakterijos, juos gana lengva tyrinėti. Panaudojus bakteriofagus, buvo pirmą kartą sužinota, kad genetinė informacija yra saugoma ne baltymo, o DNR molekulėje.



1.6 pav. Archėja *Methanococcus jannaschii* (<http://textbookofbacteriology.net/procaryotes.html>)

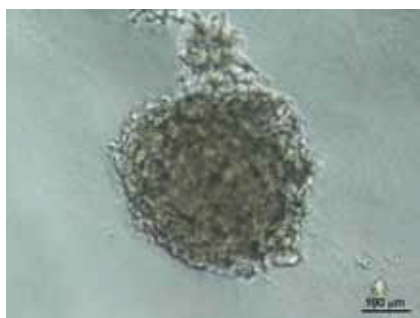
Archebakterijos. Archebakterijos yra prokariotai, evoliuciškai artimiausi pirmosioms Žemėje atsiradusioms ląstelėms (1.6 pav.). Priklauso archėjų gyvybės domenui. Dažniausiai gyvena ekstremalioje aplinkoje. Archebakterijų genų raiška, dalijimosi mechanizmai yra labai saviti, tarpiniai tarp prokariotų ir eukariotų.



1.7 pav. Mielės *Saccaromyces cerevisiae* (<http://rushartsbiology.wikispaces.com/Visuals++Unit+5>)

Mielės. Mielės (1.7 pav.) yra eukariotinis organizmas (chromosomos yra branduolyje), tačiau kai kuriomis savybėmis jos panašios į bakterijas – greitai dalijasi, nėra reiklios, jas patogiau auginti laboratorijoje. Mielės yra naudojamos sintetinti rekombinantinę DNR (**dirbtinės mielių chromosomos**), turinčią įterptus kitų organizmų (pvz., žmogaus) genus. Genetiškai modifikuojant *Pitchia pastoris* mieles, sukurtos vadinamosios **humanizuotos** mielės, kuriose vyksta susintetintų rekombinantinių žmogaus baltymų modifikacijos (glikozilinimas). Tokiu būdu dideliais kiekiais gaunami terapiniams tikslams reikalingi funkcionalūs žmogaus baltymai.

Gyvūnų ląstelės. Daugelį gyvūnų ląstelių tipų, tarp jų ir kai kurių tipų žmogaus ląsteles, galima auginti laboratorijoje panašiais metodais kaip ir mielių bei bakterijų ląsteles. **Pirminės ląstelių kultūros** yra normalios nerūšiuotos gyvūnų ląstelės (pvz., odos ląstelės arba embrioninės ląstelės), išskirtos tiesiai iš audinio ir perkeltos į lėkštelę su mitybine terpe. Iš pradžių jos auga gerai, tačiau greitai žūva. Vėžinės ląstelės, priešingai, dalijasi neribotai, jas patogiau auginti kultūroje, kur jos auga vienu sluoksniu – monosluoksniu. Šiuo metu jau plėtojami tyrimai su ląstelėmis, kurios auga trimatėje erdvėje, t. y. panašiai kaip audinyje (1.8 pav.).



1.8 pav. Luiso (Lewis) plaučių karcinomos ląstelės, Nacionalinio vėžio instituto mokslininkų užaugintos trimatėje erdvėje (V. Stankevičiaus nuotr.)

Ankstyvų stadijų žinduolių embrionų (pvz., pelės) ląstelės taip pat yra geras biologinių sistemų tyrimų modelis. Ankstyvojo embriono ląstelės, auginamos tam tikroje terpėje, diferencijuojasi į įvairių tipų ląsteles. Tokios ląstelės dar vadinamos **pirminėmis kamieninėmis ląstelėmis**. Pvz., kai terpėje yra tam tikrų medžiagų, pirminės kamieninės ląstelės vystosi į nervų, raumenų, kepenų ir kt. ląsteles. Kamieninės ląstelės yra perspektyvus molekulinės ir ląstelės biologijos tyrimų objektas: naudojant kamienines ląsteles kuriami reikalingi audiniai bei organai.

Augalų ląstelės. Pastarąjį dešimtmetį molekulinės biologijos, molekulinės genetikos, ląstelės biologijos tyrimų modeliniu organizmu tapo nedidelis kryžmažiedžių šeimos augalas – baltažiedis vairėnis (*Arabidopsis thaliana*) (1.9 pav.). Šis augalas yra patogus tyrimų objektas: jį galima auginti laboratorijoje, jo DNR yra nedidelė (135×10^6 nukleotidų porų, koduoja ~ 27 000 genų), pasiskirsčiusi 5 chromosomose. 2000 m. nustatyta *Arabidopsis thaliana* DNR nukleotidų seka.



1.9 pav. **Baltažiedis vairėnis (*Arabidopsis thaliana*)** (http://en.wikipedia.org/wiki/Arabidopsis_thaliana)

1.1 lentelė. **Reikšmingiausi atradimai, padarę įtaką molekulinės biologijos mokslo gimimui ir tolesnei jo raidai**

Metai	Autorius	Atradimas
1865	G. Mendelis (G. Mendel)	Atliko ir aprašė paveldimumo fenotipinius tyrimus
1869	F. Mišeris (F. Miescher)	Atrado nukleiną (pūliuose ir žuvų spermoje)
1887	A. Veismanas (A. Weismann)	Aprašė chromosomų dalijimąsi
1899	R. Altmanas (R. Altman)	Išskyrė iš nukleino baltymus ir nukleorūgštis; sukūrė terminą „nukleorūgštis“
1900	-	Chemikai aprašė visas heterociklines bazines
1902	V. Sutonas (W. Sutton)	Aprašė mejozę ir spermatogenezę vabzdžių organizmuose; sukurta chromosominė paveldimumo teorija

Metai	Autorius	Atradimas
1911	T. H. Morganas (T. H. Morgan)	Atrado chromosomų sukibimą ir krosingoverį drozofiloje
1913	A. Sturtevantas (A. Sturtevant)	Nustatė genų padėtis chromosomoje
1924	R. Fuelgenas (R. Fuelgen)	Citochemiškai nudažė DNR
1928	F. Grifitas (F. Griffith)	Naudodamas pneumokokus atrado DNR transformaciją
1930	P. Levenas (P. Levene)	Atrado deoksiribozę
1941	D. Bidlis ir E. Tatumas (G. Beadle & E. Tatum)	Suformulavo teiginį „vienas genas – vienas fermentas“
1944	O. Eiveris, M. Makliaudas ir K. Makkartis (O. Avery, M. MacLeod & C. McCarty)	Įrodė genetinį DNR vaidmenį, t. y. kad DNR yra genetinė medžiaga
1949	E. Čargrafas (E. Chargaff)	Ištyrė DNR nukleotidų sudėtį („Čargrafo taisyklės“)
1952	A. Heršis ir M. Čeiz (A. Hershey & M. Chase)	Naudodami ³² P izotopą, ištyrė viruso DNR replikaciją
1953	D. Votsonas ir F. Krikas (J. Watson & F. Crick)	Sukūrė DNR erdvinės struktūros modelį
1950	P. Mitčelas (P. Mitchell)	Ištyrė chemiosmozę, t. y. kaip ląstelės gamina ATP, ir suformulavo chemiosmozinę hipotezę
1952	L. Polingas ir R. Koris (L. Pauling & R. Corey)	Atrado baltymų α spiralę
1953	F. Sengeris (F. Sanger)	Pirmą kartą nustatė baltymo – insulino – aminorūgščių seką
1954	D. Gamovas (G. Gamow)	Pasiūlė teiginį, kad DNR koduoja baltymus
1957	F. Krikas (F. Crick)	Iškėlė sekos hipotezę ir suformulavo pamatinę molekulinės biologijos dogmą
1958	M. Mezelsonas ir F. Štalis (M. Meselson & F. Stahl)	Eksperimentiškai įrodė pusiau konservatyvųjį DNR replikacijos būdą
1959	A. Kornbergas (A. Kornberg)	Išgrynino RNR polimerazę ir nustatė jos veikimo principus
1960	D. Kendriu ir M. Perucas (J. Kendrew & M. Perutz)	Pirmą kartą nustatė baltymo (hemoglobino ir mioglobino) erdvinę struktūrą
1961	S. Brenneris, F. Žakobas, M. Mezelsonas (S. Brenner, F. Jacob & M. Meselson)	Atrado informacinę RNR (iRNR)
1961	A. Lvovas, F. Žakobas, Ž. Mono (A. Lvov, F. Jacob, J. Mono)	Atrado fermentų biosintezės reguliacijos mechanizmą
1963	D. Vinogradas (J. Vinograd)	Atrado DNR superspiralizaciją
1965	R. Holis, H. G. Korana, M. Nirenbergas ir H. Matajus (R. Holley, H. G. Khorana, M. Nirenberg, H. Matthaei)	Išaiškino genetinį kodą
1968	S. Kojenas (S. Cohen)	Atrado plazmides ir jų atsparumą antibiotikams
1970	H. Smitas (H. Smith)	Atrado restrikcijos endonukleazę
1970	H. G. Korana (H. G. Khorana)	Cheminiu būdu susintetino DNR
1970	D. Baltimorė ir H. Teminas (D. Baltimore & H. Temin)	Atrado atvirkštinę transkriptazę ir atvirkštinę transkripciją
1972	H. Bojeris (H. Boyer), S. Kojenas (S. Cohen)	Sukūrė pirmąją rekombinantinę DNR
1975	V. Žilbertas, A. Maksamas, F. Sengeris (W. Gilbert, A. Maxam, F. Sanger)	Sukūrė DNR sekoskaitos cheminį ir fermentinį metodus
1975	C. Milšteinas, D. Koleris ir N. Džimis (C. Milstein, G. Kohler & N. Jeme)	Susintetino monokloninius antikūnus

Metai	Autorius	Atradimas
1977	R. Robertsas ir F. Šarpas (R. Roberts & P. Sharp)	Atrado splaisingą (intronus ir egzonus)
1981	S. Altmanas ir T. Čechas (S. Altman & T. Cech)	Atrado ribozimus
1983	K. Mulis (K. Mullis)	Sukūrė polimerazės grandininės reakcijos (PGR) metodą
1981	S. E. Liftas, M. G. Rozenfeldas ir R. M. Evansas (S. E. Left, M. G. Rosenfeld & R. M. Evans)	Atrado alternatyvųjį splaisingą ląsteliniuose organizmuose
1990	Žmogaus genomo projektas (ŽGP)	Prasidėjo projektas žmogaus DNR nukleotidų sekai nustatyti
1992	H. Noleris (H. Noller)	Iškėlė hipotezę, kad peptidiltransferazė yra ribozimas
1994	Kompanija <i>Calgene</i>	Sukūrė pirmąjį transgeninį augalą (pomidorą)
1996	J. Vilmutas (I. Wilmut)	Pirmą kartą klonavo žinduolį (avį Doli)
1998	D. Tompsonas ir D. Gerhartas (J. Thompson & J. Gearhart)	Sukultūrino daugiagales kamienines ląsteles
1999	K. Venteris ir kompanija <i>Celera</i> (C. Venter & <i>Celera</i>)	Nustatė vaisinės muselės (<i>Drosophilla melanogaster</i>) DNR nukleotidų seką
2000	JAV Žmogaus genomo projektas, K. Venteris (kompanija <i>Celera</i>)	Nustatė žmogaus DNR nukleotidų seką (juodraštį)
2003	JAV Žmogaus genomo projektas, K. Venteris (kompanija <i>Celera</i>)	Nustatė visą žmogaus DNR nukleotidų seką
2005	JAV Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas	Nustatė šimpanzės (<i>Pan troglodytes</i>) DNR seką
2006	JAV Nacionalinis žmogaus genomo tyrimų institutas	Nustatė rezus makakos (<i>Macaca mulatta</i>) DNR sekos juodraštį
2007	K. Venterio institutas	Nustatė diploidinio žmogaus genomo DNR seką
2008	K. Venterio institutas	Sukūrė pirmąjį sintetinį genomą (bakterijos <i>Mycoplasma genitalium</i>)
2010	Tarptautinis konsorciumas	Nustatė pirmykščio žmogaus DNR nukleotidų seką
2012	F. Holigeris (P. Holliger) ir bendradarbiai	Sukūrė sintetinę DNR (XNR), kurioje cukraus molekulės yra kitokios nei gamtinėje DNR (tokia DNR koduoja informaciją ir gali būti replikuojama)
2013	-	Panaudojus daugiagales kamienines ląsteles, išauginti miniorganai: kepenys, inkstai, kt.

II. NUKLEORŪGŠČIŲ IR BALTYMŲ MOLEKULINĖ STRUKTŪRA

2.1. Nukleorūgščių molekulinė struktūra

Biologinėse sistemose nukleorūgštys užima išskirtinę vietą. Struktūriniai elementai, iš kurių sudarytos nukleorūgštys, – nukleotidai – yra palyginti paprasti, tačiau nukleorūgščių molekulės dalyvauja daugybėje sudėtingiausių ląstelės funkcijų.

Gyvuose organizmuose yra dviejų tipų nukleorūgštys: **deoksiribonukleorūgštys (DNR)** ir **ribonukleorūgštys (RNR)**.

Deoksiribonukleorūgštyse esanti genetinė informacija yra saugoma, pasiekama ir dauginama replikacijos proceso metu. Toliau, dalyvaujant **ribonukleorūgštims**, ribosomose ji yra aminorūgščių pavidalu perduodama sintetiniams **baltymams**, kurių savybės bei funkcijos ląstelėje ir yra galutinė jos išraiška. Kai kurios ribonukleorūgštys taip pat pasižymi struktūrinėmis ir katalizinėmis funkcijomis.

2.1.1. DNR ir RNR pirminė struktūra

DNR ir RNR molekulės yra **nereguliarūs polimerai**, sudaryti iš struktūrinių monomerų – **nukleotidų** (2.1 pav., b), kovalentiškai sujungtų tarpusavyje **3', 5'-fosfodiesteriniu ryšiu** (2.3 pav.). Taip sujungti nukleotidai sudaro **polinukleotidus**. Nedideli polinukleotidai, sudaryti iš kelių arba kelios monomerų, yra vadinami **oligonukleotidais**. Ilgi polinukleotidai dar vadinami **polinukleotidinėmis grandinėmis**. Polinukleotidinės grandinės yra nukleorūgščių **pirminė struktūra**.

Polinukleotidinė grandinė yra nukleorūgščių pirminė struktūra.

Norint suprasti nukleorūgščių funkcijas, būtina žinoti jas sudarančių monomerų – nukleotidų – savybes. Nukleotidus sudaro:

- **Monosacharidai (pentozės):**

- ✓ **2'-deoksi-D-ribozė** (yra deoksiribonukleotiduose **DNR** sudėtyje) (2.1 pav., b);
- ✓ **D-ribozė** (yra ribonukleotiduose **RNR** sudėtyje) (2.1 pav., b).

Monosacharidų anglies atomai žymimi 1', 2', 3' ir t. t. 2'-deoksi-D-ribozė skiriasi nuo D-ribozės tuo, kad ties **C2'** atomu neturi hidroksi- (OH) grupės. Vietoje jos yra vandenilio (H) atomas.

Iš sacharidų molekulių pavadinimų yra kilę ir DNR bei RNR pavadinimai – **deoksiribonukleorūgštis (DNR)** ir **ribonukleorūgštis (RNR)**.

● Heterociklinės bazės:

✓ Heterociklinės bazės DNR sudėtyje:

- purinai (turi purino žiedą): **adeninas (A)** ir **guaninas (G)** (2.1 pav., a);
- pirimidinai (turi pirimidino žiedą): **citozinas (C)** ir **timinas (T)**.

✓ Heterociklinės bazės RNR sudėtyje:

- purinai: **adeninas (A)** ir **guaninas (G)**;
- pirimidinai: **citozinas (C)** ir **uracilas (U)**.

Purino ir pirimidino bazės yra plokščios struktūros, kurią lemia π elektronų debesėlių konjugacija. Purino žiedas purino molekulėje yra sudarytas iš dviejų kondensuotų pirimidino ir imidazolo žiedų.

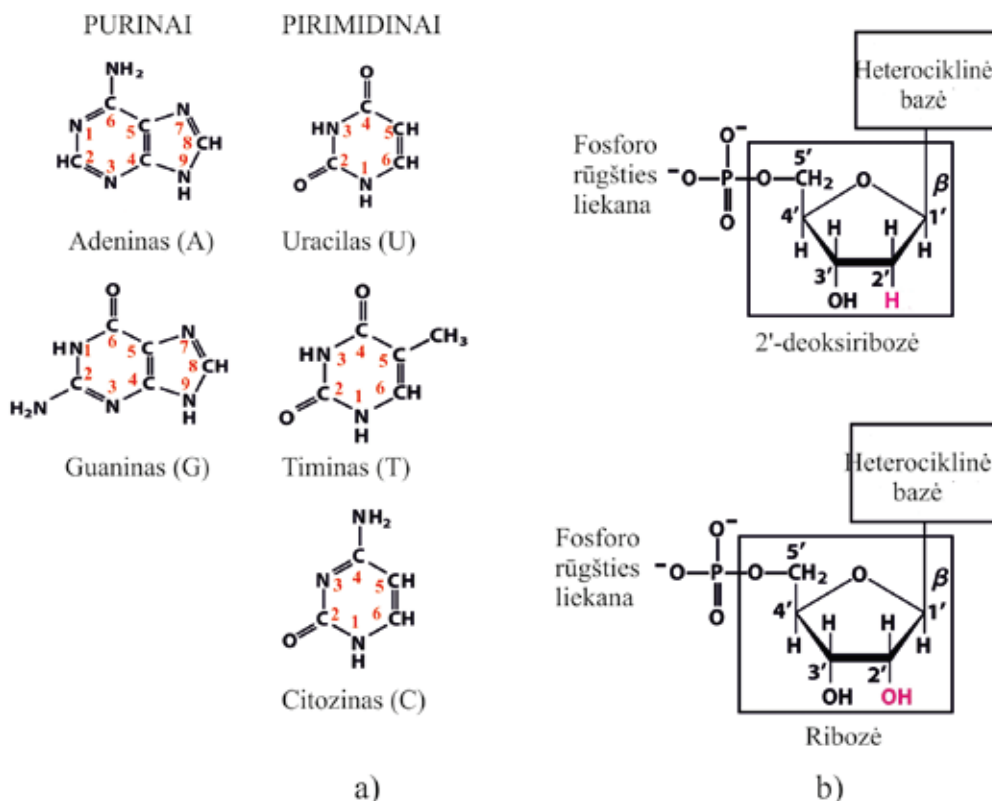
Adeninas, guaninas, citozinas, timinas ir uracilas yra dažniausiai nukleorūgštyse randamos heterociklinės bazės. Jos vadinamos **pagrindinėmis** heterociklinėmis bazėmis. Nukleorūgščių sudėtyje taip pat yra randamos įvairios mažiau paplitusios **minorinės** heterociklinės bazės. Jų yra prokariotų, archėjų, eukariotų DNR, iRNR, itin gausu pernašos RNR (tRNR) molekulėse (žr. skyrių „Baltymų biosintezė“).

Kodėl RNR sudėtyje yra timino heterociklinė bazė, o RNR – uracilo? Dėl kelių priežasčių. Pirmoji yra susijusi su DNR apsauga. Timino heterociklinė bazė yra metiluracilas (2.1 pav.). Heterociklinių bazių metilinimas DNR atlieka apsauginę funkciją. Įvykus DNR sintezei, naujose DNR molekulėse metilinamos adenino ir citozino heterociklinės bazės, bet dTTP (metiluracilas) susintetinamas iš dUMP dar iki DNR sintezės ir įtraukiamas į DNR molekulę replikacijos metu. Antra, timino heterociklinė bazė dėl savo cheminių savybių DNR molekulėje sudaro porą su adenino heterocikline baze, o uracilo heterociklinė bazė gali sudaryti poras su G ir C bazėmis bei su kita uracilo baze. Taigi, kai T yra DNR sudėtyje, replikacijos metu sumažėja tikimybė susidaryti ne Votsono-Kriko tipo poroms. Trečia, jeigu DNR sudėtyje būtų ne T, o U, ląstelės reparacijos mašinos būtų sunku atskirti „tikruosius“ U nuo tų uracilo heterociklinių bazių, kurios atsiranda DNR dėl citozino deaminavimo ($C \rightarrow U$).

Heterociklinės bazės β -N-**glikozidiniu ryšiu** yra susijungusios su monosacharido žiedu, kuris yra furanozės formos, per **C1'** atomą. Purinai yra sujungti per jų **N9** atomą, o pirimidinai – per **N1** atomą (2.1 pav., b).

● Fosforo rūgšties liekana (viena arba kelios):

Nukleozidai su fosforo rūgšties liekana sudaro **nukleotidus**. Fosforo rūgšties liekana (**fosforilgrupė**) yra prijungiama prie nukleozido monosacharido vienos iš hidroksigrupių esterinant nukleozidus fosforo rūgštimi. Kitaip tariant, nukleotidai yra **nukleozidų fosforo rūgšties este-**



2.1 pav. **Nukleorūgščių struktūriniai komponentai.** Heterociklinių bazių, įeinančių į DNR ir RNR nukleotidų sudėtį, struktūra (a); deoksiribonukleotidų (DNR) ir ribonukleotidų (RNR) struktūra (b) (D. L. Nelson, Cox M. M. Lehninger. *Principles of Biochemistry*, sixth edition, 2012)

riai, arba fosforilinti nukleozidai. Esteriai yra alkoholių (monosacharidai yra polialkoholiai) ir rūgščių (fosforo rūgštis – H_3PO_4) reakcijos produktai.

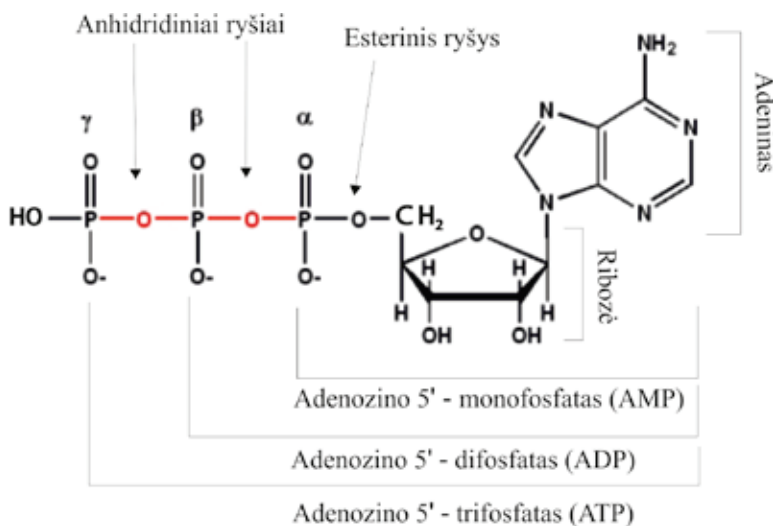
Laisvuose nukleotiduose fosforilgrupės gali būti prijungiamos prie monosacharidų **5', 3', 2'** hidroksigrupių (2.1 pav., b). Dažniausiai esterinama OH grupė, esanti prie ribozės (deoksiribozės) **C5'** atomo. Fosforilgrupės padėtis nukleotido molekulėje nurodoma skaičiumi, o pavadinime naudojamas žodis „fosfatas“. Pvz., nukleozidas adenzinas, prie kurio deoksiribozės C5' atomo yra prijungta viena fosforilgrupė, vadinamas deoksiadenozino 5' monofosfatu (sutrumpintai dAMP). Nukleozidas adenzinas, prie kurio ribozės C3' atomo yra prijungta viena fosforilgrupė, vadinamas adenzino (adenozidas – adenino heterociklinę bazę turinčio nukleozido pavadinimas) 3' monofosfatu (sutrumpintai 3'-AMP).

5' padėtyje esančios fosforilgrupės nežymimos (ATP), o esančios 3' padėtyje – žymimos (3'-AMP).

Nukleotidai dėl fosforo rūgšties liekanos dar yra vadinami ir rūgštimis. Pvz., AMP – adenilo rūgštis (adenilatas), UMP – uridilo rūgštis (uridilatas) ir t. t. (2.1 lentelė).

Prie vienos fosforilgrupės nukleotiduose gali būti jungiama dar viena arba dvi fosforilgrupės. Fosforilgrupės jungiamos **anhidridiniu ryšiu** (2.2 pav.). Arčiausiai monosacharido esanti

fosforilgrupė yra α padėtyje. Toliau esančios grupės – atitinkamai β ir γ padėtyse. Anhidridiniai ryšiai turi daug potencinės energijos. Tokius ryšius turintys junginiai yra **didžiaenergetiniai**, t. y. suskaidžius anhidridinius ryšius, išsiskiria energija, kuri naudojama biologiniuose procesuose.



2.2 pav. **Adenozino mono-, di-, trifosfato struktūros** (<https://www.rpi.edu/dept/bcbp/molbiochem/MBWeb/mb1/part2/bioener.htm>)

2.1 lentelė. **Heterociklinių bazių, nukleozidų, nukleotidų pavadinimai ir trumpiniai**

Hetero-ciklinė bazė	Nukleozidas	Nukleozido žymėjimas	Nukleotidas	RNR (mono fosfatas)	DNR (mono fosfatas)	Vien-raidis simbolis
Adeninas	(deoksi-) adenzinas	Ado	(deoksi-) adenilo rūgštis, arba (deoksi-) adenozino monofosfatas	AMP	dAMP	A
Guaninas	(deoksi-) guanozinas	Guo	(deoksi-) guanilo rūgštis, arba (deoksi-) guanozino monofosfatas	GMP	dGMP	G
Citozinas	(deoksi-) citidinas	Cyd	(deoksi-) citidilo rūgštis, arba (deoksi-) citidino monofosfatas	CMP	dCMP	C
Timinas	(deoksi-) timidinas	Thd	(deoksi-) timidilo rūgštis, arba (deoksi-) timidino monofosfatas	TMP	dTMP	T
Uracilas	(deoksi-) uridinas	Urd	(deoksi-) uridilo rūgštis, arba (deoksi-) uridino monofosfatas	UMP	-	U

Nukleotidų struktūra yra polinė: jie turi **5' galą** (fosforo rūgšties liekana arba hidroksigrupė grupė) ir **3' galą** (hidroksigrupė arba fosforo rūgšties liekana). Per monosacharidų **C5'** ir **C3'** atomus nukleotidai **fosfodiesteriniais** ryšiais yra sujungiami į **polinukleotidinę grandinę**.

Nukleotidai, sudarantys DNR ir RNR molekules, lemia jų chemines savybes. N-glikozidinis ryšys yra chemiškai stabilus todėl, kad į nukleorūgščių sudėtį įeinančios heterociklinės bazės pasižymi hidrofobinėmis savybėmis. DNR molekulė chemiškai yra daug stabilesnė nei RNR: šią DNR savybę didele dalimi nulemia tai, kad ties ribozės C2' atomu nėra OH grupės. O **RNR molekulės, turinčios ribozės sudėtyje hidroksigrupę, yra itin jautrios šarminei hidrolizei**.

12-ASIS KILOMETRAS:

1942–1943 m. Sverdlovskė sušaudyti Lietuvos piliečiai

12TH KILOMETER:

Lithuanian citizens executed in Sverdlovsk in 1942–1943

Parodos katalogas / Catalogue of the exhibition



Lietuvos gyventojų genocido ir rezistencijos tyrimo centras
The Genocide and Resistance Research Center of Lithuania

Vilnius 2015

© Lietuvos gyventojų genocido ir rezistencijos tyrimo centro Genocido aukų muziejus
© The Museum of Genocide Victims of the Genocide and Resistance Research Center of Lithuania

1940 m. birželio 15 d. Sovietų Sąjungai okupavus Lietuvą, komunistinė prievartos ir teroro sistema ir jos įrankis NKVD savo kruvinoje sąskaitoje jau turėjo milijonus aukų: tarp jų – šimtus tūkstančių 1918–1922 m. nužudytų įkaitų ir sukilusių darbininkų bei valstiečių, 1930–1932 m. du milijonus ištremtų „būožių“ ir jų šeimų narių, per „didįjį valymą“ 1936–1938 m. 690 tūkst. sušaudytų „liaudies priešų“, per dešimt milijonų dirbtinai sukulto bado aukų 1921–1922 m. vidurio Rusijoje ir 1932–1933 m. Ukrainoje.

Lietuvos Respublikos ir Sovietų Rusijos 1920 m. liepos 12 d. pasirašytoje Taikos sutartyje, taip pat Lietuvos ir SSRS 1939 m. spalio 10 d. pasirašytoje Savitarpio pagalbos sutartyje buvo garantuojamos Lietuvos valstybės suvereninės teisės, įsipareigojama abipusiškai nesikišti į šalių vidaus reikalus. Tačiau šių tarpvalstybinių sutarčių įsipareigojimai nebuvo kliūtis SSRS politinei vadovybei traktuoti Nepriklausomą Lietuvos valstybę kaip laikinai 1918–1919 m. prarastą teritoriją. Tai patvirtina 1939 m. rugpjūčio 23 d. ir rugsėjo 28 d. Molotovo–Ribbentropo pakto slaptieji protokolai, taip pat tardymo metu NKVD pateikiami kaltinimai pirmosios sovietinės okupacijos metu suimtiems Lietuvos piliečiams.

Pirmosiomis NKVD aukomis SSRS okupavus Lietuvą tapo valstybės pareigūnai – vidaus reikalų ministras Kazimieras Skučas ir Valstybės saugumo departamento direktorius Augustinas Povilaitis. Reikalavimas juos suimti buvo pareikštas Sovietų Sąjungos 1940 m. birželio 14 d. ultimatumu Lietuvai. Jie buvo suimti, po mėnesio išvežti į Maskvą ir ten Karo kolegijos nuosprendžiu 1940 m. liepos 30 d. sušaudyti.

Nors iki 1940 m. liepos 1 d. dar tebedirbo Lietuvos parlamentas – Seimas, okupantų statytiniai, remiami okupacinės kariuomenės, per pirmąsias dvi okupacijos savaites suėmė 87 piliečius, apkaltinę juos kontrrevoliucine veikla pagal dar oficialiai Lietuvoje negaliojančio RSFSR baudžiamojo kodekso 58 str.

Liepos mėnesį, prieš rinkimus į naująjį Liaudies Seimą, kuris pagal Maskvos scenarijų turėjo paskelbti Sovietų valdžią Lietuvoje ir pareikšti lietuvių tautos „valią“ tapti viena iš SSRS respublikų, prasidėjo masiniai areštai, vykdomi pagal Antano Sniečkaus 1940 m. liepos 7 d. patvirtintą „liaudies priešų“ operatyvinės likvidacijos planą. Daugumą suimtųjų sudarė valstybės tarnautojai, ūkininkai ir mokytojai, priklausę įvairioms visuomeninėms ir politinėms organizacijoms.

Iki Vokietijos–SSRS karo pradžios Lietuvoje buvo suimti ir kalinami 6 606 asmenys. 3 434 asmenys jau buvo nuteisti Ypatingojo pasitarimo ir išvežti į Komijos ASSR, Karelijos SSR ir Archangelsko srities lagerius, Gorkio ir Sol Ilcko kalėjimus.

Masinio trėmimo metu 1941 m. birželio 14–18 d. buvo suimta ir išvežta į lagerius 3 915 asmenų, daugiausia nuo tremiamų šeimų atskirtų vyrų. Didžioji jų dalis – 2 425 asmenys – įkalinti Rešotų ir Norilsko lageriuose Krasnojarsko krašte, 387 – Sevrallage, Sverdlovsko srityje, likusieji kalėjo Kazachijos SSR, Molotovo ir Vologdos sričių lageriuose.

Iš viso pirmosios sovietinės okupacijos metais GULAG'o lageriuose atsidūrė 7 349 Lietuvos piliečiai. Lageriuose sušaudyti arba mirė nuo nepakeliamų kalinimo sąlygų 2 984 asmenys, iš jų ne mažiau kaip 500 kalinių, daugiausia įvairaus rango valstybės aparato tarnautojai, kariškiai, policininkai, mokytojai, buvo nuteisti mirti. Nuosprendžiai buvo vykdomi dažniausiai tuose pačiuose kalėjimuose, kur buvo tardomi arba kalinami. Štai Rešotų lagerio kaliniai buvo tardomi Kansko kalėjime ir dauguma jų ten ir sušaudyti. Dalis Sol Ilcko kalinių buvo sušaudyti Orenburge, dalis – pačiame Sol Ilcko kalėjime. Gario lageryje, SSRS NKVD Šiaurės Uralo pataisos darbų lagerio 10-ojo (Gario) skyriaus 1-ojo lagerio punkto 47-ajame ir 35-ajame kvartale kalinami nuteistieji buvo šaudomi Sverdlovsko srities NKVD valdybos vidaus kalėjime.

Nors „liaudies priešų“ naikinimo sumanytojai ir vykdytojai, įformindami tardymo procedūras, stengėsi sudaryti tam tikro teisėtumo regimybę, tačiau viešai pripažinti neteisminę tvarką skirtus mirties nuosprendžius ir jų vykdymą nedrįso. Gal tam buvo ir kitų priežasčių, tačiau faktas yra tas, kad informacija apie mirties nuosprendžio įvykdymą buvo ne tik slepiama nuo nužudytojo artimųjų, bet ir sovietų valdžios nustatyta tvarka šie duomenys buvo klastojami. Šias klastotes uoliai vykdė KGB skyrius, prokuratūra, VRM archyvo darbuotojai ir sovietų Lietuvoje. Kaip vėliau išaiškėjo, Lietuvoje suklustotas pažymas apie kalinio likimą sušaudytųjų artimieji gaudavo net 1990 m.

Sovietinių okupantų vykdytos represijos, niekuo nenusikaltusių žmonių naikinimas liudija, kad 1940 m. birželio 15 d. Lietuvoje įsitvirtinęs sovietinis okupacinis režimas valstybės galias naudojo nusikalstamai gyventojų teroro bei naikinimo politikai, kurią galima apibrėžti kaip nusikaltimą žmonijai.

Lietuvos gyventojų genocido ir rezistencijos tyrimo centro
direktorė Teresė Birutė Burauskaitė

After 15 June 1940, when the Soviet Union occupied Lithuania, the Communist system of coercion and terror and the henchmen of the NKVD were responsible for millions of victims: among them were hundreds of thousands of murdered hostages as well as workers and peasants who had started the uprising in 1918–1922, two million exiled affluent farmers (kulaks) and members of their families in 1930–1932, 690,000 “enemies of the people” (vragi naroda) killed during the Great Purge in 1936–1938, and over 10 million victims of the man-made famine in 1921–1922 in central Russia and in 1932–1933 in Ukraine.

The Peace Treaty signed on 12 July 1920 between the Republic of Lithuania and Soviet Russia and the Soviet-Lithuanian Mutual Assistance Treaty signed on 10 October 1939 guaranteed the sovereignty of the Republic of Lithuania and mutual non-interference in the countries’ internal affairs. However, obligations under these cross-border treaties were not an obstacle for the political leadership of the USSR to treat the independent Lithuanian state as territory temporarily lost in 1918–1919. This is confirmed by the Secret Protocols to the Molotov-Ribbentrop Pact signed on 23 August and 28 September 1939 and by the charges made during interrogations by the NKVD against Lithuanian citizens arrested during the first Soviet occupation.

Interior Minister Kazimieras Skučas and State Security Department Director Augustinas Povilaitis were the first victims of the NKVD after the USSR occupied Lithuania. The demand for their arrest was made in the ultimatum of the Soviet Union to Lithuania dated 14 June 1940. They were arrested and a month later sent to Moscow, where after being sentenced by the Military Collegium of the USSR Supreme Court they were executed by shooting on 30 July 1940.

Although the Lithuanian parliament, the Seimas of the Republic of Lithuania, still worked until 1 July 1940, the local henchmen of the Soviet occupation authorities supported by the occupying army in the first two weeks of occupation detained 87 citizens of Lithuania, charging them with counter-revolutionary crimes under Article 58 of the Penal Code of the Russian Soviet Federative Socialist Republic (RSFSR), which was officially not yet valid in Lithuania.

In July – before the elections to the new People’s Seimas, which according to the scenario of Moscow were supposed to declare Soviet rule in Lithuania and to proclaim the Lithuanian people’s “will” to become a republic of the USSR republics – mass arrests were carried out according to the plan for the liquidation of the “enemies of the people” approved on 7 July 1940 by Secretary of the Lithuanian Communist Party Antanas Sniečkus. The majority of those arrested were civil servants, farmers, and teachers who belonged to various public and political organisations.

Before the war between Germany and the USSR broke out, 6,606 people had been detained and imprisoned in Lithuania. A total of

3,434 had already been convicted by the Special Board of NKVD and sent to labour camps in Komi ASSR, Karelian SSR, and Archangelsk Region and also to prisons in Gorki and Sol Ilets.

During the mass deportation of 14–18 June 1941, 3,915 people were arrested and sent to labour camps. The group mainly consisted of men who were separated from their families, which were at the same time deported from Lithuania. The majority, 2,425 people, were imprisoned in Reshoty and Norilsk labour camps in Krasnoyarsk Region, 387 were taken to Sevrallag in Sverdlovsk Region, and the rest were imprisoned in labour camps in Kazakh SSR, Molotov Region, and Vologda Region. During the first Soviet occupation, a total of 7,349 citizens of the Republic of Lithuania were sent to the Gulag. Of these, 2,984 people were shot or died in the labour camps because of the unbearable conditions, and among these at least 500 prisoners – mainly civil servants, army officers, policemen, and teachers – were sentenced to death. Sentences were carried out mainly in the same prisons where they were interrogated or imprisoned. Yet for instance the prisoners of Reshoty labour camp were interrogated in Kansk prison and the majority were executed there. Some inmates of Sol Ilets prison were executed in Orenburg and some in Sol Ilets. The inmates imprisoned in the 47th and 35th quarters of the 1st labour camp station of the 10th unit (Gari) of the USSR NKVD North Urals correctional labour camp were sentenced and shot at the NKVD internal prison in Sverdlovsk Region.

The initiators and executors of the liquidation of the “enemies of the people” tried to create a veneer of legality when recording interrogation procedures, and they did not dare to admit publicly that death sentences were handed down out of court and convicts were executed. Perhaps there were some other reasons, but the fact remains that the information on the use of the death penalty was concealed from the relatives of the victim and that information was falsified in the manner prescribed by the Soviet authorities. These falsifications were diligently performed by the KGB, the prosecutor’s office, and the employees in the archive of the Ministry of Internal Affairs of Soviet Lithuania. As it later transpired, the families of executed victims received certificates falsified in Lithuania as late as 1990.

The repression and annihilation of innocent people committed by Soviet occupiers show that the Soviet occupying regime, which took power on 15 June 1940 in Lithuania, used the power of the state for a policy of criminal terror and annihilation that could be defined as a crime against humanity.

Teresė Birutė Burauskaitė
Director of the Genocide and Resistance
Research Centre of Lithuania

12-ASIS KILOMETRAS: 1942–1943 M. SVERDLOVSKE SUŠAUDYTI LIETUVOS PILIEČIAI

„Sulėtink žingsnį ir nusiimk kepurę...“ – kviečia nebylūs medžiai ir akmenys. Jiems yra ko tylėti... Čia, dvylika kilometrų nuo Jekaterinburgo, yra Memorialas – bendra kapavietė tūkstančių nekaltai nužudytų žmonių, sovietinio režimo aukų... Nejmanoma patikėti, kad tokiam kukliame žemės lopinėlyje palaidota, ne, tiksliau – numesta ir užkasta apie dvidešimt tūkstančių žmonių... Ko sielojasi, kokias kraupias praeities paslaptis saugo aukšti medžiai, nebylūs liudininkai žmonių piktadarybių, kurių pėdsakus bandyta paslėpti šioje vietoje?..“ (Tania Koniuševa)

Sverdlovskas (dab. Jekaterinburgas) – Rusijos Federacijos miestas, XVIII a. pradžioje įkurtas Uralo kalnų rytiniame šlaite, ilgainiui tapo svarbiu sunkiosios ir karo pramonės, mokslo ir kultūros centru. XX a. 4-ojo dešimtmečio antrojoje pusėje, Sovietų Sąjungoje prasidėjus intensyviai GULAG'o sistemos kūrimui ir plėtrai, 1938 m. Sverdlovsko srityje buvo įkurtas Šiaurės Uralo pataisos darbų lageris – Sevurallagas. Pačiame Sverdlovске veikė kalinių persiuntimo kalėjimas ir Sverdlovsko srities NKVD valdybos vidaus kalėjimas. Šiame kalėjime nužudytų kalinių palaikai buvo sunkvežimiais išvežami už miesto ir užkasti masinėse kapavietėse. 1996 m. Jekaterinburgo visuomeninės organizacijos „Memorialas“ narių pastangomis 12-ajame Maskvos–Jekaterinburgo trakto kilometre, sušaudytųjų užkasto vietoje, įkurtas Memorialas politinių represijų aukoms atminti.

Memorialinio komplekso teritorijoje, kur bendruose kapuose užkasta apie 20 tūkst. politinių represijų aukų, ilsisi ir 1942 m. liepos mėn. – 1943 m. vasario mėn. Sverdlovsko srities NKVD valdybos vidaus kalėjimo rūsiuose sušaudyti 77 Lietuvos piliečiai. Tarp jų – aštuoni 1918–1940 metų Lietuvos Respublikos Ministrų kabinetų nariai – Ministras Pirmininkas Pranas Dovydaitis, vidaus reikalų ministrai Petras Aravičius, Antanas Endziulaitis, Zigmas Pranas Starkus, susisiekimo ir užsienio reikalų ministras Valdemaras Vytautas Čarneckis, švietimo ministras Kazimieras Jokantas, krašto apsaugos ministras Juozas Papečkys ir finansų ministras Jonas Sutkus. Visi jie – pirmosios sovietinės okupacijos aukos, naujam režimui „socialiai svetimi ir pavojingi elementai“, kuriuos reikėjo sunaikinti.

12TH KILOMETER: LITHUANIAN CITIZENS EXECUTED IN SVERDLOVSK IN 1942–1943

"Slow down and raise your hat..." – this is an invitation from silent trees and stones. They have a reason to be silent ... Here, twelve kilometres from Yekaterinburg, stands a Memorial – the common burial site of thousands of innocent people killed, victims of the Soviet regime ... It is hard to believe that about 20,000 people are buried or, to be exact, dropped and buried, in such an ordinary piece of land... What are the laments of the tall trees, what frightful secrets of the past do these silent witnesses of human transgressions keep, where it was hoped to hide the traces of such transgressions." (Tanya Koniushcheva)

Sverdlovsk (now – Yekaterinburg) is a city of the Russian Federation founded at the beginning of the 18th century on the eastern slope of the Ural Mountains. The city eventually became an important military, heavy industrial and scientific and cultural centre. The Soviet Union began intense development of the GULAG system in the second half of the 1930s and in 1938 the North Urals correctional labour camp – Sevrallag – was founded in Sverdlovsk Region. There was also a prison for the transfer of prisoners and an NKVD internal prison in the city of Sverdlovsk. The remains of inmates killed in the NKVD internal prison were carried by truck outside the city and buried in mass graves. Following the efforts of the Yekaterinburg public organisation "Memorial", in 1996 a Memorial to commemorate the victims of political repressions was built 12 kilometres outside Yekaterinburg on the Moscow–Yekaterinburg road, at the burial site of those executed.

Among around 20,000 victims of political repressions buried in mass graves in the territory of the Memorial complex, there are 77 Lithuanian citizens shot between July 1942 and February 1943 in the basement of the NKVD internal prison of Sverdlovsk Region. Among them – eight members of the 1918–1940 Cabinets of Ministers of the Republic of Lithuania – Prime Minister Pranas Dovydaitis, Ministers of the Interior Petras Aravičius, Antanas Endziulaitis and Zigmas Pranas Starkus, Minister of Transport and Foreign Affairs Valdemaras Vytautas Čarneckis, Minister of Education Kazimieras Jokantas, Minister of Defence Juozas Papečkys and Minister of Finance Jonas Sutkus. All of them were among the first victims of the Soviet occupation of Lithuania, "socially foreign and dangerous elements" of the new regime who had to be destroyed.

ŠIAURĖS URALO PATAISOS DARBŲ LAGERYJE

1941 m. birželio 14 d. buvę Lietuvos Respublikos Ministrų kabineto nariai Pranas Dovydaitis, Petras Aravičius, Valdemaras Vytautas Čarneckis, Antanas Endziulaitis, Kazimieras Jokantas, Juozas Papečkys, Zigmas Pranas Starkus ir Jonas Sutkus kartu su šimtais kitų Lietuvos valstybės tarnautojų, politinių partijų ir visuomeninių organizacijų narių, karininkų, teisininkų, viešosios, saugumo, kriminalinės ir pasienio policijos pareigūnų, geležinkelių tarnautojų, verslininkų, mokytojų, žurnalistų ir ūkininkų buvo suimti Kaune, geležinkelio stotyje atskirti nuo šeimų ir įsodinti į A raide pažymėtus suimtiesiems skirtus prekinius vagonus. Šeimos įsodintos į tremtiniams skirtus vagonus, pažymėtus raide B, ir ištremtos į Komijos ASSR, Altajaus ir Krasnojarsko kraštus, Tomsko sritį. 1942 m. dauguma šeimų iš Altajaus krašto perkeltos į Jakutijos šiaurę prie Laptevų jūros.

Remiantis SSRS vidaus reikalų liaudies komisaro Lavrentijaus Berijos patvirtintu Lietuvos, Latvijos, Estijos ir Moldovos gyventojų ištrėmimo, apgyvendinimo ir prievartinio įdarbinimo veiksmų planu, suimtieji iš Lietuvos nuvežti į Ukrainą, Starobelsko karo belaisvių lagerį (Starobellagą), įkurtą buvusiam Starobelsko stačiatikių moterų vienuolyne.

Prasidėjus karui suimtieji buvo skubiai susodinti į vagonus ir išvežti į Šiaurės Uralą – Gario lagerį (SSRS NKVD Šiaurės Uralo pataisos darbų lagerio 10-ojo (Gario) skyriaus 1-ojo lagerio punkto 47-ąjį ir 35-ąjį kvartalus), įkurtą Sverdlovsko srities Sosvos rajono Gario gyvenvietės apylinkėse. Liepos pradžioje atvežti į galutinę Šiaurės Urale Sosvos geležinkelio stotį jie baržomis Sosvos upe nuplukdyti į Gario gyvenvietę ir pėsčiomis nuvaryti iki lagerio. Iš Starobelsko į Garį buvo atvežta apie 800 vyrų: 250 lietuvių, 250 lenkų, 200 Lietuvos ir Lenkijos žydų ir 80 estų.

Lageryje kaliniai gyveno ypač sunkiomis sąlygomis. Miegojo tiesiog ant plikų gultų apsikloję savais drabužiais. Nebuvo elektros – patalpas apšviendavo balanos.

Kalinius vertė dirbti miško darbus po 12 valandų per parą: be tinkamų įrankių kirsti medžius, tampyti ir krauti į rietuves rąstus. Žiemą sąlygos tapo dar labiau nepakeliamos – spaudė daugiau nei trisdešimties laipsnių šaltis, iki juosmens prisnigo. Tokiam klimatui kaliniai neturėjo pritaikytos aprangos ir apavo.

Maitino du kartus per dieną: ryte – skysta, permatoma, dažnai be druskos sriuba, trupučiu košės ir 400 gramų šlapios duonos, vakare – tik tokia pat sriuba. Nebegalintiems dirbti tekdavo vos po 300 gramų duonos. Tik įvykdę nustatytą dienos normą – prikirbę ir sutampę į rietuves 5 m² medienos, gaudavo po 600 gramų duonos. Tačiau tokių kalinių buvo nedaug – vos 10 procentų. Dėl maisto trūkumo prasidėjo badas. Rudenį dirbdami miške kaliniai valgė uogas ir grybus, žiemą – medžių pumpurus. 1942 m. vasario mėnesį lagerio medicinos komisija beveik visus kalinius pripažino tinkamais tik lengvam fiziniam darbui. Dažniausia diagnozė – išsekimas, miokarditas, avitaminozė.

Lagerio ligoninės „stacionaras“ turėjo vieną kambarėlį su dviem metalinėmis lovomis. Nebuvo nei reikiamų vaistų, nei medicininių instrumentų. Prasidėjus avitaminozei kaliniai gydėsi pušų spyglių nuoviru. Atleisti sergantį kalinį nuo darbo gydytojai (patys iš kalinių) galėjo tik kaliniui turint aukštesnę nei +39 °C temperatūrą.

Sanitarinės sąlygos lageryje taip pat buvo baisios. Pradžioje nebuvo nei šulinio, nei prausyklų. Trūko vandens. Jis buvo bačkomis atvežamas iš miško upelių ir naudojamas tik maistui. Dėl vandens trūkumo kaliniai nesiprausė ir nesiskuto ištisomis savaitėmis.

AT THE NORTH URALS LABOUR CAMP

On 14 June 1941, former members of the Cabinet of Ministers of the Republic of Lithuania – Pranas Dovydaitis, Petras Aravičius, Valdemaras Vytautas Čarneckis, Antanas Endziulaitis, Kazimieras Jokantas, Juozas Papečkys, Zigmas Pranas Starkus and Jonas Sutkus – together with hundreds of other Lithuanian civil servants, members of political parties and public organisations, army officers, lawyers, officers of public, security, criminal and border police, railway officials, entrepreneurs, teachers, journalists and farmers were arrested in Kaunas, separated from their families at the railway station, and put in freight wagons marked with the letter “A”, which were intended for detainees. Meanwhile their families were put in wagons marked with the letter “B”, which were intended for deportees to the Komi ASSR, the regions of Altai and Krasnoyarsk, and Tomsk Region. In 1942, the majority of the families were relocated from Altai Region to the north of Yakutia by the Laptev Sea.

According to the action plan for the deportation, settlement and forced employment of residents of Lithuania, Latvia, Estonia, and Moldova approved by Lavrentiy Beria, the USSR People's Commissar of Internal Affairs, the detainees were transported from Lithuania to Starobelsk POW camp (Starobellag) in Ukraine which was located in the former Starobelsk Orthodox convent.

At the outbreak of war, the detainees were promptly put in wagons and transported to Gari labour camp in the North Urals (USSR NKVD North Urals labour camp, 10th unit (Gari), 1st labour camp station, 47th and 35th quarters) established in the environs of the Gari settlement (Sosva District, Sverdlovsk Region). In early July, the prisoners were brought to Sosva, the last railway station on the line in the North Urals, and subsequently taken by barge on the Sosva River to Gari settlement. They were then marched on foot to the labour camp. Around 800 men were transported from Starobelsk to Gari: 250 Lithuanians, 250 Poles, 200 Lithuanian and Polish Jews and 80 Estonians.

Living conditions in the labour camp were extremely difficult. The inmates slept on bunk beds with only their own clothing for bedding. There was no electricity, so the premises were lit with a light, which used kindling (strips of wood) as fuel.

Inmates were forced to work in the forests for 12 hours a day: they felled trees, and carried and stacked logs without proper tools. In winter conditions became even more unbearable – the temperature was -30°C and the snow was waist deep. Prisoners had neither clothing nor footwear for such climatic conditions.

The inmates were provided with food twice a day: in the morning they were given a watery type of unsalted soup, a small amount of porridge and 400 grams of wet bread, and in the evening – whatever remained of the same soup. Those who were unable to work would get only 300 grams of bread. Those who managed to complete the “norm” of the day – to fell and stack 5 square metres of timber – would receive 600 grams of bread, however only about 10 percent of the prisoners were eligible for this extra ration. The lack of food led to famine. Working in the forest inmates ate berries and mushrooms in autumn and trees buds in winter. In February 1942, the medical commission of the labour camp recognised almost all prisoners as suitable only for light physical work. The most common diagnosis was exhaustion, myocarditis and vitamin deficiency disease.

ŠIAURĖS URALO PATAISOS DARBŲ LAGERYJE

- Dėl nepakeliamai sunkių darbo ir gyvenimo sąlygų, šalčio ir bado pirmąją žiemą lageryje mirė trečdalis lietuvių ir lenkų, beveik visi estai.

Pirmieji kalinių tardymai prasidėjo 1941 m. lapkričio mėn. Tardytojus labiausiai domino kalinių kilmė, buvusios pareigos, jų priklausymas „kontrrevoliucinėms nacionalistinėms buržuazinėms“ partijoms ir visuomeninėms organizacijoms, „karinei-fašistinei“ Šaulių sąjungai, gauti valstybės apdovanojimai. Tardymas buvo atliekamas supaprastinta tvarka. Po dviejų ar trijų apklausų pagal Rusijos SFSR Baudžiamojo kodekso 58 straipsnio 13 dalį buvo pateikti kaltinimai – aktyvi kova su revoliuciniu judėjimu ar priklausymas kontrrevoliucinei partijai. Surinkta medžiaga buvo perduota Sverdlovsko srities NKVD valdybai. Kaltinamosios išvados, patvirtintos Sverdlovsko srities NKVD valdybos viršininko ir srities prokuroro, buvo perduotos SSRS NKVD Ypatingajam pasitarimui, kuris nedalyvaujant kaltinamiesiems, liudytojams ir gynejams sprendė kalinamų asmenų likimą.

Mirties nuosprendžiai lietuviams pradėti vykdyti 1942 m. liepos 17 d. Tuomet sušaudyta 11 lietuvių. 1942 m. liepos 23 d. sušaudyti 2, liepos 25 d. – 1, rugpjūčio 1 d. – 1, rugpjūčio 25 d. – 14, rugsėjo 18 d. – 2, lapkričio 4 d. – 13, lapkričio 21 d. – 9, gruodžio 2 d. – 19, gruodžio 10 d. – 2, 1943 m. sausio 11 d. – 2, vasario 5 d. – 1.

Mirties bausmė nuteisti asmenys iš lagerio buvo etapuojami į NKVD Sverdlovsko kalėjimą Nr. 1, kuriame buvo mirtininkų kaupimo punktas, po to pervežami į Sverdlovsko srities NKVD valdybos vidaus kalėjimą ir čia sušaudomi. Sušaudytųjų palaikai užkasti už miesto esančiame miške, NKVD priklausiusioje teritorijoje, 45 metrų ilgio, 4 metrų pločio ir 2 metrų gylio grioviuose.

Sušaudytųjų giminės, teiravęsi apie suimtųjų šeimos narių likimus, gavo melagingus pranešimus: esą jų artimieji buvo nuteisti atlikti bausmę lageryje ir mirė įkalinimo vietoje dėl širdies nepakankamumo, plaučių uždegimo, vėžio, kraujo išsiliejimo į smegenis ar kitų nepagydomų ligų.

Lietuvai atkūrus nepriklausomybę, 1942–1943 metais Sverdlovske sušaudyti Lietuvos piliečiai buvo reabilituoti.

AT THE NORTH URALS LABOUR CAMP

- ▶ The “hospital” of the labour camp had only one room with two metal beds, and it had neither medication nor medical instruments. Prisoners who were suffering from vitamin deficiency would treat themselves by drinking pine needle tea. Doctors (these were prisoners themselves) could issue a sick leave to a prisoner only if the prisoner ran a temperature of over +39°C (+102.2°F).

Sanitary conditions in the labour camp were also terrible. At the beginning there was not even a well or anywhere to wash and water was in short supply. The water was brought in barrels from forest streams and was only used for food. As a result, prisoners did not wash or shave for weeks.

Due to the unbearably difficult working and living conditions, cold and hunger, a third of the Lithuanian and Polish inmates and almost all the Estonian inmates died in the first winter at the labour camp.

The first interrogations of prisoners began in November 1941. The interrogators were most interested in the origin of the prisoners, their former jobs, whether they belonged to “counterrevolutionary nationalist bourgeois” parties and public organisations, the “military-fascist” Union of Riflemen, or held state awards. Interrogations were conducted in a facilitated manner. After 2–3 interrogations charges were brought under Article 58(13) of the Criminal Code of the Russian SFSR – active struggle against the revolutionary movement or belonging to a counterrevolutionary party. The collected material was transferred to the NKVD Board of Sverdlovsk Region. The indictment, approved by the chief of NKVD Board and the prosecutor of Sverdlovsk Region, was transferred to the Special Meeting of the USSR NKVD, which decided the fate of the prisoners in the absence of the accused, witnesses or defenders.

The first death sentences of Lithuanians were carried out on 17 July 1942, when 11 were executed. On 23 July 1942, 2 Lithuanians were shot to death, on 25 July – 1, on 1 August – 1, on 25 August – 14, on 18 September – 2, on 4 November – 13, on 21 November – 9, on 2 December – 19, on 10 December – 2, on 11 January 1943 – 2, and on 5 February – 1. In all a total of 77 Lithuanians were executed between 17 July 1942 and 5 February 1943.

Persons sentenced to death were taken to NKVD Prison No. 1 in Sverdlovsk, which served as a collection point for the condemned men before they were moved to the NKVD internal prison of Sverdlovsk Region for execution. The remains of the executed people were buried in the woods outside the city – the area allocated to the NKVD – in trenches 45 metres long, 4 metres wide and 2 metres deep.

Family members who enquired about the fate of detainees received false notifications stating that their relatives were convicted to serve their sentences in labour camps and died in detention of heart failure, pneumonia, cancer, cerebral haemorrhage or other incurable diseases.

After the restoration of Lithuania’s independence, Lithuanian citizens executed in Sverdlovsk in 1942–1943 were rehabilitated.

JIEMS ĮVYKDYTA MIRTIES BAUSMĖ

THEY WERE EXECUTED

1942 07 17 17 July 1942

1. AREŠKEVIČIUS PETRAS (1901 01 30–1942 07 17)
2. BARYSAS JUOZAS (1910 10 20–1942 07 17)
3. BLOŽĖ JONAS (1894 05 01–1942 07 17)
4. BURBULIS JONAS (1904 05 05–1942 07 17)
5. DAUNORA ADOLFAS (1903 09 23–1942 07 17)
6. NAUJALIS VINCAS (1902 08 23–1942 07 17)
7. RALČENIS ALEKSANDRAS (1907 06 21–1942 07 17)
8. RUZAS IPOLITAS (1907 07 06–1942 07 17)
9. TAUKLYS JONAS (1900–1942 07 17)
10. TRIUKAS MARCELIJUS (1905 05 06–1942 07 17)
11. VERBYLA ANTANAS (1909 03 17–1942 07 17)

1942 07 23 23 July 1942

1. BUKAITIS JUOZAS (1900 11 04–1942 07 23)
2. KVIKLYS MEČISLOVAS (1902 05 10–1942 07 23)

1942 07 25 25 July 1942

1. VILEIŠIS VINCAS (1908 02 15–1942 07 25)

1942 08 01 1 August 1942

1. ADOMULIS KAZYS STASYS (1906 05 09–1942 08 01)

1942 08 25 25 August 1942

1. ARAVIČIUS PETRAS (1887 06 29–1942 08 25)
2. BALVOČIUS VLADAS (1897 01 01–1942 08 25)
3. ČESONIS JURGIS (1918 03 11–1942 08 25)
4. DĖDELĖ ANTANAS ALFREDAS (1896 04 19–1942 08 25)
5. ENGLERIS VIKTORAS (1876 10 09–1942 08 25)
6. JOKANTAS KAZIMIERAS (1880 10 23–1942 08 25)
7. KANAUKA PETRAS (1900 06 27–1942 08 25)
8. LENKAUSKAS EDVARDAS (1903 03 18–1942 08 25)
9. MINDERIS MYKOLAS (1909 10 13–1942 08 25)
10. MITKUS ADOMAS (1892 12 28–1942 08 25)
11. PLESKAČIAUSKAS ALEKSANDRAS (1894 12 15–1942 08 25)
12. SAPETKA ANTANAS (1901 08 07–1942 08 25)
13. STARKUS ZIGMAS PRANAS (1892 10 12–1942 08 25)
14. URBELIS ANTANAS (1895 06 26–1942 08 25)

1942 09 18 18 September 1942

1. BELECKAS POVILAS (1903 07 11–1942 09 18)
2. RATKELIS VLADAS (1900 06 06–1942 09 18)

1942 11 04 4 November 1942

1. ALEKNA-ALEKNAVIČIUS TADAS (1899–1942 11 04)
2. BIČIŪNAS VYTAUTAS (1893 08 20–1942 11 04)
3. ČARNECKIS VALDEMARAS VYTAUTAS (1893 01 09–1942 11 04)
4. DOVYDAITIS PRANAS (1886 12 02–1942 11 04)
5. IGNATAVIČIUS ALEKSANDRAS (1896 06 01–1942 11 04)
6. KALNĖNAS JONAS (1901 08 21–1942 11 04)
7. KOCIENAS OTONAS (1910 10 14–1942 11 04)
8. KUBILIUS JURAS (1890 04 27–1942 11 04)
9. PAPEČKYS JUOZAS (1890 01 01–1942 11 04)
10. PERELŠTEINAS GECELIS (1889–1942 11 04)
11. PRANAITIS ANTANAS (1897 07 05–1942 11 04)
12. SLABŠYS IGNAS (1899 06 01–1942 11 04)
13. ŠILBAJORIS POVILAS (1910 11 08–1942 11 04)

1942 11 21 21 November 1942

1. BAČKUS JUOZAS (1899 10 18–1942 11 21)
2. GAUDĖŠIS JONAS (1893 07 12–1942 11 21)
3. GRAŽIŠKAUSKAS VIKTORAS (1901–1942 11 21)
4. KREGŽDĖ JURGIS (1905 03 03–1942 11 21)
5. LAUCIUS-LAUCEVIČIUS KAZYS (1906 04 26–1942 11 21)
6. MARTIŠIUS ANICETAS (1902–1942 11 21)
7. MASĖNAS-MASEVIČIUS KLEMENSAS (1900 11 21–1942 11 21)
8. PETRUŠKEVIČIUS ANTANAS (1896 08 08–1942 11 21)
9. VASILIAUSKAS BALYS (1902 03 24–1942 11 21)

1942 12 02 2 December 1942

1. ANDRIUŠKEVIČIUS IZIDORIUS (1905 05 14–1942 12 02)
2. BAGDONAS-BAGDONAVIČIUS VALERIJONAS (1909 04 14–1942 12 02)
3. CIRTAUTAS KAZYS (1907 02 20–1942 12 02)
4. GASIŪNAS KAZYS (1914 05 15–1942 12 02)
5. GEMBICKAS ANATOLIJUS (1893 10 13–1942 12 02)
6. JONIKA STASYS (1906 11 19–1942 12 02)

7. JURGELYS MEČYS (1891–1942 12 02)
8. KALNIETIS LIUDAS (1905 01 17–1942 12 02)
9. KALUŽEVIČIUS JUOZAS (1899 02 07–1942 12 02)
10. KARVELIS STASYS (1911 04 23–1942 12 02)
11. LAPŠYS ADOLFAS (1899 10 15–1942 12 02)
12. LAURINAVIČIUS VINCAS (1907–1942 12 02)
13. MATULEVIČIUS JULIUS (1898 08 24–1942 12 02)
14. MIKALAJŪNAS STEPONAS (1898 12 18–1942 12 02)
15. MILIAUSKAS PETRAS (1907 02 21–1942 12 02)
16. PLIUŠKEVIČIUS VYTAUTAS (1906 02 13–1942 12 02)
17. RIAUTAS STASYS (1906 10 29–1942 12 02)
18. URBONAS-URBONAVIČIUS ADOMAS (1901 12 14–1942 12 02)
19. VERBICKAS PETRAS (1904 01 04–1942 12 02)

1942 12 10 10 December 1942

1. ENDZIULAITIS ANTANAS (1895 11 17–1942 12 10)
2. SUTKUS JONAS (1893 04 15–1942 12 10)

1943 01 11 11 January 1943

1. GREBLIAUSKAS ALBINAS ALFONSAS (1907 09 03–1943 01 11)
2. ŽALTAUSKAS POVILAS (1905 09 20–1943 01 11)

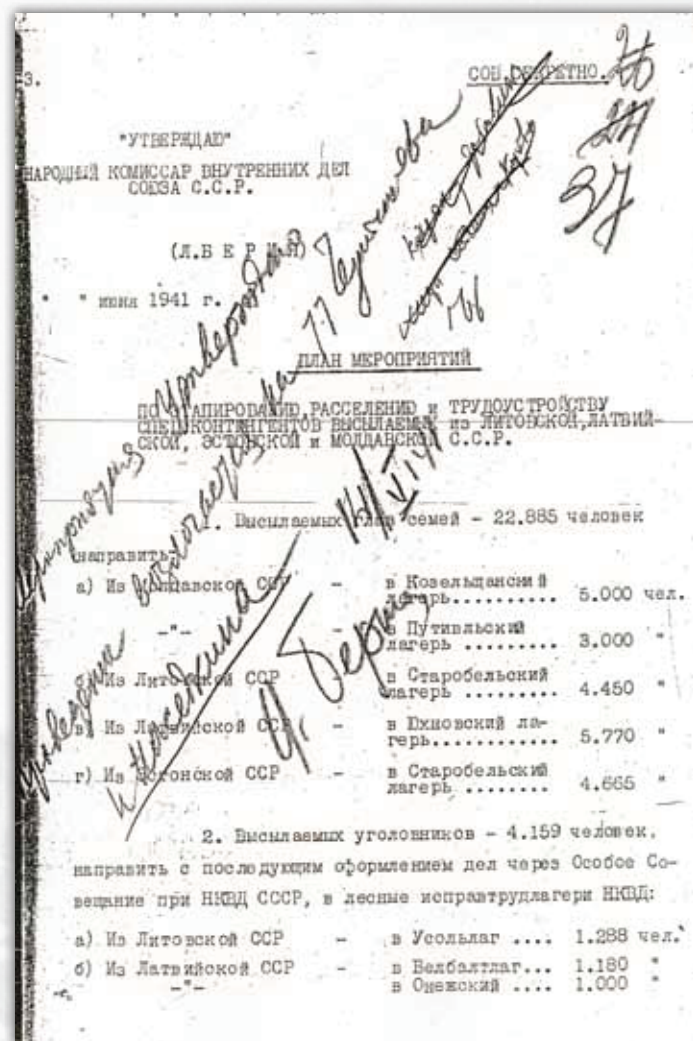
1943 02 05 5 February 1943

1. AKSTINAS MORKUS (1895 02 04–1943 02 05)

„Prisiminė žodžiai: „Jūs areštuos, jūs dingsite, ir niekas nežinos apie jus nieko...“ Viskam atėjo laikas pildytis...”

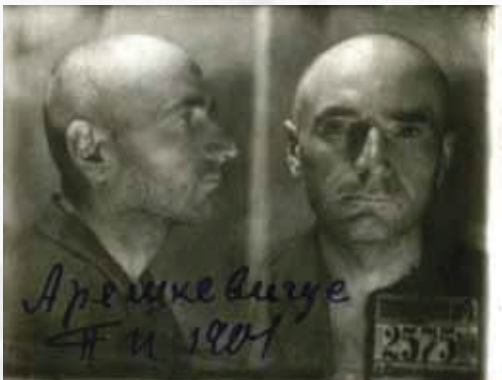
“... I remember the following words: ‘you will be arrested and you will disappear and no one will know anything about you ...’ The time has come for that to happen ...”

Iš politinio kalinio, kalėjusio Šiaurės Uralo lageryje, Vinco Matulaičio atsiminimų
From the reminiscences of Vincas Matulaitis, a political prisoner at the North Urals labour camp

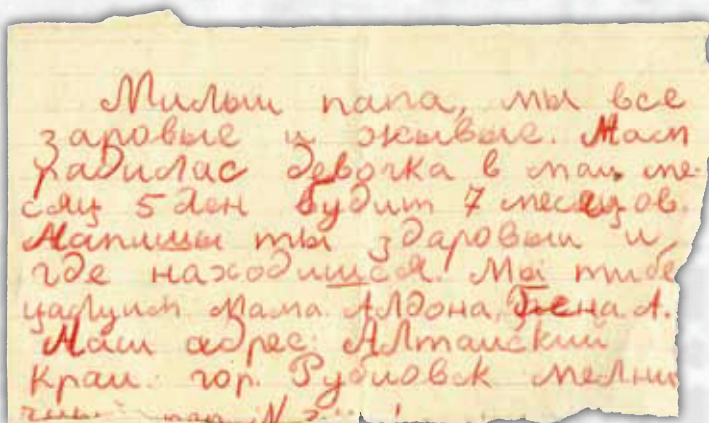


SSRS vidaus reikalų liaudies komisaro Lavrentijaus Berijos patvirtintas Lietuvos, Latvijos, Estijos ir Moldovos gyventojų ištremimo, apgyvendinimo ir prievartinio įdarbinimo veiksmų planas, kuriame nurodyti lageriai, į kuriuos turėjo būti išvežti tremimo metu nuo šeimų atskirti vyrai. 1941 06 14
A plan of deportation, settlement and forced employment of the citizens of Lithuania, Latvia, Estonia and Moldova signed by Lavrentiy Beria, People's Commissar of Internal Affairs of the USSR indicating the labour camps where the men separated from their families during deportation were to be imprisoned. 14 June 1941

Šeima 1941 m. birželio 14 d. ištremta į Altajaus kraštą.



Nutarimas, išduotas Petro Areškevičiaus areštui. Vilnius, 1941 m. birželio mėn.
Ruling for the arrest of Petras Areškevičius. Vilnius, June 1941



Sūnaus Algimanto Areskevičiaus laiškas, kuriame teirujamasi apie tėvo buvimo vietą ir sveikatą. Pranešama, kad tremyje mama pagimdė mergaitę. Rubcovskas, Altajaus kraštas, 1942 m.

Letter from Algimantas Areskevičius (son) in which he is asking of his father's whereabouts and health. It also contains the information that his mother had given birth to a girl in exile. Rubcovsk, Altai Region, 1942

[illegible]

AREŠKEVIČIUS PETRAS (30 January 1901–17 July 1942)

Born on 30 January 1901 in the Manor of Plembergas, Ariogala Rural Area, Kėdainiai County.

In 1911, Petras started elementary school in Betygala.

In 1922–1924 he served in the Lithuanian Army.

In 1925, Petras graduated from the Lower Police School in Rokiškis. In 1926, he began work as a policeman in Baisogala; in 1929, was a policeman of the 1st police station of Kėdainiai Public Police of Kėdainiai County; and in 1939, was a chief policeman of the 5th police station of Vilnius City Police. After 1940, he was a militia official of the city of Vilnius.

He was awarded the 3rd Class Medal of the Order of Vytautas the Great.

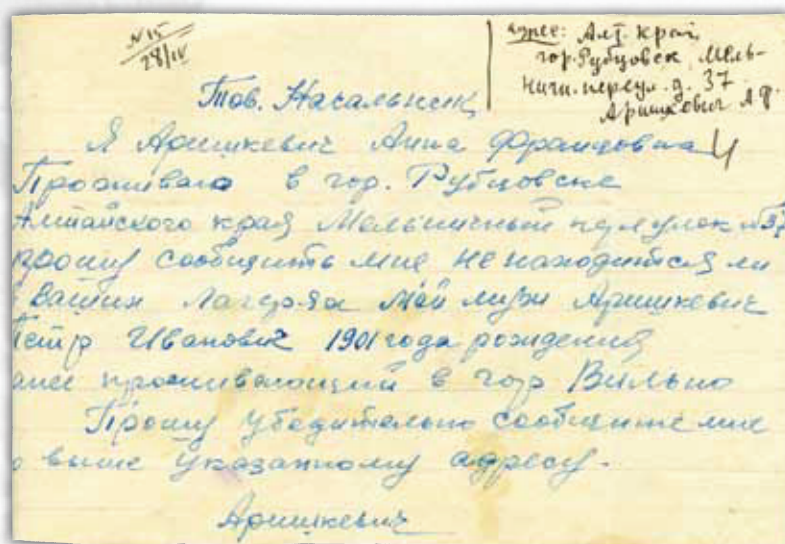
On 14 June 1941, he was arrested and imprisoned in the North Urals labour camp in Sverdlovsk Region.

Executed on 17 July 1942 in Sverdlovsk.

On 14 June 1941, his family was deported to Altai Region.

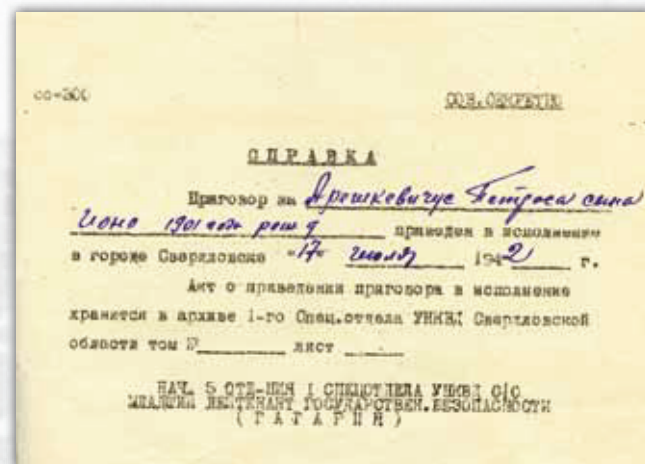


Išrašas iš Ypatingojo positarimo 1942 06 17 protokolo dėl Petro Areškevičiaus nuteisimo aukščiausia, mirties, bausme – sušaudyti
Excerpt from the minutes of the Special Meeting of 17 June 1942 regarding the passing of the death penalty, by shooting, on Petras Areškevičius



Onos Areškevičienės laiškas-užklausa lagerio viršininkui dėl vyro Petro Areškevičiaus kalinimo vietos. Rubcovskas, Altajaus kraštas, 1942 m. gegužės 13 d.

Letter of enquiry from Ona Areškevičienė (wife) to the chief of the labour camp regarding the whereabouts of imprisonment of her husband Petras Areškevičius. Rubcovsk, Altai Region, 13 May 1942



Pažyma apie mirties nuosprendžio Petrai Areškevičiui įvykdymą 1942 m. liepos 17 d. Sverdlovsko srities NKVD valdybos vidaus kalėjime
Certificate regarding execution of the death sentence on Petras Areškevičius on 17 July 1942 in the NKVD internal prison of Sverdlovsk Region



BARYSAS JUOZAS (1910 10 20–1942 07 17)

Gimė 1910 m. spalio 20 d. Nemunaičio k., Miroslavo valsč., Alytaus aps.

Baigė Alytaus valstybinę gimnaziją.

1933 m. rugsėjo 18 d. priimtas į Pirmojo Lietuvos Prezidento karo mokyklą. 1934 m. rugsėjo 15 d. ją baigė. Suteiktas atsargos jaunesniojo leitenanto laipsnis. 1936 m. baigė Aukštesniąją miškininkų mokyklą Alytuje. Įgijo miškininko specialybę. 1936–1940 m. dirbo Baisogalos ir Raudondvario miškų urėdijose girininku.

1935 m. įstojo į Šaulių sąjungą. 1939 m. rugsėjo 14 d. paskirtas Jonavos rinktinės šaulių kuopos vadu, 1940 m. – Babtų rinktinės šaulių kuopos vadu.

1941 m. birželio 14 d. suimtas, kalintas Šiaurės Uralo lageryje Sverdlovsko srityje.

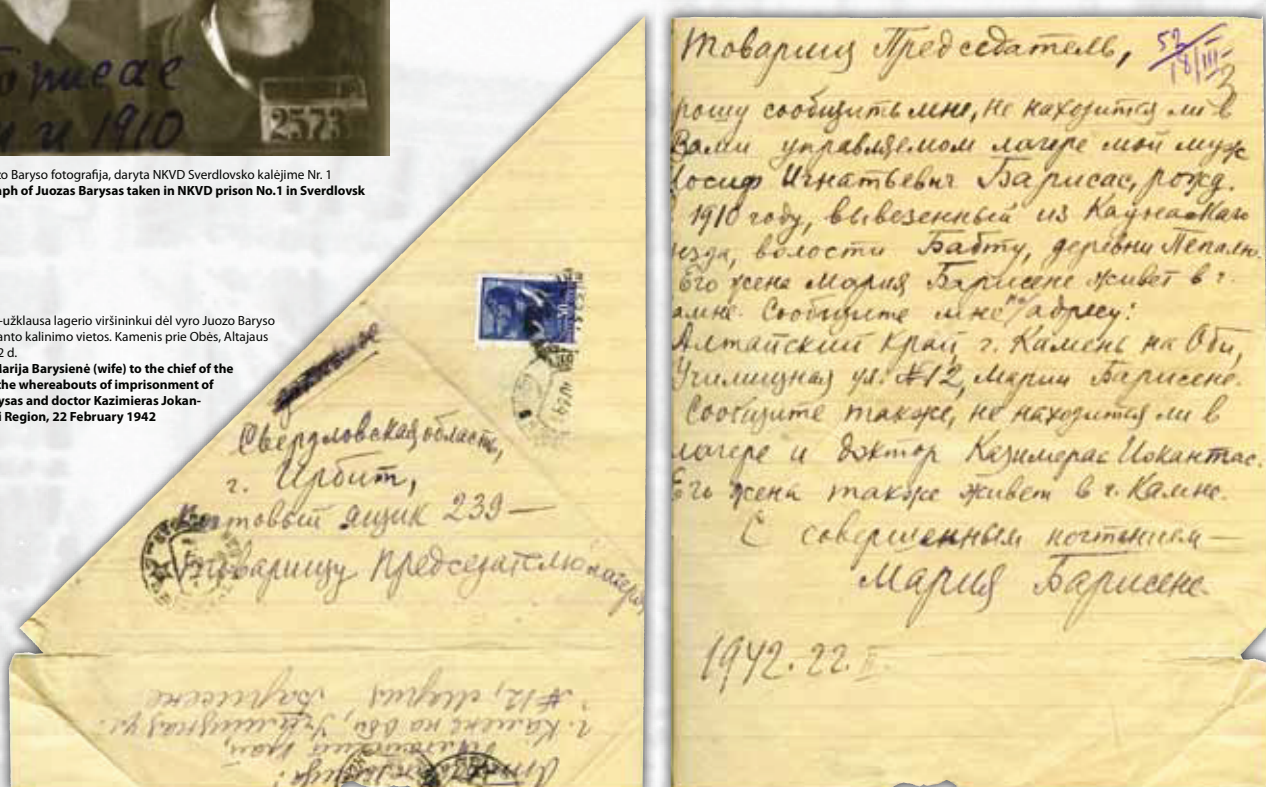
Sušaudytas 1942 m. liepos 17 d. Sverdlovске.

Šeima 1941 m. birželio 14 d. ištremta į Altajaus kraštą.



Paskutinė Juozo Baryso fotografija, daryta NKVD Sverdlovsko kalėjime Nr. 1
Last photograph of Juozas Barysas taken in NKVD prison No. 1 in Sverdlovsk

Marijos Barysienės laiškas-užklausa lagerio viršininkui dėl vyro Juozo Baryso ir gydytojo Kazimiero Jokanto kalinimo vietos. Kamenis prie Obės, Altajaus kraštas, 1942 m. vasario 22 d.
Letter of enquiry from Marija Barysienė (wife) to the chief of the labour camp regarding the whereabouts of imprisonment of her husband Juozas Barysas and doctor Kazimieras Jokantas. Kamen-na-Obi, Altai Region, 22 February 1942



BARYSAS JUOZAS (20 October 1910–17 July 1942)

Born on 20 October 1910 in Nemunaitis Village, Miroslavas Rural Area, Alytus County.

Graduated from Alytus State Gymnasium.

On 18 September 1933, Juozas was admitted to the Military School of the First President of Lithuania. On 15 September 1934, he graduated from the Military School and was awarded the rank of reserve 2nd lieutenant.

In 1936, he graduated from the Advanced Forestry Vocational Education and Training School in Alytus as a qualified forestry specialist. In 1936–1940, he worked as a forestry officer at Baisogala and Raudondvaris forest enterprises.

In 1935, he became a member of the Union of Riflemen.

On 14 September 1939, Juozas was appointed commander of the Rifle Company of Jonava Detachment and in 1940 – commander of the Rifle Company of Babtai Detachment.

On 14 June 1941, he was arrested and imprisoned in the North Urals labour camp in Sverdlovsk Region.

Executed on 17 July 1942 in Sverdlovsk.

On 14 June 1941, his family was deported to Altai Region.

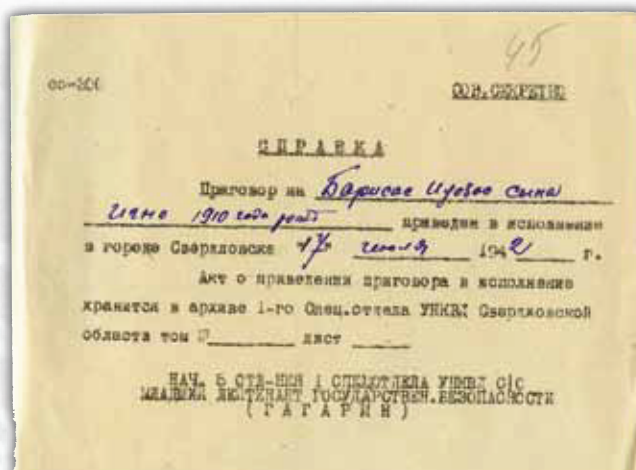


Įrašas iš Ypatingojo positarimo 1942 06 17 protokolo dėl Juozo Baryso nuteisimo aukščiausiu, mirties, bausme – sušaudyti

Excerpt from the minutes of the Special Meeting of 17 June 1942 regarding the passing of the death penalty, by shooting, on Juozas Barysas



Juozo Baryso pirštų antspaudų lapas iš kalinio asmens bylos, 1941 m. spalio 18 d.
Sheet with Juozas Barysas fingerprints from the prisoner's personal file, 18 October 1941



Pažyma apie mirties nuosprendžio Juozui Barysui įvykdymą 1942 m. liepos 17 d. Sverdlovsko srities NKVD valdybos vidaus kalėjime
Certificate regarding execution of the death sentence on Juozas Barysas on 17 July 1942 in the NKVD internal prison of Sverdlovsk Region

BLOŽĖ JONAS (1894 05 01–1942 07 17)

Gimė 1894 m. gegužės 1 d. Giedraičių k., Pašušvio valsč., Kėdai-
nių aps.

1904–1907 m. lankė Pašušvio liaudies mokyklą.

1911 m. išvyko ieškoti darbo į Rygą. Kooperatyvo „Lietuvių var-
totojų draugijos bendruomenė“ parduotuvėje įsidarbino pardavėju.
Prasidėjus Pirmajam pasauliniam karui grįžo į tėviškę.

1920 m. išvyko į Kauną. Įsidarbino Geležinkelių valdybos Ekono-
minės direkcijos Rinkliavų skyriaus sąskaitininku. 1922 m. – vyr. sąs-
kaitininkas, 1924 m. – Rinkliavų skyriaus statistikos dalies vedėjas,
1930 m. – Ekonominės direkcijos Statistikos skyriaus vedėjas. 1940 m.
persikėlė į Vilnių. Dirbo Geležinkelių valdybos Plano apskaitos sky-
riaus Judėjimo ir krovinių darbų apskaitos sektoriaus viršininku, vė-
liau – Statistikos skyriaus viršininku.

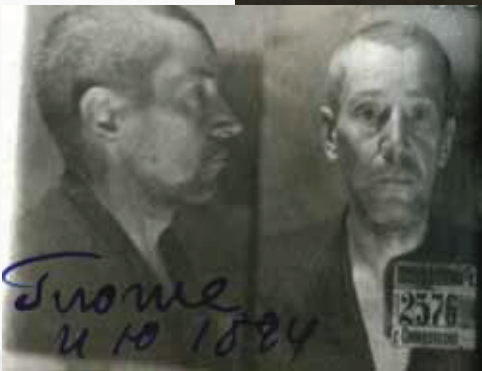
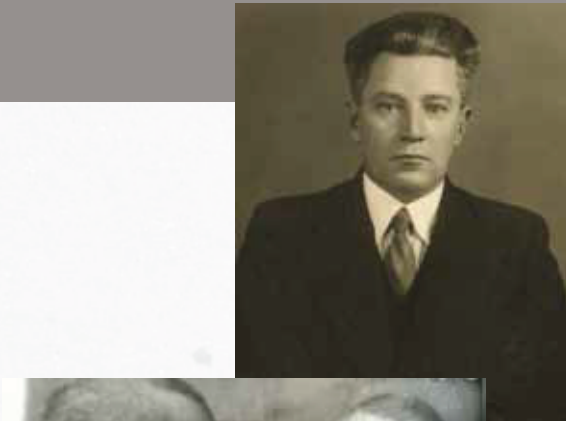
1923–1940 m. – XXII geležinkelių rinktinės šaulys, „Atgimimo“
draugijos narys, Tautininkų partijos narys.

Apdovanotas Lietuvos nepriklausomybės medaliu, Lietuvos di-
džiojo kunigaikščio Gedimino 5-ojo laipsnio ordinu, Šaulių žvaigždės
ordino medaliu.

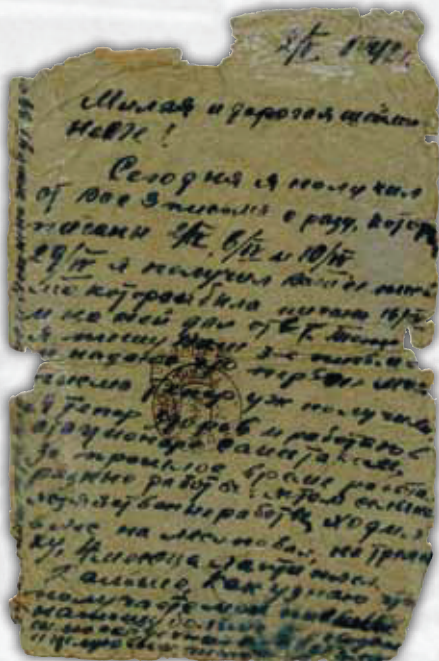
1941 m. birželio 14 d. suimtas, kalintas Šiaurės Uralo lageryje
Sverdlovsko srityje.

Sušaudytas 1942 m. liepos 17 d. Sverdlovске.

Šeima 1941 m. birželio 14 d. ištremta į Altajaus kraštą.



Paskutinė Jono Bložės fotografija, daryta NKVD Sverdlovsko kalėjime Nr. 1
Last photograph of Jonas Bložė taken in NKVD prison No.1 in Sverdlovsk



Jono Bložės laiškas,
rašytas iš lagerio
artimiesiems į
tremtį Altajaus
krašte. 1942 m.
gegužės 2 d.
A letter from
Jonas Bložė
written from the
labour camp to
his family in exile
in Altai Region.
2 May 1942



Jonas Bložė su šeima. Iš kairės: sūnus Algirdas, žmona Adelė, dukra Vytautė, dukra Aldona, mama Elžbieta ir sūnėnas Zenonas. Šančiai, Kaunas, 1932 m.

Jonas Bložė with his family. From left to right: Algirdas (son), Adelė (wife), Vytautė (daughter), Aldona (daughter), Elžbieta (mother) and Zenonas (nephew). Šančiai, Kaunas, 1932

GYVENIMO APRAŠYMAS (CV)

Vardas: Birutė

Pavardė: Bilotienė

Gimimo data: 1954 04 08

E-paštas: birute@kopija.lt

Adresas: Vilnius

Telefono numeris: 8 617 30 791

Išsilavinimas:

<i>Institucija</i>	<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Suteiktas kvalifikacinis ar mokslinis laipsnis, gautas diplomai:</i>
Vilniaus elektromechanikos technikumai	1972 - 1975	Aukštesnysis išsilavinimas. Skaičiavimo mašinos ir prietaisai

Profesinė patirtis:

<i>Data: nuo – iki</i>	<i>Miestas, šalis</i>	<i>Įmonė, organizacija</i>	<i>Pareigos</i>
1975 - 1996	Lietuva	Prekybos ministerijos skaičiavimo centras, VGTU skaičiavimo centras ELTA, Pramonės biznio centras	Darbas prie skaičiavimo mašinų ir kompiuterių
1996 05 09 - dabar	Lietuva	BĮ UAB „Baltijos kopija“	Maketuotoja, Dizainerė – maketuotoja

Kiti įgūdžiai:

Darbas kompiuteriu	Microsoft Office, CorelDraw, Adobe Photoshop, Adobe PageMaker, Adobe InDesign.
---------------------------	---

Dizainerės-maketuotojos Birutės Bilotienės atliktų darbų sąrašą:

1. Rinkevičius, V. PRŪSISTIKOS PAGRINDAI. Vilniaus universiteto Baltistikos katedros studijų knyga 4. – Vilnius: Vilniaus universitetas, 2015. 240 p. ISBN 978-609-417-101-7
2. Rinkevičius, V. BALTŲ IR SLAVŲ KALBŲ KIRČIAVIMO ISTORIJA. I. Monografija. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2015. 160 p. ISBN 978-609-417-100-0
3. Ewart J., Leichteris E., Mačiulis A., McLean H., Mikulskienė B., Paražinskaitė G., Paunksnienė Ž., Pitrenaitė-Žilėnienė B., Skaržauskienė A., Stasiukynas A., Žalėnienė I., Brunalas B., Gudelytė L., Kalinauskas M., Mačiulienė M., Navickienė O., Stokaitė V., Tamošiūnaitė R., Tvaronavičienė A., Valys T.
4. SOCIALINĖS TECHNOLOGIJOS IR KOLEKTYVINIS INTELEKTAS. Monografija – Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2015. 520 p. ISBN 978-9955-19-717-1 (spausdinta versija), ISBN 978-9955-19-716-4 (elektroninė versija)
5. Aleksandravicius P., Astra L., Grigas R., Jakimenko V., Kuzmickas B., Mickunas A., Morkuniene J., Vabalaite R. M LIETUVOS VISUOMENES MASTYMO KAITA EUROPINIAME

AKIRATYJE. Mokslo studija. – Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2015. 252 p. ISBN 978-9955-19-729-4 (spausdinta versija) ISBN 978-9955-19-728-7 (elektronine versija)

6. Siniova. O., Kundrotas G. Lietuvių kalbos tartis: garsai, žodis, intonacija | Литовское произношение: звуки, слово, интонация: mokomoji knyga / Sud. Olga Siniova, Gintautas Kundrotas. – Vilnius: Baltijos kopija, 2014. – 176 p. ISBN 978-609-417-099-7
7. Kristijonas Donelaitis ir jo epocha : mokslo straipsnių rinkinys / Sud. Jurga Trimonytė Bikelienė. – Vilnius: Baltijos kopija, 2014. – 98 p. ISBN 978-609-417-102-4
8. Kasperavičiūtė-Černiauskienė, Ramunė. PASIRINKIMAS DIEGTI KOKYBĖS VADYBOS PRIEMONES: ISO 9001 STANDARTO ATVEJIS LIETUVOS AUKŠTOJO MOKSLO IR STUDIJŲ INSTITUCIJOSE: daktaro disertacija. – Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2014. 264 p. ISBN 978-9955-19-686-0
9. Girgždė, Vilija. PSICHOLOGINĖS PAGALBOS IEŠKANČIŲ PORŲ SKIRTINGUMO IŠGYVENIMAS: daktaro disertacija. – Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2014. 172 p. ISBN 978-9955-19-695-2
10. Abramavičius A., Bieliauskaitė J., Bilevičiūtė E., Birmontienė T., Drakšas R., Gailiūtė D., Jočienė D., Kavaliauskienė G., Krolienė I., Kutkauskienė J., Ragulskytė-Markovienė R., Meškauskaitė L., Murauskienė D., Petkuvienė R., Račkauskaitė-Burneikienė A., Sinkevičius V., Vainiutė M., Žiobienė E. ASMENS TEISIŲ GYNIMAS: PROBLEMOS IR SPRENDIMAI. Mokslo studija. – Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2014. 720 p. ISBN 978-9955-19-694-5 (spausdinta versija), ISBN 978-9955-19-693-8 (elektroninė versija)

DIPLOMAS

№ 237303

Šiuo diplomu pažymima, kad *Bilotiene*
Birutė *lacloro*
19.72 metais įstojo į *Vilniaus elektromedcinos*
technikų

ir 19.75 metais baigė visą *šio techninio*
elektroninių laclavimo mašinų
ir prietaisų specialybės kursą.

Valstybinės kvalifikacinės komisijos 19.75 m. *balandžio mėn. 23* d.
nutarimu *Bilotienės B. V.*
pripažinta *techninio elektinio* kvalifikacija.

Uždėtas

A. V.

Vilniaus

miestas,

19.75 m.

Direktorius

Sekretorius

Registracijos Nr. *3459*

Bendra Lietuvos ir Danijos įmonė uždaroji akcinė bendrovė

Baltijos kopija

Kodas 110669916 Kareivių 13 B, LT-09109 Vilnius Tel. 277 35 05 Faks. 277 35 06

PVM mokėtojo kodas LT 106699113

ĮGALIOJIMAS

2016-01-25 Nr. S.1- 1

Įgalioju MINDAUGĄ TAMOŠIŪNĄ, a. k. 38204181136, asmens kortelės
Nr. 13056787, išduota 2012 09 10 Vilnius (19), atstovauti BĮ UAB “Baltijos kopija”.
Įgaliojimas galioja iki 2016 12 31.

Gen direktorius



Vytautas Vidžiūnas

Įgaliotinis

Mindaugas Tamošiūnas