

ISSN 2029-9303



KAUNO TECHNIKOS KOLEGIJA
KAUNAS UNIVERSITY OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES

**INŽINERINĖS IR EDUKACINĖS
TECHNOLOGIJOS**

Mokslinių straipsnių žurnalas

**ENGINEERING AND EDUCATIONAL
TECHNOLOGIES**

Scientific journal

Kaunas, 2013

Vyriausioji redaktorė

Doc. Dr. Marija Jotautienė

Kauno technikos kolegija/ Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Vyriausiosios redaktorės pavaduotoja

Socialiniai mokslai/
Social Sciences

Doc. Dr. Esmeralda Štyps

Kauno technikos kolegija/ Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Atsakingoji sekretorė

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Eglė Kosiakaitė

Kauno technikos kolegija/ Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Humanitariniai
mokslai/
Humanitarian Sciences

Redaktorių kolegija/ Editorial Board:

Prof. Habil. Dr. Algimantas Fedaravičius

Kauno technologijos universitetas/Kaunas University Of Technology (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Prof. Habil. Dr. Algirdas Vaclovas Valiulis

Vilniaus Gedimino technikos universitetas/Vilnius Gediminas Technical University (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Aldona Gaižauskienė

Vilniaus kolegija/University Of Applied Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Ernestas Ivanauskas

Kauno technologijos universitetas/Kaunas University Of Technology (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Jonas Krivickas

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Kęstutis Navickas

Aleksandro Stulginskio universitetas/Aleksandras Stulginskis University (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller

Šmalkaldeno taikomųjų mokslų universitetas/University Of Applied Sciences Schmalkalden (DE)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Šarūnas Kilius

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Vytenis Naginevičius

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Doc. Dr. Pranas Smolskas

Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)

Technologijos mokslai/
Technological Sciences

Dr. Rolandas Samajauskas <i>IĮ „Pastatų sertifikavimo biuras“/ IE „Building Certification Office“ (LT)</i>	Technologijos mokslai/ Technological Sciences
Prof. Dr. Genutė Gedvilienė Vytauto Didžiojo universitetas/Vytautas Magnus University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Prof. (HP) Dr. Nijolė Petronėlė Večkienė Vytauto Didžiojo universitetas/Vytautas Magnus University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Prof. Habil. Dr. Vilija Targamadžė Vilniaus universitetas/Vilnius University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Doc. Dr. Inga Bartusevičienė Lietuvos aukštoji jureivystės mokykla/Lithuanian Maritime Academy (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Doc. Dr. Vita Krivickienė Kauno technikos kolegija/Kaunas University Of Applied Engineering Sciences (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences
Doc. Dr. Daiva Lepaitė Vilniaus universitetas/Vilnius University (LT)	Socialiniai mokslai/ Social Sciences

Leidiny s įrašytas į **LMT patvirtintų leidinių sąrašą**
<http://www.mab.lt/lt/istekliai-internete/mokslo-zurnalai/269>

Įtrauktas į **Index Copernicus Journals Master List**
<http://www.journals.indexcopernicus.com/passport.php?action=masterlist&id=9482>

Redakcijos adresas:
VŠĮ Kauno technikos kolegija
 Tvirtovės al. 35, LT- 50155 Kaunas
 Tel./faks. (8 37 308620)/(8 37 333120)
 El. p. ktk@ktk.lt
<http://www.ktk.lt>

Address:
Kaunas University of Applied Engineering Sciences
 Tvirtovės av. 35, LT- 50155 Kaunas
 Phone./fax. (+370 37 308620)/(+370 37 333120)
 E-mail. ktk@ktk.lt
<http://www.ktk.lt>

Visos leidinio leidybos teisės saugomos. Šis leidinys arba kuri nors jo dalis negali būti dauginami, taisomi ar kitaip platinami be leidėjo sutikimo.
All rights of the publication are reserved. No reproduction, copy or transmission of this publication may be made without publisher's permission.

REDAKTORIAUS ŽODIS

Gerbiami skaitytojai ir kolegos,

Kauno technikos kolegija, įžengusi į antrąjį savo, kaip aukštojo mokslo institucijos, dešimtmetį, pateikia Jums trečiąjį periodinio mokslinių straipsnių žurnalo „Inžinerinės ir edukacinės technologijos“ numerį.

Siekdami plėtoti tarpdisciplininius technologijos ir socialinių mokslų sričių tyrimus, analizuojant būsimųjų specialistų rengimo kokybei įtaką turinčius veiksnius, pateikiame Jums 12 publikacijų, kurios pagrįstos autorių atliktais tyrimais. Jose pateikiamos autorių išvalgos statybos, elektros, transporto inžinerijos technologijų kaitos kontekste, atskleidžiami inovatyvumo aspektai, išryškinama bendrųjų kompetencijų ir specialistų karjeros sąveika, įvertinama Europinių nuostatų ir inovatyvių mokymo metodų (nuotolinių ir virtualių laboratorijų) diegimo įtaka studijų prieinamumui ir kokybei.

Dėkojame straipsnių autoriams už jų parengtas publikacijas ir tikimės sėkmingo bendradarbiavimo ateityje.

Skaitytojams linkime malonaus ir naudingo skaitymo, kuris inspiruotų motyvaciją savo išvalgas, atliktus tyrimus publikuoti mūsų žurnalo kitame numeryje.

Su pagarba,

vyriausioji redaktorė



soc. m. dr. Marija Jotautienė

TURINYS

BETONINIŲ GRINDŲ ĮRENGIMO TYRIMAS IR VERTINIMAS	7
Marytė Bačauskienė <i>Kauno technikos kolegija</i>	
MATAVIMO PAKLAIDŲ DĖL TOLIMAČIO AŠIŲ NELYGIAGRETUMO ĮTAKOS TYRIMAS MATUOJANT PASTATŲ DEFORMACIJAS.....	12
Renata Bagdžiūnaitė <i>Vilniaus Gedimino technikos universitetas</i>	
VANDENS TIPAI IR VANDENS SAVYBIŲ KOREGAVIMO BŪDAI	19
Rita Baltušnikienė <i>Kauno technikos kolegija</i>	
INOVATYVIŲ EISMO SAUGUMO PRIEMONIŲ ŽIEDINĖSE SANKRYŽOSE ANALIZĖ IR GALIMOS SPRENDINIŲ ALTERNATYVOS.....	28
Benas Berkmonas* ** Saulius Vingrys** * <i>Kauno technikos kolegija</i> , ** <i>UAB „Kelprojektas“</i>	
STATINĖS ELEKTROS IŠLYDŽIŲ ĮTAKA AUKŠTOSIOS ĮTAMPOS PASTOČIŲ MIKROPROCESORINĖMS SISTEMOMS	35
Nerijus Baršiukaitis, Anatolijus Drabatiukas <i>Kauno technikos kolegija</i>	
LAZERINIO PROFILOGRAFO „DYNATEST 5051 RSP“ PANAUDOJIMAS KELIŲ INŽINERIJOS STUDIJŲ PROGRAMOS STUDENTŲ PRAKTINIŲ ĮGŪDŽIŲ TOBULINIMUI.....	41
Mindaugas Dimaitis*, Vytautas Valaitis** * <i>VŠĮ „Kelių ir transporto tyrimų institutas“</i> , ** <i>VŠĮ Kauno technikos kolegija</i>	
INŽINERINIŲ TINKLŲ ERDVINIŲ DUOMENŲ SKAITMENINIMO TYRIMAS.....	50
Dainora Jankauskienė, Gražina Braziulienė <i>Klaipėdos valstybinė kolegija</i>	
MIESTO KRANTINĖS TIES KARALIAUS MINDAUGO PROSPEKTU KAUNE GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ GNIUŽDOMOJO STIPRIO BEI PAŽAIDŲ ĮVERTINIMAS	57
Snieguolė Pazniokaitė, Raimondas Šadzevičius, Vytautas Valaitis <i>Kauno technikos kolegija</i>	
VANDENILINIŲ SISTEMŲ LENGVUOSIUOSE AUTOMOBILIUOSE ANALIZĖ IR PALYGINIMAS	65
Dovilė Sevelevičiūtė, Saulius Tamokaitis <i>Klaipėdos valstybinė kolegija</i>	
INDUKTYVUMO ELEMENTŲ SU FERITINE ŽIEDINE ŠERDIMI KOKYBĖS TYRIMAS.....	74
Julius Šaltanis, Darius Kybartas <i>Kauno technologijos universitetas</i>	

**INŽINERINĖS KRYPTIES STUDIJŲ PROGRAMŲ TOBULINIMAS IMPLIKUOJANT
VIRTUALIŲ IR NUOTOLINIŲ LABORATORIJŲ APLINKAS Į KAUNO TECHNIKOS
KOLEGIJOS STUDIJŲ PROCESĄ 79**

Esmeralda Štyps, Marija Jotautienė, Valdas Paulauskas

Kauno technikos kolegija

**SKIRTINGOS PASKIRTIES CHEMINIŲ PRIEDŲ POVEIKIS CEMENTINIO AKMENS
FIZIKINĖMS IR MECHANINĖMS SAVYBĖMS 86**

Lukas Venčkauskas, Mindaugas Daukšys

Kauno technologijos universitetas

BETONINIŲ GRINDŲ ĮRENGIMO TYRIMAS IR VERTINIMAS

Marytė Bačauskienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Šiuolaikinė sparčioji pastatų statyba reikalauja statybos inžinieriaus deramo mokslinio-techninio pasiruošimo. Jam tenka spręsti daugybę problemų realizuojant statinio projektą. Reikia tiksliai įvertinti laiko, resursų sąnaudas, realias eksploatacijos sąlygas, įvairaus pobūdžio poveikius, medžiagų ir statybos produktų savybes. Tai leidžia išvengti klaidų, netikslumų, užtikrinti teigiamą rezultatą. Straipsnyje nagrinėjami konkretūs objektai ir gauti rezultatai.

Reikšminiai žodžiai: betoninės grindys, stipris, drėgnis, neardomieji metodai, medžiagų charakteristikos.

Įvadas

Šiuolaikinėje statyboje, visuomeninės paskirties, gamybiniuose pramonės objektuose, logistikos centruose dažniausiai įrengiamos betoninės grindys. Ši grindų konstrukcija pasirenkama dėl daugelio priežasčių: geros eksploatacinės savybės, stiprios ir higieniškos, medžiagos vietinės, sąlyginai pigios, įrengimas mechanizuotas. Betoninių grindų įrengimo sprendimai yra palyginti ne nauji, pakankamai ištirti ir įsisavinti, bet naudojant jas praktikoje būna įvairių nesėkmių. Šis darbas atliktas faktiškai egzistuojančiuose objektuose, kitaip pasakius natūraliomis sąlygomis, objektuose A, B, C, D.

Tyrimo objektas – betoninių grindų įrengimas.

Tyrimo tikslas – nustatyti betoninių grindų įrengimo ir vertinimo ypatumus.

Tyrimo tikslas – nustatyti betoninių grindų įrengimo ypatumus ir grindų dangos kokybę.

Tyrimo uždaviniai:

1. Sudaryti betoninių grindų objektų įrengimo ir vertinimo metodiką;
2. Įvertinti betoninių grindų įrengimo ir naudotų medžiagų atitikimą projektinei dokumentacijai.
3. Išanalizuoti grindų įrengimo nesėkmių kilmę ir ištaisymo prielaidas.
4. Išanalizuoti grindų įrengimo nesėkmių kilmę ir pateikti ištaisymo rekomendacijas.

Tyrimo metodai: aprašomasis (esamos situacijos analizė), vizualinio stebėjimo metodas, loginis apibendrinimas.

Tyrimo metodai: aprašomasis (esamos situacijos analizė), vizualinio stebėjimo metodas, laboratorinė cheminė ir instrumentinė analizė, loginis apibendrinimas.

1. Metodika ir medžiagos

Nuvykus į objektą, grindys pirmiausia detalai apžiūrimos, nubraižoma tyrimo schema, išmatuojami plyšiai, įvertinami ištrupėjimai, iškilimai bei kiti defektai, užfiksuojama nufotografuojant. Tikrinama statybos ir projektinė dokumentacija. Atliekant vizualią viso tiriamo ploto apžiūrą nustatomos betono grindų fizikinės mechaninės savybės neardančiais tyrimo metodais [1]. Paimami grindų bandiniai ir naudotos (žaliavos) medžiagos laboratoriniams tyrimams. Grindų įrengimo darbai turi būti atliekami pagal projektą, naudotos medžiagos turėti atitikties sertifikatus, betonas atitinkamos klasės, pageidaujama gamintas gamykloje. Atskirais atvejais statybininkai gali ruošti betoną objekte.

2. Tyrimas, rezultatų analizė, nesėkmių kilmė bei ištaisymo prielaidos

Objektas A. Betoninių grindų įrengimo darbai atlikti sausio – vasario mėnesiais statinio viduje, pastatas buvo visiškai pastatytas, uždengtas stogas. Darbo tikslas – nustatyti ar įrengta danga kokybiška, kokios grindų dulkelio ir dėmių susidarymo priežastys.

Pastato grindų plotas 5000 m² (1 pav.). Grindų konstrukcija įprasta, viso sandėlio plote įrengtas sutankintas žvyro-grunto pagrindas. Pagrindo įrengimo kokybę užfiksuota bandymų protokolu. Virš jo patiesta 0,2 μm storio hidroizoliacinė-polietileninė plėvelė, ant jos suformuotas (tarp ašių 1-14 ir F-K segmentas „A“) 180 mm bei (tarp ašių 1-14 ir A-F segmentas „B“) 200 mm storio betono sluoksnis, kuris armuotas plieninėmis fibromis (2 kg/m³) ir plaušu (0,6 kg/m³), o paviršius užtrintas Čekijoje gamintu Monotopu (5 kg/m²). Visas grindų plotas impregnuotas skaidriu akrilinės dervos tirpalu Panbexil (0,15 kg/m²), kuris skirtas palaikyti grindų sluoksnio reikiamą drėgmę betono kietėjimo metu bei sumažinti paviršiaus poringumą. Pagal turimą betono atitikties deklaraciją grindų pagrindas išbetonuotas naudojant

C25/30 klasę atitinkantį gamyklinį betono mišinį (XC1 naudojimo aplinkos poveikio klasės, turintį betone Cl 0,2 g/m³ chloridų kiekį, S3 slankumo su 2 kg/m³ pagal fibrą).

Tiriant nustatytas betono grindų stipris neardančiu metodu, prietaisu - 58-CO181/N1 modelio sklerometru. Skaičiai 1 paveiksle rodo (grindų kvadratelių iš aštuonių bandymų kiekviename) betono stiprį gniuždant, N/mm². Ištirtas įrengtų grindų paviršiaus betono gniuždymo stipris labai tolygus: „A“ segmento (180 mm storio sluoksnio) stiprio vidurkis 30,4 N/mm², „B“ segmento (200 mm storio sluoksnio) – 33,7 N/mm². Šiek tiek išsiskyrė gniuždymo stipris tarp ašių 3÷5 ir F-K, kas labiausiai tikėtina, susiję su grindų įrengimo technologinėje grandyje buvusiu per žema (minusinė) aplinkos temperatūros įtaka cemento hidratacijos ir kietėjimo procesui. Betono klasė atitiko projektinę.

	K					F					A				
1	30	30	30	30	31	33	36	37	35	36					
2	30	30	30	32	32	35	36	35	33	35					
3	30	30	25	30	34	39	35	35	35	35					
4	31	30	26	30	30	35	35	35	36	37					
5	30	32	30	28	29	34	35	37	37	37					
6	32	31	29	30	30	30	32	35	37	36					
7	30	30	32	30	32	34	36	36	37	38					
8	32	31	30	34	31	33	34	37	34	34					
9	32	31	32	33	30	36	34	31	35	37					
10	31	30	30	30	31	35	35	34	31	35					
11	29	30	31	32	31	35	35	36	35	30					
12	30	30	30	31	29	35	34	31	34	36					
13	28	30	30	31	32	33	34	30	31	35					
14															
15															
16															
17															

1 pav. Sandėlio grindų schema. Tarp ašių 1-14 ir F-K grindų segmentas „A“. Tarp ašių 1-14 ir A-F grindų segmentas „B“. Skaičiais pažymėtas betono stipris gniuždant, N/mm²

Nustatyta, kad tamsesnės dėmės susidarė dengiant sluoksnį Panbexil tirpalu ir netolygiai jį paskirsčius voleliu bei sudarius galimybę didesniai kiekiui tirpalo įsiskverbti (giliau) į betono paviršių. Tai kvalifikacijos stoka atliekant darbą. Dėmės galima dalinai panaikinti, tam reikia suvienodinti įsiskverbimo kiekį bei gylį į visą sandėlio betono grindų plotą, su ta pačia naudota medžiaga.

Dulkėjimo priežastis ir balkšvos apnašos (ypač ryšku patrynus) ištirus paaiškinamos taip, su sąlyga, jei darbus atlikusi organizacija tikrai naudojo kokybišką ir galiojančių terminų Panbexil tirpalą, nes sertifikatas nepateiktas. Panbexil yra jautrus tiek aukštomis, tiek ir žemoms temperatūroms. Dengiamas paviršius turi būti sąlyginai sausas, temperatūra objekte dengimo metu turi būti pliusinė apie 10-15 °C.

Drėgnas betonas, didelė oro drėgmė, mažėjant aplinkos temperatūrai, sukuria sąlygas drėgmės kondensacijai, ant dengiamo paviršiaus susidaro vandens molekulių plėvelė. Lakas nebegalėjo įsiskverbti gilyn į betoną, vyko kitų junginių susidarymas nei polimerizacijos metu. Be to, žiemos sąlygomis cementas kietėja lėčiau, betono paviršius buvo per silpnas ir užnešant dervą - braukiant voleliu - lakas mechanškai susimaišė su viršutiniu betono sluoksneliu. Esant netinkamai temperatūrai ir drėgmei nevyko akrilinio lako polimerizacijos reakcija (arba įvyko tik dalinai), Panbexil sureagavo su cemento dalelėmis (mineralais) ir jas išnešė į paviršių.

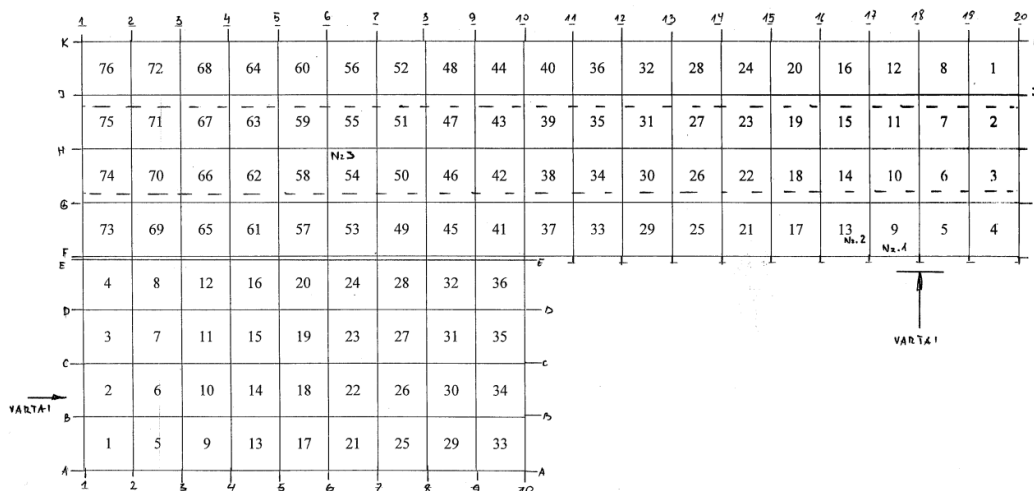
Atliktas paviršiaus sluoksnio rentgenografinis tyrimas parodė, kad šalia dominuojančių kvarco smailių išsiskiria cemento hidratacijos produkto – Ca(OH)₂ kristalų smailės (d=0,49 nm). Junginio etringito, ardančio betono struktūrą, smailių nėra. Šios baltos dulkančios apnašos laikui bėgant, gal būt, nusiplautų, mechaninėms grindų savybėms jos nekenkia. Objekto eksploatacija sietina su maisto pramone, todėl tikslinga pašalinti dulkėjimo priežastį: Panbexil suformuoja ilgaamžį, atsparų ir dulkių neišskiriantį paviršių tiek iš senos, tiek ir iš šviežios betono dangos, todėl tikslinga naudoti tą pačią medžiagą, tik turinčią

galiojantį sertifikatą. Prieš atliekant darbus būtina išplauti grindis parūgštintu vandeniu, galima naudoti acto ar kitą organinę rūgštį. Lakuoti tik sausą paviršių ir tik esant plusinei oro temperatūrai.

Objektas B. Gamybiniam cechui grindys išbetonuotos atvirame lauke, tik po to pradėtos montuoti kolonos, denginio konstrukcijos, stogas. Betonavimo darbai atlikti rugsėjo III dekados – lapkričio I dekados laikotarpiu, betonas gamintas statybos aikštelėje naudojant CEM 42,5N klasės N.Akmenės cementą. Visas pastatas baigtas pavasarį. Tyrimo tikslas – nustatyti ar naujai įrengta betoninių grindų danga kokybiška.

Ištirtas pastato grindų plotas užėmė 1566 m^2 , yra sublokuotas iš skirtingo ilgio modulių: sąlyginai juos pažymėsime „A“ – mažesnis 540 m^2 , „B“ – 1026 m^2 . Betoninių grindų konstrukcija įprasta, tiriant sudaryta betoninių grindų schema (2 pav.). Skaičiai 2 paveiksle rodo tiriamo grindų kvadrato paviršiaus eilės numerį. Sklerometru (iš penkių bandymų) nustatytas betono stipris gniuždant, N/mm^2 . Grindų betono stiprio reikšmės svyravo nuo $18,0 \text{ N/mm}^2$ iki $24,8 \text{ N/mm}^2$. Pagal cheminės analizės duomenis (taškas Nr.3) paskaičiuotas cemento kiekis sunaudotas betonui gaminti siekė 280 kg/m^3 . Prie sandėlio sienos ties 20-ąja ašimi stipris buvo $18\text{--}20 \text{ N/mm}^2$, o prie sienos ašyje F – stiprio neardančiu metodu net negalima buvo išmatuoti. Paimti bandiniai cheminei analizei (taškas Nr. 1 ir Nr. 2) parodė, kad pridėtas nepakankamas kiekis cemento ruošiant betoną, atitinkamai $116,2 \text{ kg/m}^3$ ir $140,0 \text{ kg/m}^3$. Pagaminus laboratorijoje bandinius su tokiu cemento kiekiu ir išlaikius standartinėmis sąlygomis, gavome atitinkamai tik $1,37\text{--}4,13 \text{ N/mm}^2$ stiprio betoną. Be to, per visą gamybinio cecho ilgį, tarp ašių G-J (grindų plotas tarp punktyrinės linijos 2 pav.) betono stipris siekė $12,0 \text{ N/mm}^2$ ir mažesnis, abiejose pusėse eina plyšiai $0,8 \text{ mm}$ pločio ir $0,3\text{--}0,4 \text{ mm}$ atitinkamai. Betono grindys ne tik nevienodo stiprio ir neturi vaizdo, bet paviršius irsta lopais. Pagal statybos reglamentą [2] gamybinį pastatą, sandėlių grindys turi būti mechanškai stiprios, nesupleišėjusios, mažai dilios, nedulkančios. Pagal literatūros [3] duomenis grindų betono sudėtyje turėjo būti apie $360\text{--}400 \text{ kg/m}^3$ cemento, o betono stiprio klasė ne žemesnė nei C20/25 (N/mm^2). Taip pat būtina, kad grindų betono stipris būtų tolygus visame tiriamame plote.

Pagal statybos darbų vykdymo technologiją yra įprasta, kad pirmiausia pastatomas statinys (išorinės atitvaros, uždengiamas stogas), o tik po to vykdomi vidaus įrangos (šiuo atveju - grindys) darbai. Pagal mūsų tyrime surinktus tuo metu oro sąlygų duomenis, sąlygos vykdyti betonavimo darbus buvo nepalankios (lietus, sniegas). Taip pat pridėtas per mažas cemento kiekis ruošiant betoną aikštelėje. Grindų betono stipris netolygus, paviršius neatitinka šioms patalpoms keliamų eksploatacinių reikalavimų. Tolimesnėje eksploatacijoje grindų paviršius irs, lupsis, pleišės. Tikslinga naujai perkloti betoninių grindų dangą, dalinis remontas reikiamo rezultato neatneš.



2 pav. Sandėlio grindų schema. Modulis „A“ tarp ašių 1-10 ir A-E; Modulis „B“ tarp ašių 1-20 ir F-K;

Nr.1, Nr.2, Nr.3 – bandinių paėmimo vietos laboratoriniams tyrimams.

Objektai C ir D. Darbo tikslas – nustatyti naujai įrengtų betoninių grindų irimo priežastis. Objektai skirtinguose miestuose: Raseiniuose ir Kaune. Statybos darbai atlikti tinkamai, palankiu statybai metų laiku, viename objekte gegužės, kitame objekte liepos-rugpjūčio mėnesiais. Statybos žurnalai pažeidimų nerodo. Betonas gamintas gelžbetonio gamykloje, grindys suklotos pagal projektą, yra visi medžiagų sertifikatai. Ištyrus betoninių grindų stiprį - gauti geri rezultatai, grindų betonas stiprus nuo 34 iki $45 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

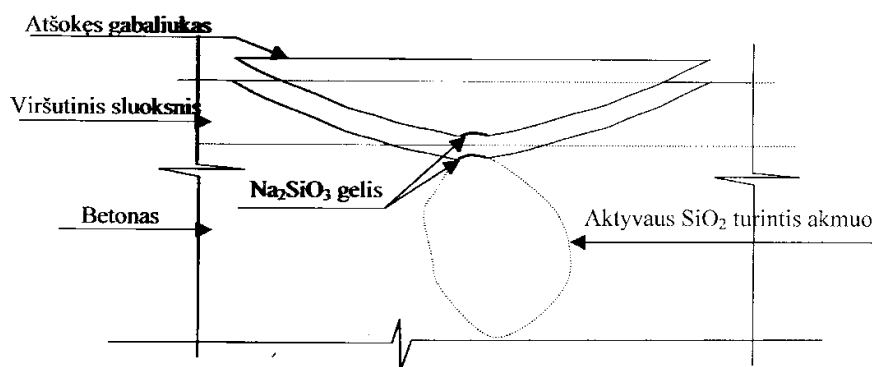
Apžiūrint grindis, matosi 1-3 cm, 2-5 cm skersmens iškilimai, ištrupėjimai, susidarę krateriai – duobutės. Jų centruose matyti juodi, pilkšvi arba šviesūs taškai. Iš suardytų betoninių grindų duobučių vidurio ir iš gilesnių sluoksnių paimti iškalant laboratoriniams-cheminiams tyrimams medžiagos bandiniai. Taip pat, ant nesuirusių grindų plotų, vandens cilindro metodu (3 vietose) nustatytas viršutinio sluoksnio (užtrintojo) vandens pralaidumas. Betono grindų viršutinis sluoksnis (48 val.) nepralaidus vandeniui. Vandens įsigėrimas nevyko. Nuardžius viršutinį apie 2 mm storio užtrintąjį sluoksnį, po juo esančio grindų betono drėgnis buvo 6,6-7,4 %. Todėl nuošalesniame grindų plote išardytas (nedrėkinant ir nepakeičiant paviršiaus temperatūros) plotas grindų iki apačioje patistos polietileno plėvelės, fiksuojant nuardymo gylį betono grindų drėgniui sluoksniuose nustatyti. Termostate nustatytas grindų betono sluoksnių drėgnis pateiktas 1 lentelėje. Duomenys rodo, kad grindų betono konstrukcijos drėgnis normalus, paklota plėvelė atlieka savo paskirtį. Bandiniai iš duobučių laboratorijoje ištirti mikroskopu, rentgeno spektrografu, taip pat atlikta cheminė analizė.

1 lentelė

Termostate nustatytas grindų betono sluoksnių drėgnis

Eil.	Bandinio ir jo buvimo vietos apibūdinimas	Drėgnis, iškaitinus iki pastovaus svorio 60 ° C, %
1.	Viršutinis užtrintimo sluoksnis, 2-5 mm	5,18
2.	Sluoksnis tuoj po užtrinto, 5-10mm gylyje	4,09
3.	Sluoksnis 20-25 mm gylyje	3,00
4.	Sluoksnis 50-75 mm gylyje	2,52
5.	Sluoksnis 80-100 mm gylyje	3,15
6.	Sluoksnis 120 mm gylyje	3,97

Tiriant mikroskopu, matosi, kad šie 5-8 mm juodi akmenukai yra apaugę balta, stikliška, porėta mase. Tai šarmų ir amorfinio SiO_2 reakcijos produktas – natrio silikato gelis. Įsitikinimui, nuvalius nuo akmenukų paviršiaus visas apnašas, ištyrėme chemiškai ar betone rasti akmenukai turi savo sudėtyje aktyvaus SiO_2 . Bandymo rezultatai parodė, kad juoduose akmenukuose yra 53 % aktyvaus SiO_2 ir apie 45 % - šviesiuose. Šarmų kiekis paimto betono bandiniuose buvo $4,1 \text{ kg/m}^3 \text{ Na}_2\text{O}_{\text{ekv}}$. Tai rodo, kad grindų irimo priežastis – betono šarminė korozija. Būdinga šarminės korozijos grindų irimo schema pavaizduota 3 pav.



3 pav. Būdinga betoninių grindų suirimo vietos schema

Paaikškinimas problemos sprendimui. Betono šarminė korozija gali vykti tik tuomet, kai yra trys „būtinios“ jai vykti sąlygos: 1. Betono užpilduose yra aktyvaus SiO_2 turinčių akmenukų (opalo, titnago ir pan.) ne mažesnių nei 2 mm skersmens. 2. Rišamojoje medžiagoje (portlandcemente) yra šarmų ne mažiau kaip 0,6 % $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ekv}}$. 3. Temperatūra grindų betone ne žemesnė nei 10 ° C ir drėgnis ne mažesnis nei 4 %.

Nagrinėjama atvejais betono gamybai panaudoti Lietuvos karjerų užpildai, kurie beveik visada (deja) gali būti užteršti aktyvaus SiO_2 mineralais. Naudotas N.Akmenės portlandcementis, kuriame leidžiama iki 0,8 % $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ekv}}$ [4], užsienio cementuose leidžiama iki 1% $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ekv}}$. Tiriant galimą viršutinio (užtrinto) sluoksnio įtaką šarminiai korozijai, nustatytas suminis Na_2O ir K_2O kiekis naudotuose milteliuose 1,0556%, betono sluoksnyje – 1,3862 %.

Kadangi betono nebepakeisime, realiausias (ir pigiausias šiuo atveju) kovos su šarminė korozija būdas - sumažinti betono drėgnį, išdžiovinant iki mažesnio kaip 4 % ir apsaugoti išdžiovintą grindų betoną nuo vandens patekimo į jį. Suardytus betono kraterių paviršius įmirkyti (impregnuoti) ir juos užtaisyti

remontiniu skiediniu arba plytelių klijais. Klojant naujas betonines grindis reikėtų stengtis užtrinti sluoksneliui naudoti šarmų neturinčias medžiagas. Ilgametis tiriamasis darbas leidžia padaryti objektyvią bendrąją išvadą.

Išvados

1. Pagal statybos darbų vykdymo technologiją yra įprasta, kad pirmiausia pastatomas statinys (išorinės atitvaros, uždengiamas stogas), o tik po to vykdomi vidaus įrangos (šiuo atveju - grindys) darbai. Grindų įrengimo darbai turi būti atliekami pagal projektą, naudojamos medžiagos turėti atitikties sertifikatus, laikomasi darbų atlikimo ir eksploatacinių reikalavimų. Tinkami ir kokybiški statybos produktai gaunami, turint tvirtas statybos inžinieriaus mokslo žinias ir sąžiningai jomis naudojantis darbo praktikoje bei nuolat jas atnaujinant.

2. Pagal mūsų tyrime surinktus darbų vykdymo metu oro sąlygų duomenis, sąlygos vykdyti betonavimo darbus buvo nepalankios (lietus, sniegas). Taip pat pridėtas per mažas cemento kiekis ruošiant betoną aikštelėje. Todėl grindų betono stipris per mažas ir netolygus, irsta lopais. Tolimesnėje eksploatacijoje grindų paviršius irs, lupsis, pleišės. Tikslinga naujai perkloti betoninių grindų dangą, dalinis remontas reikiamo rezultato neatneš. Atliekant statybos darbus būtina griežtai naudoti statybines medžiagas ir jų kiekius atitinkančius visus standarto bei projekto reikalavimus.

3. Pasiūlyti remonto metodai gerai pasiteisino praktikoje ir atitinka tyrimo rezultatus. Realiausias (ir pigiausias) kovos su šarmine korozija būdas - sumažinti betono drėgnį, išdžiovinant iki mažesnio kaip 4 % ir apsaugoti išdžiovintą grindų betoną nuo vandens patekimo į jį. Suardytus betono kraterių paviršius įmirkyti ir užtaisyti remontiniu skiediniu arba plytelių klijais. Klojant naujas betonines grindis reikėtų stengtis užtrinti sluoksneliui naudoti šarmų neturinčias medžiagas.

Literatūra

1. LST EN 12504-2:2003 Betono bandymas konstrukcijose. 2 dalis. Neardomieji metodai. Stiprio gniuždant nustatymas pagal plieninio daužiklio atšokimo dydį.
2. STR 2.05.13:2004 Statinių konstrukcijos. Grindys.
3. Vektaris B. Smulkiagrūdžiai statybiniai mišiniai ir skiediniai. Kaunas. 1998. 230 p.
4. LST EN 197-1:2000/A3:2007 Cementas. I dalis. Įprastinių cementų sudėtis, techniniai reikalavimai ir atitikties kriterijai.

RESEARCH OF CONCRETE FLOOR INSTALLATION AND EVALUATION

Summary

The solutions of a concrete floor installation are discussed in this article. The floor structures were explored in reality by the author. Samples were taken and analyzed in the laboratory. The exact deterioration causes of concrete floors are given according to the analysis information. The repair recommendations and required materials are given as well.

Keywords: concrete floor, strength, moisture, non-destructive methods, material characteristics.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Marytė Bačauskienė.

Mokslo laipsnis ir vardas: technikos mokslų daktarė.

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegija, Statybos fakulteto Statybos katedros docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: Statybinės medžiagos ir jų gaminiai. Naujų statybinių medžiagų technologijų kūrimas.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 676 28681, marybac@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Marytė Bačauskienė.

Science degree and name: Doctor Of Technical Sciences.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty Of Civil Engineering, Department Of Civil Engineering, Associated Professor.

Author's research interests: Building Materials and their products. Development of new building material technologies.

Telephone and e-mail address: +370 676 28681, marybac@gmail.com

MATAVIMO PAKLAIĐŲ DĖL TOLIMAČIO AŠIŲ NELYGIAGRETUMO ĮTAKOS TYRIMAS MATUOJANT PASTATŲ DEFORMACIJAS

Renata Bagdžiūnaitė

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Anotacija

Statinų deformacijos statybos aikštelėse matuojamos su elektroniniais tolimačiais ir tacheometrais arba GPS imtuvais. Net naujausi elektroniniai tolimačiai arba tacheometrai nesukonstruoti taip, kad nebūtų kampų tarp pagrindinių žiūrono ašių (optinės vizavimo ašies, tikrosios vizavimo ašies ir atstumų matavimo linijos) todėl tie kampai turi įtakos ir pastatų deformacijoms matuoti. Straipsnyje modeliavimo būdu tiriama, kokią įtaką turi tolimačio ašių nelygiagretumas matuojant pastatų deformacijas. Pagal modeliuotus matavimo rezultatus, deformacijų parametrai bus skaičiuojami du kartus: neįvedus išmatuotiems atstumams pataisų ir pataisius atstumus dėl vizavimo ašies kampinio nuokrypio. Pagal gautus rezultatus bus nustatyti markių poslinkiai.

Reikšminiai žodžiai: pastatų ir statinių deformacijos, tolimačio ašių nelygiagretumas, horizontaliosios deformacijos.

Įvadas

Deformacijų matavimas yra svarbi sudedamoji geodezinių darbų dalis vykdant pastatų kontrolę. Matuojant deformacijas dažniausiai naudojami metodai – tacheometriniai ir GPS technologijų. Įdomias galimybes deformacijų matavimo srityje 1999-ųjų metų pabaigoje pasiūlė pasirodę 3D lazeriniai skeneriai. Nors darbai atliekami labai greitai ir duomenų apdorojimas atliekamas kompiuterinėmis programomis, kurios yra prie lazerinio skenerio bei pakankamai aukštas matavimo tikslumas matuojant su lazeriniu skeneriu, tačiau kai kuriais atvejais gaunami duomenys nėra pakankamai tikslūs, kokie yra gaunami matuojant elektroniniais tacheometrais arba atliekant ilgalaikius GPS matavimus. (Sternberg, 2006: 308; Kersten, ir kt., 2005: 7; Mechelke ir kt., 2006). Be to tai ganėtinai brangus matavimo būdas. Gaunamas didelis duomenų kiekis, kurį tenka rankiniu būdu atrinkti.

Matuojant pastatų ir statinių deformacijas dirbti su reflektoriaus prizmėmis statybose nepatogu. Dažniausiai vykdant statybos darbus neįmanoma pastatyti arba įtvirtinti prizmes matuojamame taške. Todėl matuojant pastatų ir statinių deformacijas parenkami prietaisai, kuriems nereikalingi reflektoriai su prizmėmis arba prietaisai, kurie ir turi reflektorines prizmes, tačiau iki tam tikro atstumo jais galima matuoti ir be prizmių. Aišku, dėl to gali atsirasti papildomų sistemingųjų paklaidų. Sistemingosios paklaidos ypač žymios kai dirbama su senesnės konstrukcijos prietaisais, turinčiais horizontalųjį ir vertikalųjį necentriškumą (Buchmann, 1996: 70–75). Jų įtaka nagrinėta (Buchmann, 1996: 76; Beckmann, 2000: 15; Weferling, 2002: 50–160) darbuose. Net naujausi tolimačiai nesukonstruoti taip, kad nebūtų kampų tarp pagrindinių žiūrono ašių (optinės vizavimo ašies, tikrosios vizavimo ašies ir atstumų matavimo linijos) todėl tie kampai turi įtakos ir pastatų deformacijoms matuoti (Bagdžiūnaitė, 2002a: 146–148; Bagdžiūnaitė, 2002b: 147; Bagdžiūnaitė, 2003: 59; Bagdžiūnaitė, 2004: 82). Šio tyrimo tikslas – modeliavimo būdu ištirti, kokią įtaką turi tolimačio ašių nelygiagretumas matuojant pastatų deformacijas. Pagal modeliuotus matavimo rezultatus, deformacijų parametrus apskaičiuoti du kartus: neįvedus išmatuotiems atstumams pataisų ir pataisius atstumus dėl vizavimo ašies kampinio nuokrypio. Nustatyti markių poslinkius, gautus pagal nepataisytus ir pataisytus atstumus.

Straipsnį sudaro: įvadas, trys skyriai, išvados ir literatūros šaltinių sąrašas. Straipsnio pabaigoje pateikiama santrauka anglų kalba.

1. Paklaidų dėl tolimačio ašių nelygiagretumo įtakos tyrimas

Paklaidų dėl tolimačio ašių nelygiagretumo įtakos matuojant pastatų deformacijoms ištirti atliktas skaičiuojamasis eksperimentas modeliuojant matavimo procesą ir matavimo rezultatus.

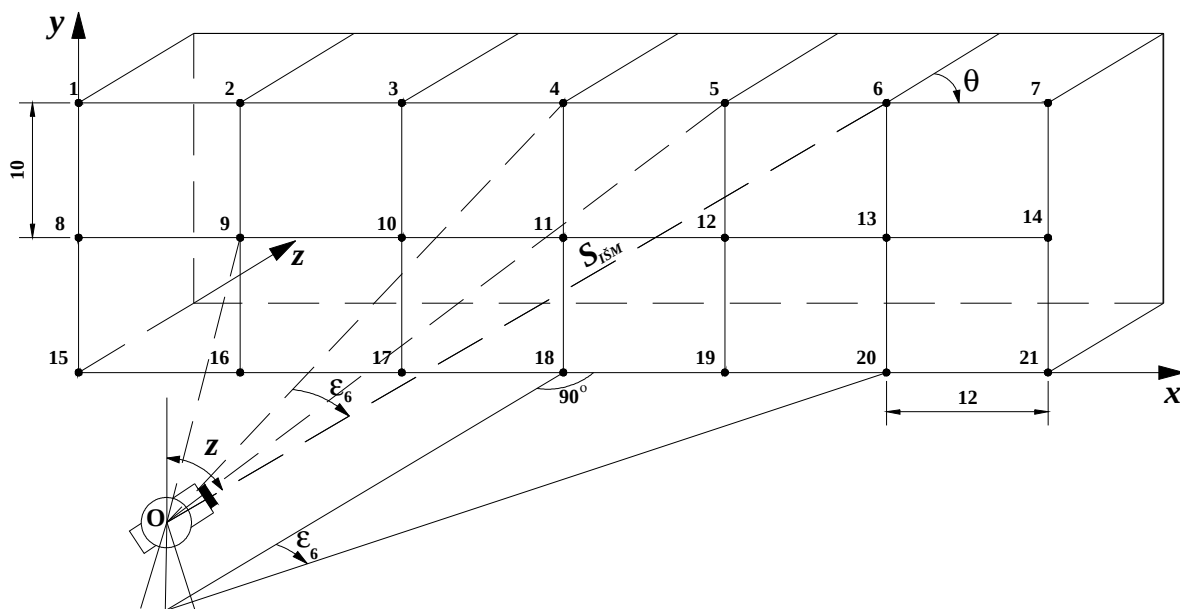
Statinio sienos deformacijų matavimų modelio principinė schema parodyta 1 pav. Pastatas modeliuotas lokaloje statinio koordinačių sistemoje. Atstumai tarp deformacijų matavimo ženklų įmontuotų sienoje x ašies (horizontalia) kryptimi – 12 m., o y ašies (vertikalia) kryptimi – 10 m. Prietaisas nuo pastato yra 50 m atstumu ir pastatytas taip, kad kampas, kurį sudaro vizavimo spindulio plokštuma į 4, 11, 18 markes su pastato siena būtų 90° (1 pav.). Pagal statinio modelio koordinates ir prietaiso stovėjimo taško koordinates, įvertinus modeliuotą pastato deformacijų reikšmes, suskaičiuoti matavimų geometrinės schemos parametrai: atstumai nuo prietaiso iki deformacijų markių, vizavimo spindulio orientavimo kampas ϵ ir

zenitinis atstumas z . Modeliuotos pastato deformacijos, kurių tikrųjų dydžių absoliutinės reikšmės (markių poslinkiai) kito nuo 2 iki 10 mm, tariant, kad matavimų neapibrėžtis yra 2 mm ir matavimų paklaidos pasiskirsto pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Matavimų rezultatai modeliuoti priimant, kad vizavimo ašies kampinė nuokrypa horizontaliojoje plokštumoje yra $30''$.

Pagal modeliuotus matavimo rezultatus, deformacijų parametrai apskaičiuoti du kartus: neįvedus išmatuotiems atstumams pataisų ir pataisius atstumus dėl vizavimo ašies kampinio nuokrypio.

Nustatyti markių poslinkiai, gauti pagal nepataisytus ir pataisytus atstumus, pateikti 1 lentelėje.



1 pav. Matavimų schema

Šaltinis: sudaryta autorės

1 lentelė

Deformacijų markių poslinkiai

Markės Nr.	Pagal išmatuotus atstumus		Pagal pataisytus atstumus	
	$dx (m)$	$dy (m)$	$dx (m)$	$dy (m)$
1	0,004	-0,014	-0,006	-0,008
2	0,000	-0,009	-0,005	-0,005
3	-0,002	-0,006	-0,003	-0,004
4	-0,002	-0,003	-0,002	-0,003
5	0,003	-0,001	0,002	-0,003
6	0,009	-0,001	0,004	-0,005
7	0,015	-0,001	0,005	-0,006
8	0,004	-0,012	-0,005	-0,009
9	-0,002	-0,009	-0,006	-0,007
10	-0,002	-0,006	-0,003	-0,005
11	-0,002	-0,004	-0,002	-0,004
12	0,005	-0,004	0,004	-0,005
13	0,007	-0,004	0,003	-0,006
14	0,011	-0,004	0,002	-0,007
15	0,003	-0,008	-0,005	-0,008
16	0,000	-0,007	-0,004	-0,007
17	-0,003	-0,006	-0,004	-0,006
18	0,002	-0,003	0,002	-0,003
19	0,004	-0,006	0,003	-0,006
20	0,009	-0,007	0,005	-0,007
21	0,012	-0,007	0,004	-0,007

Šaltinis: sudaryta autorės

Iš 1 lentelės matyti, kad pataisų įtaka žymi išmatuotiems atstumams nustatant deformacijų markių poslinkius.

Pataisytas erdvinis atstumas $S_{PAT(V,H)}$ dėl vertikaliosios ir horizontaliosios vizavimo ašies kampinio nuokrypio komponentų apskaičiuojamas pagal formulę.

$$S_{PAT(V,H)} = S_{IŠM} + \frac{\lambda_V}{\rho} \cdot S_{IŠM} \times \operatorname{tg} [(\gamma + z) - 90^\circ] + \frac{\lambda_H}{\rho} \cdot S_{IŠM} \cdot \operatorname{tg} [(\theta + \varepsilon) - 90^\circ] \quad (1)$$

čia $S_{IŠM}$ – išmatuotas atstumas; λ_V – vertikalusis kampas tarp atstumų matavimo linijos ir optinės vizavimo ašies; γ – kampas tarp pastato plokštumos, į kurią vizuojame, ir vertikalės (pastato sienos posvyrio kampas). Kai siena vertikali, $\gamma = 0$; z – vizavimo spindulio zenitinis kampas; ε – kampas tarp per prietaiso stovėjimo tašką išvestos vertikaliosios plokštumos, statmenos pastato sienai, ir per atstumo matavimo liniją išvestos vertikaliosios plokštumos, skaičiuojamas laikrodžio rodyklės kryptimi. λ_H – horizontalusis kampas tarp atstumų matavimo linijos ir optinės vizavimo ašies. θ – kampas tarp per matuojamąjį tašką išvesto statmens į pastato sieną ir vizuojamosios plokštumos.

Žinant pataisytą ir išmatuotą atstumus, galima apskaičiuoti atstumo paklaidas dėl prietaiso ašių nelygiagretumo horizontalia ir vertikalia kryptimis $ds_{(V,H)}$:

$$ds_{(V,H)} = S_{PAT} - S_{IŠM}, \quad (2)$$

čia S_{PAT} – pataisytas erdvinis atstumas dėl ašių nelygiagretumo.

Koordinatų paklaidos dėl atstumų paklaidų, kai išmatuotas atstumas neredukuojamas į horizontaliąją plokštumą, lokaliaje pastato koordinatų sistemoje skaičiuojamos pagal tokias formules:

$$\begin{aligned} dx &= \sin z \cdot \cos \varepsilon \cdot ds_{(V,H)}, \\ dy &= \cos z \cdot ds_{(V,H)}, \\ dz &= \sin z \cdot \sin \varepsilon \cdot ds_{(V,H)}, \end{aligned} \quad (3)$$

čia z – zenitinis kampas.

Kai atstumas redukuotas į horizontaliąją plokštumą, koordinatų paklaidos skaičiuojamos pagal tokias formules:

$$\begin{aligned} dx &= \frac{\cos \varepsilon}{\sin z} \cdot ds_{(V,H)}, \\ dy &= \frac{\cos z}{\sin z} \cdot ds_{(V,H)} = \operatorname{ctg} z \cdot ds_{(V,H)}, \\ dz &= \frac{\sin \varepsilon}{\sin z} \cdot ds_{(V,H)}. \end{aligned} \quad (4)$$

Sumodeliuotu atveju atstumas buvo redukuotas į horizontaliąją plokštumą. Skaičiavimai atlikti pagal (4) formules.

2. Pastato horizontaliųjų deformacijų rodiklių skaičiavimas

Patogiausias metodas tirti horizontaliąsias pastato deformacijas, yra palyginti skirtingu laiku atliktus pastato deformacijų matavimus. Pagal įmontuotų markių koordinatų skirtumus nustatomi pastato deformacijų rodikliai.

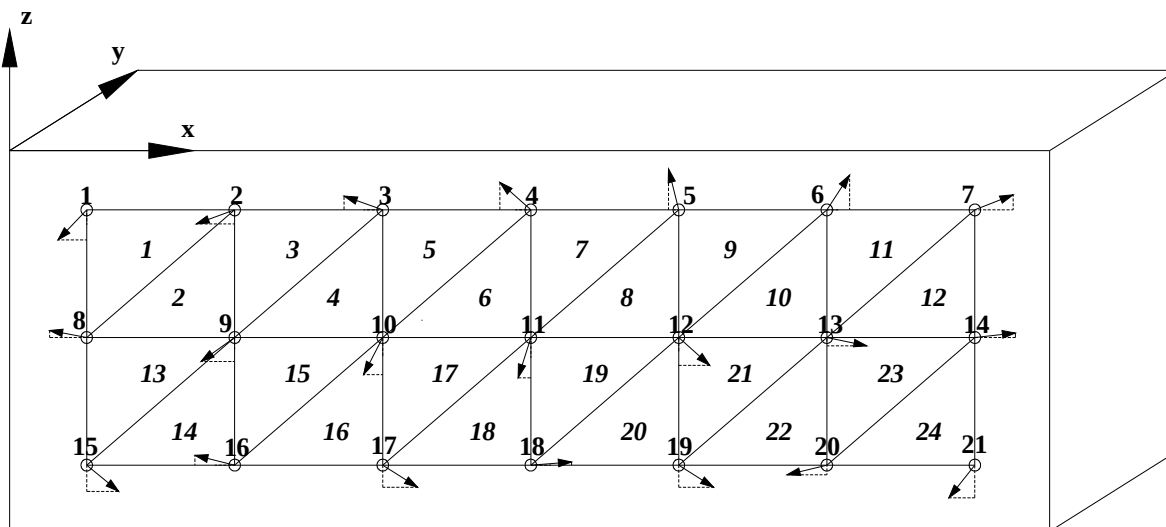
Tiriant pastato sienų horizontaliąsias deformacijas, taikomas invariantiškas koordinatų sistemos pradžia bei orientavimui tenzorinės analizės būdas (Zakarevičius, 1998: 172; Niemeier, ir kt. 2000: 115; Sagiya, ir kt., 2000: 2315). Pastato deformacijoms apibūdinti užtenka antrojo rango tenzorijų.

Deformacijų rodikliai įvertinti baigtinių elementų metodu. Horizontaliąsias pastato deformacijas apibūdinantis baigtinis elementas gali būti trikampis (2 pav.). Todėl pritvirtinti deformacijų matavimo

ženklai suskirstyti trikampaiais. Nustatytos deformacijos priskiriamos baigtinio elemento svorio centrui (Zakarevičius, 1998: 173).

Pagal (Niemeier, ir kt., 2000: 115; Zakarevičius, 1998: 172) pateiktą metodiką apskaičiuotos apibendrintos horizontaliųjų deformacijų struktūrinio modelio charakteristikos.

Horizontaliųjų deformacijų apskaičiuoti rodikliai pateikti 2 lentelėje.



2 pav. Pastato deformacijų skaičiavimo schema

Šaltinis: sudaryta autorės

2 lentelė

Horizontaliųjų deformacijų rodikliai

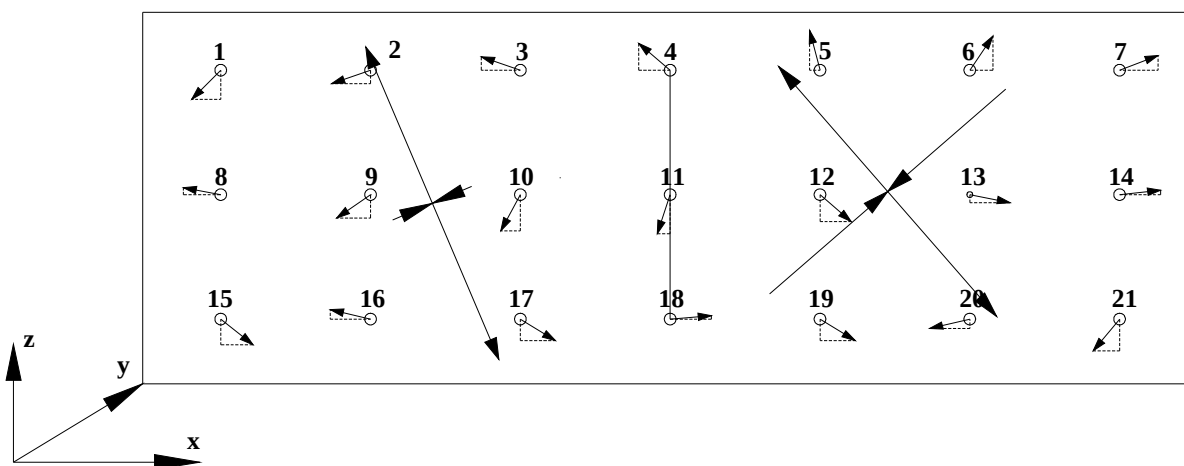
Trikampio numeris	$E_{xx} \cdot 10^{-4}$	$E_{yy} \cdot 10^{-4}$	$E_{xy} \cdot 10^{-4}$	$\omega \cdot 10^{-4}$	$\Delta \cdot 10^{-4}$	$D_1 \cdot 10^{-4}$	$D_2 \cdot 10^{-4}$	$G \cdot 10^{-4}$	$\varphi (^{\circ})$
Neįvedus pataisų									
1	0,000	4,170	-2,670	0,670	4,170	5,470	-1,300	6,780	-16
2	2,000	2,500	-2,500	2,500	4,500	4,760	-0,260	5,020	-39
3	2,000	2,500	-0,830	0,830	4,500	3,120	1,380	1,730	-29
4	0,000	2,500	0,000	0,000	2,500	2,500	0,000	2,500	0
5	0,000	2,500	0,000	0,000	2,500	2,500	0,000	2,500	0
6	0,000	1,667	0,500	0,500	1,670	1,810	-0,140	1,940	8
7	0,000	1,670	2,580	-1,580	1,670	3,550	-1,880	5,420	29
8	-2,000	0,000	4,420	-1,420	-2,000	3,530	-5,530	9,060	33
9	-2,000	0,000	4,000	-1,000	-2,000	3,120	-5,120	8,250	32
10	2,000	-3,890	4,670	3,000	-1,890	4,580	-6,470	11,040	-19
11	2,000	0,000	9,000	-1,000	2,000	10,060	-8,060	18,110	-39
12	4,000	0,000	3,170	-0,170	4,000	5,750	-1,750	7,500	-19
13	1,000	2,500	-4,500	0,500	3,500	6,310	-2,810	9,120	-36
14	-2,000	0,830	-2,250	0,250	-1,170	2,070	-3,240	5,320	-19
15	-2,000	3,330	-1,000	-1,000	1,330	3,510	-2,180	5,690	-5
16	1,000	0,830	-1,250	1,250	1,830	2,170	-0,340	2,510	41
17	1,000	1,670	0,000	0,000	2,670	1,670	1,000	0,670	0
18	-4,000	2,500	1,580	-2,580	-1,500	2,860	-4,360	7,230	7
19	-4,000	-2,010	2,420	-3,420	-6,010	-0,390	-5,620	5,230	25
20	1,000	-2,500	1,830	0,170	-1,500	1,780	-3,280	5,060	-14
21	1,000	0,000	1,830	0,170	1,000	2,400	-1,400	3,790	-31
22	-2,000	-0,830	3,580	-0,580	-2,830	2,210	-5,040	7,250	36
23	-2,000	0,000	3,170	-0,170	-2,000	2,320	-4,320	6,650	29

Trikampio numeris	$E_{xx} \cdot 10^{-4}$	$E_{yy} \cdot 10^{-4}$	$E_{xy} \cdot 10^{-4}$	$\omega \cdot 10^{-4}$	$\Delta \cdot 10^{-4}$	$D_1 \cdot 10^{-4}$	$D_2 \cdot 10^{-4}$	$G \cdot 10^{-4}$	$\phi (^{\circ})$
24	-1,000	0,000	2,750	0,250	-1,000	2,300	-3,300	5,590	35
Įvedus pataisas									
1	-1,000	2,500	0,920	0,080	1,500	2,730	-1,230	3,950	7
2	1,000	1,670	0,580	1,420	2,670	2,000	0,670	1,340	20
3	1,000	0,830	1,830	0,170	1,830	2,750	-0,920	3,660	-42
4	0,000	1,670	1,750	-0,750	1,670	2,770	-1,100	3,880	23
5	0,000	0,830	0,920	0,080	0,830	1,420	-0,590	2,020	24
6	0,000	0,830	0,917	0,080	0,830	1,420	-0,590	2,020	24
7	0,000	0,000	2,170	-1,170	0,000	2,170	-2,170	4,340	
8	-2,000	-0,830	3,500	-1,500	-2,830	2,130	-4,960	7,100	36
9	-2,000	-1,670	1,830	0,170	-3,670	0,000	-3,670	3,670	40
10	1,000	-0,970	0,170	1,000	0,030	1,010	-0,980	2,000	-2
11	1,000	-0,830	0,910	0,080	0,170	1,380	-1,210	2,600	-13
12	3,000	-0,830	0,080	0,920	2,170	3,000	-0,830	3,830	-1
13	0,000	1,670	-0,920	-0,080	1,670	2,080	-0,410	2,480	-14
14	-2,000	0,830	0,420	-0,420	-1,170	0,890	-2,060	2,950	4
15	-2,000	0,620	1,250	-1,250	-1,380	1,120	-2,500	3,620	13
16	1,000	0,830	0,500	0,500	1,830	1,420	0,410	1,010	-36
17	1,000	0,830	0,920	0,080	1,830	1,840	-0,010	1,850	-40
18	-4,000	2,500	2,000	-3,000	-1,500	3,070	-4,570	7,630	9
19	-4,000	-2,500	2,000	-3,000	-6,500	-1,110	-5,390	4,270	27
20	1,000	-2,500	0,920	0,080	-1,500	1,230	-2,730	3,950	-7
21	1,000	-0,830	0,080	0,920	0,170	1,000	-0,830	1,840	-1
22	-2,000	-0,830	1,330	-0,330	-2,830	0,040	-2,870	2,910	24
23	-2,000	-0,830	0,080	0,920	-2,830	-0,820	-2,010	1,180	2
24	-2,000	0,000	-0,420	0,420	-2,000	0,080	-2,080	2,170	-6

Šaltinis: sudaryta autorės

Analizuojant 2 lentelės duomenis, galima pastebėti, kad statinio deformacijos kairėje ir dešinėje pastato dalyje turi skirtingą pobūdį. Todėl apskaičiuoti apibendrinti deformacijų rodikliai kairėje ir dešinėje pastato dalyje pagal nepataisytus ir pataisytus duomenis.

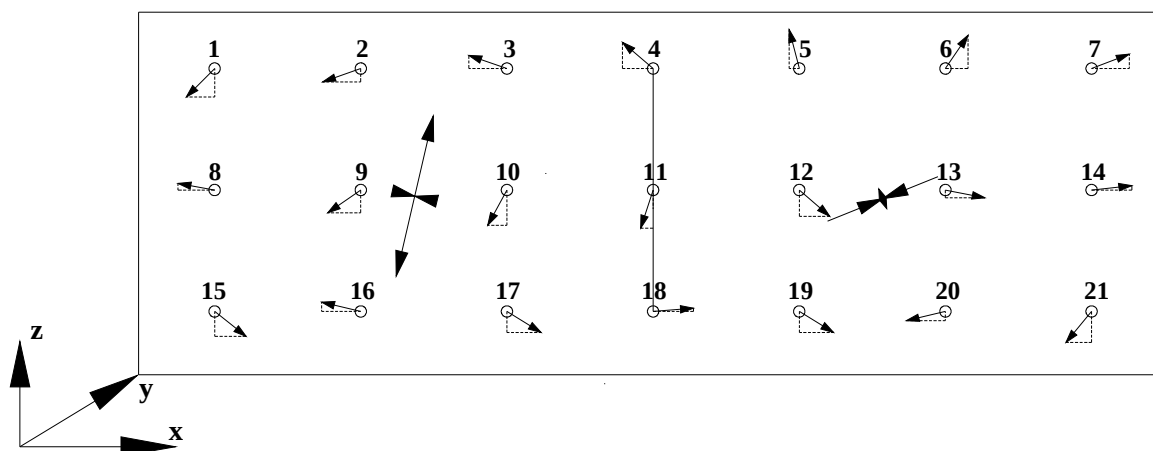
Pastato deformacijų modelis neišvedus pataisų į išmatuotus dydžius, pavaizduotas 3 pav.



3 pav. Pastato deformacijų modelis neišvedus pataisų

Šaltinis: sudaryta autorės

Įvedus pataisas į išmatuotus dydžius, gautas pataisytas deformacijų modelis pavaizduotas 4 pav.



4. pav. Pataisytas deformacijų modelis

Šaltinis: sudaryta autorės

Išvados

1. Atlikus eksperimentinius skaičiavimus nustatyta, kad matuojant statinių deformacijas tacheometrais ir tolimačiais būtina įvertinti vizavimo ašies nuokrypį.
2. Apskaičiavus kairės ir dešinės pastato pusių horizontaliąsias deformacijas iš 3 ir 4 pav. matosi, kaip pasikeitė horizontaliosios deformacijos įvedus pataisus dėl atstumų paklaidų. Iš 3 pav. matosi, kad neįvedus pataisų dėl atstumų paklaidų, kairėje pastato pusėje didžiausioji deformacijų pailgėjimo kryptis yra iš pietryčių į šiaurės vakarus, o mažiausiojo pailgėjimo kryptis iš pietvakarių į šiaurės rytus.
3. Įvedus pataisus dėl atstumų paklaidų į užsiduotus deformacijų dydžius, keičiasi pačių deformacijų reikšmės. Kairėje pastato pusėje žymiai sumažėjo didžiausiojo santykinio pailgėjimo reikšmė.
4. Dešinėje pastato pusėje beveik vienodai pasiskirsčiusios svarbiausiųjų deformacijų kryptys. Teigiamų deformacijų kryptis nukreipta iš pietryčių į šiaurės vakarus, o neigiamų deformacijų santykinio pailgėjimo kryptis iš pietvakarių į šiaurės rytus.
5. Galima naudotis (Kistler, 1994: 57–80) siūloma metodika tuomet, kai yra vizavimo ašies nuokrypis tik vertikalia kryptimi. Tačiau toks nuokrypis yra ir horizontalia kryptimi. Pasiūlyta metodika įvertina vizavimo ašies nuokrypį vertikalia ir horizontalia kryptimi bei bendrą įtaką matavimų paklaidoms.

Literatūra

1. Buchmann, P. 1996. Entwicklung eines Meßsystems zur automatischen polaren Objekterfassung am Beispiel der Bauaufnahme. München: Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 84 p.
2. Beckmann, A. 2000, Dreidimensionale Koordinaten-berechnungen und Transformation. Schriftenreihe der Fachhochschule Neubrandenburg. Fachbereich Bauingenieur und Vermessungswesen. Reihe B: Band 3. Tagungsband zum Seminar am 24. p. 7–20.
3. Weferling, U. 2002. Bauaufnahme als modellierungsaufgabe. Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 170 p
4. Bagdžiūnaitė, R. 2002a. Building structures measuring errors due to geodetic instruments. *Geodesy and Cartography (Geodezija ir kartografija)*, Vol XXVIII, No 2. Vilnius: Technika, p. 58–65 (in Lithuanian).
5. Bagdžiūnaitė, R. 2002b. Influence of the horizontal eccentricity on geodetic measurements in construction. *Geodesy and Cartography (Geodezija ir kartografija)*, Vol XXVIII, No 4. Vilnius: Technika, p. 145–150 (in Lithuanian).
6. Bagdžiūnaitė, R. 2003. Corrections to measured distanced and coordinates due to unparallelism of main axes of EDM. *Geodesy and Cartography (Geodezija ir kartografija)*, Vol XXIX, No 4. Vilnius: Technika, p. 58–65 (in Lithuanian).
7. Bagdžiūnaitė, R. 2004. The influence of unparallelism of the distance measuring device's axis during cadastre measurements. *Geodesy and Cartography (Geodezija ir kartografija)*, Vol XXX, No 3. Vilnius: Technika, p. 80–85 (in Lithuanian).

8. Sternberg, H. 2006. Deformation measurements at historical buildings with terrestrial laserscanners. IAPRS Volume XXXVI, Part 5, Dresden 25-27 September. P. 303–308. Prieiga per Internetą: <http://www.isprs.org/proceedings/xxxvi/part5/paper/STER_620.pdf>
9. Kersten, Th., Sternberg, H., Stierner, E. 2005. First experiences with terrestrial laser scanning for indoor cultural heritage applications using two different scanning systems. IAPRS, Vol. XXXVI, PART 5/W8, Editors R. Reulke & U. Knauer, Proceedings of the ISPRS working group V/5 Panoramic Photogrammetry Workshop', Berlin, Germany, February 24-25, P. 1–7. Prieiga per Internetą: <http://www.vldb.informatik.hu-berlin.de/~knauer/ISPRS/panoramicworkshop2005/Paper/PanoWS_Berlin2005_Kersten.pdf>
10. Kistler, E. 1994. Konzeptstudie für die Berechnungsarbeiten bei der Erneuerung geodätischer Netze. Dissertationen. München: Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagbuchhandlung, München, 102 s.
11. Mechelke, K. Sternberg, H. Kersten, Th., 2006. Bauwerksuntersuchungen durch terrestrisches Laserscanning mit dem Mensi GS100. Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik - Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2006, Th. Luhmann (Hrsg.), Wichmann Verlag, Heidelberg.
12. Niemeier, W., Rennen, M., Salbach, H. 2000. Bestimmung regionaler und globaler Deformationen im Bereich der Antarktischen Halbinsel. *Deutsche Beiträge zu GPS-Kampagnen des Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR)*, Heft No. 310. München: Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagbuchhandlung, s. 109–126.
13. Zakarevičius, A. 1998. Horizontal deformations of the Lithuanian geodetic network. *Geodesy and Cartography (Geodezija ir kartografija)*, Vol. XXIV, No 4. Vilnius: Technika, p. 169–178.
14. Sagiya, T. Miyazaki, S. Tada, T. 2000. Continuous GPS Array and Present-day Crustal Deformation of Japan. *Pure and Applied Geophysics*, 157. Basel: Birkhäuser Verlag, s. 2303–2322.

RESEARCH OF MEASUREMENT UNCERTAINTIES' INFLUENCED BY RANGEFINDER AXES UNPARALLELISM MEASURING BUILDING DEFORMATION

Summary

Buildings deformation and construction sites are measured with electronic rangefinder and total stations or GPS receivers. Even the newest electronic rangefinders or tachometers not constructed so that no angle between the main telescope axis (optical alignment axis, the real alignment axis and the line of sight distance measurement line) so, the corners have an impact for building deformation measurements. In the paper is investigated by simulating the influence of rangefinder axis unparallelism by measured building deformations. According modeled measurement results, deformation parameters will be counted twice: without entering correction in measured distances and adjust the distance due to alignment of the axis of angular deviation. According to the results will determine the displacements of marks.

Keywords: buildings and construction deformation, unparallelism rangefinder axes, horizontal deformation.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Renata Bagdžiūnaitė.

Mokslo laipsnis ir vardas: daktarė, docentė.

Darbo vietą ir poziciją: Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Aplinkos inžinerijos fakulteto, Geodezijos ir kadastro katedros docentė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: kartografija, geografinės informacinės technologijos, geodezija, skaitmeninė kartografija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 687 58935, +370 5 2744703, renata@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Renata Bagdžiūnaitė.

Science degree and name: Doctor, Associated Professor.

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Environmental Engineering faculty, Department of Geodesy and Cadastre, Associated Professor.

Author's research interests: Cartography, Geodesy, Digital Cartography, Geographic Information Systems.

Telephone and e-mail address: +370 687 58935, +370 5 2744703, renata@vgtu.lt

VANDENS TIPAI IR VANDENS SAVYBIŲ KOREGAVIMO BŪDAI

Rita Baltušnikienė
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Vanduo yra santykinai pigus, todėl plačiai naudojamas pramoniniame pasaulyje. Dėl fizinių savybių, ypač virimo temperatūros, specifinės šilumos ir slaptosios garavimo šilumos, vanduo yra labai efektyvus šiluminės energijos nešiklis. Tačiau bet koks vanduo, netgi ir geros kokybės geriamasis vanduo, turi daugybę priemaišų. Vandenyje yra įvairių metalų jonų, ištirpusių mineralinių druskų, dujų ir organinių medžiagų, koloidų ir bakterijų. Visos šios priemaišos gali sukelti daugybę problemų, kai vanduo naudojamas maistui turi higienos normas viršijančių geležies, mangano, spalvos, kvapo ir drumstumo rodiklius, taip pat kaip šiluminės energijos nešiklis. Problemos gali kilti dėl metalo korozijos, nuovirų formavimosi ant šilumos mainų paviršių ir dėl vandenyje pakibusių dalelių kaupimosi.

Reikšminiai žodžiai: vandens priemaišos, šachtinių šulinių vanduo, vandens minkštinimas, vandens demineralizavimas.

Išvadas

Beveik visose šalyse vietoje geriamojo vandens naudojamas papildomai apnuoštas paviršinis atvirų telkinių vanduo, Lietuvoje - požeminis vanduo. Todėl mikrobiologinis užterštumas centralizuotai tiekiamame vandenyje pasitaiko retai. Kauno visuomenės sveikatos centras geriamajame vandenyje periodiškai tiria šiuos cheminius rodiklius: jodinius, drumstumą, pH, oksidaciją, amoniaką, nitritus, nitratus, bendrą kietumą, chloridus, sulfatus, geležį, varį, cinką, šviną, manganą, fluorą, nikelį, aliuminį. Tiriami mikrobiologiniai rodikliai: *E Coli*, fekaliniai streptokokai, koliforminės bakterijos bei bendras kolonijų skaičius.

Kaune ir Kauno rajone vandens tiekimo problemos yra panašios. Pagrindinė jų - higienos normas viršija geležies, mangano, spalvos, kvapo ir drumstumo rodikliai.

Nuo 2004 m. Lietuvos vandentiekio LR vyriausybės nutarimu įsigaliojo HN 24:2004 reikalavimai. Vertinant pagal naująją higienos normą labai geros kokybės geriamajame vandenyje geležies koncentracija neturi būti didesnė kaip 0,1 mg/l, mangano – ne didesnė kaip 0,02 mg/l, patenkinamos kokybės - geležies iki 1 mg/l, o mangano iki 0,2 mg/l. Pagal faktą geležies koncentracija rasta nuo 0,3 iki 2 mg/l. Kauno mieste Kleboniškio, Eigulių, Vičiūnų stotys tiekia patenkinamos, o Petrašiūnų - blogos kokybės vandenį. Toks vanduo gaunamas vandens kaptavimo vietose. Kauno rajone net 78 % vandenviečių tiekia vandenį su padidintu geležies kiekiu.

Iš žemės gelmių išgautas geležingas vanduo yra skaidrus, nes jame yra divalentė geležis, kuri dar vadinama „švaraus vandens geležimi“. Tačiau, kai geležis vamzdyne, rezervuaruose reaguoja su oro deguonimi, ji pereina į trivalentę formą - iškrenta geležies hidroksido rudos nuosėdos. Būtent dėl šių priežasčių vanduo įgauna rudą spalvą, nemalonų kvapą ir metalo skonį, padidėja oksidacijos rodiklis. Teigiama, kad geležis žmogaus organizmui nekenksminga, tačiau suteikia vandeniui nemalonią išvaizdą. Kiti cheminiai rodikliai normų neviršija.

Tyrimo objektas – vandens savybių koregavimo priemonės.

Tyrimo tikslas – nustatyti priemones, leidžiančias pagerinti vandens savybes.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išanalizuoti vandens ir vandens priemaišų tipus bei jų susidarymo priežastis;
2. Išnagrinėti vandens savybių koregavimo būdus ir įrangą.

Tyrimo metodai: aprašomasis (esamos situacijos analizė), statistinis, techninės dokumentacijos analizė.

1. Vanduo ir vandens priemaišos

1.1. Rudo vandens priežastys

Vamzdynų įtaka. Beveik visi magistraliniai vamzdynai yra iš metalo (pagrindas geležis), kurie neatsparūs korozijai. Dėl mikrobiologinės taršos prevencijos į vandenį įvedamos chloro dujos, kurios ištirpusios sudaro agresyvią aplinką ir korozija sparčiai didėja. Apie 30 proc. vamzdynų reikėtų keisti naujais. Vandens sunaudojama mažiau.

Centralizuoto vandentiekio tinklai projektuoti ir statyti buvo sovietiniais metais, kai mokesčiai buvo ypatingai maži, todėl vandens suvartojimas buvo didelis. Padidėjus vandens kainai, dvigubai sumažėjo vandens sunaudojamas, todėl vanduo užsistovi vamzdžiuose ir iš vamzdyno vartotojui patenka kur kas daugiau geležies ir dumblo.

Piko valandos. Piko valandomis, kai vandens suvartojimas staigiai padidėja, dėl hidraulinių smūgių iš vamzdynų išsiplauna daugiau geležies.

Tinklų remontas. Daug rūdžių ir nešvarumų iš vamzdynų išplaunama remontuojant vandentiekio tinklus, kai remonto metu nuo smūgių atskyra rūdys. Kartais vamzdynai po remonto nepakankamai praplaunami.

Viena iš priemonių, siekiant išvengti rudo vandens tekėjimo, naudoti buitinius vandens filtrus. Tačiau, jeigu teršalų vandenyje daug, juos reikia labai dažnai keisti. Jei užteršti filtrai nepakeičiami, jie tampa antrinio teršimo priežastimi. Ši tarša dažniausiai yra daug pavojingesnė nei pirmoji. Susikaupusiuose nešvarumuose dauginasi bakterijos, kurios gali būti patogeninės ir sukelti infekcines ligas. Bakterijų veiklos produktas gali būti nuodingos medžiagos.

Rekomenduotina naudoti tokius filtrus, kurių veikimas automatizuotas ir jie prasiplauna savaime. Žinoma, šie filtrai yra didesnės apimtys ir daug brangesni. Jeigu vandentiekio vandenų kokybė staiga pablogėjo, reikia kreiptis į Vandens tiekimo įmonės avarinę tarnybą. Valstybinę geriamojo vandens kontrolę atlieka Valstybinė maisto ir veterinarijos tarnyba.

1.2. Reikalavimai geriamajam vandeniui

Reikalavimai geriamam vandeniui yra reglamentuojami pagal GOST 2874 – 82 (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Reikalavimai geriamam vandeniui (GOST 2874 – 82)			
Nr	Rodiklis	Matavimo vnt.	Leistinas kiekis
1	Drumstumas	mg/l	1,5
2	Spalva	laipsniai	20
3	Kvapas ir skonis esant 20 °C	balai	2
4	Chloridai	mg/l	350
5	Sulfatai	mg/l	500
6	Likutinis aliuminis	mg/l	0,5
7	Bendras kietumas	mg-ekv/l	7
8	Fluoras	mg/l	0,7 – 1,5
9	Geležis	mg/l	0,3
10	Manganas	mg/l	0,1
11	Berilis	mg/l	0,0002
12	Molibdenas	mg/l	0,05
13	Gyvsidabris	mg/l	0,05
14	Švinas	mg/l	0,1
15	Selenas	mg/l	0,001
16	Stroncis	mg/l	2
17	Radis 226	Ki/l	$1,2 \cdot 10^{-10}$
18	Varis	mg/l	1
19	Cinkas	mg/l	5
20	Nitratai	mg/l	45
21	Bendras bakterijų kiekis 1 ml	1/ml	100
22	E Coli indeksas		3
23	Chloroformas	mg/l	0,06
24	Naftos produktai	mg/l	0,3

Šaltinis: Valstybinis standartas "Geriamas vanduo"(GOST 2874-82)

Kiekvienos pramonės šakos technologiniams procesams naudojamam vandeniui keliami papildomi reikalavimai. Pavyzdžiui alaus virimui reikalingas vanduo, pasižymintis specialiomis savybėmis (žr. 2 lentelę).

Alaus virimui naudojamo vandens charakteristikos

Nr	Rodiklis	Matavimo vnt.	Leistinas kiekis
1	Drumstumas	mg/l	0,4
2	Spalva	laipsniai	5,0
3	Chloridai	mg/l	150
4	Sulfatai	mg/l	150
5	Aliuminis	mg/l	0,5
6	Bendras kietumas	mg-ekv/l	2 - 4
7	Šarmingumas	mg-ekv/l	3
8	pH	-	6
9	Ftoras	mg/l	0,7 – 1,5
10	Geležis	mg/l	0,1
11	Manganas	mg/l	0,1
12	Berilis	mg/l	0,0002
13	Molibdenas	mg/l	0,05
14	Hg	mg/l	0,05
15	Švinas	mg/l	0,03
16	Selenas	mg/l	0,001
17	Varis	mg/l	0,5
18	Cinkas	mg/l	0,15 – 0,2
19	Nitratai	mg/l	0
20	Bendras bakterijų kiekis 1 ml	1/ml	100
21	Naftos produktai	mg/l	0

Vanduo, naudojamas vandens kaitinimo katilams ar garo generatoriams, turi būti dar geresnės kokybės. Pavyzdžiui, neleistinos geležies mangano priemaišos, vandens bendras kietumas turi būti mažiau kaip 0,1 mg-ekv/l.

1.3. Šachtinių šulinių vanduo Kaune ir Kauno rajone

Daugelis žmonių dar tebenaudoja šachtinių šulinių vandenį maisto gaminimui, buitiniams bei ūkio reikmėms. Tačiau šio vandens šaltinio naudojimą apriboja didelis vandens užterštumas.

Maždaug 70 proc. šulinių vandens kokybė neatitinka higienos normų. Kauno regiono gruntiniam vandeniniam horizontui būdingas padidėjęs kietumas, kurį dalinai galima sumažinti virinant arba įdėjus geriamosios sodos. Skalbiant kietu vandeniu, reikia daugiau muilo.

Azoto junginiais (amoniaku, nitritais, nitratais) užteršiamas vanduo dėl pačių gyventojų kaltės. Šeiminkai savo patogumui įrengia šulinį viduryje sodybos, arčiau potencialių teršėjų: tvartų, daržų, tualetų. Mėšlas, srutos, organinės ir mineralinės trąšos pastoviai infiltruojasi į gruntinius vandenis. Dėl šių priežasčių vanduo užteršiamas ir mikrobiologiškai. Per vandenį yra pavojus užsikrėsti infekcinėmis ligomis: vidurių šiltine, dizenterija, cholera, salmonelioze ir kt. Pagrindiniai susirgimo požymiai - viduriavimas, pilvo skausmai, vėmimas. Todėl šulinius reikėtų kasti aukštesnėje sodybos vietoje. Aplink šulinį ne mažiau 25 metrai neturėtų būti šiukšlyno, išgriebimo duobių, kanalizacijos tinklų, gyvulių laikymo vietų, senų užleistų šulinių, daržų. Tam, kad apsaugoti šulinio vandenį nuo paviršinių vandenų patekimo, aplink šulinį žemė 1 metro spinduliu ir 2 metrų gylyje turi būti išplūkta moliu su nuolydžiu. Šulinio sienelės turi būti lygios, be plyšių. Paviršinis bei polaidžio vanduo labiau padidina bakterinį užterštumą. Kad apsaugoti nuo dulkių ir lietaus patekimo šulinį reikėtų uždengti stogeliu.

Kartais, nors ir šulinys įrengtas pagal visus reikalavimus, vanduo vis tiek būna užterštas. To priežastimi gali būti geologinės sąlygos. Jei šulinys yra smėlingoje vietoje, o taršos šaltinis ir toliau, dėl intensyvios vandens infiltracijos ir apykaitos užterštumas svyruoja. Molingose vietovėse vandens apykaita maža, todėl ir teršimui sąlygos ne tokios palankios, tačiau jeigu užteršiama tai teršalai sunkiai išsisklaido.

Pavasarij, kai stabilizuojasi vandens lygis šulinyje, rekomenduotina ištirti jo vandens kokybę. Su tirpsmo vandenimis, taip pat pakilus vandens lygiui, į šulinį gali patekti ir žmogaus sveikatai pavojingų medžiagų. Šuliniai daugiausia užteršti azoto junginiais: amoniaku, nitritais, nitratais. Amoniakas ir nitritai – nestabilūs junginiai ir greitai susioksidina iki nitrato. Nitratai, patekę į žmogaus organizmą, redukuojasi iki nitritų, kurie jame sudaro methemoglobiną. Organizmas nesugeba įsisavinti deguonies ir atsiranda vidinis deguonies deficitas. Ypač tai pavojinga kūdikiams, nes jie labai jautrūs bet kokiems taršos veiksniams.

Kūdikių maistui skirtame vandenyje nitratų leidžiama tik iki 10 mg/l, o nitritų - iki 0,02 mg/l, suaugusiems nitratų leidžiama iki 50 mg/l, o nitritų - iki 0,1 mg/l.

Ar šulinio vanduo nekelia pavojaus sveikatai, galima sužinoti ištyrus vandenį. Nustačius, kad vanduo užterštas bakteriologiškai, šulinį reikėtų valyti arba dezinfekuoti. Šulinio vanduo išsemiaamas, išvalomas dugnas, praplaunamos sienos silpnu chlorkalkių skiediniu. Naujai prisipildžiusio šulinio vandenį dezinfekuoti chlorkalkėmis arba chloramino milteliais, panaudojant 40 g (chlorkalkių 300- 400 g) 1 m3 vandens. Po 6-12 valandų vanduo turi būti išsemiaamas. Po dezinfekcijos reikia atlikti pakartotiną vandens tyrimą.

1.4. Mineralinis vanduo

Vanduo sudaro didžiausią mūsų organizmo dalį - apie 60-70 proc. Jis įeina į visų ląstelių bei audinių sudėtį. Tai terpė, kurioje vyksta įvairios organizmo reakcijos. Jis padeda palaikyti pastovią druskų apykaitą, palengvina virškinti, įsisavinti maisto medžiagas, padeda pašalinti iš organizmo medžiagų apykaitos produktus.

Nevalgydamas žmogus gali išgyventi keliasdešimt dienų, o be vandens jis ištvėria vos keletą dienų: netekęs 12-20 proc. vandens, jis miršta apsinuodijęs savo paties organizmo apykaitos produktais.

Vidutiniškai per dieną sveikas suaugęs žmogus turi išgerti apie 2 litrus vandens. Dalį vandens žmogus gauna su maisto produktais, pvz. piene vanduo sudaro apie 90 proc., mėsos - 70 proc., duonoje - 40 proc. ir t.t. Apie 300 mililitrų per parą vandens pasigamina vykstant organizme įvairioms cheminėms reakcijoms. Kita dalis gaunama su gėrimais. Viena iš gėrimų rūšių - geriamasis mineralinis vanduo. Vien Kauno miesto parduotuvėse galima rasti virš 80 pavadinimų fasuoto mineralinio vandens. Pirkėjui labai sunku susigaudyti tokioje gausybėje gėrimų. Taigi padėsime suprasti, išsiaiškinti kuo vienas nuo kito jie skiriasi, kokį vandenį pasirinkti.

Nuo 1999 metų liepos 1 dienos įsigaliojo Lietuvos higienos norma HN28:1998 „Geriamasis mineralinis vanduo. Kokybės reikalavimai ir programinė priežiūra“. Pagal šią normą geriamasis mineralinis vanduo gali būti trijų rūšių: natūralus (geriamasis) mineralinis vanduo, mineralizuotas vanduo ir šaltinio (geriamasis) vanduo. Kuo jie skiriasi?

Natūralus mineralinis vanduo. Neužterštoje ir nuo taršos patikimai apsaugotoje aplinkoje susidaręs požeminis vanduo, pasižymintis tyrumu, savita ir pastovia chemine kompozicija, biologinėmis ir fizikinėmis savybėmis, lemiančiomis jo teigiamą poveikį žmogaus organizmo fiziologinėms funkcijoms.

Vanduo turi būti natūraliai švarus ir dėl jame ištirpusių mineralinių medžiagų, mikroelementų arba kitų sudėtinių dalių pasižymėti *palankiu organizmui fiziologiniu veiksmingumu*. Vartojamas organizmo fiziologinei būklei gerinti arba kaip gaivusis gėrimas.

Natūralus mineralinis vanduo turi būti *fasuojamas jo gavybos vietoje* ir į ne didesnę kaip 2 l tūrio prekinę tarą. Bendra ištirpusių mineralinių medžiagų koncentracija neturi būti didesnė kaip 8 g/l. Šis vanduo pagal vandens savybes lemiančių jonų koncentraciją gali būti: bikarbonatinis (hidrokarbonato HCO_3^- - ne mažiau kaip 600 mg/l), chloridinis (chlorido Cl^- - ne mažiau kaip 200 mg/l), sulfatinis (sulfato SO_4^{2-} - ne mažiau kaip 200 mg/l), kalcinis (kalcio Ca^{2+} - ne mažiau kaip 150 mg/l), magninis (magnio Mg^{2+} - ne mažiau kaip 50 mg/l), fluoridinis (fluorido F^- - ne mažiau kaip 1 mg/l), geležingasis (geležies Fe^{2+} - ne mažiau kaip 1 mg/l), natrinis (natrio Na^+ - ne mažiau kaip 200 mg/l), jodidinis (jodido I^- - ne mažiau kaip 1 mg/l). Būtent nuo to, kokios mineralinės medžiagos vandenyje vyrauja, ir priklauso jo poveikis organizmui.

Renkantis natūralų mineralinį vandenį, reikėtų atidžiai perskaityti informaciją, nurodytą etiketėje. Etiketėje turi būti nurodyta: gamintojas, vandens šaltinio vietovė ir šaltinio pavadinimas (jeigu šaltinis jį turi), užrašas „Natūralus mineralinis vanduo“ ir vandens pavadinimas, informacija apie vandenyje ištirpusių anglių dvideginį, informacija apie gamtinės kilmės medžiagas, visiškai ar iš dalies pašalintas, apdorojant vandenį („Geležis pašalinta“, „Dalis geležies pašalinta“, „Sieros vandenilis pašalintas“), vandens apibūdinimas, bendra ištirpusių medžiagų koncentracija, pagrindinių, vandens savybes lemiančių jonų koncentracija, vandens tūris, tinkamumo vartoti terminas, specialios gabenimo, laikymo ir vartojimo sąlygos.

Jeigu natūraliame mineraliniame vandenyje fluoro yra daugiau kaip 2 mg/l, etiketėje turi būti parašyta, kad dėl padidinto fluoro kiekio vanduo netinkamas vartoti kūdikiams ir vaikams iki 7 metų amžiaus. Tačiau fluoridinis mineralinis vanduo tinkamas suaugusiems žmonėms karieso profilaktikai, ypač kurių vandenietikio vandenyje yra fluoro trūkumas. Didžioji Lietuvos gyventojų dalis naudoja vandenį su nepakankamu fluoro kiekiu ir tik Šiaurės Vakarų ir Vakarų Lietuvoje yra gana didelė fluoridų koncentracija (4,5-7 mg/l) geriamajame vandenyje. Mineralinis vanduo vadinamas fluoridiniu, kuriame fluoro koncentracija ne mažesnė kaip 1 mg/l.

Mineralinis vanduo, kuriame yra ne mažiau kaip 600 mg/l hidrokarbonato HCO_3^- - ir ne mažiau kaip 1000 mg/l sausoji liekana, gali veikti diuretiškai (skatinti šlapimo išsiskyrimą). Jeigu mineraliniame

vandenyje yra daugiau kaip 600 mg/l sulfatų SO_4^{2-} , jis pasižymi vidurius laisvinančiu poveikiu. Sumažinto natrio kiekio dietai tinka mineralinis vanduo, kuriame natrio Na^+ yra ne daugiau kaip 20 mg/l.

Mineralizuotas vanduo gaminamas: natūralų mineralinį vandenį praskiedžiant geriamuoju vandeniu; į geriamąjį vandenį pridėjus mineralinių medžiagų (natrio ir kalcio chlorido, natrio karbonato, natrio hidrokarbonato, kalcio karbonato, magnio karbonato) bei CO_2 . Mineralizuotas vanduo pasižymi troškulį malšinančiomis, gaivinančiomis savybėmis.

Šaltinio vanduo - neužterštoje aplinkoje susidaręs originalios cheminės sudėties požeminis vanduo, kuris nėra oficialiai pripažintas natūraliu geriamuoju mineraliniu vandeniu. Šaltinio vanduo turi būti iš požeminių vandens telkinių ir išgaunamas iš vieno ar kelių dirbtinių šaltinių (versmių, gręžtinių šulinių) ar kitų kaptų. Geriamasis šaltinio vanduo vartojamas kaip gaivusis gėrimas. Prekyboje yra gana gausus šaltinio vandens pasirinkimas.

Mineralinis vanduo gali būti su anglies dvideginiu ir be jo. Vanduo ženklintas kaip „Angliarūgštinis“, jeigu vandenyje yra laisvo (ištirpusio) gamtinio anglies dvideginio ne mažiau kaip 250 mg/l. Anglies dvideginis (CO_2) gali būti visiškai arba dalinai pašalintas iš vandens, taip pat mineralinis vanduo gali būti prisotinamas CO_2 dirbtinai. Jeigu žmogus sveikas, angliarūgštė tonizuoja skrandžio ir žarnyno motorinę funkciją, pagerina vandens skonį. Jeigu žmogus serga skrandžio ar kepenų ligomis, angliarūgštė virškinimo sistemą veiks dirginančiai.

2. Vandens savybių koregavimo būdų ir tam naudojamų įrenginių apžvalga

2.1. Vandens apdorojimo būdų ir įrangos klasifikacija

Pagal veikimo principą VSK būdus galima suskirstyti taip: 1) naudojant filtravimo užpildus; 2) naudojant filtravimo elementus; 3) kompleksiniai būdai; 4) kiti būdai.

Savo ruožtu VSK būdus, kai naudojami filtravimo užpildai, galima suskirstyti į: 1) veikiančius jonų mainų principu; 2) filtravimą.

Prie *jonų mainų VSK būdų* priskiriamas katijonavimas ir anijonavimas. Prie filtravimo priskiriama mechaninių dalelių sulaikymas, vandeniui tekant per filtruojantį užpildą (smėliniai filtrai). Nors paprastai daugiau ar mažiau pasireiškia abu principai (jonų mainai ir filtracija).

VSK būdus, kai naudojami filtravimo elementai, *pagal elementų tipą* galima suskirstyti į: 1) būdus, kai naudojamos filtravimo kasetės; 2) tinkleliai; 3) maišeliai; ar 4) naudojamos pusiau laidžios membranos.

Pagal sulaikomų dalelių dydį filtravimo būdai skirstomi į: 1) dalinį filtravimą, 1 – 1000 mikronų (įvairios mechaninės priemonės, dulkės); 2) mikrofiltravimą, 0,1 – 1,0 mikronų (dažų pigmentai, emulsijos); 3) ultrafiltravimą, 0,01 – 0,1 mikronų (proteinai, virusai, bakterijos); 4) nanofiltravimą, 0,001 – 0,01 mikronų (endotoksinai, pesticidai, cukrus); 5) hiperfiltravimą (atbulinis osmosas), (metallų jonai, ištirpusios druskos, rūgštys).

Kitiems VSK būdams galima priskirti tokių apdirbimų: 1) ultravioletiniais spinduliais; 2) elektrolize; 3) magnetiniu lauku; 4) ozonu; 5) reagentais.

Kompleksiniams VSK būdams priskiriami VSK būdų deriniai, pvz.: filtravimas ir minkštinimas, minkštinimas ir atbulinis osmosas.

Pagal savo poveikį VSK įranga skirstoma į: 1) filtravimo; 2) geležies šalinimo; 3) minkštinimo; 4) dekarbonizavimo; 5) degazavimo; 6) demineralizavimo; 7) organikos šalinimo; 8) dezinfekcijos; 9) kita.

Pagal automatizacijos laipsnį VSK skirstoma į: 1) rankinio valdymo; 2) žemo automatizacijos laipsnio; 3) aukšto automatizacijos laipsnio.

Pagal darbo laiką: 1) nepertraukiamo veikimo; 2) periodinio veikimo.

Taikant VSK būdus naudojamos įrangos pagrindinės dalys yra šios: 1) korpusai, filtravimo indai; 2) filtravimo užpildai ir elementai (katjonitai, smėlis, pusiau laidžios membranos); 3) valdymo elementai (valdikliai, laikrodiniai mechanizmai); 4) matavimo prietaisai (manometrai, vandens skaitikliai, rotametrai); 5) armatūra (sklendės, vožtuvai); 6) aprišimas (vamzdynai, fittingai, fasoninės dalys); 7) rėminės konstrukcijos (rėmai, ant kurių montuojama visa įranga); 8) kita.

2.2. Vandens minkštinimas

Labiausiai paplitęs vandens apdorojimo būdas yra minkštinimas. Siekiant suminkštinti kietą vandenį, reikia iš jo pašalinti kalcio ir magnio druskas. Šiuolaikiniai minkštintuvai veikia jonų mainų principu. Šis vandens apdorojimo būdas dar vadinamas natrio katijonavimu (Na-katijonavimas). Šiame procese kietas vanduo pereina per jonus keičiančią medžiagą (įkrovą), kuri pakeičia vandenyje ištirpusius kalcio ir magnio jonus natrio jonais, nesudarančiais nuosivų. Todėl po tokio apdorojimo (minkštinimo) vandenyje lieka tik natrio druskos. Jonus keičianti įkrova susideda iš mažų dalelių (mažesnių nei 1 mm skersmens), pagamintų iš

tamsiai rudos spalvos sintetinės dervos. Pasaulyje, taip pat ir Lietuvoje, pirmaujančią vietą užima kompanijos Purolite International gaminamos sintetinės dervos. Taip pat neblogomis savybėmis pasižymi firmų Bayer, Dowex, Mitsubishi gaminamos dervos.

Veikiant minkštintuvui, galiausiai įkrova pasiekia būseną, kai natris išseikvotas. Kad to neatsitiktų, būtina atstatyti įkrovos kalcio ir magnio pakeitimo natriu galimybę regeneracijos procesu. Regeneracija vykdoma per įkrovą, paduodant natrio chlorido (druskos) tirpalą. Tai pašalina kalcį ir magnį iš įkrovos ir atstato natrį. Įkrovai regeneruoti naudojama aukštos kokybės techniškai švari granuliuota ar tabletuota druska.

Moderniuose minkštinimo įrenginiuose regeneracija vyksta automatiškai tokiais etapais:

1. *Atbulinis praplovimas arba purenimas* (backwash). Jam vykstant vanduo teka per filtrą iš apačios į viršų. Bet kokios nuosėdos, galėjusios susikaupti ant įkrovos, yra pašalinamos į drenažą.

2. *Druskos tirpalo įpurškimas* – pašalinimas arba regeneracija (regeneration & slow rinse). Pradžioje iš druskos bako siurbiamas druskos tirpalas ir praleidžiamas per įkrovą. Kai prateka reikalingas tirpalo kiekis, šio etapo pabaigoje įkrova skalaujama vandeniu. Tai užtikrina tirpalo sąveiką su visa įkrovos medžiaga.

3. *Greitas atplovimas* (fast rinse). Šio etapo metu likęs tirpalas išplaunamas lauk ir kalcio bei magnio druskos pašalinamos iš įkrovos.

4. *Druskos bako pripildymas vandens* (brine tank refill). Į druskos baką paduodamas reikalingas kiekis vandens, kad ištirptų druska kitai regeneracijai. Po to automatiškai grįžtama į darbo režimą.

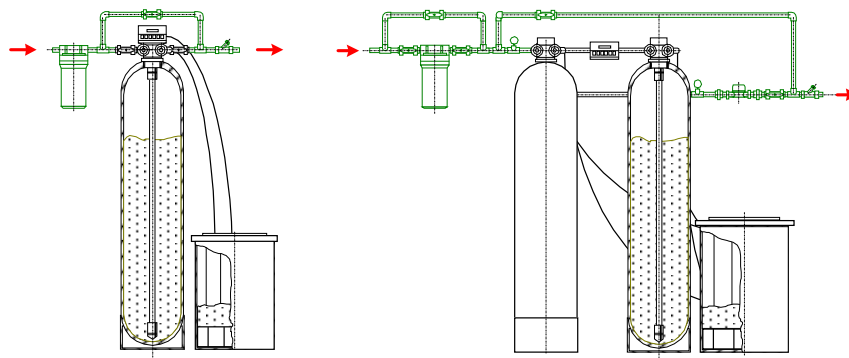
Vandeniui minkštinti naudojama įranga. Katijonitinė derva pilama į filtro korpusą, kad užpildytų apie 80 procentų cilindrinio korpuso aukščio. Dažniausiai naudojami stiklo pluošto (poliesteriniai) filtrų korpusai. Lietuvoje populiariausi firmų Pevasa ir Structural filtrų korpusai. Taip pat naudojami nerūdijančio plieno ar juodo metalo su danga filtrų korpusai. Ant filtro korpuso viršaus užsukami valdantys 5 pozicijų vožtuvai (firmų Siata, Fleck), kurie valdo filtrų darbą ir regeneraciją. Visą minkštiklio darbą valdo valdiklis su mikroprocesorium. Komplektuojami vieno filtro Simplex, dviejų filtrų ir dviejų valdančiųjų vožtuvų Duplex bei dviejų filtrų ir vieno valdančiojo vožtuvo Twin minkštintuvai.

Pramonėje naudojami minkštintuvai su membraniniais pneumatiniiais ar hidrauliniiais vožtuvais, kurie užtikrina proceso stabilumą ir plačias valdymo galimybes. Procesą kontroliuoja programuojami valdikliai su mikroprocesorium (plačiai naudojami firmos Siemens mikroprocesoriai).

Projektuojant minkštinimo įrangą reikalingi šie duomenys: apdorojamo vandens analizė, apdoroto vandens pageidaujamas likutinis kietumas, našumas, darbo valandų per parą skaičius, vandens spaudimas prieš ir po minkštinimo įrenginio.

Projektavimo procedūros. Parenkamas įrenginio tipas (Simplex, Duplex ar Twin), apskaičiuojamas reikiamas katijonito kiekis, parenkamas reikiamas filtro korpusas, valdantysis vožtuvas, valdiklis, druskos tirpalo talpykla, vamzdžių skersmuo, apskaičiuojamas slėgio kritimas įrenginyje, vandens ir druskos tirpalo sunaudojimas per vieną regeneraciją.

1 paveiksle pavaizduoti suprojektuoti ir surinkti minkštinimo įrenginiai.



1 pav. Vandens filtravimas ir geležies šalinimas

Padidėjęs geležies ir sieros vandenilio kiekis geriamajam vandeniui suteikia nemalonų skonį ir kenkia produktų, gaminamų naudojant tokį vandenį, kokybei. Geležis ir manganas sudaro nuosėdas ant įrenginių ir

vamzdžių sienelių bei nuoviras ant kaitinamų paviršių - dėl to sumažėja slėgis vamzdyne, padidėja energetinės ir eksploatacinės išlaidos.

Geležies ir mangano junginiai, esantys vandenyje, nudažo santechnikos įrenginius, porcelianą, indus rausvai ruda spalva, kenkia skalbimo ir audinių dažymo kokybei.

Požeminiuose gamtiniuose vandenyse geležis yra ištirpusių hidratuotų jonų Fe^{2+} pavidalo. Dvivalenčiai geležiai oksiduojantis, Fe^{2+} jonai tampa trivalenčiais Fe^{3+} jonais, kurie sudaro filtravimo procese pašalinamus iš vandens netirpius junginius. Geležies oksidatoriais gali būti chloras, deguonis, kalio permanganatas ir kt.

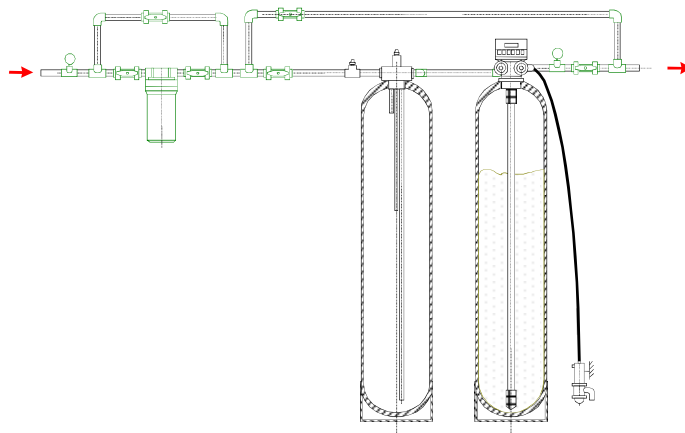
Atsižvelgiant į sąlygas ir vandens kokybę, geležiai, manganui ir sieros vandeniliui pašalinti gali būti naudojamos įvairios filtravimo medžiagos (Greensand, Aqua-mandix, kvarcinis smėlis) ir atitinkama įranga.

Geležies šalinimo ir vandens filtravimo įranga. Geležiai šalinti ir filtruoti naudojama panaši įranga, kaip ir vandeniui minkštinti, tik papildomai komplektuojamos oksidacinės talpyklos, inžektoriai, dozatoriai.

Projektuojant geležies šalinimo ir filtravimo įrangą, reikalingi šie duomenys: apdorojamo vandens analizė (geležies kiekis ir kt.), apdoroto vandens sudėtis, įrenginio našumas, darbo valandų per parą skaičius, vandens spaudimas prieš ir po filtravimo įrenginio.

Projektavimo procedūros. Parenkamas įrenginio tipas, oksidatorius, apskaičiuojamas reikiamas filtravimo medžiagos kiekis ir sudėtis, parenkamas reikiamas filtro korpusas, valdantysis vožtuvas, valdiklis, oksidacinė talpykla, inžektorius, vamzdžių skersmuo, apskaičiuojamas slėgio kritimas įrenginyje, vandens sunaudojimas filtrui plauti.

2 paveiksle pavaizduotas suprojektuotas ir surinktas geležies šalinimo įrenginys su oksidacine talpykla.

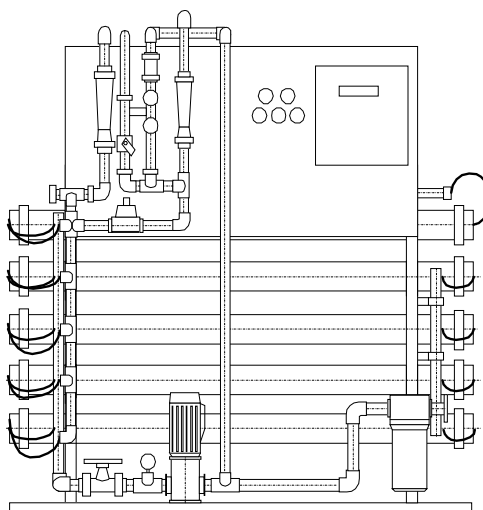


2 pav. Geležies šalinimo įrenginys

2.3. Vandens demineralizavimas

Yra žinoma daug vandens demineralizavimo būdų. Vienas iš jų pagrįstas jonų mainais. Iš pradžių katijonitiniai filtrai pašalina iš vandens katijonus, po to anijonitiniai filtrai išvalo jį nuo anijonų. Bet šiuo metu vis plačiau taikoma demineralizavimas atbuliniu osmosu.

Atbulinio osmoso veikimo principas. Atbulinio osmoso įrenginių (žr. 3 pav.) veikimas pagrįstas osmoso reiškiniu. Jeigu gryną vandenį ir druskų tirpalą atskirtume pusiau laidžia membrana, kuri praleidžia tik vandens molekules, tai galima stebėti tokį reiškinį: dėl slėgio (koncentracijos) skirtumo abiejose membranos pusėse, vandens molekulės pereis į druskos tirpalo pusę. Šis procesas tęsis tol, kol druskos koncentracija abiejose pusėse išsilygins.



3 pav. Atbulinio osmoso įrengimas

Vandens apdorojimui atbuliniu osmosu naudojama įranga: vandens apdorojimui atbuliniu osmosu naudojamos pusiau laidžios membranos, kurios talpinamos į aukštam slėgiui atsparius korpusus, aukšto slėgio siurbiai, valdikliai, vandens laidumo matavimo elektrodai ir kita įranga.

Kiekybiškai osmoso procesą charakterizuoja osmosinis slėgis p , kuris pagal Vant-Goffo teoriją tiesiogiai proporcingas druskų koncentracijai vandenyje C ir absoliutinei tirpalo temperatūrai T :

$$p = iRTC/M, \quad (1)$$

čia i – Vant-Goffo koeficientas; M – ištirpusios medžiagos 1 molio masė; R – universali dujų pastovioji.

$$i = 1 + \alpha, \quad (2)$$

čia α – ištirpusios medžiagos disociacijos laipsnis.

Pagal šią lygtį natrio chlorido (NaCl) tirpalo, kurio koncentracija 35g/kg, temperatūra $t = 20^\circ\text{C}$, osmosinis slėgis yra: $p = 1,8 \cdot 0,082 \cdot 293 \cdot 35 / 58,5 = 2,58 \text{ MPa}$.

Apdorojant didelės mineralizacijos vandenį atbuliniu osmosu, reikia sukurti slėgį, kuris viršytų osmosinį ir priverstų vandens molekules tekėti per pusiau laidžią membraną kryptimi, priešinga tiesioginiam osmosui, tai yra, iš didelės mineralizacijos vandens į gryno vandens skyrių.

Lyginant su kitais vandens demineralizavimo būdais, atbulinis osmosas yra efektyvesnis ir ekonomiškesnis. Bet siekiant prailginti pusiau laidžių membranų tarnavimo laiką, būtina demineralizuojamą vandenį prieš tai papildomai apdoroti (filtruoti, minkštinti). Atbulinio osmoso membranos ypač jautrios kietumo jonams, chlorui, geležei. Po atbulinio osmoso vanduo 80-90 procentų išsivalo nuo druskų.

Nežiūrint į tai, kad atbulinį osmosą charakterizuoja gana paprasti procesai, iki šiol nėra vieningos nuomonės dėl molekulių perėjimo per membranas mechanizmo. Nors daugelis tyrinėtojų palaiko hiperfiltravimo hipotezę. Pagal ją, pusiau laidžioje membranoje yra poros, kurių skersmuo pakankamas, kad pro jas praeitų vandens molekulės, bet per mažos, kad praeitų ištirpusių druskų jonai ir molekulės. Tai reiškia, kad proceso efektyvumą nusako membranos savybės (selektyvumas, cheminis atsparumas, mechaninis stiprumas). Dažniausiai naudojamos polimerinės membranos iš celiuliozės acetatų. Atbulinio osmoso įrengimai dirba esant 5 MPa ir didesniai slėgiui. Pagal tai skiriamos aukšto slėgio iki 50 atm. ir žemo slėgio iki 20 atm. membranos.

Išvados

1. Beveik visose šalyse vietoje geriamojo vandens naudojamas papildomai apruoštas paviršinis atvirų telkinių vanduo, Lietuvoje - požeminis vanduo. Reikalavimai geriamam vandeniui yra reglamentuojami pagal GOST 2874 – 82. Kiekvienos pramonės šakos technologiniams procesams naudojamam vandeniui keliama papildomi reikalavimai. Vanduo, naudojamas vandens kaitinimo katilams ar garo generatoriams, turi būti dar geresnės kokybės.

2. Vandens priemaišų susidarymą įtakoja: magistralinių vamzdynų neatsparumas korozijai (pagrindė vamzdynai yra iš metalo); piko valandos, kai vandens suvartojimas staigiai padidėja; tinklų remontas, kai remonto metu nuo smūgių atskyta rūdys.

3. Labiausiai paplitęs vandens apdorojimo būdas yra minkštinimas. Siekiant suminkštinti kietą vandenį, reikia iš jo pašalinti kalcio ir magnio druskas.

4. Šiuolaikiniai minkštintuvai veikia jonų mainų principu. Visą minkštiklio darbą valdo valdiklis su mikroprocesorium. Komplektuojami vieno filtro Simplex, dviejų filtrų ir dviejų valdančiųjų vožtuvų Duplex bei dviejų filtrų ir vieno valdančiojo vožtuvo Twin minkštintuvai. Pramonėje naudojami minkštintuvai su membraniniais pneumatiniais ar hidrauliniiais vožtuvais, kurie užtikrina proceso stabilumą ir plačias valdymo galimybes. Procesą kontroliuoja programuojami valdikliai su mikroprocesorium (plačiai naudojami firmos Siemens mikroprocesoriai).

Literatūra

1. Mokrik R., Mažeika J. Hidrogeochemija. Vilnius: Vilniaus universitetas leidykla, 2006.
2. Sakalauskas A., Šulga V., Jankauskas J. Vandentieka, vandens ruošimas. Vilnius: Technika, 2008.
3. STR 2.02.04:2004. 2004. Prieiga per Internetą: <<http://www3.lrs.lt/pls/inter3/oldsearch.preps2?Condition1=236673&Condition2=>>>
4. ES Geriamo vandens direktyvos 98/83/EEC. 1998. Prieiga per Internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:04:31998L0083:LT:PDF>>
5. Lietuvos higienos norma HN 24:2003. 2008. Prieiga per Internetą: <http://www.am.lt/VI/article.php3?article_id=8252>

TYPES OF WATER AND CORRECTION METHODS OF WATER CHARACTERISTICS

Summary

Water is relatively cheap, therefore widely used in the industrial world. Due to physical properties, especially boiling temperature, specific heat, latent heat of vaporization, water is an effective thermal energy carrier. However, any water, even the good quality drinking water has many impurities. Water has a variety of metal ions, dissolved mineral salts, gas and organic matter, colloids and bacteria. When the water does not meet iron, manganese, colour, smell, turbidity hygiene standards, all of these impurities can cause many problems, especially when water is used for food or as a thermal energy carrier. Problems can occur due to metal corrosion, scale formation on heat exchange surfaces and particle accumulation in water.

Keywords: impurities in the water, water of dug wells, water softening, water demineralization.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Baltušnikienė Rita.

Mokslo laipsnis ir vardas: -.

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos, statybos fakulteto statybos katedros lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 655 064 48, baltusnikiene@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Rita Baltusnikiene.

Science degree and name: -.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty Of Civil Engineering, Department Of Civil Engineering, lecturer.

Author's research interests: Manufacturing Technologies, Methodology Of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: +370 655 06448, baltusnikiene@gmail.com

INOVATYVIŲ EISMO SAUGUMO PRIEMONIŲ ŽIEDINĖSE SANKRYŽOSE ANALIZĖ IR GALIMOS SPRENDINIŲ ALTERNATYVOS

Benas Berkmonas^{*,} Saulius Vingrys^{**}**

** Kauno technikos kolegija, ** UAB „Kelprojektas“*

Anotacija

Spartėjant automobilizacijos lygiui, kartu didėja ir eismo saugumo reikalavimai keliams, ir jų elementams. Atsižvelgiant į eismo įvykių statistiką, galima teigti jog viena iš pagrindinių eismo nelaimių priežasčių yra susidūrimai. Kaip taisyklė, šie eismo įvykiai dažniausiai įvyksta sankryžose, nuovažose, eismo srautų susikirtimo vietose. Šių eismo įvykių mažinimui paskutinių metų Lietuvoje plačiai diegiamos eismo saugumo inžinerinės priemonės. Viena iš priemonių esamų sankryžų rekonstravimas ir pertvarkymas į žiedines sankryžas. Šio tipo sankryžos laikomos vienos saugiausių vieno lygio sankryžų, tačiau kuomet vyrauja didelis eismo intensyvumas, iškyla problemų dėl eismo pralaidumo, sugaištama daugiau laiko šioms sankryžoms pravažiuoti. Olandijos specialistai atliko tyrimus ir pasiūlė naujo tipo kintamo eismo juostų skaičiaus žiedinių sankryžų schemą. Šio tipo sankryžos pralaidumą galima padidinti iki 1,5 karto lyginant su paprasta žiedine sankryža.

Raktiniai žodžiai: eismo saugumas, vieno lygio sankryžos, konfliktiniai taškai, turbo žiedinės sankryžos, eismo intensyvumas.

Išvadas

Sparčiai didėjantis automobilizacijos lygis Lietuvoje sukelia daug problemų eismo saugumui. Per paskutinius 10 metų transporto priemonių nuo 1 334 544 (2000 m) išaugo beveik 50% iki 1 963 055 (2009 m). Atsivėrus Europos sąjungos sienoms taip pat padidėjo ir tranzitinio transporto kertančio Lietuvos respubliką intensyvumas. Eismo saugumo situacija iki 2006-2007 metų augo kartu su didėjančiu transporto priemonių skaičiumi. Buvo imtasi visų įmanomų priemonių šią situaciją pakeisti kardinaliai. Didelis dėmesys skiriamas techninėms eismo saugą gerinančioms priemonėms diegti, griežtinamos prevencinės bei kardomosios priemonės, vykdoma švietėjiška veikla. Visos šios priemonės pasiteisino, ir nuo 2007 metų eismo įvykių skaičius keliuose sumažėjo nuo 6448 iki 3625 eismo įvykių 2010 metais. Inžinerinių eismo saugumo priemonių diegimas ženkliai prisidėjo prie šių pokyčių. Nors šie skaičiai džiugina, tačiau tarp Europos sąjungos šalių Lietuva išlieka viena iš nesaugiausių šalių šiuo požiūriu. Eismo įvykiai Lietuvoje skirstomi į 6 pagrindines rūšis: užvažiavimas ant pėsčiojo, susidūrimas, užvažiavimas ant dviratininkų, apvirtimas, užvažiavimas ant kliūtis ir kiti eismo įvykiai, kurie nepatenka į minėtas rūšis. Didžiausią dalį pagal šias rūšis 2010 metais sudarė užvažiavimas ant pėsčiųjų 35,1% ir susidūrimai 34,9% (Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos 2011 pateikta statistika). Taigi šios dvi problemos yra pačios opiausios, siekiant sumažinti eismo įvykių ir juose sužeistų bei žuvusiųjų skaičių. Šiame straipsnyje nagrinėjama sankryžų įtaka eismo saugumo gerinimui. Pateikiami saugiausių sankryžų pavyzdžiai, naujų sankryžų tipų panaudojimo galimybės Lietuvos keliuose.

Tyrimo objektas – žiedinės sankryžos eismo saugumo priemonės.

Tyrimo tikslas – atlikti inovatyvių eismo saugumo žiedinėse sankryžose priemonių ir galimų sprendimų alternatyvų analizę.

Tyrimo uždaviniai:

1. Nustatyti avaringumo sankryžose priežastis;
2. Išanalizuoti vieno lygio sankryžas;
3. Išanalizuoti kintamo eismo juostų skaičiaus (turbo) žiedinės sankryžos įtaką eismo sąlygoms.

Tyrimo metodai: aprašomasis (esamos situacijos analizė), vizualinio stebėjimo metodas, loginis apibendrinimas.

1. Vieno lygio sankryžų schemas

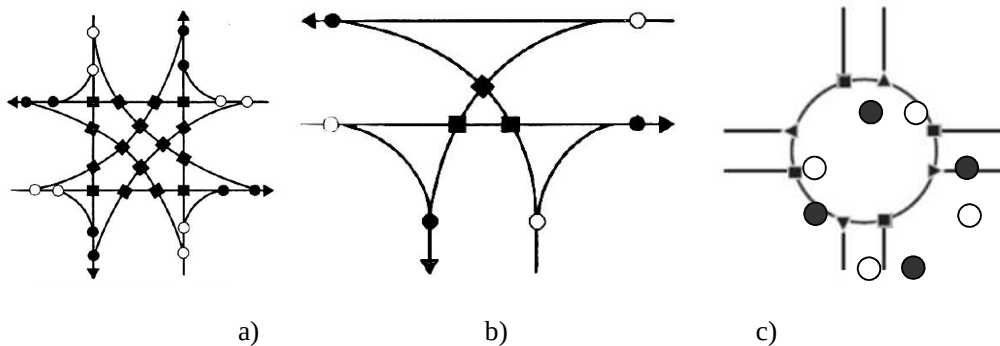
Eismo saugumo požiūriu silpniausia vieta kelyje yra sankryžos. Šiose vietose avaringumas žymiai didesnis, nei lygiose kelio ruožuose, nes būtent šiose vietose kertasi transporto bei pėsčiųjų ir dviračių srautai. Projektuojant vieno lygio sankryžas atsižvelgiama į šiuo metu galiojančias statybos rekomendacija R 36-01 „Automobilių kelių sankryžos“ pirmas leidimas. Šiose normose patiekiamos keturios pagrindinių sankryžos formų modifikacijos (1 lentelė).

Vieno lygio sankryžų pagrindinės formos

Pagrindinė forma	Išsijungimas	Susikirtimas
Kelių su dviem eismo juostomis sankryža		
I Kelių su dviem važiuojamosiomis dalimis ir dviem eismo juostomis sankryža (laikinos sankryžos I kategorijos keliuose)		
II Kelių su dviem eismo juostomis sankryža, kai pertraukiama šalutinio kelio trasa		
V Žiedinė sankryža		
Pastaba. Galimos lėtėjimo ir greitėjimo juostos dešiniems posūkiams I ir III pagrindinėse formose sąlyginai neparodytos. ¹⁾ Galimos papildomos eismo juostos kairiesiems posūkiams.		

Šaltinis: Statybos rekomendacijos R 36-01 „Automobilių kelių sankryžos“

Transporto eismo konfliktinių situacijų vietos yra ten, kur susikerta, susilieja arba atsišakoja automobilių srautų judėjimo trajektorijos. Transporto srautų judėjimo sudėtingumas ir pavojingumas sankryžoje skirtingomis kryptimis apibrėžiamas konfliktiniais taškais. Jų zonos charakterizuojamos transporto priemonių prastovų laiko ilgėjimu ir eismo įvykių tikimybės didėjimu (Paliulis, 2007: 37).



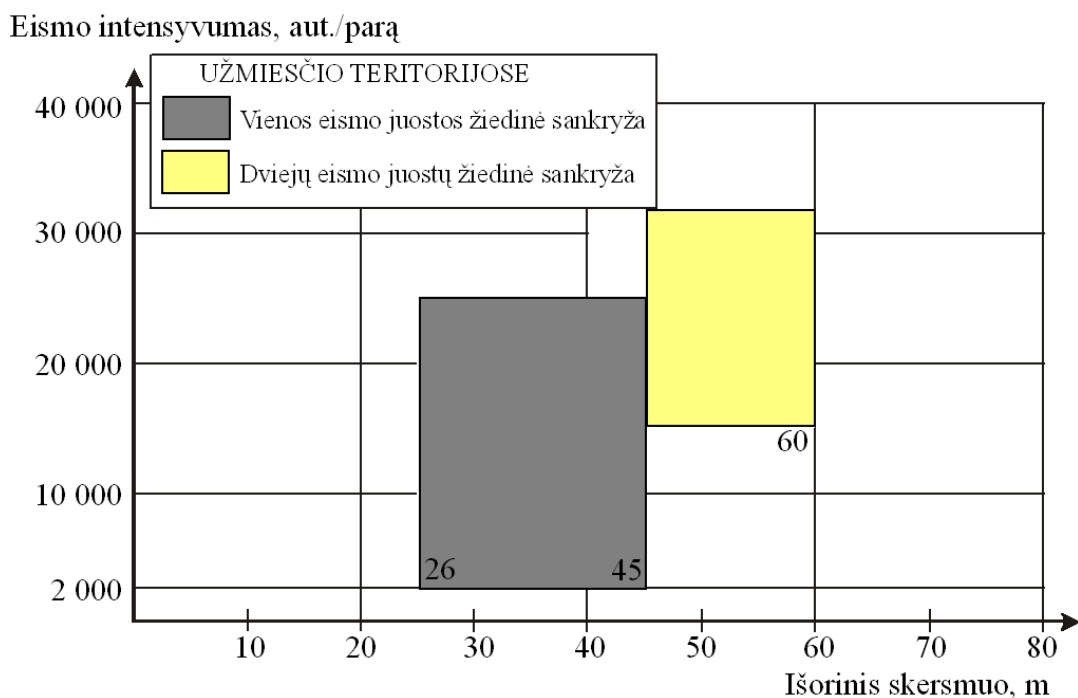
○ - atsišakojimo taškai, ■ - susiliejimo taškai, ● - susikirtimo taškai

a) keturšalė vieno lygio sankryža, b) trišalė vieno lygio sankryža, c) žiedinė vieno lygio sankryža

1 pav. Konfliktiniai taškai nereguliuojamose sankryžose

Šaltinis: Paliulis, 2007:39

Dėl konfliktinių taškų skaičiaus sankryžoje padidėja eismo įvykių tikimybė, taigi galima teigti, jog sankryžoje, kurioje yra mažiau konfliktinių taškų eismo saugumo lygis didesnis. Remiantis šiuo rodikliu keturšalė sankryža turi 16 susikirtimo konfliktinių taškų, ir po 8 susilieimo, bei atsišakojimo konfliktinius taškus. Iš viso šio tipo sankryžoje yra 32 konfliktiniai taškai. Trišalė sankryža šiuo požiūriu iš viso turi 9 konfliktinius taškus po 3 susikirtimo, susilieimo ir atsišakojimo konfliktinius taškus. Vienos juostos nedidelio skersmens žiedinė sankryža turi tik 8 konfliktinius taškus, po 4 susilieimo ir atsišakojimo konfliktinius taškus. Šiuo metu projektuojamos ir statomos nedidelio skersmens (16–45 metrų) žiedinės sankryžos. Šių matmenų sankryžos pradėtos taikyti Lietuvoje 1998 metais. Pirmoji mažo skersmens žiedinė sankryža suprojektuota ir pastatyta prie Kėdainių. Nuo ankstesniais metais taikytų žiedinių sankryžų jos skiriasi tuo, jog seno tipo žiedinės sankryžos buvo projektuojamos kelių eismo juostų ir didelio skersmens. Seno tipo sankryžose buvo išvystomas didelis greitis, kai kuriais atvejais net iki 70 km/h, dėl ko eismo saugumas tokio tipo sankryžose sumažėdavo. Taip pat naujo tipo žiedinės sankryžos įvažiavimo ir išvažiavimo trajektorijos projektuojamos kiek įmanoma statesniu kampu, įvažiavimo ir išvažiavimo plotai numatomi kiek galima siauresni, jog būtų išvengta galimybės įvažiuoti į sankryžą kelioms automobilių eilėms vienu metu. Esant mažam sankryžos skersmeniui, sankryža pravažiuojama ne didesniu kaip 30 km/h greičių, tada net ir įvykus eismo įvykiui, apgadinami tik automobiliai, tačiau žmonės nesužalojami. Žiedinėse sankryžose saugu ir patogiu organizuoti pėsčiųjų ir dviračių eismą skersai kelio. Šiuo metu naujo tipo mažo skersmens žiedinių sankryžų užmiesčio keliuose įrengta jau apie 30. Visose vietose, kuriose buvo įrengtos šios sankryžos eismo įvykių skaičius sumažėjo 95%. Atlikus tyrimus buvo nustatyti tik 3 atvejai, kuomet žiedinėse sankryžose įvyko įskaitiniai eismo įvykiai, kurių metu buvo nesunkiai sužaloji žmonės. Mažų žiedinių sankryžų pralaidumas, priklausomai nuo sankryžos skersmens (2 pav.)



2 pav. Sankryžos išorinio skersmens priklausomybė nuo eismo intensyvumo

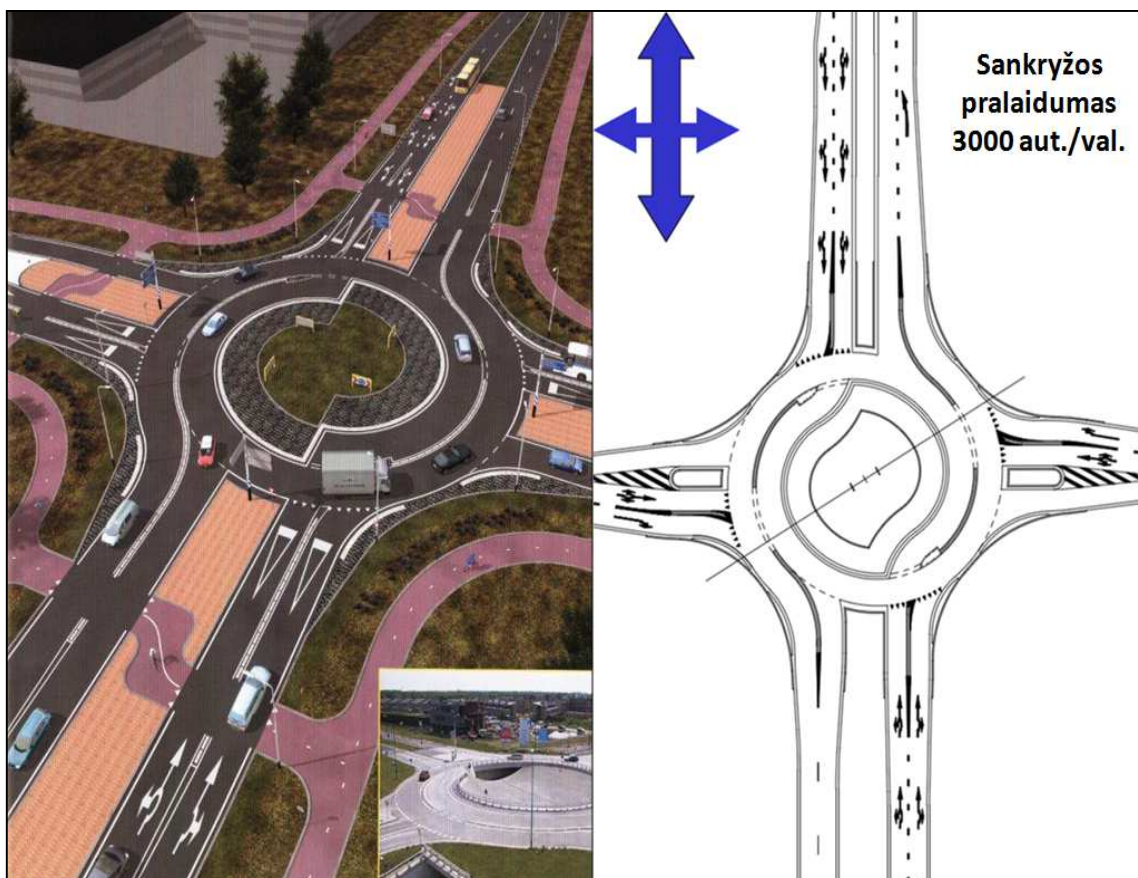
Šaltinis: R ISEP 10, 2010:59

Jeigu eismo intensyvumas aukštas visomis sankryžos kryptimis, vietoje žiedinių sankryžų, gali būti rengiamos naujo tipo kintamo eismo juostų skaičiaus (turbo) žiedinės sankryžos. Šio tipo sankryžos yra vienos iš inovatyviausių kelių infrastruktūros elementų. Jų pralaidumas stipriai lenkia paprastas žiedines sankryžas. Eismo pralaidumas priklausomai nuo juostų skaičiaus svyruoja nuo 65 000 iki 100 000 aut./parą.

2. Kintamo eismo juostų skaičiaus (turbo) žiedinės sankryžos

Šio tipo žiedinės sankryžas galima vadinti saugesne alternatyva dviejų eismo juostų žiedams. „Turbo“ žiedinių sankryžų pradininkais yra laikomi Olandijos mokslininkai bei inžinieriai, kurie dėl dviejų eismo juostų žiedinių sankryžų netenkinamų eismo saugumo rodiklių pradėjo ieškoti sprendinio

užtikrinančio pakankamai didelį eismo pralaidumą ir panašų eismo saugumo lygį kaip ir vienos eismo juostos žiedinių sankryžų. Pirmoji „Turbo“ žiedinė sankryža Olandijoje buvo pastatyta 2000 m. ir nuo to laiko šioje šalyje jų yra įrengta daugiau negu 70. Tuo tarpu dviejų eismo juostų žiedinės sankryžos šioje šalyje daugiau nebeprojektuojamos, o esančios - rekonstruojamos į „Turbo“ žiedines sankryžas. Olandijos naujoviškų žiedinių sankryžų įrengimo patirtimi netrukus pradėjo naudotis Vokietija, Lenkija bei kelios kitos Europos valstybės. Lietuvoje, ties Šiauliais, 2010 metų pabaigoje taip pat pastatyta pirmoji kintamo eismo juostų skaičiaus žiedinė sankryža ir laikui bėgant šio tipo sankryžų mūsų šalies keliuose daugės.



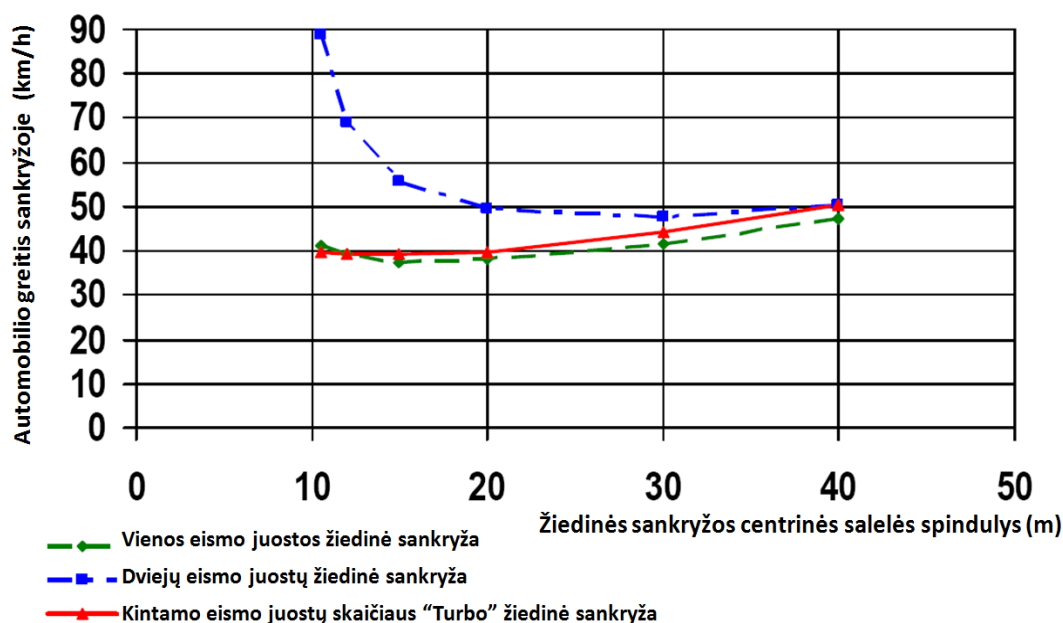
3 pav. Kintamo eismo juostų skaičiaus „Turbo“ žiedinės sankryžos schema

Šaltinis: „Turbo kreisverkehr“ Provincie Zuid Holland 2007

„Turbo“ žiedinių sankryžų pagrindinės savybės:

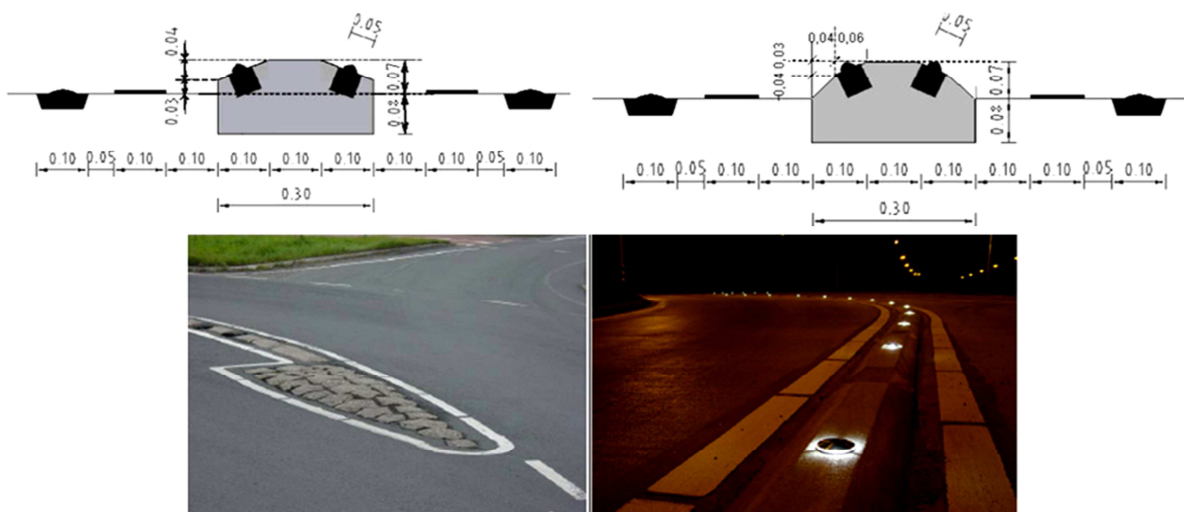
- šio tipo sankryžos turi daugiau negu vieną eismo juostą;
- prieš įvažiuojant į sankryžą vairuotojai privalo pasirinkti reikiamą eismo juostą;
- iškilūs bortai žiedinėje sankryžoje apriboja galimybę keisti eismo juostą žiedinėje sankryžoje;
- sankryžoje kelio ašys į žiedą įsilieja stačiu kampu.

Pagrindiniai elementai, dėl kurių „Turbo“ žiedinė sankryža skiriasi nuo dviejų eismo juostų žiedo yra ypatinga geometrija ir iškilų bortų įrengimas. Dėl šių skirtumų „Turbo“ žieduose vyrauja mažesni greičiai, kas suteikia šio tipo sankryžai didesnį pralaidumą bei geresnius eismo saugumo rodiklius lyginant su dviejų eismo juostų žiedinėmis sankryžomis. Kintamo eismo juostų skaičiaus žiedinės sankryžos pasižymi tuo, kad prastovos piko metu joje yra mažesnės negu šviesoforu reguliuojamose sankryžose, užimamas žemės plotas yra panašus (lyginant su keturšale sankryža su dviem įvažiavimo ir išvažiavimo juostomis), o įrengimo kaina nors ir yra šiek tiek didesnė, tačiau „Turbo“ žiedinių sankryžų ekonominio atsiperkamumo rodikliai yra geresni.



4 pav. Įvairių žiedinių sankryžų tipų važiavimo greičių priklausomybę nuo centrinės salelės dydžio
Šaltinis: „Roundabouts – Application and Design“ Ministry of Transport 2009

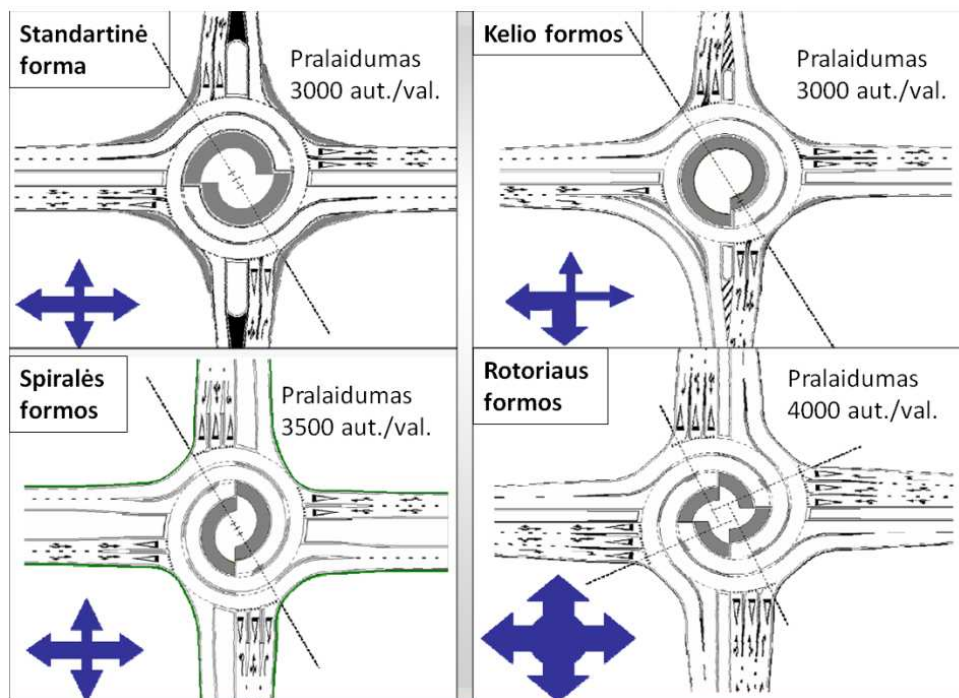
Tiek Vokietijoje, tiek Lenkijoje pirmieji įrengti „Turbo“ žiedai nebuvo visiškai atitinkantys Olandijoje projektuojamų žiedinių sankryžų. Dėl didesnio sniego kiekio ir sudėtingesnių priežiūros sąlygų žiemos metu šiose valstybėse buvo nuspręsta neįrengti eismo juostas atskiriančių iškilių bortų. (Žiedinė sankryža buvo žymima tik horizontaliu ženkliniu). Šis sprendimas nepasiteisino – eismo įvykių statistika buvo tik nežymiai geresnė negu dviejų eismo juostų žiedinių sankryžų, horizontalų dangos žymėjimą reikėjo reguliariai atnaujinti, o eismas žiede ne visada vykdavo tvarkingai. Todėl šiose valstybėse palaipsniui yra grįžtama prie „Turbo“ sankryžų su šiek tiek patobulintais iškiliais bortais, pritaikytais sniego valymui. Lietuvoje situacija analogiška - pirmojoje „Turbo“ žiedinėje sankryžoje ties Šiauliais, eismas šiuo metu yra organizuojamas horizontaliu dangos žymėjimu, tačiau artimiausiu metu planuojama įrengti iškilius eismo juostas skiriančius bortus.



5 pav. Eismo juostas atskiriantys elementai „Turbo“ žiedinėje sankryžoje
Šaltinis: „Roundabouts – Application and Design“ Ministry of Transport 2009

„Turbo“ žiedinių sankryžų konfigūracijų įvairovė yra pakankamai didelė. Jų yra įvairių tipų, o pagrindinis rodiklis pagal kurį parenkama atitinkama „Turbo“ žiedo geometrija yra eismo srauto pasiskirstymas piko metu. Prieš projektuojant sankryžą svarbu nustatyti mazgo eismo intensyvumą ir

patikrinti ar sankryžos pralaidumo užtikrinimui neužtektų vienos eismo juostos žiedinės sankryžos. Tinkamai įrengta mažoji vienos eismo juostos žiedinė sankryža (žiedo skersmuo 26,0 – 40,0 m.) gali užtikrinti apie 2000 – 2500 aut./val. eismo pralaidumą. Užsienio šalyse yra paplitusi praktika kuomet pirmajam kelio eksploatacijos periodui įrengiama vienos eismo juostos žiedinė sankryža, o vėliau, kuomet padidėja eismo intensyvumas, ji rekonstruojama į kintamo eismo juostų skaičiaus „Turbo“ žiedinę sankryžą.



6 pav. „Turbo“ žiedinių sankryžų formų pavyzdžiai

Šaltinis: „Roundabouts – Application and Design“ Ministry of Transport 2009

Išvados

1. Susidūrimai sudaro 34,9 % visų eismo įvykių. Dažniausiai jie vyksta ten, kur susikerta transporto srantai, todėl sankryžų rekonstravimas, jų modernizavimas siekiant padidinti eismo saugumą yra vienas iš pagrindinių šiandienos uždavinių.
2. Esamos vieno lygio sankryžų formos ne visada užtikrina saugų, bei patogų eismą, ypač kuomet vyrauja didelis eismo intensyvumas, todėl būtina ieškota naujų sankryžų schemų atsižvelgiant į jų pralaidumą.
3. Kintamo eismo juostų skaičiaus „Turbo“ žiedinės sankryžos yra inovatyvus inžinerinis sprendimas, pasiteisinęs užsienio šalyse bei užtikrinantis du svarbiausius sankryžos funkcionavimo parametrus - didelį eismo pralaidumą ir geras eismo saugumo sąlygas.
4. Kol kas sunku pasakyti ar „Turbo“ žiedinių sankryžų įrengimas vadovaujantis Olandijos patirtimi pasiteisins Lietuvoje, gali tekti modifikuoti kai kurių elementų parametrus pritaikant juos prie mūsų šalies eismo sąlygų ir vairuotojų mentaliteto. Šiuo metu dėl patirties trūkumo daugiausiai sunkumų kyla su specifiniu šio tipo sankryžų elementų įrengimu ir eksploatacija.

Literatūra

1. Gražvydas-Mykolas Paliulis „Eismo inžinerija“ Mokomoji knyga, Vilnius „Technika“, 2007;
2. Inžinerinių saugaus eismo priemonių projektavimo ir naudojimo rekomendacijos R ISEP 10, Vilnius 2010;
3. Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje, 2006-2009 m., Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, Vilnius 2010;
4. Kintamo eismo juostų skaičiaus „Turbo“ žiedinių sankryžų projektavimo pagrindai „Turbo kreisverkehr“ Provincie Zuid Holland 2007;
5. Kintamo eismo juostų skaičiaus „Turbo“ žiedinių sankryžų įrengimo žinynas „Roundabouts – Application and Design“ Ministry of Transport 2009.
6. Statybos rekomendacijos R 36-01 „Automobilių kelių sankryžos“ Pirmasis leidimas, Vilnius 2001;
7. SUPREME Valstybinių narių geriausios patirties saugaus kelių eismo srityje santrauka ir leidinys „Saugaus kelių eismo geriausia patirtis“, 2007;

ANALYSIS OF INNOVATIVE TRAFFIC SAFETY MEASURES IN ROUNDABOUTS AND POSSIBLE SOLUTIONS' OPTIONS

Summary

A fast developing road network and growing amount of vehicles requires advanced level of road safety engineering. Improving safety of road infrastructure would benefit countries social and economical development. One of the main reasons of fatal accidents is head on collisions and these types of accidents usually happen at intersections. To decrease the number of collisions at intersections in Lithuania a lot of attention is aimed at installing road safety elements and improving current situation. Roundabouts are modern solutions for solving safety problems. The implementation of roundabouts in most dangerous intersections was a key element that brought about many promising and positive results in this field. Since 1998, when the first modern roundabout was built in Lithuania, around 40 more of these engineering structures have been constructed. And now a new stage of roundabout design in Lithuania has started. First „Turbo” roundabout has been constructed near Siauliai. Some projects have been completed with „Turbo” roundabouts and the number of these types of roundabouts will grow steadily at intersections with a higher volume were one lane roundabouts would not ensure the required level of service. The paper describes general intersection design knowledge and the Dutch experience that could be used in Lithuanian driving and weather conditions.

Keywords: traffic safety, single-level intersections, conflict points, „Turbo” roundabouts, traffic intensity.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Benas Berkmonas.

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras.

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos, statybos fakulteto asistentas, UAB „Kelprojektas“ Projekto vadovas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: automobilių kelių projektavimas, eismo saugumas.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 684 12923, benas.keliai@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Saulius Vingrys.

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras.

Darbo vietą ir poziciją: UAB „Kelprojektas“ grupės vadovas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: automobilių kelių projektavimas, eismo saugumas.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 678 37793, saulius.vingrys@kelprojektas.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Benas Berkmonas.

Science degree and name: Master Degree.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty Of Civil Engineering, Department Of Civil Engineering, Assistant.

Author's research interests: Road Design And Road Safety Processes.

Telephone and e-mail address: +370 684 12923, benas.keliai@gmail.com

Author name, surname: Saulius Vingrys.

Science degree and name: Master Degree.

Workplace and position: Joint Stock Company “Kelprojektas” Head of Traffic Engineering Group.

Author's research interests: Road design and road safety processes.

Telephone and e-mail address: +370 678 37793, saulius.vingrys@kelprojektas.lt

STATINĖS ELEKTROS IŠLYDŽIŲ ĮTAKA AUKŠTOSIOS ĮTAMPOS PASTOČIŲ MIKROPROCESORINĖMS SISTEMOMS

Nerijus Baršiukaitis, Anatolijus Drabatiukas

Kauno technikos kolegija

Anotacija

Sparčiai didėjant elektroninės ir mikroprocesorinės įrangos kiekiui, aukštosios įtampos transformatorių pastotėse vis dažniau iškyla apsaugos nuo statinės elektros problema. Pastotės aptarnaujančio personalo statinės elektros potencialas gali siekti iki kelių kV ir tai gali turėti neigiamą poveikį pastotės elektroninių techninių sistemų darbui. Kai kuriais atvejais statinės elektros išlydis gali traumuoti dirbantį žmogų. Straipsnyje pateikiama sąlygų, turinčių įtakos žmogaus kūno potencialo dydžiui analizė.

Reikšminiai žodžiai: statinė elektra, statinės elektros išlydis, elektrostatinis krūvis, elektromagnetinis suderinamumas, kibirkštinis išlydis.

Įvadas

Aukštosios įtampos transformatorių pastotės yra sudėtingas objektas, kadangi galios įrenginių pažeidimas gali sukelti gana sunkias pasekmes. Siekiant užtikrinti patikimą pastotės darbą, būtina įvertinti įvairius veiksnius tarp jų ir techninių priemonių elektromagnetinį suderinamumą (TPEMS). TPEMS nusakomas dviem dedamosiomis: atsparumu trikdžiams ir elektromagnetine aplinka objekte. Aukštos įtampos pastotėse dažniausiai elektromagnetinė aplinka charakterizuojama kaip sunki ir apibūdinama elektromagnetinių reiškinių bei procesų visuma. Viena elektromagnetinės aplinkos dedamoji yra elektrostatiniai krūviai, kurie negatyviai veikia elektroninių techninių priemonių darbą [1]. Statinės elektros problema aktuali ir gamyboje, kur elektrostatiniai krūviai gali sukelti gaisrus arba sprogius bei išderinti technologinius procesus.

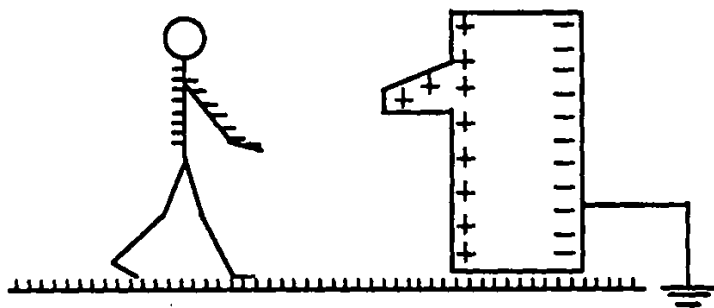
Tyrimo objektas – statinės elektros išlydžių atsiradimo priežastys ir poveikis aukštos įtampos pastočių mikroprocesorinėms sistemoms.

Tyrimo tikslas – išnagrinėti statinės elektros išlydžių įtaką elektros įrangai su mikroprocesorine elementine baze, bei jų priklausomybę nuo aplinkos veiksnių.

1. Elektrostatinė žmogaus aplinka

Vykstant statiniam išlydžiui, dažniausiai sutrinka didelio greičio skaitmeninių mazgų ar skaitmeninių interfeisų elementų darbas. Ypač pavojingas tokių krūvių poveikis yra neapsaugotiems aparatūros mazgams. Todėl vykdant bet kokius remontinius arba derinimo darbus būtina laikytis elektrostatinės saugos taisyklių.

Pastotėse elektrostatiniai krūviai atsiranda vykstant elektrizavimui trintimi, žmogaus kūno kontaktu su įvairiais daiktais: kėde, stalu, grindimis ar apranga kaip pavaizduota 1 paveiksle.



1 pav. Žmogaus kūno elektrizavimas indukcijos keliu

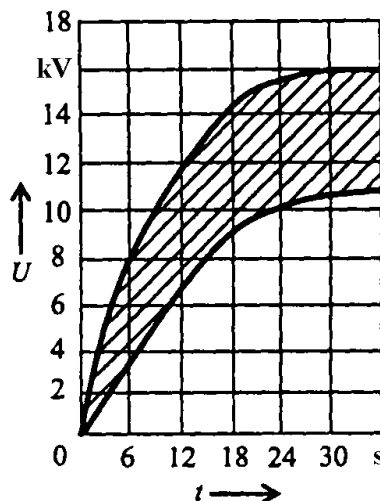
Žmogaus atveju elektrizacijos lygis nusakomas įtampa žemės atžvilgiu:

$$U = Q/C; \quad (1)$$

čia Q – elektrostatinis krūvis žmogaus kūne; C – žmogaus talpa žemės atžvilgiu.

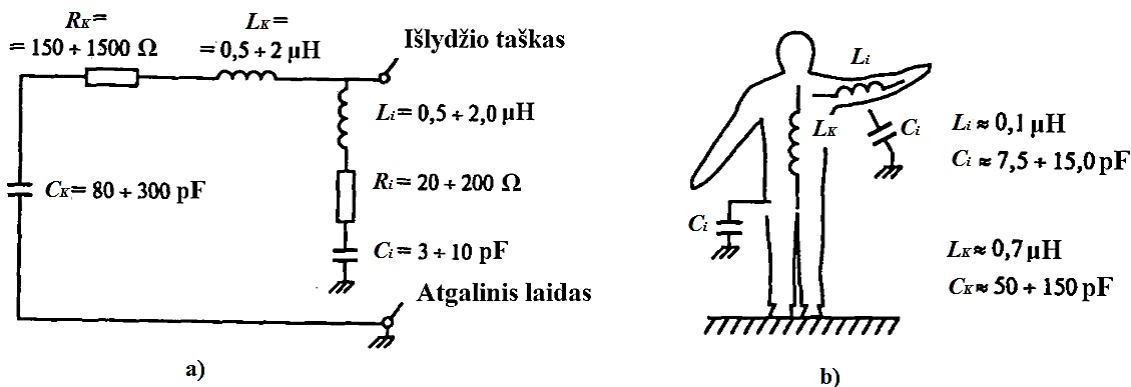
Žmogaus talpa žemės atžvilgiu priklauso nuo kūno atstumo iki įžemintų daiktų bei grindų. Kaip bato pado storis 5 – 10 mm talpa paprastai būna 70 – 250 pF. Jeigu žmogus užkrovimo metu keičia padėtį, kartu keičiasi ir talpa supančių daiktų atžvilgiu. Pavyzdžiui sėdinčio žmogaus talpa 20 – 35 pF didesnė negu stovinčio žmogaus. Skaičiavimuose ji priimama $C = 150$ pF.

Sukauptą energiją žmoguje gali viršyti 1 mJ. Laikoma, kad žmogaus aktyvioji varža statinės elektros išlydžio metu yra 500 – 1500 Ω . Maksimalios elektrostatinės įtampos, kuri atsiranda žmogaus kūne, kitimo grafikas pateiktas 2 paveiksle.



2 pav. Įtampa ant žmogaus kūno pažeidus grindų izoliaciją

Kadangi žmogus yra pagrindinis statinio krūvio generatorius darbo zonoje, todėl individualios elektromagnetinio suderinamumo priemonės yra bet kurios antistatinės programos vienas iš pagrindinių punktų. Išlydžio nuo žmogaus kūno supaprastinta ekvivalentinė schema, leidžianti nagrinėti elektrostatinį išlydį matematiniu būdu, pateikta 3 paveiksle.



3 pav. Elektrostatinio išlydžio modelio nuo žmogaus kūno ekvivalentinė schema:

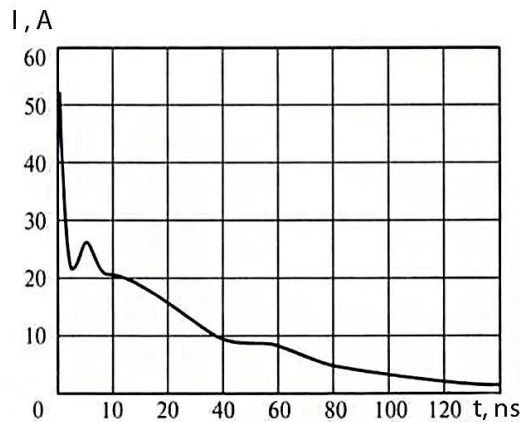
a) elektrostatinio išlydžio naudojant RLC grandinės modelis; b) žmogaus kūno modelis nagrinėjant elektrostatinį išlydį

Laikoma, kad apie 70 % elektroninių komponentų pažaidų statine elektra įvyksta dėl nepatikimo personalo įžeminimo. Elektromagnetinio suderinamumo saugos užtikrinimui darbo vietoje būtina naudoti antistatinės medžiagos ir instrumentą, užtikrinantį patikimą visų įžeminamų elementų įžeminimą. Iš darbo zonos pagal galimybes pašalinti dielektrikus (medžiagas kurių paviršinė varža didesnė kaip 1000 G Ω), kadangi įžeminimas per laidininką krūviui nutekėti yra netikslingas.

Personalo įžeminimas kaip statinio krūvio šaltinio ir nešėjo gali būti įvykdytas: apyrankės sujungtos per 1 M Ω varžą su įžeminimo šyna pagalba; kaip papildoma įžeminimo grandinė gali tarnauti antistatinė medžiaga (kėdė, grindų danga).

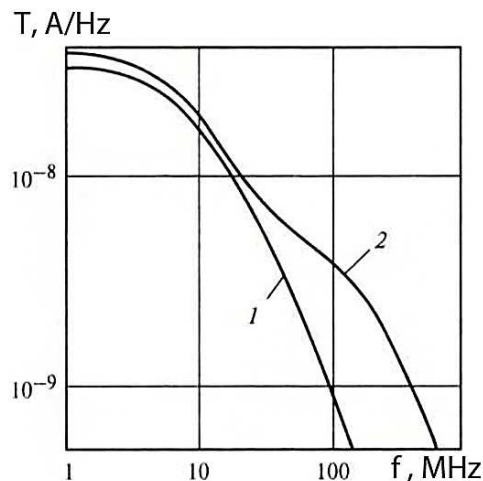
2. Veiksniai turintys įtakos elektrostatinio išlydžio dydžiui

Elektrostatiniai išlydžiai - tai trumpalaikiai procesai su nedideliu energetiniu lygiu. Tokio išlydžio srovė gali sudaryti nuo 100 pA iki keletu μA , o pats krūvis nuo 3 nC iki 5 μC . Nežiūrint į tai, kad šių krūvių trumpalaikis poveikio laikas ir maža energija maža, tikėtina, kad dėl jų poveikio gali atsirasti įvairių problemų elektroninių techninių priemonių darbe [2]. Poveikį elektrotechninėms priemonėms gali turėti tiek srovė, tiek išlydžio įtampa. Kiekvienas statinės elektros išlydis lydimas elektrinių ir magnetinių laukų. Iki 10 cm atstume, elektrinio lauko stipris gali siekti iki 4 kV/m, o 20 cm atstume - iki 1 kV/m. Analogiškai magnetinis laukas bus lygus 15 A/m ir 4 A/m. Kartais išlydžio srovė yra sudaryta iš labai trumpalaikių impulsų, kurie susideda ant pradinės ilgalaikės srovės dalies. Išlydžio srovės išsikrovimo oscilograma nuo žmogaus turinčio 8 kV potencialą pateikiama 4 paveiksle.



4 pav. Tipinė išlydžio nuo žmogaus per metalinį daiktą jo rankose, srovės kreivė

Išankstiniai trumpalaikiai srovės impulsai paprastai atsiranda esant nedidelei įkrovimo įtampai. Analizuojant išlydžio poveikį, kaip trikdžių šaltinį, būtina žinoti ar yra išankstiniai srovės pikai. 5 paveiksle parodyta spektralinė pilnojo išlydžio srovės impulso sudėtis.



5 pav. Statinės elektros išlydžio kreivės spektrinė sudėtis:

T – amplitudžių pasiskirstymo tankis; 1 – ilgalaikė dedamoji; 2 – pilnas impulsas

Trumpalaikių srovės dedamųjų buvimas didina spektralinį tankį didelių dažnių srityje. Tai rodo, kad šios srovės dedamosios yra labai reikšmingos, kadangi dažniausiai trikdžių perdavimas yra aukštadažnis. Jeigu žmogaus įkrovimo potencialas siekia vainikinio išlydžio atsiradimo įtampą, tai išlydžio impulso statusas nusakomas greičiu, kurio įkrautas objektas artėja prie išsikrovimo objekto [3]. Jeigu priartėjimas vyksta labai greitai impulso srovės frontas turi didelį statumą. Dažniausiai statinės elektros išlydžio poveikis gaunamas tuomet kai rankoje yra metalinis daiktas (raktas, atsuktuvus, laidai apyrankė). Šiuo atveju srovės

statusas, kuris nusako indukuotų trikdžių atsiradimą, gali siekti iki 100 A/ns.

Veikiant srovei, puslaidininkiuose gali atsirasti lokalinio išsilydymo zona, o oksiduose susidaryti taškinė kiaurymė iki 1 mikrono diametro. Veikiant įtampai galimas puslaidininkinių kristalų paviršiaus suardymas arba kiauras dielektriko pramušimas [4].

Elektrostatinio krūvio potencialas priklauso nuo: besitrinančių paviršių savybių, besitrinančių paviršių ploto dangos matmenų ir storio, kūnų parametrų ir kontakto būdo.

Tarp kintamų parametrų būtina išskirti drėgmę. Nuo jos priklauso medžiagos savitoji varža (1 lentelė) ir elektrostatinio išlydžio potencialas (2 lentelė).

1 lentelė

Medžiagos savitosios varžos priklausomybė nuo drėgmės

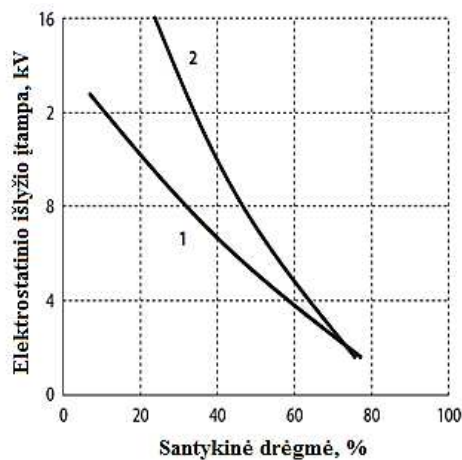
Medžiaga	Savitoji paviršiaus varža, Ω	
	Drėgmė 0%	Drėgmė 100%
Politetraftoretilenas	$5 \cdot 10^{17}$	$3,6 \cdot 10^{12}$
Polistirolas	$5 \cdot 10^{17}$	$8,4 \cdot 10^{11}$
Polietilenas	$5 \cdot 10^{13}$	$1,3 \cdot 10^9$
Nailonas	10^{12}	$3,8 \cdot 10^9$
Lydytas kvarcas	10^{17}	$6,5 \cdot 10^{10}$
Aminoplastas	$6 \cdot 10^{14}$	10^{13}

2 lentelė

Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė nuo drėgmės

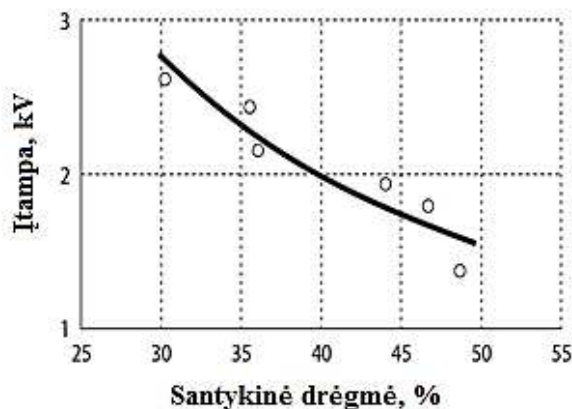
Operacija	Potencialas kV, kaip drėgmė sudaro		
	10%	40%	55%
Ėjimas kilimu	35	15	7,5
Ėjimas viniline danga	12	5	3
Judesiai ant suolo	6	0,8	0,4

Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė einant polivinilchloridu arba gumos danga dengtomis grindimis pavaizduota 6 paveiksle.

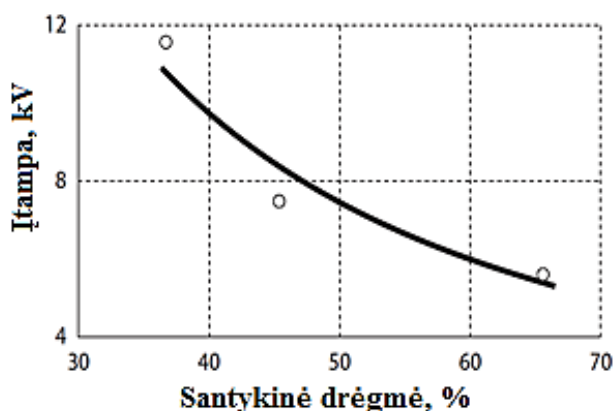


6 pav. Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė einant polivinilchloridu (1) arba gumos danga (2) dengtomis grindimis

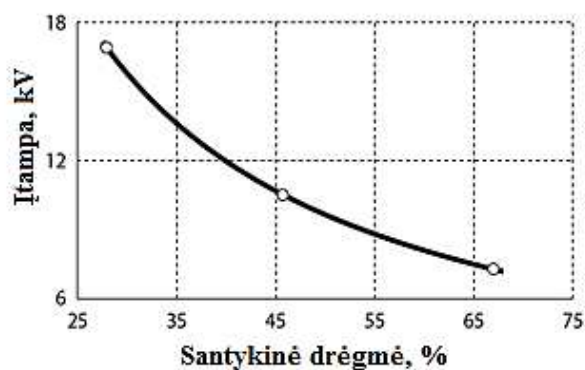
Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė nuo drėgmės uždaroje skirstykloje pateikiama 7 paveiksle.



7 pav. Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė nuo drėgmės uždaroje skirstykloje su falšgrindimis
Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė nuo drėgmės patalpoje su linoleumu pateikiama 8 paveiksle.



8 pav. Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė nuo drėgmės patalpoje su linoleumu
Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė nuo drėgmės patalpoje parketu pateikiama 9 paveiksle.



9 pav. Elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybė nuo drėgmės patalpoje parketu

Tyrimo rezultatai rodo esminę elektrostatinio išlydžio potencialo priklausomybę nuo drėgmės ir besitrinančių paviršių. Realaus bandymo metu buvo nustatyti maksimalūs potencialai, kurie gali atsirasti pastotėse ir turėti įtakos elektromagnetiniam suderinamumui: falšgrindys 2,7 kV; betono danga 3,1 kV; linoleumas 11,3 kV; lakuotas parketas 18,9 kV.

Gautas potencialas sulyginamas su elektrostatinių išlydžių keliamais trikdžiais, tai leidžia nustatyti ar elektroninė aparatūra dirbs be sutrikimų ir ar būtinos papildomos saugos priemonės. Elektrinėms ir aukštosios bei vidutinės įtampos pastotėms yra nustatyti tokie elektrostatinių išlydžių lygiai: 6 kV – esant kontaktiniam išlydžiui; 8 kV esant išlydžiui ore.

Išvados

1. Statinės elektros išlydžiai, aptarnaujant technines priemones, dėl personalo gali siekti iki 16 kV. Išlydžio metu tekanti srovė lengvai patenka į įrenginio korpusą, dėl to atsiranda jautraus elemento pažaida.
2. Statinės elektros išlydžio potencialas yra kintamasis dydis ir priklauso nuo įvairių parametų, padidėjus drėgmei nuo 10 iki 55% potencialas pasikeis apie 15 kartų.
3. Kiekvienu atveju potencialo dydį būtina nustatinėti atskirai, atliekant tyrimus įvertinti drėgnės kitimo ribas, avalynę, aprangą ir kitas sąlygas.

Literatūra

1. А. Ф. Дьяков, И. П. Кужекин, Б. К. Максимов, А. Г. Темников. Электромагнитная совместимость и молниезащита в электроэнергетике. 2011, 45-50.
2. М. И. Горлов. Статическое электричество и полупроводниковая электроника// «Природа». – № 12 – 2006. – С. 27–36.
3. Б. К. Максимов, А. А. Обух. Статическое электричество в промышленности и защита от него. – М.: Энергоатомиздат, 2000.
4. Л. Н. Кечнев, Е. Д. Пожидаев. Защита электронных средств от воздействия статического электричества «Технологии», 2005, 352 с.
5. B. Beaver, D. Powers. Electricity and Magnetism, Grades 6 - 12: Static Electricity, Current Electricity, and Magnets. 2004. 65p.
6. J. J. Lowke. Theory of electrical breakdown in air. Journal of Physics D: Applied Physics 25 (2): (1992), 202–210.

STATIC ELECTRICITY DISCHARGE INFLUENCE IN HIGH VOLTAGE SUBSTATION MICROPROCESSOR SYSTEMS

Summary

Fast growing quantity of electronic and microprocessor equipment in high voltage substations more often rises problems with static electricity. Staff static electricity discharge can rise up to a few kV and that can cause serious problem for equipments. That is why we need to research humidity variation limits and other circumstances.

Key words: static electricity, electrostatical charge, electromagnetical compatibility, spark discharge.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Nerijus Baršiukaitis

Mokslo laipsnis ir vardas: asistentas

Darbo vietą ir poziciją: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto, Energetikos ir elektronikos katedros asistentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 67182643, nerijus0717@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Anatolijus Drabatiukas

Mokslo laipsnis ir vardas: lektorius

Darbo vieta ir pareigos: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Elektromechanikos fakulteto, Energetikos ir elektronikos katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: apsauga nuo elektros srovės ir žaibo

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 656 38671, drabatiukas@yahoo.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Nerijus Baršiukaitis

Science degree and name: an assistant

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Sciences, electromechanics faculty energy and electronics department an assistant.

Author's research interests: methodology of engineering sciences.

Telephone and e-mail address: +370 67182643, nerijus0717@gmail.com

Author name, surname: Anatolijus Drabatiukas

Science degree and name: lecturer

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, electromechanics faculty energy and electronics department, lecturer.

Author's research interests: protection against currents and lightning

Telephone and e-mail address: +370 656 38671, drabatiukas@yahoo.com

LAZERINIO PROFILOGRAFO „DYNATEST 5051 RSP“ PANAUDOJIMAS KELIŲ INŽINERIJOS STUDIJŲ PROGRAMOS STUDENTŲ PRAKTINIŲ ĮGŪDŽIŲ TOBULINIMUI

Mindaugas Dimaitis*, Vytautas Valaitis**

* VŠĮ „Kelių ir transporto tyrimų institutas“, ** VŠĮ Kauno technikos kolegija

Anotacija

Straipsnyje pateikiama informacija apie reikalavimus automobilių kelių dangų kokybei bei svarbiausius dangų kokybinius parametrus. Daugelio iš šių parametrų, tarp jų dangų lygumo matavimui skirtas lazerinis profilografas „DYNATEST 5051 RSP“, sumontuotas automobilio bazėje. Supažindina su lazerinio polirografo galimybėmis ir panaudojimo sritimis. Aptariama galimybė šią modernią įrangą panaudoti mokymo tikslams dėstant tokius Kelių inžinerijos studijų programos dalykus kaip „Kelių tiesimas“ ir „Kelių priežiūra“. Studijų metu studentai praktiškai susipažintų su profilografo konstrukcija ir galimybėmis, išmokytų juo matuoti kelio dangų lygumą, pateikti išvadas apie taikytinas kelio kokybės gerinimo priemones. Straipsnio autorių nuomone įrenginys „DYNATEST 5051 RSP“ gali pasitarnauti kaip inovatyvi Kelių inžinerijos studijų programos relizavimo priemonė, skatinanti studentų praktinių įgūdžių tobulinimą.

Raktiniai žodžiai: profilografas, mikroprofilis, dangos defektai, provėžos.

Įvadas

Automobilių kelių reikšmės visuomenės gyvenime įrodinėti nereikia, visiems žinoma, kad kelių tinklo išvystymas ir kokybė yra kiekvieno krašto ekonominio progreso būtina sąlyga. Transportui tenka svarbus vaidmuo kuriant materialines gėrybes, racionaliai išdėstant teritorijoje gamybines jėgas, tenkinant gyventojų susisiekimo poreikius. LR Kelių įstatyme įtvirtinta atsakomybė už valstybės kelių plėtrą - kelių priežiūros ir plėtos valstybės politikos kryptis nustato Seimas priimdamas įstatymus, o kelių priežiūros ir plėtos valstybės politiką vykdo bei valstybinės reikšmės kelių programas rengia Susisiekimo ministerija. [4]

Lietuvos Respublikos automobilių kelių tinklo tobulinimas vykdomas pagal sudarytą 2002 - 2015 metų Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės kelių priežiūros ir plėtos programą, kurioje numatomi kokybiniai ir kiekybiniai kelių tinklo vystymo rodikliai.

Rengiant 2002–2015 metų Lietuvos valstybinės reikšmės kelių priežiūros ir plėtos programą, buvo išnagrinėta mūsų šalies kelių tinklo struktūra, techninė ir fizinė kelių būklė, kelių tiesimo ir taisymo darbų raida, automobilių kelių finansavimo kitimas, poreikis ir galimybės, kiti faktoriai, nulemiantys automobilių kelių tinklo būklę. Sudarant programą, kelių tinklo tobulinimo poreikis buvo vertintas dviem aspektais: kelių tinklo tobulinimo ir teritorijų planavimo bei regioninės plėtos aspektu. Šie aspektai tarp savęs susiję, tačiau kai kurių skirtumų gali būti, todėl buvo vertinti tiek kelių srities, tiek savivaldybių ir apskričių specialistų pasiūlymai. Buvo siekiama, kad periodo pabaigoje asfaltuotų kelių tinklas apskrityse būtų išplėtotas tolygiau, negu yra šiuo metu.

Programoje planuojama, kad Lietuvos kelių tinklas bus tobulinamas atsižvelgiant į augančius visuomenės poreikius, bus gerinamos sąlygos tranzitui, eismas keliuose bus patogesnis ir saugesnis.

Programa sudaryta laikantis tokio prioritetų eiliškumo: 1) kelių ir tiltų nuolatinė priežiūra; tarptautinių transporto koridorių plėtra ir pasienio infrastruktūros vystymas; 2) saugaus eismo priemonių įdiegimas, periodiniai kelių ir tiltų remontai; 3) dangų stiprinimas, žvyrkelių asfaltavimas, kelių ir tiltų rekonstrukcijos; 4) naujų kelių tiesimas, kelio statinių statyba. [3]

Kauno technikos kolegijoje parengti kelių inžinieriai tiesiogiai dalyvauja šis programos įgyvendinime, todėl Kelių inžinerijos studijų programos atnaujinimas, studentų supažindinimas su technologinėmis inovacijomis, jų praktinių įgūdžių tobulinimas – neatsiejamas nuo aukštos kvalifikacijos specialistų ruošimo.

Šio **straipsnio tikslas:** pateikti transporto ir automobilių kelių tiesimo uždavinių ir problemų sprendimų ryšį su kelių inžinerijos studijų programų inovatyvumu, aukštos kvalifikacijos kelių inžinerijos specialistų rengimo būtinybe.

Siekiant tikslo, sprendžiami **uždaviniai:**

- Nustatyti kokybinius dangų pokyčius kelių tinklo plėtos Lietuvoje sąlygomis;
- Išnagrinėti dangos kokybinių parametrų nustatymo priemones ir metodus;
- Atskleisti inovatyvių metodų ir formų taikymo ruošiant kelių inžinerijos specialistus įtaką;

Ruošiant straipsnį buvo naudojamosi Kelių direkcijos prie LR Susisiekimo ministerijos internetinėje svetainėje www.lra.lt pateikiamais norminiais dokumentais [1, 2, 3], VĮ Transporto ir kelių tyrimo instituto informaciniu pranešimu „Kelių tyrimo mobilios laboratorijos poreikio ir pirkimo pagrindimas“, 2004 [6],

Danijos (Knowledge of Road Surface Characteristics, Ramboll RST, 2004) [5] ir Pietų Afrikos Respublikos (Guidelines for Network Level Measurement of Road Roughness, South Africa Committee of Transport Officials Version 1.0, April 2007) [8] specialistų informaciniais straipsniais.

Straisnio autorius nuoširdžiai dėkoja VĮ Transporto ir kelių tyrimo instituto Kelių skyriaus viršininkui Mindaugui Dimaičiui už leidimą pasinaudoti referatu „Modernios kelių technologijos. Kompleksinė kelių dangų parametrų matavimo įranga“, 2006 [7], o taip pat už patarimus pasirenkant informacijos šaltinius.

1. Kokybiniai dangų pokyčiai kelių tinklo plėtros Lietuvoje sąlygomis

Išstojusi į Europos sąjungą, Lietuva tampa tikra tranzito šalimi, svarbia europinio transporto tinklo grandimi, jungiančia Rytus su Vakaraais, Centrinę europą su Skandinaviją. Nepaliaujamai vystosi krašto kelių tinklas, gerėja kelių, ypačiai tarnaujančių europiniais transporto koridoriais, kokybė. Kasmet didėja eismo intensyvumas, keliuose vis daugėja krovinių automobilių. Kai kurie transporto dinamikos rodikliai pateikiami 1 – 3 lentelėse ir 1 paveiksle.

1 lentelė

Valstybinės reikšmės kelių tinklo struktūra, km (2010-01-01)

Magistraliniai keliai	1 738,5
Krašto keliai	4 939,3
Rajoniniai keliai	14 590,6
Iš viso:	21 268,4

Šaltinis: www.lra.lt

2 lentelė

Kelių dangos, km (2010-01-01)

Dangos	Valstybinės reikšmės keliai			
	Magistraliniai	Krašto	Rajoniniai	Iš viso
Asfalto dangos	1 666,93	4 939,354	6 978,105	13 584,389

Šaltinis: www.lra.lt

3 lentelė

Transporto priemonių skaičiaus kitimo dinamika (2000–2008 m.)

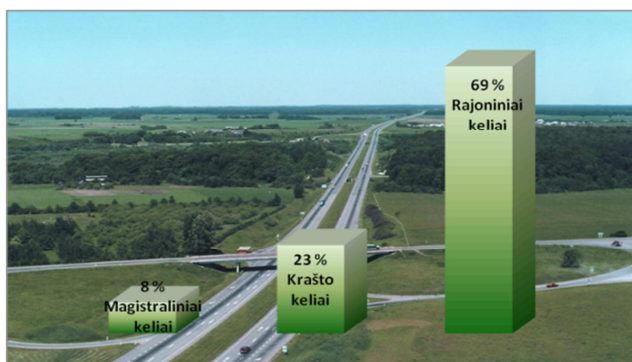
Metai	Transporto priemonės 1000 gyv.
2000	348
2001	396
2002	427
2003	458
2004	476
2005	524
2006	575
2007	585
2008	629
2009	641

Šaltinis: www.lra.lt

Lietuvos automobilių kelių tinklo plėtros organizavimą, kelių tiesimą ir priežiūros normatyvus reglamentuoja Lietuvos Respublikos kelių įstatymas [4], Kelių techninis reglamentas KTR „Automobilių keliai“ [2], Kelių priežiūros vadovo Id. „Automobilių kelių priežiūros normatyvai“ [1]. Šiuose dokumentuose nurodyti kokybiniai reikalavimai kelio dangos būklei. Kelio dangos būklės kokybė priklauso nuo:

kelio dangos konstrukcijos stiprumo;

- kelio dangos lygumo;
- kelio dangos ir automobilio rato sukibimo;
- kelio dangos šiurkštumo;
- kelio dangos skersinio profilio;
- kelio dangos defektų (plyšių, išdaužų, lopų, vėžių) išsivystymo laipsnio.



1 pav. Valstybinės reikšmės kelių tinklo struktūra, % (2010-01-01)

Šaltinis: www.lra.lt

Toliau straipsnyje bus kalbama apie pirmiausiai pastebimų ir tiesiogiai išmatuojamų dangos kokybės kriterijų – lygumo, geometrinių parametrų tikslumo bei dangos defektų tyrimą.

Nagrinėjant automobilių eismo sąlygas kelyje ir atsirandančių pokyčių dangoje priežastis, būtina įvertinti automobilio ir kelio tarpusavio sąveiką. Automobilių statinės ir dinaminės apkrovos, sukibimas ir trintis tarp ratų bei dangos, ardo kelio dangą, sukelia jos dylimą, įlinkius, plyšius ir kitokius defektus. Be to, automobilių ratai riedėdami ne tik slegia kelio paviršių, bet ir ardo jį, padangomis išsiurbdami iš nepakankamai sujungtų dangos medžiagų daleles arba rišamąsias medžiagas, nuo to danga tampa poringa, daugiau sugeria drėgmės, pasidaro jautresnė temperatūros pokyčiams. Automobilių ratų ardomas poveikis kinta, nes jų greitis ir masė nuolat didėja.

Kelią veikia sudėtingas klimato sąlygų, hidrogeologinių veiksnių, mechaninių faktorių kompleksas. Periodiškas temperatūros pasikeitimas iš teigiamos į neigiamą, peršalant ir atitirpstant gruntams, gali sąlygoti žemės šankasos ir pagrindų nusėdimus, dėl kurių deformuojasi (įlinksta, įlūžta) ir dangos konstrukcija.

Šie procesai dar sparčiau vyksta, kai nesilaikoma žemės šankasos, pagrindų ar dangos įrengimo darbų technologijos nurodymų, kai vartojamos nepakankamai kokybiškos statybinės medžiagos. Danga atsparumo netenka, kai ją nuolat veikia gamtiniai veiksniai ir periodinės automobilių apkrovos. Šie nuostoliai būna didesni, kai kelias ar danga suprojektuota neįvertinus eismo intensyvumo augimo arba nutiesta nesilaikant technologijos reikalavimų. Šie procesai ypatingai greitai pasireiškia dėl vieno ar kitų priežasčių žymiai padidėjus eismo intensyvumui, o dėl to – ir kelią veikiančioms apkrovoms, pvz., automagistralės Vilnius-Kaunas-Klaipėda ruožas, kartu ir Kauno šiaurinis apvažiavimas (2 pav.).

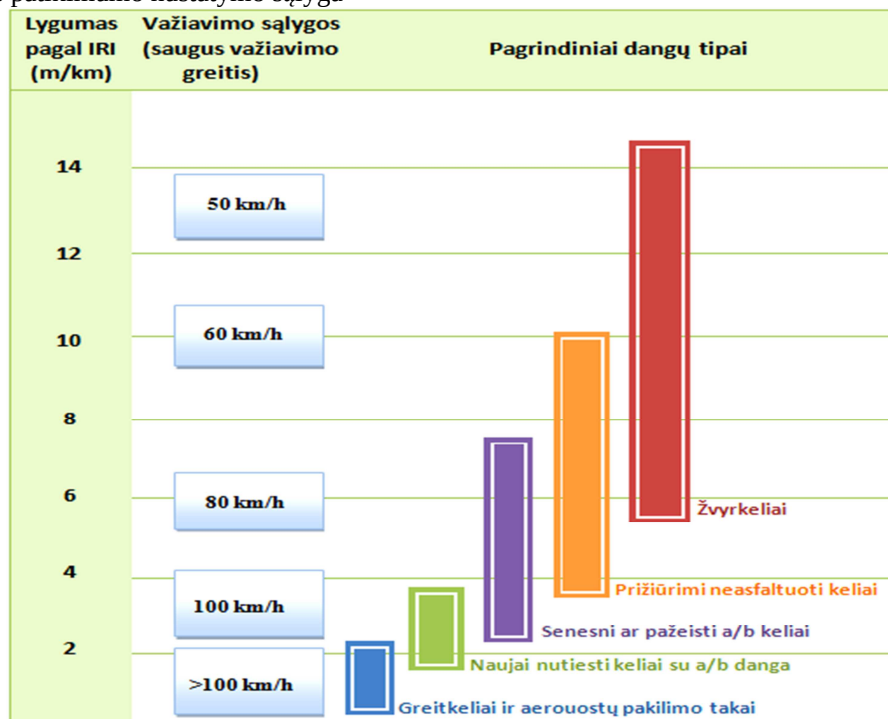
Dangos gali būti sulaužytos ir dėl kitų priežasčių, pavyzdžiui, sunkioms transporto priemonėms užvažiavus ant silpnos ar išmirkusios dangos. Pravažiavus automobiliui, atsiranda vėžės ir danga visiškai suardoma. Taigi kelių priežiūros tarnybos privalo reguliuoti eismą pagal kelių techninę būklę. Važiuojant sunkioms transporto priemonėms, gali atsirasti neesminių, bet reikšmingų deformacijų – aptrupėti dangos ir kelkraščio sujungimo vietos arba dangos surenkamųjų elementų siūlės. Iš pradžių danga pasidaro tik nelygi, bet vėliau greitai suyra. Taigi, palyginus nedideli, kartais vos matomi kelio dangos defektai ir pažeidos lemia greitėjantį visos dangos dėvėjimąsi, trumpina dangos tarnavimo laiką (tarpremontinį laikotarpį), blogėja eismo sąlygos, mažėja važiavimo greitis, saugumas (3 pav.), padidėja transporto sąnaudos, daugiau lėšų tenka skirti kelių priežiūrai.



2 pav. Intensyvus eismas automagistralėje Vilnius-Kaunas-Klaipėda

Šaltinis: autoriaus nuotrauka

Šių procesų žinojimas ir valdymas – svarbi tikslaus kelių priežiūros ir remonto darbų planavimo bei konstrukcijos patikimumo nustatymo sąlyga



3 pav. Saugaus važiavimo greičio priklausomybė nuo kelio dangos tipo ir būklės

Šaltinis: sudaryta autoriaus pagal Guidelines for Network Level Measurement of Road Roughness, South Africa Committee of Transport Officials Version 1.0, April 2007

2. Dangos kokybinių parametų nustatymo priemonės ir metodai

Kelio dangos kokybiniai parametrai ir jų atitikimas techninių reglamentų reikalavimams pradedami kontroliuoti jau kelio tiesimo metu. Dangos lygumui nustatyti atliekant savikontrolės bandymus naudojama paprasta priemonė – standartinė 3 metrų ilgio liniuotė.



4 pav. A/b sluoksnio lygumo kontrolė sutankinus naują sluoksnį

Šaltinis: autoriaus nuotrauka

Kontroliniai matavimai atliekami rankiniu būdu iš karto sutankinus asfaltbetonio sluoksnį (4 pav.). Šiuo būdu tirti dangos nelygumus kelio naudojimo laikotarpiu būtų sudėtinga ir neefektyvu dėl darbo imlumo bei duomenų apdorojimo sudėtingumo.

Tobulėjant technologijoms pasaulyje yra kuriami prietaisai kelio dangos konstrukcijos stiprumui, nelygumui, automobilio rato ir kelio dangos sukibimui, dangos šiurkštumui, skersiniam profiliui ir defektams matuoti. Pastebėta tendencija - prietaisais vienu pravažiuojimu turi išmatuoti kuo daugiau kelio dangos kokybę nusakančių rodiklių. Toks prietaisas žymiai sumažina kaštus skirtus kelių tinklo dangos būklės kokybei įvertinti, remontuotiems kelio ruožams ir tinkamiausiems remontams atrinkti, skaičiuoti investicijų poreikį tam tikram dangų kokybės lygiui pasiekti ir išlaikyti.

Kelių tinklo lygumo matavimai Lietuvoje pradėti 1992 metais, naudojant Rusijos gamybos smūginį integratorių PKRS KP - 514. Nuo 1997 metų Lietuvoje naudojamas Danijos gamybos lazerinis profilometras DYNATEST, kuriuo išmatuotas kelio lygumas visiškai atitinka tarptautinį IRI standartą. Prietaisų PKRS ir DYNATEST matavimų rezultatai nesutampa, todėl visi 1992 - 1996 metais matuoti lygumai buvo perskaičiuoti pagal IRI.[7].

Lietuvoje kelio dangos nelygumui matuoti naudojamas modernus, greitaeigis dangos charakteristikų matavimo prietaisas – lazerinis profilografas DYNATEST 5051 RSP (5 pav.). Tai universalus kelio dangos parametrų matavimo prietaisas, skirtas matuoti išilginį ir skersinį kelio mikroprofilį, išilginį, skersinį kelio profilį bei kelio kreives plane. Šis prietaisas sumontuotas automobilio VW Transporter bazėje ir matuoja kelio dangos mikroprofilio ordinateles savo platformos atžvilgiu ir jas kaupia skaitmeninėse laikmenose, eliminuodami platformos savųjų svyravimų įtaką. Pagrindiniai profilografo įrenginiai ir kelio dangos lygumo bei kitų parametrų matavimų tvarka pateikiama 6 ir 7 paveiksluose. Šių prietaisų pagrindinis trūkumas - jie yra brangūs ir netinkami naudoti labai nelygių ir dulkančių kelių dangų (pvz., žvyrkelių) matavimui.



5 pav. Lazerinis profilografas DYNATEST 5051 RSP

Šaltinis: Dimaitis M. Modernios kelių technologijos. Kompleksinė kelių dangų parametrų matavimo įranga, referatas, 2006

Pagrindiniai profilografo įrenginiai yra šie:

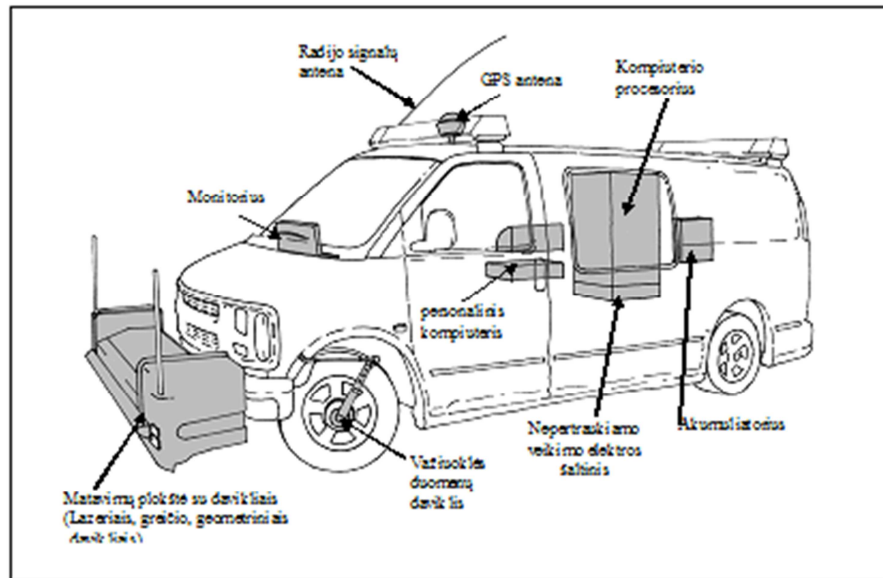
- giroskopas, matuojantis išilginį ir skersinį kelio dangos profilį;
- devyni lazeriniai matuokliai, matuojantys išilginį ir skersinį kelio mikroprofilį;
- atstumo matuoklis;
- du akselerometrai, eliminuojantys matavimo įrangos savuosius virpesius;
- procesorius, apdorojantis lazerinių matuoklių, giroskopo, akselerometrų ir atstumo matuoklio signalus;
- personalinis kompiuteris;
- automobilis.

Įrangos sistemos procesorius atlieka pirminį duomenų apdorojimą ir siunčia juos į personalinį kompiuterį. Personaliniame kompiuteryje instaliuota duomenų kaupimo ir valdymo programinė įranga, kuri kaupia pradinius duomenis (skersinį ir išilginį mikroprofilius, kampo kitimo gradientą, šiurkštumą, linijinį atstumą bei koordinates ir kt) bei realiame laike (kompiuterio displejuje) gali pateikti:

- IRI m/km po kairiu automobilio ratu, išskiriant procentaliai ruože vyraujančių išilginių bangų ilgį (<5 m, <10m <30 m).
- IRI m/km po dešiniu automobilio ratu, išskiriant procentaliai ruože vyraujančių išilginių bangų ilgį (<5 m, <10m <30 m).

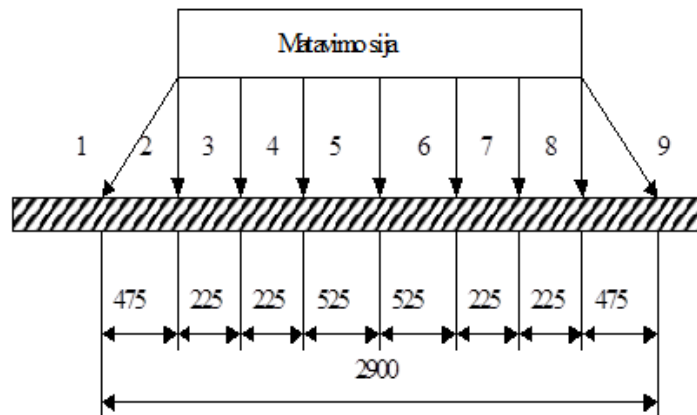
- kairės ir dešinės vėžės gylius mm.
- kelio dangos nusėdimus mm;
- skersinio profilio nuolydį %.
- išilginio profilio nuolydį %.
- kreivių plane spindulį m ir kreivės lanko kampo kitimo gradientą.
- šiurkštumą (texture) trimis skirtingais formatais (ISO, MPD, ASTM.)
- linijinį atstumą nuo kelio pradžios m.
- koordinates laipsniais ir sekundėmis, arba įvedus Lietuvoje galiojančios koordinatinių sistemos formulę – m.

Kelio parametrų matavimo duomenys gali būti pateikti EXSEL ar kitu formatu[7].



6 pav. Lazerinio profilografo DYNATEST 5051 RSP komplektacija

Šaltinis: Dimaitis M. Modernios kelių technologijos. Kompleksinė kelių dangų parametrų matavimo įranga, referatas, 2006



7 pav. Lazerinio profilografo DYNATEST 5051 RSP matuojamo pločio ir lazerinių matuoklių išdėstymo schema

Šaltinis: Dimaitis M. Modernios kelių technologijos. Kompleksinė kelių dangų parametrų matavimo įranga, referatas, 2006

Šie ir kiti duomenys apie naujai nutiesto ar tam tikrą laiką naudojamo kelio dangos būklę didele dalimi lemia kelių priežiūros ar remonto darbų pobūdį, apimtį, o tuo pačiu ir reikalingas investicijas.

Kelių priežiūros ir remonto darbų tikslas sudaryti sąlygas, kad keliais bet kuriuo paros ar metų laiku galėtų vykti nepertraukiamas, saugus ir patogus eismas atitinkančiu kelio kategoriją greičiu. Sistemingai prižiūrint ir remontuojant kelius, gerinama kelio ir jo statinių būklė, atstatomi nusidėvėję jų elementai (8 pav.). Šių darbų apimtys ir periodiškumas priklauso nuo kelių vykstančio eismo intensyvumo, sudėties bei apkrovų.

Techninių priemonių sistema, užtikrinanti tokią kelio būklę, kuri labiausiai patenkina eismo sąlygas, susideda iš labai didelio įvairių darbų komplekto. Kai kurie darbai atliekami nuolat, o kiti – periodiškai, pagal tai, kaip deformuojasi kelio dangą ar jo statiniai.

Keliai prižiūrimi vadovaujantis LR Kelių įstatymu, kitais teisės aktais ir norminiais kelių tiesimo techniniais dokumentais[2].

Šių darbų vykdymo tvarką, periodiškumą ir technologiją nusako Kelių priežiūros vadovo pirmoji dalis – „Automobilių kelių priežiūros normatyvai“ (PN) ir antroji dalis – „Automobilių kelių priežiūros darbų technologija“ (DT).



8 pav. Vieno iš asfalto dangos defekto – kraštų išstrupėjimo – remonto epizodas

Šaltinis: autoriaus nuotrauka

3. Inovatyvių metodų ir formų taikymas ruošiant kelių inžinerijos specialistus

Remiantis pirmuose straipsnio skyriuose pateikta informacija, darytina išvada, kad automobilių kelių techninė būklė, periodiškas dangų kokybės tikrinimas, nustatytų defektų šalinimas ar kapitalinis dangų remontas didele dalimi lemia transporto sistemos vystymąsi ir visos krašto ekonomikos kilimą. Ne mažiau svarbus sklandus, komfortiškas ir saugus eismas. Svarbiausia grandis visoje kelių tiesybos ir priežiūros sistemoje – kvalifikuoti kelių inžinieriai, gebantys pritaikyti naujausias technologijas, gerą užsienio specialistų patirtį.

Kaip buvo minėta straipsnio pradžioje Kauno technikos kolegijoje parengti kelių inžinieriai tiesiogiai dalyvauja šis programos įgyvendinime, todėl galima teigti, kad Kelių inžinerijos studijų programos atnaujinimas, studentų supažindinimas su technologinėmis inovacijomis, jų praktinių įgūdžių tobulinimas – neatsiejamas nuo aukštos kvalifikacijos specialistų ruošimo.

Šiuo metu KTK įgyvendinamas tarptautinis projektas pagal VP3 Sanglaudos skatinimo veiksmų programos priemonę VP3-2.2-ŠMM-15-K Kolegijų infrastruktūra, skirta studijoms. Kadangi Kauno technikos kolegijoje praktinių užsiėmimų metu naudojama technologinė įranga yra pasenusi ir neatitinka studijų programose keliamų reikalavimų. Dėl modernios technologinės įrangos nebuvimo Kauno technikos kolegijoje paruošti specialistai turi nepakankamai reikiamų įgūdžių susijusių su darbo rinkoje naudojama įranga, todėl studijas baigę specialistai nepilnai tenkina darbdavių poreikius.

Siekiant išspręsti šią problemą bus įkurtas technologijų srities multidisciplininis praktinio mokymo centras, kuriame studentai galės praktiškai pritaikyti įgytas žinias, dėstytojams bus sudarytos sąlygos modernių mokymo metodų taikymui taip užtikrinant aukštos kokybės mokymo paslaugų teikimą. Praktinio mokymo centras turės nuotolinio naudojimo prieigą.

Įkūrus Multidisciplininį praktinio mokymo centrą bus įdiegta moderni techninė ir programinė įranga, kuri leis projektuoti, valdyti gamybą, atlikti inžinerinius tyrimus virtualioje ir/arba realioje aplinkose.

Įgyvendinant šį projektą tarp kitų priemonių planuojamas įsigyti techninės veiklos praktinio mokymo modulis, kuris bus naudojamas Statybos ir Kelių inžinerijos studijų programos tikslų realizavimui – mobili laboratorija. Numatyta įsigyti šiame pranešime aptartą modernią kelio dangų kokybinių parametrų tyrimo įrangą - lazerinis profilografas DYNATEST 5051.

KTK šiuo metu atnaujinama Kelių inžinerijos studijų programa, kurioje taip pat pabrėžiamas naujų mokymo metodų ir formų taikymas, inovatyvių technologijų žinojimas, praktinių įgūdžių tobulinimo būtinumas. Tarp atnaujinamos minėtos studijų programos Kelių tiesimo bei Kelių priežiūros dalykų tikslų akcentuojami tokie:

- Suteikti žinias apie kelio konstrukcijos sluoksnius, žemės sankasos ir dangos konstrukcijos įrengimo technologijas ir kelio tiesimo darbų kokybės vertinimo būdus
- vertinti eismo sąlygas, kelio konstrukcijos ir statinių defektus, organizuoti jų taisymą;
- išmokyti organizuoti kelių priežiūros darbus įvairiais metų laikais.

Kelių inžinerių rengimo studijų programoje numatyti tokie mokymo metodai, kaip paskaita, reflektivaus studijų modelio mokymo metodas, praktiniai darbai, padidinta praktinio ir savarankiško darbo valandų dalis lyginant su paskaitų apimtimi. Tobulinamos studijų programos numato pastovų dėstomų dalykų turinio atnaujinimą atsižvelgiant į technologijų vystymąsi, inovatyvias mokymo refleksijos užduočių formas, įvairesnius studento pasiekimų vertinimo metodus.

Realizuojant Kelių inžinerijos studijų programą, Kelių tiesimo ir kelių priežiūros dalykų mokymo (si) procese siekiama įvairių rezultatų, iš kurių keletas tiesiogiai susiję su šio pranešimo tikslu:

- Išmanyti kelio pagrindų ir dangos įrengimo darbų kokybės kontrolės principus;
- Vykdyti kelio elementų techninės būklės kontrolę įvairiais metų laikais;
- Parinkti kelio elementų ir pažeidimų taisymo būdus ir technologiją.

Galime teigti, kad tiek KTK įgyvendinamas tarptautinis projektas, skirtas Kolegijos infrastruktūros ir studijų tobulinimui, tiek Kelių inžinerijos studijų programos atnaujinimas glaudžiai atspindi darbo rinkos poreikius.

Išvados

1. Kasmet didėjant eismo intensyvumui Lietuvos keliuose, daugėjant krovinių automobilių, neišvengiamai intensyvėja dangų defektų (nelygumų, plyšių, išdaužų, provėžų) formavimasis.
2. Dabartinių metu tarp mechaninių ir automatizuotų kokybinių parametrų tyrimo priemonių, naudojamų šalies kelių dangoms tirti, moderniausias ir tiksliausias yra greitaiegis dangos charakteristikų matavimo prietaisas – lazerinis profilografas DYNATEST 5051 RSP.
3. Naujų mokymo metodų ir formų taikymas, inovatyvių technologijų žinojimas, praktinių įgūdžių tobulinimas neatsiejamai susijęs su aukštos kvalifikacijos kelių inžinerijos specialistų rengimu Lietuvos darbo rinkai.

Literatūra

1. Kelių priežiūros vadovas Id. „Automobilių kelių priežiūros normatyvai“ KPV PN-05, 2008
2. Kelių techninis reglamentas KTR 1.01:2008, „Automobilių keliai“, 2008
3. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, 2002 - 2015 metų Lietuvos Respublikos valstybinės reikšmės kelių priežiūros ir plėtros programa, 2001
4. Lietuvos Respublikos kelių įstatymas, 1995 m. gegužės 11 d. Nr. I-891
5. Knowledge of Road Surface Characteristics, Ramboll RST, 2004
6. VĮ Transporto ir kelių tyrimo institutas. Kelių tyrimo mobilios laboratorijos poreikio ir pirkimo pagrindimas, 2004
7. Dimaitis M. Modernios kelių technologijos. Kompleksinė kelių dangų parametrų matavimo įranga, referatas, 2006
8. Guidelines for Network Level Measurement of Road Roughness, South Africa Committee of Transport Officials Version 1.0, April 2007

VERWENDUNG DES LASERPOLIGRAPHS “DYNATEST 5051 RSP” FÜR FORTBILDUNG DER PRAKTISCHEN FERTIGKEITEN DER STUDENTEN VON DEM STUDIENGANG STRASSENINGENIEURWESEN

Zusammenfassung. Im Artikel wird eine der wichtigsten Autostraßencharakteristiken – die Straßenebenheit analysiert. Hier wird das Straßenunterhaltungs - und Erweiterungsprogramm 2002 – 2015 für litauische Autostraßen verwendet.

Um den Qualitätsanforderungen der EU für Autostraßen zu entsprechen, muss man ständig und genau entstehende Defekte feststellen und dann die Straßenebenheit mit effektiven Mitteln verbessern.

Der Autor dieses Artikels stellt uns die Information über die Mittel und Einrichtungen für Straßenebenheitsmessung vor, macht uns mit der modernsten Einrichtung – Laserpoligraph

“DYNATEST 5051 RSP” bekannt. Das ist ein universales Messgerät für Straßendeckenparameter. Man kann mit ihm Straßenmikroprofil, Straßenquerschnitt, Straßenlängstschnitt und Straßenkurven messen. Dieses Gerät wird im Auto montiert. Um IRI (International roughness index) festzustellen, wird der Straßenmikroprofil mit zwei Lasern gemessen, die an den Rädern befestigt sind.

Im Artikel wird die Möglichkeit analysiert, wie man diese Einrichtungen im Programm für Straßeningenieurwesen verwenden könnte. Man könnte das Gerät “DYNATEST 5051 RSP” für das Fach Straßenbau bei den Themen über schwarze Straßendecken gebrauchen.

Am Ende des Artikels gibt der Autor die Voraussetzung, dass die Verwendung des modernen Messgerätes im Lehr – und Lernprozess im Straßeningenieurwesenprogramm die theoretischen Kenntnisse und praktischen Fertigkeiten vertiefen könnte.

Schlüsselwörter: Poligraph, Mikroprofil, Deckendefekte, Fahrspuren.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Vytautas Valaitis.

Mokslo laipsnis ir vardas: -.

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, statybos fakulteto statybos katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 686 93640, vytasval@yahoo.com

Autoriaus vardas, pavardė: Mindaugas Dimaitis.

Mokslo laipsnis ir vardas: technikos mokslų daktaras.

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kelių ir transporto tyrimų institutas, Kelių tyrimų skyriaus viršininkas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 37 205336, m.dimaitis@tkti.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Vytautas Valaitis.

Science degree and name: -.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Civil Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Lecturer.

Author's research interests: manufacturing technologies.

Telephone and e-mail address: +370 686 93640, vytasval@yahoo.com

Author name, surname: Mindaugas Dimaitis.

Science degree and name: Doctor of Technical Sciences.

Workplace and position: State Enterprise Transport And Road Research Institute, Head Of Road Research Department.

Author's research interests: methodology of engineering sciences.

Telephone and e-mail address: +370 37 205336, m.dimaitis@tkti.lt

INŽINERINIŲ TINKLŲ ERDVINIŲ DUOMENŲ SKAITMENINIMO TYRIMAS

Dainora Jankauskienė, Gražina Braziulienė

Klaipėdos valstybinė kolegija

Anotacija

Turimi erdvinių objektų duomenys gali būti atvaizduoti analoginėje ar skaitmeninėje formose, todėl kuriant inžinerinių tinklų erdvinių duomenų rinkinį, svarbu tinkamai paruošti turimus duomenis. Eksperimentiniais pavyzdžiais pateikiami inžinerinių tinklų erdvinių duomenų skaitmeninimo rezultatai. Išanalizuotos AutoCAD ir ArcGIS aplinkos bei atliktas inžinerinių tinklų erdvinių objektų koordinavimas.

Reikšminiai žodžiai: erdvinių duomenų rinkinys, inžineriniai tinklai, skaitmeninimas.

Įvadas

Miestų bei pramonės įmonių požeminių inžinerinių tinklų ūkis – sudėtinga sistema. Šią sistemą sudaro įvairios paskirties požeminiai bei antžeminiai inžineriniai tinklai. Tokiuose objektuose statomi vandentiekio, buitinių ir lietaus nuotekų, dujų, elektros, ir centralizuoto šilumos tiekimo inžineriniai tinklai. Tokių tinklų projektavimui, statybai bei eksploatavimui reikia aukštos kvalifikacijos inžinerinių ir techninio personalo.

Požeminėje erdvėje yra svarbu rasti vietą pakloti naujiems inžineriniams tinklams, bet ir nepamiršti apie senų komunikacijų atnaujinimą. Visi statybos ir projektavimo darbai yra griežtai kontroliuojami: darbams pasiruošti ir jiems vykdyti reikalingi leidimai, numatomi darbų atlikimo terminai, bei užbaigtiems darbams gauti leidimą tinklų eksploatacijai.

Klaipėdos regiono inžinerinių tinklų erdvinių duomenų rinkinys (toliau EDR), kaip ir visos Lietuvos inžinerinių tinklų erdvinių duomenų rinkinys sukurtas technologijų tobulėjimo ir gyvenimo spartėjimo dėka. Erdvinių duomenų rinkinys – susistemintų ir metodiškai sutvarkytų erdvinių duomenų visuma (Lietuvos 2010: 1-23).

Didėjant informacijos panaudojimo poreikiui, atsirado būtinybė kuo greičiau surasti ir apdoroti duomenis. Priežiūrą ir kontrolę garantuoja aktyvus inžinerinių tinklų EDR pildymas, atnaujinant atliktų tyrimų duomenimis. Operatyvus darbas su geoinformacinėmis sistemomis (toliau GIS) leidžia laiku ir kokybiškai kaupti, bei laiku pildyti Klaipėdos regiono inžinerinių tinklų EDR.

Kuriant inžinerinių tinklų erdvinių duomenų rinkinį, svarbu tinkamai paruošti turimus erdvinių objektų duomenis. Jie gali būti atvaizduoti analoginėje ar skaitmeninėje formose. Analoginės formos duomenys dažniausiai būtina koordinuoti ir susisteminti. Tam tinka ArcGIS programinė įranga, kuria galima orientuoti rastrus, juos kaupti rastrų kataloguose arba sukurti vienalytį rastrų žemėlapi.

Tyrimo rezultatais buvo papildytas inžinerinių tinklų EDR naudojant:

1. Tauragės miesto planšetų duomenis.
2. Atliktų geodezinių matavimų duomenis.
3. Anksčiau sudarytų inžinerinių tinklų planų duomenis.

Inžinerinių tinklų erdvinių objektų koordinavimas

Tikslią požeminių inžinerinių tinklų vietą būtina žinoti, kad: darant kasybos darbus jie nebūtų pažeisti; būtų galima prijungti naujus požeminius tinklus prie jau esamų; įvykus eksploatavimo gedimui, būtų galima lengvai rasti reikiamus požeminius tinklus. Požeminiai inžineriniai tinklai yra nuolat atnaujinami ir tiesiami nauji tinklai, o atlikus tiesimo darbus yra būtina sudaryti požeminių inžinerinių tinklų planą.

Vienas iš inžinerinių tinklų EDR rengimo būdų yra erdvinių objektų koordinavimas geodeziniais prietaisais. Neretai seni inžinerinių tinklų duomenys yra dingę, arba nebuvo padaryti inžineriniai planai. Naudodamiesi požeminio elektros kabelio iešiklio pagalba, galime nustatyti apytikrą kabelio buvimo po žeme vietą.

Šio tyrimo metu matavimams atlikti buvo pasirinktas „Topcon Hiper II“ GPNS imtuvas, kurio matavimo paklaida 1 cm. Šis GPNS imtuvas palydovo pagalba nustato buvimo vietą, aukštį, taip pat fotografuoja, taškus išsaugo į vidinę atmintį ir esant poreikiui juos eksportuoja į pasirinktą formatą.

Užstatytose vietose naudotas elektroninis tacheometras „Focus- 4“. Matuojant elektroniniu tacheometru, matavimo procesas automatizuojamas. Mikroprocesorius skaičiuoja pagal tam tikras programas. Taškų koordinatės ir aukščiai skaičiuojami pagal tam tikras formules (Krištaponis 2012:177):

$$x_p = x_i + S \sin z \cos \alpha, \quad (1)$$

$$y_p = y_i + S \sin z \sin \alpha, \quad (2)$$

$$H_p = H_i + S \cos z + I - v + f, \quad (3)$$

čia x_i, y_i, H_i – tacheometro stoties koordinatės ir aukštis; S ir z – tacheometru išmatuotas palinkęs atstumas ir zenitinis kampas; I ir v – tacheometro ir reflektoriaus aukščiai; f – pataisa dėl Žemės kreivumo ir atmosferos refrakcijos; α – linijos direkinis kampas.

Taško koordinavimo elektroniniu tacheometru paklaida skaičiuojama pagal formulę (Krištaponis 2012:178):

$$m_{xy} = \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m_{kr} S}{\rho} \right)^2}, \quad (4)$$

čia m_s ir m_{kr} – atstumo ir horizontalios krypties matavimo vidutinės kvadratinės paklaidos.

Inžinerinių tinklų erdviųjų duomenų paruošimas skaitmeninimui AutoCAD aplinkoje

Vienas iš lengvai suderinamų su ArcGIS erdviųjų vektorinių duomenų saugojimo ir apsikeitimo formatų yra CAD brėžiniai. Juose gali būti tiek grafinė, tiek atributų informacija. Duomenys CAD brėžinyje kaupiami sluoksniais - grupuojami objektai, turintys panašias fizines savybes. Tame pačiame sluoksnyje gali būti saugomi skirtingų tipų elementai (Mišeikytė 2008: 25).

Dažniausiai skaitmeninės formos duomenys būna gaunami iš naujai įrengto arba remontuoto inžinerinio tinklo. Išbraižyti inžinerinius tinklus, naudojant matavimų duomenis – patogiausias erdviųjų duomenų rinkinio kūrimo būdas. Tačiau gali užimti laiko, nes matavimų duomenų būna daug. Kartais tenka visus failus įkelti po vieną, kadangi matavimų vienetai gali skirtis ir juos AutoCAD aplinkoje reikia nustatinti atskirai. Patogiau, naudojantis ArcToolbox įrankiu AutoCAD aplinkoje, visus reikiamus CAD formato failus sukelti į vieną duomenų rinkinio failą. CAD formato failai konvertuoti į duomenų rinkinį pateikti 1 pav.

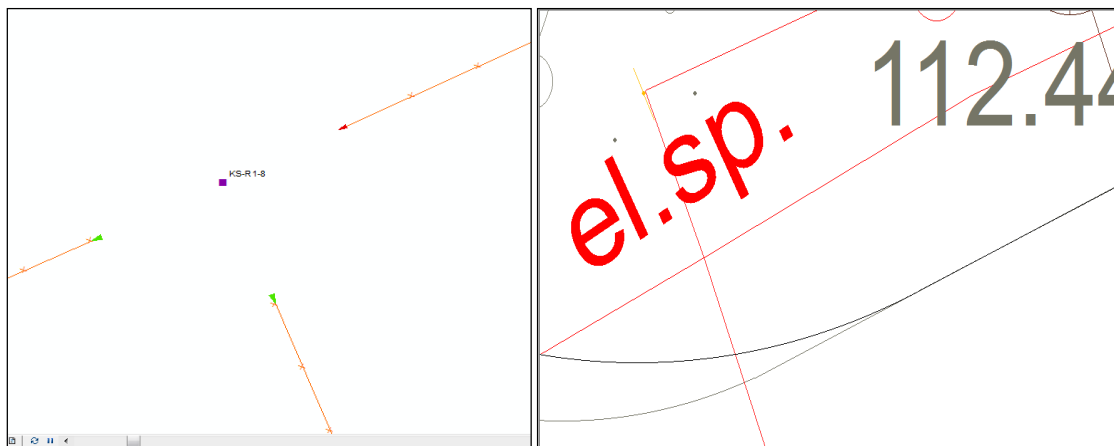


1 pav. CAD formato failai, konvertuoti į duomenų rinkinį

Šaltinis: sudaryta autorių

Išmatuotų objektų duomenys nukopijuojami iš CAD aplinkos į GIS aplinką. Pasitaiko, kad elementų negalima kopijuoti dėl skirtingų koordinatinių sistemų. CAD ir ArcMap aplinkose nustatoma LKS-94

koordinacių sistema. Nukopijuotus duomenis reikia redaguoti. Redagavimu yra suprantami EDR daromi pakeitimai, kurių metu pridedami nauji objektai ar keičiami esami (Dambrauskas 2008: 71). Pavyzdžiui elektros kabeliai iš įtampos skirstymo įrenginio išvedami vienas šalia kito, todėl geodeziniuose matavimuose jie atvaizduojami kartu. Erdvinių duomenų rinkinyje turi matytis kiekvienas elektros kabelis, todėl besidubliuojantys kabeliai atvaizduojami patraukus juos per 15 cm (0,4 kW) ir 30 cm (10 kW) nuo tikrosios jų padėties realybėje. Kabelių vaizdavimas prieš ir po redagavimo pateiktas 2 paveiksle.



2 pav. Kabelių vaizdavimas prieš ir po redagavimo
Šaltinis: sudaryta autorių

Inžinerinių tinklų erdvinių duomenų paruošimas skaitmeninimui ArcGIS aplinkoje, naudojant planšetis

Dauguma pagrindinių inžinerinių tinklų nutiesti tuomet, kai dar nebuvo galimybių skaitmeninti duomenis, todėl juos galima skaitmeninti naudojantis ranka braižytais planšetais. Analoginės formos planšetai skenuojami ir ArcGIS aplinkoje paruošiami skaitmeninimui – nustatomas vaizduojamų erdvinių objektų dydis ir vieta koordinacių sistemoje. GeoMap programine įranga sudaromas koordinacių tinklelis, prie kurio ArcMap aplinkoje pritraukiami planšetai. Koordinatės transformuojamos į LKS-94 sistemą.



3 pav. Persidengiantys planšetai
Šaltinis: sudaryta autorių

Kaip matome 3 paveiksle, net ir nurodžius tikslias koordinates LKS-94 koordinačių sistemoje, duomenimis naudotis nepatogu – planšetų rėmeliai perdengia gretimuose planšetuose atvaizduojamus objektus. Šios problemos sprendimo būdai gali būti:

- Prireikus nustatyti planšetų vaizdavimo prioritetą. Didžiosios dalies skaitmeninamų objektų ribos būna tik viename, neperdengtame rastre arba linijiniai objektai yra išbraižyti rėmeliuose. Vis dėl to pasitaiko, kad planšetų vaizdavimo prioritetą keisti būtina – tai nepatogu ir gali kenkti skaitmeninamų objektų vietos tikslumui.
- Apkarpyti kiekvieną rastrą. Jei planšetų daug – tai daug laiko ir kantrybės reikalaujantis darbas.
- Padaryti rastrus permatomus. Labiau tinka rastrų katalogams, kuomet visų rastrų nustatymai reguliuojami bendrai. Šis būdas greitesnis, tačiau stipriai nukenčia planšetų atvaizdavimo kokybę.
- Sukurti rastrų mozaikos duomenų rinkinį. Rastrų kokybė beveik nepakinta, galima pasirinkti atvaizduojamos mozaikos tipą ir, lyginant su kitomis išvardintomis alternatyvomis, reikalauja nedaug laiko ir pastangų.

Atliekant tyrimą, planšetams buvo sukurtas rastrų mozaikos duomenų rinkinys (4 pav.).



4 pav. Sukurtas rastrų mozaikos duomenų rinkinys

Šaltinis: sudaryta autorių

Geografinių informacinių sistemų klaidos

Dažniausiai klaidomis vadiname įvairiais prietaisais atliktų matavimų skirtumai. Stebint kompiuterio ekrane spalvotą lengvai transformuojamą vaizdą visada prisimintina, kad jame duomenys pateikti su tam tikra paklaida. Todėl reikia išanalizuoti galimas klaidas, jų kilmę ir stengtis jų išvengti (Tumas 2006: 239).

Sudarant skaitmeninius žemėlapius galimos įvairios erdvinių ir neerdvinių duomenų klaidos. Erdviniai ir neerdviniai duomenys renkami tam tikrais laiko intervalais ir tam tikroje teritorijoje (erdvėje). Manoma, kad beveik neįmanoma visiškai tiksliai atspindėti realybės.

Visus geografinės informacijos netikslumus galima suskirstyti į 3 pagrindines grupes:

1. netikslumai kilę duomenų matavimo, rinkimo ir interpretacijos metu;
2. netikslumai kilę duomenų klasifikacijos metu;
3. netikslumai dėl skirtingų erdvės ir laiko mastelių.

Dažniausiai pasitaikančios skaitmeninimo klaidos:

- erdviniai duomenys yra ne visi arba kartojami;
- duomenys yra ne toje vietoje;

- sumaišyti masteliai;
- duomenys iškraipyti;
- erdviniai duomenys susieti ne su tais atributais (požymiais);
- neerdviniai duomenys yra ne visi.

Erdvinių duomenų trūkumas žemėlapyje kyla dėl netinkamai suvestų taškų, linijų ir poligonų. Skaitmeninant dažnai sudubliuojamos linijos. Erdvinių duomenų lokacija gali nukrypti dėl pradinių duomenų netinkamo surinkimo ir dėl klaidų duomenis skaitmeninant. Klaidų gali kilti ir dėl netinkamo duomenų kodavimo ar klaidų suvedant atributus bei juos susiejant su erdviniais duomenimis (Mozgeris 2008: 1-208).

Duomenų skaitmeniniams, naudojant papildomus duomenis

Trūkstant informacijos arba įtariant, kad ji netiksli, gali būti naudojamas „Street Wiew“ papildinys, kuris, nurodžius norimą pamatyti vietą ArcMap lange, parodo programos „Google street“ filmuotą gatvės vaizdą. Skirstomosios spintos vaizdavimas ArcMap lange, panaudojus „Street Wiew“ funkciją parodytas 5 pav.



5 pav. Skirstomosios spintos vaizdavimas ArcMap lange, panaudojus „Street Wiew“ funkciją
Šaltinis: sudaryta autorių

Ši funkcija naudojama tik inžinerinių tinklų objektų pavadinimų nustatymui ir, labai retais atvejais, laikinam jų skaitmeninimui.

Atributinių duomenų įvedimas

Vienas iš svarbiausių kriterijų geografinėi informacinei sistemai – atributinių duomenų įvedimas. Pagrindiniai atributiniai duomenys nustatyti Integruotos geoinformacinės sistemos (InGIS) specifikacijoje (Integruotos 2000: 1-66).

Specifikacijoje numatyti pagrindiniai kriterijai, naudojami realaus vaizdo struktūrizavimui, apibendrinant ir koduojant erdvinius objektus. InGIS specifikacija nurodo pagrindinę įvedamą erdvinio elemento informaciją. Kiekvienoje bendrovėje, atsakingoje už inžinerinius tinklus, įvedami papildomi pačios bendrovės nustatyti duomenys.

Suvedus kuo daugiau informacijos apie kiekvieną elementą, galima daryti platesnio masto atrankas/paieškas. Duomenys patogūs analizei bei statistikai.

Inžinerinių tinklų erdvinių duomenų rinkinio panaudojimas

Pagrindinės GIS erdvinių duomenų rinkinių taikymo sritys:

- tinklų sistemos;
- gamtiniai resursai;
- nekilnojamas turtas;
- inžinerinės komunikacijos;

- verslas.

Inžinerinių tinklų erdviniai duomenys ypač svarbūs:

- Bendrovėms, atsakingoms už atitinkamus inžinerinius tinklus (LESTO, TEO, ir kt.). Erdvinių duomenų rinkinyje galima kaupti svarbią informaciją apie inžinerinio tinklo elementus (jų erdvinę padėtį, rūšį, paskirtį).
- Geodezininkams, kurie, rengdami geodezinius planus, privalo gauti patvirtinimą iš inžinerinių tinklų bendrovių ar rengiamo plano vietovėje atitinkamos inžinerinės komunikacijos teisingai koordinuotos. Duomenis kaupiant skaitmenine forma sutaupoma daug laiko ieškant reikiamos informacijos.
- Rengiant didelio masto valstybinius erdvinius duomenų rinkinius.

Erdvinių duomenų rinkinys gali būti naudojamas skaitmeninių žemėlapių kūrimui, duomenų archyvavimui ir informacijos užklausoms vykdyti.

Klaipėdos regiono inžinerinių tinklų erdvinių duomenų rinkinio kūrimo ir pildymo nauda akivaizdi. Matininkams, kuriems reikalingi vietovės geodezinių matavimų patvirtinimai, tereikia atvykti į vietą ir užtrukti pakankamai mažai laiko, suderinant brėžinius su inžineriniais tinklais, kadangi duomenys yra vienoje vietoje. Taipogi darbuotojams, kurie yra siunčiami tvarkyti gedimų tinkluose, yra patogiau gauti visą vietovės skaitmeninį planą su užpildyta reikiama informacija. Tuo pačiu savivaldybės turi galimybę naudotis reikalinga informacija apie inžinerinius tinklus internetu.

Išvados

1. Inžinerinių tinklų EDR papildymui naudoti pradiniai duomenys: Tauragės miesto planšetai, inžinerinių tinklų planas, „Topcon Hiper II“ GPNS imtuvas ir elektroniniu tacheometru „Focus- 4“ atlikti papildomi matavimai. Matuojant naudota LKS-94 koordinacių sistema ir Baltijos aukščių sistema.

2. Inžinerinių tinklų erdvinių duomenų skaitmeninimui buvo naudota AutoCAD ir ArcGIS aplinkos. Skaitmeninio metu sukurtas rastrų mozaikos duomenų rinkinys. Inžinerinių tinklų objektų pavadinimų nustatymui naudota „Google Street“ programa.

3. Sukurtą erdvinių duomenų rinkinio papildymą sudaro: 0,4 kV elektros kabeliai (0,9 km.), 10 kV elektros kabelis (0,6 km.), elektros apsauginiai vamzdžiai (0,4 km.), elektros kabelių movos (43), elektros kabelių skirstomosios spintos (15), transformatorinė, vandentiekio (1,1 km.), lietaus nuotėkų (0,4 km.), buitinių nuotėkų (0,9 km.) inžineriniai tinklai, elektriniai šviestuvai (aštuoni vnt.), lietaus (trys vnt.), vandentiekio (penki vnt.) ir ryšių (21 vnt.) kanalizacijos šuliniai, lietaus kanalizacijos grotelės (penki vnt.), ryšio linijų paskirstymo spintos (keturi vnt.). Inžinerinių tinklų duomenys suvesti į atributines lenteles, vadovaujantis InGIS specifikacija.

4. Inžinerinių tinklų EDR gali būti naudojamas skaitmeninių žemėlapių kūrimui, duomenų archyvavimui ir informacijos užklausoms vykdyti.

Literatūra

1. Dumbrasas, A.; Mozgeris, G. 2008. *Geoinformacinių sistemų pagrindai*. Vilnius: VGTU. 186 p.
2. Krištaponis, B. 2012. *Geodezija: niveliavimas ir topografinės nuotraukos*. Vilnius: Technika. 194 p.
3. Mišeikytė, A.; Sikorskytė, A.; Viliuvienė R. 2008. *Geografinės informacinės sistemos*. Kaunas: KK. 219 p.
4. Mozgeris, G. 2008. *Geoinformatika aplinkotyroje*. Kaunas: VDU. 208 p.
5. Tumas R. 2006. *Aplinkos geoinformacijos sistemos*. Vilnius: Enciklopedija. 264 p.
6. *Integruotos geoinformacinės sistemos (InGIS) specifikacija*, patvirtinta Valdymo reformų ir savivaldybių reikalų ministro 2000 m. balandžio 25 d. įsakymu nr. 46 ir Valstybinės geodezijos ir kartografijos tarnybos prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės direktoriaus 2000 m. balandžio 25 d. įsakymu nr. 32.
7. *Lietuvos Respublikos geodezijos ir kartografijos įstatymas*, patvirtintas Lietuvos Respublikos Seimo 2010 m. balandžio 27 d. įsakymu nr. XI-786/Valstybės žinios, 2010-05-11, nr. 54-2649.

RESEARCH OF ENGINEERING SYSTEMS FOR SPATIAL DATA CONVERSION

Summary

Available spatial data objects can be displayed in an analogue or digital form, thus creating spatial engineering network data set, it is important to properly prepare the available data. Experimental examples of the utility infrastructure for spatial data present conversion results. Were analyzed AutoCAD and ArcGIS environment and conducted engineering networks of spatial objects coordination. The study added engineering network set can be used for digital maps, data archiving, and information to run queries.

Keywords: spatial data collection, engineering networks, digitization.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Dainora Jankauskienė.

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras, lektorė.

Darbo vietą ir poziciją: Klaipėdos valstybinės kolegijos Technologijų fakulteto Geodezijos katedros lektorė, katedros vedėja.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: teritorijų planavimas, geoinformacinės sistemos, erdvinių duomenų rinkiniai, matavimų tikslumo įvertinimas.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 682 43282, d.jankauskiene@kvk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Gražina Braziulienė.

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras, lektorė.

Darbo vietą ir poziciją: Klaipėdos valstybinės kolegijos Technologijų fakulteto Geodezijos katedros lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: geoinformacinės sistemos, erdvinių duomenų rinkiniai, matavimų tikslumo įvertinimas.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 611 22614, grazina.braziuliene@gmail.com.

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Dainora Jankauskienė.

Science degree and name: master, lecturer.

Workplace and position: Klaipėda State College, Faculty of Technologies, Department of Geodesy, lecturer, Head of Department.

Author's research interests: spatial planning, Geoinformation Systems, spatial data sets, Accuracy of measurement.

Telephone and e-mail address: 8 682 43282, d.jankauskiene@kvk.lt

Author name, surname: Gražina Braziulienė.

Science degree and name: master, lecturer.

Workplace and position: Klaipėda State College, Faculty of Technologies, Department of Geodesy, lecturer.

Author's research interests: Geoinformation Systems, spatial data sets, Accuracy of measurement.

Telephone and e-mail address: 8 611 22614, grazina.braziuliene@gmail.com.

MIESTO KRANTINĖS TIES KARALIAUS MINDAUGO PROSPEKTU KAUNE GELŽBETONINIŲ KONSTRUKCIJŲ GNIUŽDOMOJO STIPRIO BEI PAŽAIDŲ ĮVERTINIMAS

Snieguolė Pazniokaitė, Raimondas Šadzevičius, Vytautas Valaitis

Kauno technikos kolegija

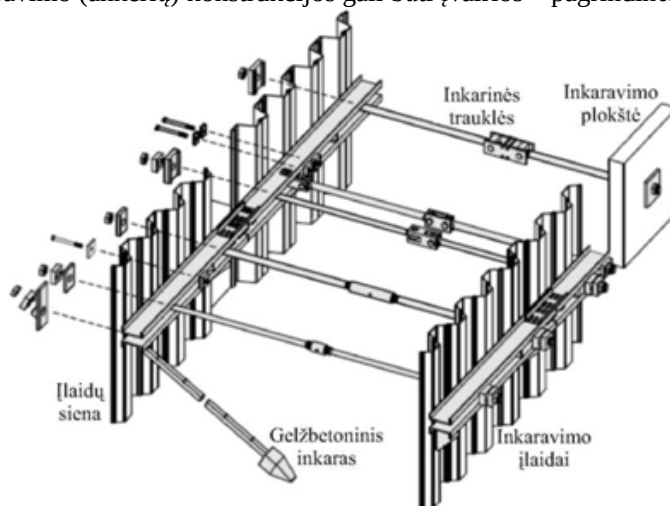
Anotacija

Hidrotechnikos statiniai, tame tarpe ir krantinės, yra svarbūs objektai, kurie veikiami klimatinių veiksnių, vandens poveikių ir pan. nudėvimi, juose susiformuoja pažaidos, kurios turi būti laiku šalinamos. Tyrimų objektas (Nemuno upės pėsčiųjų krantinės ties Karaliaus Mindaugo prospektu) yra Kauno mieste. Krantinės skirtos mažųjų pramoginių laivų švartavimuisi bei pėsčiųjų laisvalaikio praleidimui. **Darbo tikslas** – įvertinti Nemuno krantinės ties Karaliaus Mindaugo prospektu Kaune gelžbetoninių konstrukcijų – krantinių ir šlaitų tvirtinimo plokščių stiprį ir pažaidas. Pagal darbo tikslą, suformuluoti tyrimų uždaviniai, kuriuos išsprendus nustatyti pagrindiniai krantinių ir šlaitų tvirtinimo plokščių defektai ir pažaidos, konstrukcijų gniuždomasis stipris. Pagal įvertintą Nemuno krantinių šlaitų tvirtinimo plokščių būklę nustatyta, kad suardyta 30 procentų šlaitų tvirtinimo. Pagal tyrimų rezultatus pasiūlyta remontuoti krantines ir šlaitų tvirtinimą.

Raktiniai žodžiai: krantinė, šlaitų tvirtinimo plokštės, pažaidos.

Įvadas

Krantinėmis vadinami statiniai, atstojantys kranto liniją (jiems priskiriamos ir prieplaukos, įrengtos iškastų kranto juostoje baseinų perimetru). Pagal STR 2.02.06:2004, krantinė – HTS, atbaidantis ežero, jūros, upės ar vandens saugyklos krantą ir sudarantis tinkamas sąlygas laivybai (laivų krantinė) ir miestų reikmėms (miestų krantinė); krantinė neretai atstoja ir krantosaugos statinį. Konstrukciniu požiūriu pagrindinės prieplaukų statinių grupės šios (A. Žibas, G. Žibienė, 2008): gravitaciniai statiniai; plonos įlaidų sienos (dar vadinamos atraminėmis sienomis arba bolverkais); polinės konstrukcijos statiniai (arba polių; su aukštu poliniu rostverku); specialių tipų statiniai. Miesto krantinių įrengimui dažnai yra naudojamos plonos įlaidų sienos - statiniai iš eilės plieninių, gelžbetoninių ar medinių įlaidų, įkaltų į gruntą vienas šalia kito. Inkaruotos sienos skiriasi nuo neinkaruotų tuo, kad jose yra įrengti inkarai (ankeriai), kurie neleidžia judėti viršutiniam sienos galui ir sumažina lenkimo momentą sienoje. Inkarinis įrenginys susideda iš inkarinių juostų (standumo juostų), inkarinių tempių, inkarinių atramų ir tvirtinimo mazgų. Atskiriems įlaidiniams poliams tenkančią apkrovą perima inkarinė juosta, kuri toliau per inkarines temples apkrovą perduoda inkarinėms atramoms. Inkaravimo (ankerių) konstrukcijos gali būti įvairios – pagrindinės pateiktos 1pav.



1pav. Pagrindinės inkaravimo konstrukcijos

Šaltinis: Žibas A., Žibienė G. Jūrų hidrotechnika. Mokomoji knyga. Kaunas, Ardiva. 2008.

Visos inkarų konstrukcijos dengiamos antikorozyne danga. Įlaidinių polių, naudojamų sienų įrengimui, yra labai daug tipų. Detalius duomenis apie juos galima rasti specialioje literatūroje. Pagrindiniai, dažniausiai pasitaikantys įlaidinių polių tipai – plokščias, lovinis, „z“ formos, „Larsen“ tipo, ir t.t.

Prieplaukų statinių konstrukcijoms didelę įtaką turi geologinės ir ledo sąlygos, vandens lygio svyravimas, bangų režimas, statybos sąlygos ir laikas, vietinių statybinių medžiagų buvimas bei jų tipas ir t.t. Kad hidrotechnikos statinių konstrukcijos būtų patikimos ir ilgaamžės, jos turi ne tik atlaikyti veikiančias jėgas, bet ir būti atsparios aplinkos sąlygoms. Aplinkos sąlygų kategorijos, pagal kurias turi būti nustatomos projektinės betono specifikacijos (charakteristikos), pasirenkamos pagal projektavimo normas (STR 2.05.18:2005, STR 2.05.05:2005; STR 2.05.04:2003; HTS projektavimas, 2000 ir kt.). HTS paprastai naudojamas hidrotechninis betonas, kurio ilgaamžiškumui keliama padidinti reikalavimai, o jo naudojimo aplinkos sąlygų kategorijos pateikiamos projektavimo normose, standartuose (HTS projektavimas, 2000; STR 2.05.05:2005).

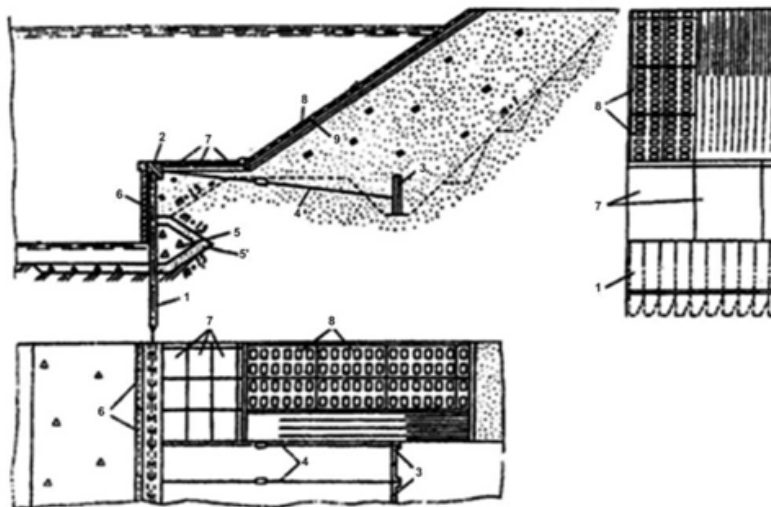
Dėl įvairių agresyvios aplinkos veiksnių krantinių krantinėse formuojasi pažaidos, konstrukcijos nudėvimos, kad užtikrinti tolimesnį saugų naudojimą būtina įvertinti konstrukcijų techninę būklę. Atlikus literatūros analizę apie miesto krantinių konstrukcijų būklės tyrimus pastebėta, kad trūksta informacijos apie tipinius šių konstrukcijų defektus ir pažaidas.

Šlaitų tvirtinimo plokščių konstrukcijos. Krantinių, kaip ir kitų gruntinių, šlaitai tvirtinami saugant juos nuo žalingų bangų, ledo, vandens lygio svyravimų, vandens tėkmės, atmosferinių kritulių, vėjo poveikių, žemę rausiančių gyvūnų veiklą, molingo grunto išsipūtimą žiemos metu ir kitų šlaitų deformacijas sukeliančių veiksnių.

Pagal darbų vykdymo pobūdį galima išskirti tokius šlaitų ir krantų tvirtinimo būdus (Hidrotechninė statyba, 2000): gelžbetonio (betono) plokštėmis; akmenimis; gabionais; bituminėmis dangomis; žabų čiuziniais; fašinomis; figūriniais blokais; velėnomis.

Supiltinių šlaitų tvirtinimas nurodomas literatūroje (ST 120793378.02:2005). Pagrindinį tvirtinimą iš gelžbetonio atliekamas ištisiniu tiesioginiu betonavimu ant šlaito arba iš surenkamų g/b plokščių su uždaromis, nepralaidžiomis sandūromis (siūlėmis), arba su atviromis, pralaidžiomis siūlėmis; plokštės gali būti armuotos įprastu būdu arba su iš anksto įtempta armatūra. Ištisinį tvirtinimą iš monolitinio gelžbetonio betonuojant sudalinama į atskiras stačiakampes plokštes, įrengiant nepralaidžias siūles tarp plokščių. Šio tipo šlaito danga pasižymi konstrukcijos tvirtinimu. Surenkama sumonolitinta g/b danga paprastai daroma iš atskirų plokščių, sujungtų armatūros ryšiais su siūlių sandarinimu konstrukcijai sustiprinti ir jos nepralaidumui vandeniui užtikrinti. Surenkamas g/b šlaito tvirtinimas su atviromis siūlėmis paprastai atliekamas iš g/b plokščių, sujungtų lankstais iš armatūros, tai suteikia konstrukcijai lankstumą ir padidintą jos laidumą vandeniui. Atlikus literatūros analizę apie supiltinių šlaitų konstrukcijų būklės tyrimus pastebėta, kad trūksta informacijos apie tipinius šių konstrukcijų defektus ir pažaidas.

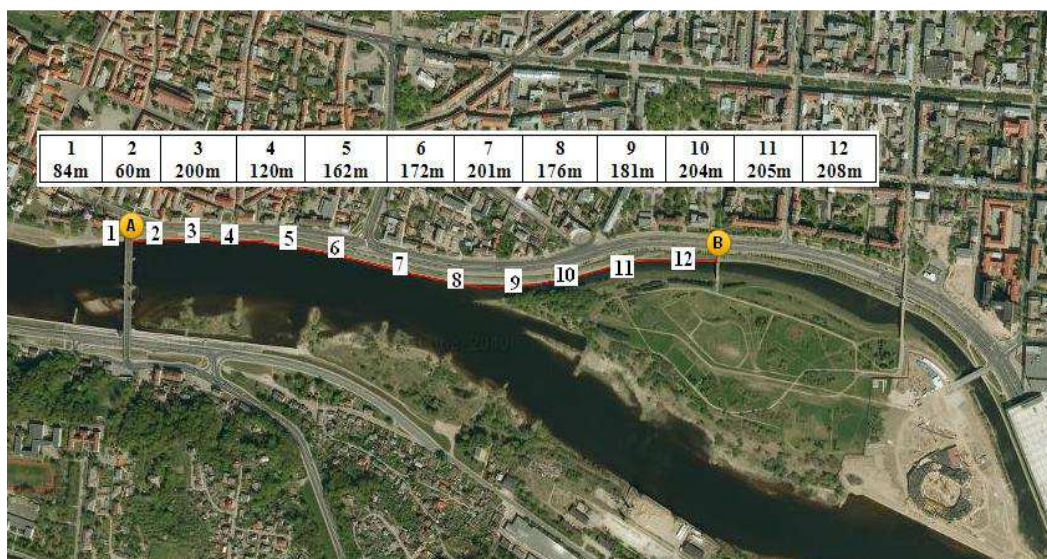
Tiriamojo objekto aprašymas. Rekreacinės, krantų tvirtinimo krantinė paprastesnės negu prieplaukų. Šių krantinių įrengimo didžiausią patirtį yra sukaupusi UAB „Kamesta“ (įrengtos Nemuno krantinės Kaune). Krantinių konstrukcijų schema pateikta 2 pav. Poliai ir įlaidai buvo kalami plaukiojančiaja poliakale.



2 pav. Kauno krantinių schema: 1 – įlaidiniai poliai; 2 – monolitinio gelžbetonio antgalis (kordono sija); 3 – inkaravimo plokštė; 4 – inkaravimo templelės; 5 – stambus užpildas; 5' – atvirkštinis filtras; 6 – priekinės surenkamo gelžbetonio plokštės; 7 – bermos plokštės; 8 – kiauros šlaitų tvirtinimo plokštės;

9 – paruošiamasis sluoksnis – atvirkštinis filtras

Šaltinis: Katkevičius L., Baublys R. Vandens kelių, krantinių ir prieplaukų Mokomoji knyga. Kaunas, Ardiva. 2008.



3 pav. Pažeistų krantinės plokščių patinkimo tvarka
Šaltinis: sudaryta autorių pagal <http://maps.google.lt/maps?hl=lt&tab=w1>

Krantinė ties Karaliaus Mindaugo prospektu detalesniam tyrimui sudalinta į 12 ruožų, iš kiekvieno ruožo parinktos krantinės ir šlaitų tvirtinimo plokštės, nes krantinės viena iš pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų, o šlaitų tvirtinimo plokštėse labai akivaizdžios pažaidos.

Tyrimų metodika

Natūrinių tyrimų eigoje fiksuoti faktiški krantinių ir šlaitų tvirtinimo plokščių būklę charakterizuojantys parametrai: elementų rodikliai, padėtis ruože bei medžiagų savybės; betono irimo požymiai ir priežastys. Pagrindinės ŠTP betono fizikinės – mechaninės charakteristikos (gniuždomojo stiprio faktiniai dydžiai) nustatytos struktūros neardančiais metodais bei defektoskopijos pagalba.

Natūrinių tyrimų metu naudoti šie konstrukcijų diagnostikos metodai: *vizualusis* – preliminarinė konstrukcijų apžiūra: nustatytos labiausiai pažeistos vietos, pažaidų tipas, plotas bei gylis; *instrumentinis* – lauko – šiuo metodu pagrindinė tiriamoji charakteristika – gniuždomojo betono stipris nustatytas E. Šmidto plaktuku (tai struktūros neardantis tyrimo metodas) pagal standartinę metodiką (LST EN 12504-2:2009). Visi tyrimų rezultatai apdoroti statistškai - vidutinis gniuždomojo betono stipris f_{cm} , variacijos koeficientas v , bei vidutinis kvadratinis nuokrypis σ apskaičiuoti su „Microsoft Excel“ makrokomandomis.

Žinant vidutinį bandinių stiprį f_{cm} , bei variacijos koeficientą v apskaičiuojamas su 95 % tikimybe (patikimumo koeficientas priimtas 1,64 (LST EN 206-1:2002)) garantuotas betono gniuždomasis stipris f_{ck} :

$$f_{ck} = f_{cm} (1 - 1,64 v), [\text{MPa}] \quad (1)$$

Šią reikšmę apvalindami į mažesnę pusę iki standartinio dydžio nustatome kokią klasę C pagal STR 2.05.05:2005 atitinka betonas.

Krantinės ir šlaitų tvirtinimo plokščių gniuždomojo stiprio tyrimų rezultatai

1 lentelėje pateikiama Nemuno krantinės ties Vytauto Didžiojo tiltu Kaune ir šlaitų tvirtinimo plokščių gniuždomojo stiprio tyrimų rezultatai ir pagal juos nustatyta kokią stiprio klasę gniuždant atitinka tirtų konstrukcijų betonas. Stiprio matavimai atlikti Šmidto plaktuku.

Pagal tyrimų rezultatus pateiktus 1 lentelėje, nustatyta, kad mažiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi apardytos plokštės 2 ir 11 ruožuose.

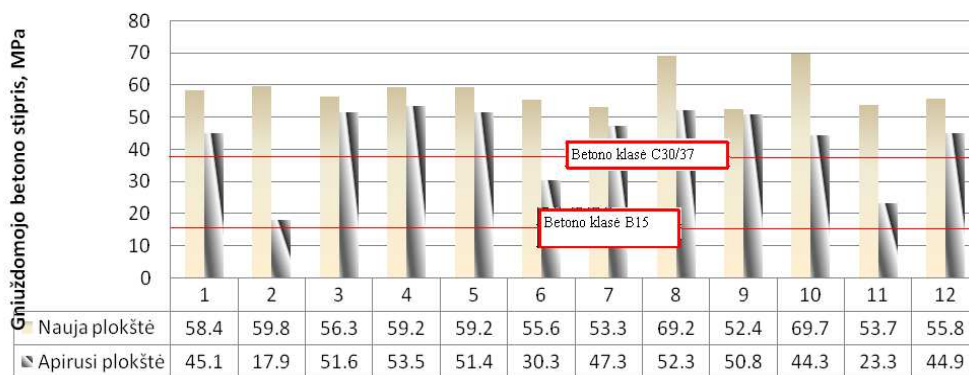
Pagal projektavimo metu galiojusias normas krantinių ir šlaitų tvirtinimo g/b plokščių projektinė betono klasė buvo parinkta turėjo būti ne žemesnė, kaip B15, o pagal dabar galiojančias normas tai atitiktų C12/15 klasę. Pagal šiuo metu galiojančias projektavimo normas STR 2.05.05:2005 konstrukcijos, naudojamos XC4 ir XF3 aplinkos poveikio klasių sąlygose, turi būti projektuojamos iš betono, kurio mažiausia stiprio klasė C30/37.

Nemuno krantinės ties Vytauto Didžiojo tiltu Kaune gelžbetoninių konstrukcijų tyrimų duomenys

Ruožo Nr.	Konstrukcija	Vidutinis gniuždomojo betono stipris f_{cm} , MPa	Kvadratinis nuokrypio vidurkis σ	Variacijos koef., v , %	Charakteristinis gniuždomojo betono stipris f_{ck} , MPa	Minimali betono stiprio gniuždant klasė C
1	2	3	4	5	6	7
1	Sveika plokštė	58,4	4,4	7,50	51,2	C40/50
	Apirusi plokštė	45,1	4,7	10,39	37,4	C30/37
2	Sveika plokštė	59,8	4,7	7,84	52,1	C40/50
	Apirusi plokštė	17,9	4,8	26,88	10,0	C8/10
3	Sveika plokštė	56,3	5,5	9,80	47,2	C35/45
	Apirusi plokštė	51,6	8,5	16,50	37,6	C30/37
4	Sveika plokštė	59,2	3,0	5,05	54,3	C40/50
	Apirusi plokštė	53,5	5,1	9,49	45,2	C35/45
5	Sveika plokštė	59,2	3,0	5,05	54,3	C40/50
	Apirusi plokštė	51,4	3,0	5,83	46,5	C35/45
6	Sveika plokštė	55,6	2,5	4,50	51,5	C40/50
	Apirusi plokštė	30,3	2,7	9,00	25,8	C20/25
7	Sveika plokštė	53,3	4,3	8,15	46,2	C35/45
	Apirusi plokštė	47,3	3,7	7,77	41,3	C30/37
8	Sveika plokštė	69,2	4,0	5,84	62,6	C50/60
	Apirusi plokštė	52,3	2,8	5,39	47,7	C35/45
9	Sveika plokštė	52,4	4,4	8,42	45,1	C35/45
	Apirusi plokštė	50,8	3,1	6,19	45,7	C35/45
10	Sveika plokštė	69,7	5,7	8,24	60,3	C50/60
	Apirusi plokštė	44,3	3,5	7,79	38,7	C30/37
11	Sveika plokštė	53,7	2,3	4,30	49,9	C35/45
	Apirusi plokštė	23,3	3,8	16,46	17,0	C12/15
12	Sveika plokštė	55,8	4,9	8,73	47,9	C35/45
	Apirusi plokštė	44,9	2,4	5,37	40,9	C30/37

Pagal 1 lentelės gniuždomojo betono stiprio tyrimo duomenis sudaryta krantinės gelžbetoninių konstrukcijų gniuždomojo betono stiprio diagramos. Krantinės ir šlaitų tvirtinimo plokščių gniuždomojo betono stiprio iliustracija 4 ir 5 pav.

Krantinės tvirtinimo plokštės

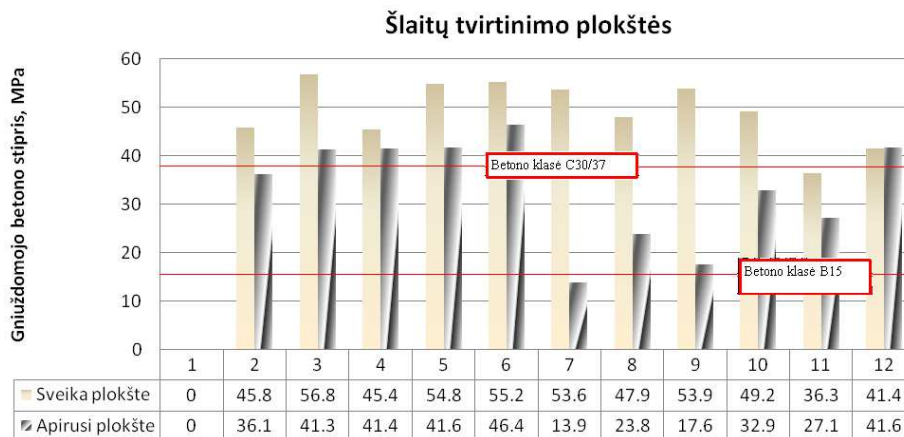


4 pav. Krantinės tvirtinimo plokščių betono stiprio diagrama

Šaltinis: sudaryta autorių

Pagal tyrimų rezultatus pateiktus 4 pav., nustatyta, kad mažiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi apardytos krantinės tvirtinimo plokštės 2 ir 11 ruožuose, atitinkamai 17,9 MPa ir 23,3 MPa.

Didžiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi nesuardytos krantines tvirtinimo plokštės 10 ruože (69,7 MPa).



5 pav. Šlaitų tvirtinimo plokščių betono stiprio diagrama

Šaltinis: sudaryta autorių

Pagal tyrimų rezultatus pateiktus 5 pav., nustatyta, kad mažiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi apardytos šlaitų tvirtinimo plokštės 7 ir 9 ruožuose, atitinkamai 13,9 MPa ir 17,6 MPa.

7 ruože šlaitų tvirtinimo g/b plokščių stipris nesiekia net buvusios projektinės betono klasės B15. Didžiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi nesuardytos šlaitų tvirtinimo plokštės 3 ruože (56,8 MPa).

Krantinių konstrukcijų pažeidų natūrinių tyrimų rezultatai

Žinant, kad naudojami hidrotechnikos statiniai patiria įvairių apkrovų ir agresyvios aplinkos poveikį, dėl to jie ilgainiui nudėvimi ir tampa nebetinkami naudoti. Natūrinių tyrimų metu pastebėti tokie krantinių ir šlaitų tvirtinimo plokščių ir pagrindiniai defektai ir pažeidos: nutrupėjusios vietos, paviršinio betoninio sluoksnio irimas, apsamanojimas (biokorozija), betono ir armatūros korozija, plokščių sukritimas ir pleišėjimas.

Vienas iš dažniausiai pastebėtų gelžbetoninių konstrukcijų irimo procesų – korozija, t.y. betono ir armatūros irimas veikiant įvairiems veiksniams. Jeigu aplinka agresyvi betono atžvilgiu, koroduoja betonas, nuo armatūros nukrenta apsauginis betono sluoksnis, dėl to konstrukcijos laikomoji galia sumažėja, dažnai ji net suyra. Kai aplinka agresyvi tik armatūrai, tai jos veiksniai (deguonis, drėgmė, elektrolitai) apsauginio betono sluoksnio poromis ir kapiliarais prasiskverbia iki armatūros, kuri pradeda rūdyti ir sukelia grėsmę konstrukcijai suirti. Armatūros betone korozija gali būti cheminė ir elektrocheminė (V. Jokūbaitis, 2007).

Armatūrai rūdijant, mažėja jos skerspjūvis ir stiprumas, atsiranda koroziniai plyšiai, padidėja plieno tamprumas, suplėšomas apsauginis betoninis sluoksnis, konstrukcija intensyviai yra (6 pav.).



6 pav. Pažeistas paviršinis betoninis sluoksnis, apnuoginta armatūra

Šaltinis: fotografuota autorių

Yra žinoma, kad korozijos procesus sukelia didelis drėgmės, cikliniai atšalimai ir užšalimai, periodinis sudrėkimas ir išdžiūvimas ir kt. Korozijos procesą spartina dinaminės apkrovos ir tempimo įrašos. Dėl fizinio poveikio medžiagoje atsiranda plyšių, didėja jos poringumas ir laidumas dujoms bei skysčiams.

Betonas dėviasi, kai jo paviršių nuolat mechaniškai veikia transportas, įrengimai ar panašiai (Venckevičius, 2000). Po Vytauto Didžiojo tiltu esančių krantinių plokščių pažeistas paviršinis betoninis sluoksnis saugantis armatūrą, tikėtina priežastis – nuo tilto lašantis vanduo drėkina plokščių paviršių, kuris žiemos metu, veikiamas šalčio bei ledo tirpinimo druskų patenkančių nuo tilto, silpnėja ir yra. Nuolat drėkinamų atvira ore konstrukcijų betonas gali suirti, užšalant jo porose vandeniui, kurio tūris padidėja iki 9 %. Kuo poringesnis betonas, tuo jo atsparumas šalčiui mažesnis.

Iš statinių naudojimo patirties žinoma, kad paprastai vyksta ne pavienė betono korozija, o keletas rūšių vienu metu. Todėl svarbiausia išsiaiškinti pagrindinę irimo priežastį, o po to kitus veiksnius ir jų bendrą poveikį betonui. Be trijų pagrindinių betono korozijos tipų būna ir kitų: biologinė, erozinė ir t.t. Tokių kelių korozijos rūšių: a) biokorozijos; b) dėl nepakankamo atsparumo šalčiui nuirusio paviršinio betono sluoksnio, c) armatūros korozijos pavyzdys pateiktas 7 paveiksle.



7 pav. Biokorozija Nemuno krantinės šlaitų tvirtinimo plokštėse, nuiręs paviršinis sluoksnis
Šaltinis: fotografuota autorių

Natūrinių tyrimų metu pastebėta, kad šlaite formuojasi nuošliaužos. Galima šio proceso priežastis - netinkamas vandens nuvedimas. Tai galėjo pažeisti natūralų vandens nutekėjimą šlaitu ir sukelti didesnius grunto išplovimus. Išplovus pagrindą iš po plokščių, plokštės vietomis sukrinta, dėl deformacijų plokščių konstrukcijos supleišėja (8 pav.).



8 pav. Paplautas pagrindas iš po plokščių
Šaltinis: fotografuota autorių

Apžiūrėjus šlaito tvirtinimo plokštes, nustatyta, kad pažeista 30 procentų plokščių, todėl reikalinga atlikti šlaitų tvirtinimo remontą. Siūloma remontuoti suardytas plokštes pakeičiant naujomis gamykloje pagamintomis surenkamosiomis plokštėmis. Jeigu bus delsiama remontuoti, suardžius daugiau kaip 50 procentų šlaitų tvirtinimo bus reikalinga atlikti šlaitų tvirtinimo rekonstrukciją.

Išvados

Natūrinių tyrimų metu pastebėti tokie krantinių ir šlaitų tvirtinimo plokščių pagrindiniai defektai ir pažaidos: nutrupėjusios vietos, apsamanojimas, betono ir armatūros korozija, plokščių sukritimas ir pleišėjimas.

Įvertinus Nemuno krantinės ties Vytauto Didžiojo tiltu Kaune pažeistų krantinių ir šlaitų tvirtinimo plokščių techninę būklę, nustatyta, kad pažeista 30 procentų plokščių, todėl reikalinga atlikti šlaitų tvirtinimo remontą.

Įvertinus Nemuno krantinės ties Vytauto Didžiojo tiltu Kaune pažeistų krantinių ir šlaitų tvirtinimo plokščių gniuždomojo betono stiprį, nustatyta:

- mažiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi apardytos krantinės tvirtinimo plokštės 2 ir 11 ruožuose, atitinkamai 17,9 MPa ir 23,3 MPa; didžiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi nesuardytos krantinės tvirtinimo plokštės 10 ruože (69,7 MPa).
- mažiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi apardytos šlaitų tvirtinimo plokštės 7 ir 9 ruožuose, atitinkamai 13,9 MPa ir 17,6 MPa; didžiausiu gniuždomojo betono stipriu pasižymi nesuardytos šlaitų tvirtinimo plokštės 3 ruože (56,8 MPa).

Literatūra

1. Hidrotechninė statyba. Metodiniai patarimai / Sudarytojas Č.Ramonas. Kaunas.–Akademija, LŽŪU leidybinis centras, 2000. 324 p.
2. Hidrotechninės statybos darbai. ST 120793378.05:2005 LMIA, Vilnius, 2005.
3. Hidrotechnikos statinių projektavimas. Metodiniai patarimai / sudarytojas Z. Rimkus. Kaunas – Akademija, LŽŪU leidybinis centras, 2001.
4. Jokūbaitis V. Statinių gelžbetoninių ir mūrinių konstrukcijų techninės būklės tyrimai ir vertinimas. Mokomoji knyga. Vilnius, 2007.
5. Katkevičius L., Baublys R. Vandens kelių, krantinių ir prieplaukų Mokomoji knyga. Kaunas, Ardiva. 2008. 80 p.
6. LST EN 12504–2:2009.
7. LST EN 206–1:2002
8. Ruplys B. Hidrotechniniai statiniai. Vilnius, Mokslas, 1988.–343 p.
9. STR 1.12.03:2006 „Hidrotechnikos statinių techninės priežiūros taisyklės“
10. STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“. (Žin., 2003, Nr. 59–2683).
11. STR 2.01.01(1):2005 „Mechaninis atsparumas ir pastovumas“
12. STR 2.02.06:2004 „Hidrotechnikos statiniai. Pagrindinės nuostatos“. (Žin., 2004, Nr. 154–5624).
13. STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“
14. STR 2.05.14:2005 „Hidrotechnikos statinių pagrindų ir pamatų projektavimas“
15. STR 2.05.18:2005 „Betoninės ir gelžbetoninės užtvankos ir jų konstrukcijos“
16. Vaišvila K. A. Statinių būklės vertinimas ir rekonstrukcija. Metodiniai patarimai. Kaunas, 2008.
17. Venckevičius V., Žilinskas R. Statinių rekonstrukcija ir remontas. Kaunas. 2000. 44 p.
18. Žibas A., Žibienė G. Jūrų hidrotechnika. Mokomoji knyga. Kaunas, Ardiva. 2008. 56 p.

EVALUATION OF CONCRETE STRUCTURES COMPRESSIVE STRENGTH AND LESIONS OF CITY BERTHS AT KING MINDAUGO PROSPECTUS IN KAUNAS

Summary

Hydraulic structures are important items and should be constantly monitored. The research subject - the pedestrian embankment at Nemunas River near Aleksotas district at Kaunas city. These embankments are designed for small pleasure craft mooring and leisure walking. The purpose of work - to evaluate deteriorations and compression strength of reinforced concrete structures in embankment of river Nemunas in Kaunas city. According to the purpose of work are formulated objectives of research, established the defects and deteriorations, compressive strength of the strengthening plates in embankments and slopes. During the evaluation of technical state in embankments of river Nemunas is it found that 30 percent of slope strengthening plates are eroding. According to the results are offered to repair the structures of embankments and slopes.

Key words: embankment slopes, mounting plate, damage.

AUTORIAUS LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Snieguolė Pazniokaite.

Mokslo laipsnis ir vardas: lektorė.

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Statybos fakulteto Statybos katedros lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybinių medžiagų bei konstrukcijų savybės eksploatuojant.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 600 44545, spazniokaite@gmail.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Raimondas Šadzevičius

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, lektorius

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Statybos fakulteto Statybos katedros lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: hidrotechnikos statinių pažaidos, defektai

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 600 97176, raimondas.sadzevicius@asu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Vytautas Valaitis.

Mokslo laipsnis ir vardas: -.

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, statybos fakulteto statybos katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 686 93640, vytasval@yahoo.com

A COVER LETTER OF AUTHOR

Author name, surname: Snieguolė Pazniokaite.

Science degree and name: -.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty Of Civil Engineering, Department Of Civil Engineering, Lecturer.

Author's research interests: Building Materials And Construction Properties Of The Operation.

Telephone and e-mail address: +370 600 44545, spazniokaite@gmail.lt

Author name, surname: Raimondas Šadzevičius

Science degree and name: Doctor Of Technical Sciences.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Faculty Of Civil Engineering, Department Of Civil Engineering, Lecturer.

Author's research interests: Deteriorations And Defects Of Hydraulic Structures.

Telephone and e-mail address: +370 600 97176, raimondas.sadzevicius@asu.lt

Author name, surname: Vytautas Valaitis.

Science degree and name: -.

Workplace and position: Kaunas University Of Applied Engineering Sciences, Civil Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Lecturer.

Author's research interests: manufacturing technologies.

Telephone and e-mail address: +370 686 93640, vytasval@yahoo.com

VANDENILINIŲ SISTEMŲ LENGVUOSIUOSE AUTOMOBILIUOSE ANALIZĖ IR PALYGINIMAS

Dovilė Sevelevičiūtė, Saulius Tamokaitis

Klaipėdos valstybinė kolegija

Anotacija

Šiuolaikiniame pasaulyje mažėja lengvai išgaunamų naftos produktų, todėl su kiekvienais metais pasaulyje vis aktualesnė energetinių resursų problema. Perspektyvoje numatoma, kad greit mažės ir iškasamo arba skysto kuro kiekiai. Degalų poreikis nepaliaujamai kyla. Dėl to degalai brangsta. Didelis iškastinių degalų vartojimas keičia planetos klimatą. Lietuvoje atrasti menki naftos kiekiai. Dėl to visada ją reiks pirkti iš kitų šalių.

Šiuolaikinių vandeniliu varomų automobilių kaina yra ganėtinai didelė, tačiau ateityje šių automobilių kaina mažėtų. Vandeniliniu kuru varomi automobiliai iš rinkos išstums įprastiniu kuru varomus automobilius.

Straipsnyje analizuojamas vandenilinių sistemų pritaikymas automobilyje.

Reikšminiai žodžiai: generatorius, vandenilis, technologijos, automobilis.

Ivadas

Šiuolaikiniame pasaulyje mažėja lengvai išgaunamų naftos produktų, todėl su kiekvienais metais pasaulyje vis aktualesnė energetinių resursų problema. Perspektyvoje numatoma, kad greit mažės ir iškasamo arba skysto kuro kiekiai. Degalų poreikis nepaliaujamai kyla. Dėl to degalai brangsta. Didelis iškastinių degalų vartojimas keičia planetos klimatą. Lietuvoje atrasti menki naftos kiekiai. Dėl to visada ją reiks pirkti iš kitų šalių.

Pramonės gigantai automobilių gamintojai vis daugiau kalba apie alternatyvius energetinius resursus. Pastoviai ieškoma alternatyvių energijos šaltinių. Vienas iš jų yra vandenilis. Vandenilio gamybos technologija nebūtinai turi būti sudėtinga. Atskiri mokslininkai ir išradėjai jau prieš du dešimtmečius paskelbė savo darbus šia kryptimi. Šiuo metu, kai gryo vandenilio sistemos ir infrastruktūra neišvystyta, todėl atskiros kompanijos ir išradėjai JAV, Kanadoje, Australijoje ir kitose šalyse jau gamina ir eksploatuoja automobiliuose montuojamus vandenilio gamybos įrenginius.

Vandenilinių sistemų didžiausia nauda, gali pasireikšti ekologijoje ir ekonomikoje. Didėjant žmonių skaičiui, taip pat didėja poreikis įsigyti automobilius, tačiau šių dienų automobiliai yra varomi naftos produktais. Iškiriamas anglies dvideginis teršia gamtą ir žaloja žmogaus sveikatą.

Vandenilinių variklių naudojimo ateitis yra reali, nes naftos iškasėnų kiekis, kiekvieną dieną vis mažėja. Vandenilio kuro kaina būtų žema palyginus su įprastiniu kuru, nes vandenilio sistema naudoja vandenį. Šiuolaikinių vandeniliu varomų automobilių kaina yra ganėtinai didelė, tačiau ateityje šių automobilių kaina mažėtų. Vandeniliniu kuru varomi automobiliai iš rinkos išstums įprastiniu kuru varomus automobilius.

Darbo tikslas – išanalizuoti vandenilinių sistemų pritaikymą automobilyje.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti Lietuvos pasiekimus kuriant vandenilines technologijas;
2. Išanalizuoti kokią įtaką turi išmetamųjų dujų emisijos rodikliams papildomas vandenilio tiekimas;
3. Pateikti pasiūlymų, dėl naujų vandenilio technologijų panaudojimo automobilyje.

Metodas: eksperimentinis bandymas.

1. Lietuvos pasiekimai vandenilio išgavimo ir panaudojimo srityje

Pirmasis pasiekimas Lietuvos mokslininkai užpatentavo naują vandenilio gamybos iš vandens būdą. Vytauto Didžiojo universiteto, Lietuvos energetikos instituto ir Kauno technologijos universiteto mokslininkai užpatentavo naują vandenilio gamybos iš vandens būdą, kuris padės spręsti aktualias vandenilio ekonomikos ir gamtos apsaugos problemas.

Naujasis vandenilio gamybos būdas nenaudoja brangių katalizatorių ir garantuoja 100 proc. ekologiškai švarią technologiją. Jo pagrindinė dalis yra membrana, kurios paviršiuje skyla vandens molekulės. Ši membrana turi būti pakankamai plona, o mikrostruktūra tokia, kad praleistų vandenilio atomus, bet deguonies atomus sulaikytų ant paviršiaus. Ji turi nekeisti savo elementinės sudėties ir struktūros po ilgo apspinduliavimo jonais, turi būti atspari temperatūriniais svyravimams ir t. t. Todėl Vytauto Didžiojo universiteto, Lietuvos energetikos instituto ir Kauno technologijos universiteto mokslininkų

kolektyvas, vykdydamas nacionalinės programos „Ateities energetika“ projektą „Vandenilio gavyba iš vandens garų plazmos molekulinės implantacijos būdu“ (Nr. ATE-02/2010), daugiausia dėmesio skyrė būtent membranų, kurios būtų tinkamos vandeniliui atskirti, tyrimams.

Vytauto Didžiojo universiteto Fizikos katedros profesorius Liudas Pranevičius nurodo tokius pasiūlyto vandenilio gavybos būdo privalumus: „Tai ekologiškai švari technologija, kuriai nereikia nei brangių katalizatorių, nei aukštų temperatūrų. Vandens molekulės skilimas ir vandenilio nuo deguonies atomų atskyrimo procesai vyksta vienu metu, todėl nereikia papildomo proceso vandeniliui atskirti nuo reakcijos produktų. Įelektrintus vandens nanolašus galima nukreipti į didelių paviršių membranas (1 m² ir daugiau), taip padidinant vandenilio gavybą. Visi procesai vyksta kambario temperatūroje, o esant dideliems nanolašų srautams membranos papildomai gali būti nesudėtingai vėsiamos vandeniu. Be to, procesas lengvai valdomas keičiant jonus greitinančią įtampą ir matuojant srovę“.

Mokslininkų teigimu, vandenilio išskyrimas iš vandens yra sudėtingas mokslo ir technikos uždavinys. Paprastai vandenilis iš vandens gaunamas elektrolizės būdu, tačiau įskaičiuojant visas energijos sąnaudas, vandenilio gavybos efektyvumas sudaro tik apie 25–45 proc. Be to, šis metodas reikalauja brangių katalizatorių ir aukštų temperatūrų (apie 3000 K) [1].

Antrasis pasiekimas. Lietuviai: 2007 m. rudenį dėstytojų padedami Šiaulių universiteto studentai sukonstravo pirmą Lietuvoje vandeniliu varomą lengvąjį automobilį. Jame, kaip ir „Genepax“ automobilyje, sumontuota vandenį į vandenilį ir deguonį skaidanti sistema.

Internete galima rasti nemažai patarimų, kaip sukonstruoti vandenilį gaminantį generatorių, ir ne vieną kompaniją, siūlančią įsigyti šį stebuklingą prietaisą. Vandenilio būna generatoriai dvejopi: vieni elektros srove iš vandens išskiria tik vandenilį, o kiti – HHO dujas (angl. oxyhydrogen) – degų vandenilio ir deguonies mišinį.

Deja, vien vandeniliu „maitinti“ automobilio nepavyks, jei generatorių sumontuosite įprastą vidaus degimo variklį turinčiame automobilyje – tai padės tik sutaupyti degalų. Pavyzdžiui, automobilis, varomas benzinu ar dyzelinu kartu su HHO dujomis, sunaudoja mažiau degalų ir į aplinką išskiria mažiau teršalų.

HHO dujų ir vandenilio generatoriai internete kainuoja įvairiai – nuo 40 iki 4 000 Lt. Bet kažkodėl apie jų efektingumą niekas garsiai nekalba. O gaila, nes vanduo dengia net 71 proc. Žemės paviršiaus ir galėtų būti didžiausias alternatyvių degalų šaltinis.



1 pav. Šiauliėčių sukonstruotas automobiliukas.
Šaltinis: Šiaulių universiteto tinklalapis.

Šiauliėčių sukonstruotas dvivietis „Smart“ dydžio automobiliukas (1 pav.) su vandenilio generatoriumi kol kas „išspaudžia“ tik 50 km/val. greitį. Jis veikia panašiai kaip bet kuris kitas elektromobilis, tik jame elektros energija gaunama elektrocheminės reakcijos metu vandenilį išskiriant iš vandens vandenilio kuro elementuose. Šie elementai praleidžia teigiamo krūvio protonus ir sulaiko

elektronus. Vienoje pusėje lieka teigiamas krūvis, kitoje – neigiamas, o susidarius potencialų skirtumui atsiranda elektros srovė, varanti automobilį.

2. Tyrimo pagrindimas

Analizė atlikta remiantis valstybinių tyrimų programų rezultatais, atskirų išradėjų pasiūlymais ir įrangą gaminančių įmonių reklama.

Vandenilis varikliuose bandomas naudoti jau senai. NASA (National Aeronautics and Space Administration) savo tyrime „Emisija ir degalų sunaudojimas daugiacylinčiame stūmokliniame variklyje varomame benzinu ir vandenilio benzino mišiniu“ 1977 metais tyrimų centre (John F. Cassidy Ohio Lewis research center) atliko bandymus su stacionariu 4,7 litrų darbinio tūrio varikliu [šaltinis - Washington, D.C. NASA ataskaita Nr.: TN D -8487]. Suspaudimo laipsnis 10,5. Uždegimo kampas 10. Tyrimo metu gauta, kad dirbant paliesintu mišiniu padidėjo liepsnos greitis visais režimais sumažėjo visų teršalų kiekiai. Bandant su minėtu varikliu buvo gauti didesnė azoto emisija. Išvadoje teigiama, kad dėl didesnių degimo temperatūrų kurios sukelia ir azoto oksidų kiekį. Žymaus galios padidėjimo ir degalų ekonomijos nepastebėta. Monoksido koncentracija sumažėjo.

Įvairius tyrimus šia linkme remia ir šalių valstybinės programos. Kanadoje 1992 metais aplinkos technologijų tyrimo programos (ETV - Environmental Technology Verification) metu kurį atliko privati kompanija (Canadian Hydrogen Energy Company Ltd.) išbandytas krovininio automobilio (60 serijos Detroit tipo variklis) dyzelinis variklis naudojantis vandenilį pagamintą bandymo metu. Vandenilis gautas automobilio generatoriaus gaminamos energijos pagalba. Bandymas atliktas suteikus varikliui apkrovą dinamometrinio stendo pagalba. Vandenilio degalų įpurškimo sistema – (Hydrogen fuel injection (HFI) system). Gauti šie rezultatai:

- 4,44% sumažėjo degalų sunaudojimas;
- 0,39% sumažėjo CO emisija;
- 4,34% sumažėjo NO_x emisija.

Sutrumpėja degimo laikas, dėl to keletu laipsniu vėlinamas uždegimas, ko pasekoje kyla variklio sūkiai ir galia (apie 3%). Sumažėja žalinga emisija CO ir HC. Trumpesnis degimo laikas sumažina azoto oksido kiekį.

Bandymai atlikti Londono taksi automobiliuose „kabuose“ (bandymus atliko „Millbrook Emissions Testing Laboratory“) parodė 53% HC, 47%, 14%NO_x sumažėjimą.

Skelbiamas įrangos 12-15 mėn. atsipirkimo laikas (JAV). Komplekto kaina lengvajam automobiliui apie 1000 USD. Siūloma pirkti ir dalimis reikiamus įrangos elementus. Vandenilį gaminanti įranga plačiai pradėta montuoti į sunkvežimius 1998 metais.

HHO dujų gamybos įtaisai pritaikomi ir motocikluose. Pavyzdžiui, JAV pagamintas aparatas (ZachWest Elektrolizer, 2004) gamina 17 litrų dujų per minutę 250 cm³ motociklo varikliui.

Naudojamos įvairiausios konstrukcijos. Pavyzdžiui, aparate gali būti naudojami ir pagalbiniai magnetai (Shigeta, 2005). Plačiai reklamuoja savo prietaisus JAV (Bob Boyce, 2002). Elektrodai sukami į rites, naudojami vamzdžiai, plokštelės. Naudojama impulsinė srovė.

JAV skiria dideles lėšas vandeniliu varomam automobiliui kurti. Izraelyje išrastas variklis naudojantis aliuminio, magnio arba boro vielą kaip kurą (autorius - Amon Yogev kompanijos „Engineuity“ įkūrėjas). Pasiektas santykis yra 100 kg vielos atitinka 33 kg degalų. KVK laboratorijoje taip pat atliktas panašus cheminis degių dujų gamybos eksperimentas.

3. Tyrimo metodika

Tyrimo tipas: eksperimentinis bandymas, informacijos šaltinių analizė. Praktinio bandymo duomenys gauti atliekant laboratorinį eksperimentą. Literatūros analizė atlikta nagrinėjant skelbiamus patentų, gamintojų ir vartotojų duomenis internete.

Bandymo prietaisai: 2 elektrolizės aparatai su bendru plokštelių plotu 65x90 4vnt ir 65x90 6vnt. Plokštelių jungimas (2 pav.).

Elektrolitas: elektrolito sudaromoji medžiaga natrio hidrokarbonatas NaHCO₃ (kiti pavadinimai - natrio bikarbonatas, geriamoji soda, kepimo soda, maistinė soda, Sodium Bicarbonate).

Įranga: automobilis - Renault Laguna, diagnostinis prietaisas DASPAS -65, ampermetras.

Bandymo eiga: du elektrolizės aparatai jungiami lygiagrečiai ir nuosekliai. Matuojama vartojama srovė, įtampa, emisijos rodikliai. Bandymo iliustracija (2 pav.).

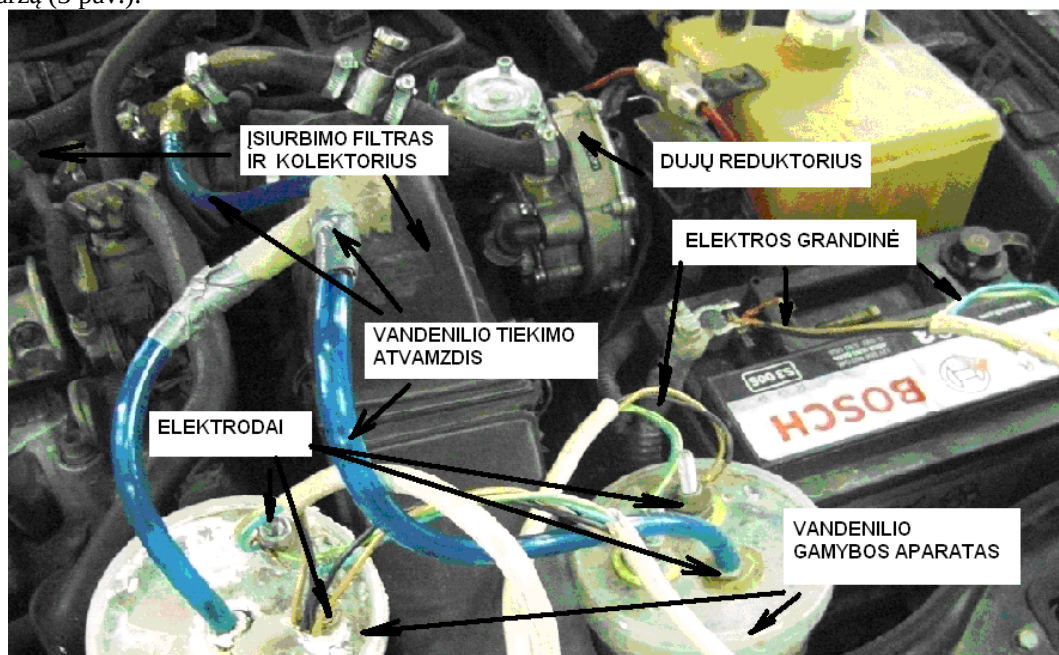
Informacijos šaltinių analizė: išanalizuoti internete pateikti šaltiniai aprašantys aparatų konstrukcijas, bandymų rezultatus.



2 pav. Sukonstruoto aparato elektrodų bendras vaizdas
Šaltinis: sudaryta autorių

Eksperimento metu naudojome Brauno dujų generatorių, kuris sudarytas iš dviejų blokų, kuriuose yra po 6 elektrodus (2 pav.). Šie blokai sudaryti iš nerūdijančio plieno, kurio sudėtis: chromas 13 %, molibdenas 2,5 % ir likusi dalis – geležis, iš kurios kiek įmanoma yra pašalinta anglies (C) ir kitų priemaišų.

Šie elektrodai yra įmerkti į sodos tirpalo elektrolitą. Tai nėra geriausias elektrolitas, nes turi didelę savitąją varžą (3 pav.).



3 pav. Elektrolizės aparato prijungimo schema prie automobilio elektros tiekimo ir maitinimo sistemos
Šaltinis: sudaryta autorių

Elektrodai yra izoliuoti, t.y. nėra tiesioginio kontakto. Elektrodai patalpinti sandarioje talpoje, užpildytoje sodos tirpalo elektrolitu, iš kurios išvesta anga, pro kurią išsina vandenilio dujos ir elektrodų kontaktai

4. Tyrimo turinys

4.1. Bandymo eiga (pirmasis tyrimas KVK laboratorijoje atliktas 2013 m. kovo mėn.)

Bandymo eiga. Du elektrolizės aparatai buvo prijungti lygiagrečiai prie baterijos. Pamatavus gauta didesnė negu 50A srovė. Siekiant neperkrauti automobilio generatoriaus elektrolizės aparatai buvo sujungti nuosekliai. Šiuo atveju elektrolizei naudojama srovė apsiribojo 24-28A. Elektrolito koncentracija nebuvo matuojama.

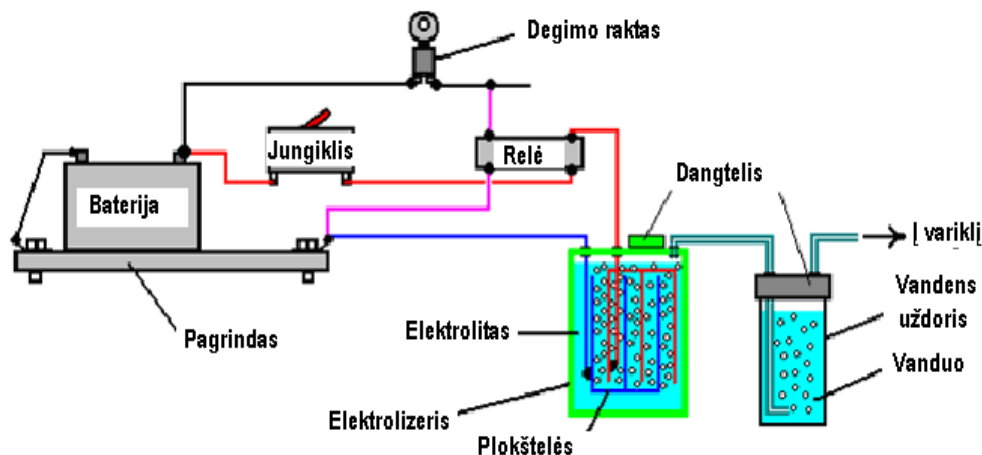
Paleidus variklį matuota dujų emisija:

1. Kai vandenilis tiekiamas į siurbimo kolektorių;
2. Kai vandenilis negaminamas ir netiekiamas.

Emisijos ir variklio sukimosi dažnio pokyčių nepastebėta. Bandymas atliktas varikliui dirbant tuščia eiga.

Važiavimo bandymo neatlikta, nes sukonstruotos sistemos konstrukcija eksperimento metu įvertinta kaip nesaugi eksploataciniu požiūriu. Aparatą nutarta tobulinti, tyrimus tęsti. Priimtina konstrukcijos schema (4 pav.).

Pagrindiniai reikalavimai, kad sistema turėtų saugiklius nuo srovės perkrovos, atbulinės liepsnos.



4 pav. Paprasto elektrolizės aparato jungimo schema

Bandymo išvada: gaminamas duotu aparatu dujų kiekis per mažas pokyčiui pastebėti, variklio tuščios eigos sistema prisitaiko ir reguliuoja apsisukimus, dujų emisijai turi įtakos katalizatoriai.

Vandenilio gamybos efektas patikrintas atliekant vandenilio gamybą prijungus automobilinę bateriją ne automobilyje. Lygiagrečio jungimo metu stebimas akivaizdus dujų išsiskyrimas.

4.2. Bandymo eiga (antrasis tyrimas KVK laboratorijoje atliktas 2013 kovo mėn.)

Šiam bandymui buvo sukonstruotas Brauno dujų generatorius – elektrolizeris (5 pav), kuris susideda iš dviejų plastikinių talpų kurios susimauna viena į kitą. Tarp talpų likęs tarpelis yra užpildomas hermetiku. Talpos elektrolito talpa yra 2,6 litro. Elektrolizerio talpoje yra 12 nerūdyjančio plieno skardos plokštelių, kurios kas antra yra skirtingo polio. Jos atlieka elektrodų paskirtį. Elektrodai tarp skirtingų polių yra izoliuoti, atskirti organinio stiklo juostelėmis, todėl nėra tiesioginio kontakto.

Elektrodai yra įmerkti į sodos tirpalo elektrolitą. Tai nėra geriausias elektrolitas, nes turi didelę savitąją varžą (ρ). Daug naudingiau būtų naudoti kalio hidroksido (KOH) arba natrio hidroksido (NaOH), bet šie elektrolitai yra kenksmingos medžiagos ir pavojingi sveikatai, todėl su jais nebuvo dirbama eksperimento metu.

Elektrolizerio viršuje yra elektrolito užpildymo anga, kuri užsisuka kamšteliu, taip pat yra kakliukas, pro kurį garuoja vandenilio dujos. Tam, kad vandenilio dujas nutiekti į variklį yra naudojama žarnelė, kuri užsimauna ant kakliuko. Kita žarnelės pusė jungiama prie VDV įsiurbimo kolektoriaus. Elektrolizerio šone yra elektrodų kontaktai, prie kurių jungiasi laidai, kurie vėlesnėje eigoje būna prijungti prie automobilio akumuliatoriaus baterijos. Elektrolizeris (5 pav.).



5 pav. Brauno dujų generatorius - elektrolizeris
Šaltinis: sudaryta autorių

Kaip minėta, Brauno dujų generatoriuje naudojama sodos elektrolitas NaHCO_3 . Šis tirpalas disocijuoja į jonus:



Be šių druskų tirpale taip pat yra šiek tiek H^+ ir OH^- molekulių [2].

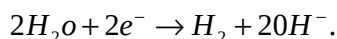
Reakcija ant anodo (oksidacija). Link anodo slenka OH^- ir HCO_3^- , čia oksiduosis OH^- , nes deguoninių rūgščių anijonai (HCO_3^-) iš vandeninių tirpalų neišsikrauna, o lengviau vyksta OH^- jonų (šarminiame elektrolite) arba vandens molekulių (rūgščiame arba neutraliame elektrolitų tirpale) oksidacija:



Reakcija ant katodo (redukcija). Na^+ ir H^+ slenka link katodo. Kadangi natris yra metalų įtampų eilėje į kairę nuo vandenilio, t.y. yra už jį neigiamesnis ($\epsilon_{\text{Na}} = -2,714\text{V}$), katodo paviršiuje jis neišelektrina, o išelektrina vandenilis (redukuojasi). Išsiskyrę vandenilio jonai jungiasi į H_2 molekulę [3]:



arba,



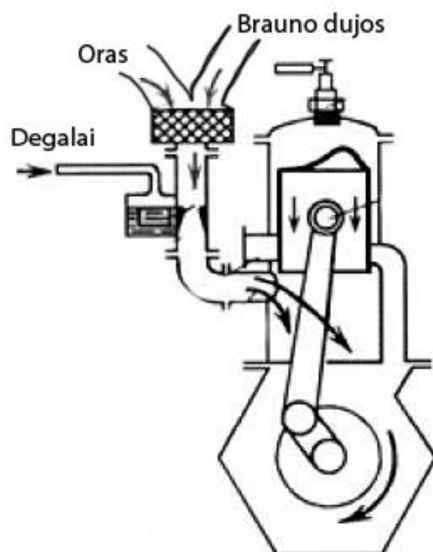
Ši lygtis dažniausiai užrašoma taip, nes H_2O mažai disocijuoja.

Jei tirpalai šarminiai ar neutralūs, ant katodo vandenilis skiriasi iš vandens molekulių, nes jos redukuojasi (NaOH šarminio tirpalo atveju):



O jei tirpalai rūgštiniai, ant anodo oksiduojasi OH^- jonai:





6 pav. Brauno dujų, oro ir degalų padavimo į vidaus degimo variklį principinė schema
Šaltinis: JAVICKIS, V., MATULIS, B. *Bendroji ir neorganinė chemija*. Vilnius, 1995.

Bandymo eiga. Bandymo metų buvo testuojamas AUDI 80 1989m. 1.8cm^3 , taip pat Honda Civic 1990m 1.5cm^3 ir motoroleris Aprilia 2003m. 500cm^3 . Automobiliuose AUDI ir Honda elektrolizeris buvo prijungtas prie automobilių akumuliatoriaus baterijos. Motoroleris Aprilia buvo testuojamas, kai elektrolizeris buvo pajungtas nuo atskiros akumuliatoriaus baterijos.

Elektrolito koncentracija nebuvo matuojama. Ampermetru pamatuota srovė gauta 38A.

Skirtingų automobilių bandymo metu buvo prijungtas dujų analizatorius, kuriuo buvo matuojami automobilių dujų išmetimo deginių kiekiai. Bandymai atlikti varikliui dirbant tuščia eiga. Paleidus variklį matuota dujų emisija:

1. Kai vandenilis negaminamas ir netiekiamas.
2. Kai vandenilis tiekiamas į siurbimo kolektorių.

Bandymo metu buvo pastebėti variklio sūkių sumažėjimai abiejų automobilių atvejais. Bandymo rezultatai užrašyti ir suvesti į suvestinę (1 lentelė), (2 lentelė), (3 lentelė).

1 lentelė

Bandymas su Honda automobiliu

Bandymo skaičius	Netiekiant vandenilio dujų			Tiekiant vandenilio dujas		
	Deginiai			Deginiai		
	CO%	CO2%	HC	CO%	CO2%	HC
1.	3.66	7.8	314	2.53	8.2	157
2.	2.61	8.8	162	2.50	8.1	150
3.	2.38	8.7	143	2.46	8.6	140
4.	2.45	8.5	137	2.55	8.3	146
Vidurkis	2.77	8.5	189	2.51	8.3	148

Testuojant automobilį Honda, ryškūs rodiklių pasikeitimai nepastebėti, tačiau suvedus viską į išvestinę ir išvedus vidurkį, matomas visų deginių nedidelis mažėjimas.

2 lentelė

Bandymas su AUDI automobiliu

Bandymo skaičius	Netiekiant vandenilio dujų			Tiekiant vandenilio dujas		
	Deginiai			Deginiai		
	CO%	CO2%	HC	CO%	CO2%	HC
1.	0.01	8.9	420	0.05	8.8	403
2.	0.02	8.7	455	0.04	8.8	411
3.	0.01	9	451	0.06	8.6	406
4.	0.02	8.8	437	0.04	8.9	415

Bandymu skaičius	Netiekiant vandenilio dujų			Tiekiant vandenilio dujas		
	Deginiai			Deginiai		
	CO%	CO2%	HC	CO%	CO2%	HC
Vidurkis	0.01	8.8	440	0.04	8.7	408

Testuojant automobilį AUDI, rezultatai nepagerėjo, kadangi sumažėjus rodiklio rodmenims HC - padidėjo CO%.

3 lentelė

Bandymas su Aprilia motoroleriu be apkrovos

Bandymu skaičius	Netiekiant vandenilio dujų			Tiekiant vandenilio dujas		
	Deginiai			Deginiai		
	CO%	CO2%	HC	CO%	CO2%	HC
1.	4.37	8	240	4.80	7.8	227
2.	5.00	7.7	220	5.45	7.4	230
3.	4.91	8.2	247	5.25	7.7	236
4.	4.79	7.9	234	4.94	7.5	224
Vidurkis	4.7675	7.9	235	5.11	7.6	229

Testuojant Brauno dujų generatorių, ant Aprilia dvitakčio motorolerio, manytų rezultatų nebuvo gauta. Buvo manoma, kad motorolerio variklis veikdamas be apkrovos bus veiksmingiausias iš visų bandymų, tačiau rezultatai nenudžiugino, didelių pasikeitimų nepastebėta.

Išvados ir pasiūlymai

Vytauto Didžiojo universiteto Fizikos katedros profesorius Liudas Pranevičius su studentais užpatentavo naują vandenilio išgavimo būdą, jų teigimu užpatentuota technologija yra nebrangi, kadangi nereikalauja brangių katalizatorių ir jie užtikrina, kad ši technologija yra 100% ekologiška. Taip pat Šiaulių universitete Alfredas Lankauskas taip pat padedant studentams sukonstravo automobiliuką, kuris buvo varomas vandeniliu. Jame buvo pritaikyta kuro elementų technologija. Šiuo metu automobiliukas yra pastatytas kaip eksponatas Šiaulių universiteto gamtos fakulteto koridoriuje. Alfredas Lankauskas dalį darbo bei laisvalaikio laiko skiria būtent vandenilio išgavimo panaudojimo technologijoms kurti ir analizuoti. Alfredas Lankauskas su studentais nuolatos dalyvauja įvairiuose vandenilio gamybos, bei panaudojimo moksliniu projektų tyrimuose.

Tyrimo metu naudojami trys bandomieji varikliai t.y. du automobiliu ir vienas motorolerio. Vandenilio dujoms išgauti panaudotas Brauno dujų generatorius. Bandymo metu varikliai dirbo tuščia eiga, atlikus matavimus gauti rezultatai parodė, kad sumažėjus HC padidėjo CO% lyginant su įprastinio kuro naudojimu. Galima teigti, kad Brauno dujų generatorius nėra ekologijos, bei degalų ekonomiško geriausias vandenilinių sistemų efektyvus pavyzdys.

Vandenilio technologijų pritaikymas automobilių transporte ne naujiena, tačiau retenybė gatvėse. Norint, kad vandenilio ekologiškos, bei ekonomiškos sistemos išplistų automobilių transporte visų pirma reikėtų atrasti vieną iš pigiausių ir efektyviausių technologijų. Šiai dienai vandeniliniai automobiliai yra koncepciniai arba labai mažo tiražo, nes juose pritaikytos technologijos yra brangios. Kuomet technologijos supaprastės ir atpigs, tuomet atsiras ir žmonių norinčių įsigyti tokį ateities automobilį.

Literatūros sąrašas

1. Lietuvos mokslininkai užpatentavo naują vandenilio gavybos iš vandens būdą. 2012 [žiūrėta 2013 m. gegužė 15 d.]. Prieiga per Internetą: <http://fizika.vdu.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=167>
2. JAVICKIS V., MATULIS B. Bendroji ir neorganinė chemija. Vilnius, 1995.
3. Lietuvos mokslininkai užpatentavo naują vandenilio gavybos iš vandens būdą. 2012 [žiūrėta 2012 m. gegužė 15 d.]. Prieiga per Internetą: <http://fizika.vdu.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=167>

ANALYSIS AND COMPARISON of HYDROGEN systems for cars

Summary

These days in world, is decreasing easily extracted oil, and therefore the world every year more and more relevant problem of energy resources. Ahead and quickly declining fossil fuel or liquid levels. Fuel demand constantly is rising. As a result fuel becoming more expensive. High fossil fuel consumption is changing the global climate. Lithuania as a country doesn't have quantities of oil. As a result, it's always need to buy from other countries.

Modern hydrogen-powered car's price nowadays is quite high priced, but in the future prices of vehicles powered by hydrogen fuel should decrease. Hydrogen fuel powered cars from the market will replace the conventional fossil fuel powered cars.

Keywords: generator, hydrogen, technologies, car.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Dovilė Sevelevičiūtė.

Mokslo laipsnis ir vardas: -.

Darbo vietą ir poziciją: Klaipėdos valstybinė kolegijos, Technologijų fakulteto, Transporto inžinerijos katedros lektorė.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: transporto inžinerija.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 612 24162, d.seveleviciute@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Saulius Tamokaitis.

Mokslo laipsnis ir vardas: -.

Darbo vietą ir poziciją: Klaipėdos valstybinės kolegijos, Technologijų fakulteto, Transporto inžinerijos katedros lektorius.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 646 28958, sauliuskvk@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Dovilė Sevelevičiūtė.

Science degree and name: -.

Workplace and position: Klaipėda State College, Technology Faculty, Transport Engineering Department, Lecturer.

Author's research interests: Transport Engineering.

Telephone and e-mail address: +370 612 24162, d.seveleviciute@gmail.com

Author name, surname: Saulius Tamokaitis.

Science degree and name: -.

Workplace and position: Klaipėda State College, Technology Faculty, Transport Engineering Department, Lecturer.

Author's research interests: Manufacturing Technologies, Methodology Of Engineering Sciences.

Telephone and e-mail address: +370 646 28958, sauliuskvk@gmail.com

INDUKTYVUMO ELEMENTŲ SU FERITINE ŽIEDINE ŠERDIMI KOKYBĖS TYRIMAS

Julius Šaltanis, Darius Kybartas

Kauno technologijos universitetas

Anotacija

Profesionaliuose trumpųjų bangų radijo imtuvuose jų selektyvumą ir atsparumą trukdžiams galima pagerinti naudojant siaurajuosčius įėjimo filtrus, pradinę signalo selekciją atliekančius dar prieš aukšto dažnio stiprintuvą. Naudojant šiuolaikinius itin aukštos kokybės feritinius žiedus galima realizuoti įėjimo kontūrus, turinčius kokybę, viršijančią 500. Šiame straipsnyje pristatomi induktyvinių elementų, realizuotų ant aukštos kokybės feritinių žiedų, tyrimo rezultatai. Apžvelgiama įvairių apvijų realizavimo variantų ir laidininkų įtaka kontūrų kokybei.

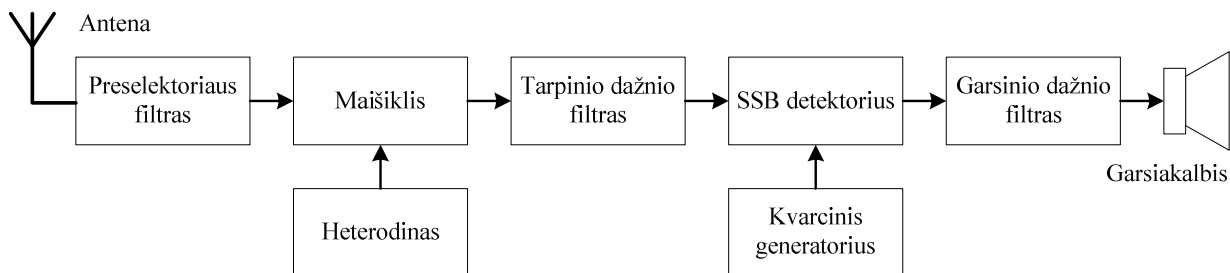
Reikšminiai žodžiai: Filtrai, radijo imtuvai, feritiniai žiedai, kontūro kokybė.

Įvadas

Radijo imtuvuose jų selektyvumą lemia tarpinio dažnio filtro, einančio po maišiklio (1 pav.), dažninė charakteristika [1]. Didinti selektyvumą ir slopinimą už pralaidumo juostos ribų galima didinant filtro eilę arba jungiant juos kaskadais. Tai susiję su dvejomis problemomis, išskylančiomis naudojant pasyvinius ir aktyvinius filtrus. Pasyvinių filtrų eilę riboja gabaritai, o aktyvinių filtrų taikymą riboja atsparumas perkrovimams bei susižadinimas. DSP panaudojimas taip pat neturi vienareikšmiško pranašumo, nes nėra atsparus perkrovimams ir riboja labai silpnų signalų (triukšmo lygyje) išskyrimą.

Vienas iš kelių pagerinti imtuvo selektyvumą yra siaurajuosčio aukšto dažnio juostinio filtro (preselektoriaus) panaudojimas. Siaurajuostis įėjimo filtras, naudojamas superheterodiniame imtuve taip pat pagerina imtuvo dinaminį diapazoną, ypač kai trukdžio signalas yra artimame dažnyje.

Vienas iš galimų siaurajuosčio filtro realizavimo būdų yra naudoti LC tipo filtrus, kuriuose L realizuojamas naudojant feritinius aukštos kokybės žiedus. Tokiu būdu galima padidinti induktyvumą, nedidinant apvijų skaičiaus, t.y., turint santykinai mažą laidininko nuostolių varžą. Kontūro pralaidumo juostos centrinis dažnis reguliuojamas kintamos talpos kondensatoriumi. Žinoma, iškyla tokio filtro valdymo patogumo problema, bet tai šiuo metu išsprendžiama naudojant mikroprocesorinį valdymą ir žingsninius variklius, leidžiančius keisti tokio kontūro rezonansinį dažnį automatiškai, pagal heterodino dažnį.



1 pav. Radio imtuvo struktūrinė schema

Šaltinis: sudaryta autorių

Kontūrų kokybė ir ją ribojantys veiksniai. Vieno kontūro filtro pralaidumo juostos plotį lemia to kontūro kokybė

$$Q_L = \frac{f_r}{\Delta f}, \quad (1)$$

čia Q_L - ritės kokybė, f_r - rezonansinis dažnis, Δf – dažnių juosta -3dB lygyje. Nuoseklaus kontūro kokybė randama kaip

$$Q_{LC} = \frac{\sqrt{L/C}}{R}, \quad (2)$$

kur Q_{LC} – kontūro kokybė, L – ritės induktyvumas, C – kondensatoriaus talpa, R – kontūro nuostolių varža.

Taigi, didinti kokybę reikia didinant L/C santykį, tuo pačiu mažinant R . L/C santykio didinimą riboja

minimalus realizuojamas talpumas kontūre $C_{\min}$, kurį lemia montažo talpa, tarpapvijinis talpumas induktyvumo elemente ir perduodamo kondensatoriaus minimali talpa. Induktyvumo L didinimas yra ribojamas maksimalaus kontūro dažnio bei augančių nuostolių didinant apvijų skaičių. Pirmasis apribojimas susijęs su maksimaliu reikalingu dažniu (minimalia realizuojama talpa). Su apvijų varžos įnešamais nuostoliais kovoti galima induktyvumo elementą vyniojant ant specialių aukšto dažnio feritinių žiedų, turinčių mažus nuostolius. Parinkus tokius feritus, papildomai kontūrų kokybę galima padidinti parenkant tokio diametro, apvijų kiekio ir suvyniojimo tipo apvijas, kad maksimali kokybė būtų gauta kuo platesniame dažnių diapazone.

Feritinio induktyvumo elemento kokybę lemia jo induktyvumas ir aktyvinė varža [2]

$$Q_L = \frac{2\pi fL}{R_L} \quad (3)$$

čia Q_L - ritės kokybė, f - rezonansinis dažnis, L – induktyvumas, R_L – ritės nuostolių varža.

Aukštuose dažniuose laidininke pasireiškia paviršinių srovių efektas [2], kai srovė teka tik laidininko paviršiumi.

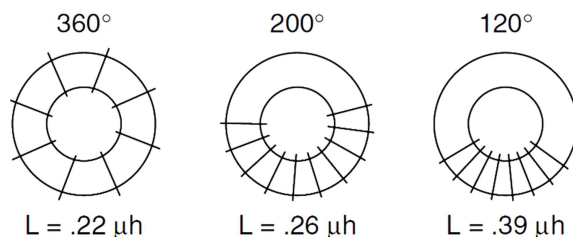
$$\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{2\pi f\mu}} \quad (4)$$

čia δ - laidumo sluoksnis, ρ - laidininko varža Ω/m , μ – absoliutinė magnetinė skvarba, f - dažnis.

Dėl šio efekto, storų laidininkų naudojimas aukštuose dažniuose tampa neefektyvus ir siekiant išlaikyti norimą varžą naudojamas daugiagyslis izoliuotas laidas (licendratas) arba lygiagrečiai sukamos kelios vijos storesnio izoliuoto (lakuoto) laido. Taigi, kokybės didinimas visų pirma susijęs su nuostolių laidininke mažinimu.

Kokybę taip pat įtakoja ir nuostoliai feritinėje šerdyje. Plačiausiai naudojamų feritinių žiedų pasiekama Q yra iki 100, tačiau preselektoriuose reikalingi aukštos kokybės žiedai ($Q > 500$). Taigi, nuo feritinio žiedo priklauso maksimali kokybė, kurią galima pasiekti parinkus optimalų laidininką ir teisingai jį suvyniojus.

Ritės kokybei įtaką daro ir laidininko suvyniojimas ant žiedo. Geriausia kokybė pasiekama suvyniojant laidininką taip, kad tarp vijų pradžios ir pabaigos būtų 45° kampas. Suvyniojus nepilnai ar vyniojant keliais sluoksniais ženkliai krenta kokybė taip pat keičiasi ritės induktyvumas [4] esant tam pačiam vijų skaičiui (2 pav.).



2 pav. Vyniojimo įtaka induktyvumui [4]

Esant keliems sluoksniams ar gretimai suvyniotam laidininkui viename sluoksnyje pasireiškia parazitinis tarpvijinis talpumas [3]. Tai aktualu esant dažniams $> 1\text{MHz}$. Dėl tarpvijinio talpumo keičiasi kontūro charakteristikos, nors ritės induktyvumo tai neįtakoja.

Tyrimų metodika

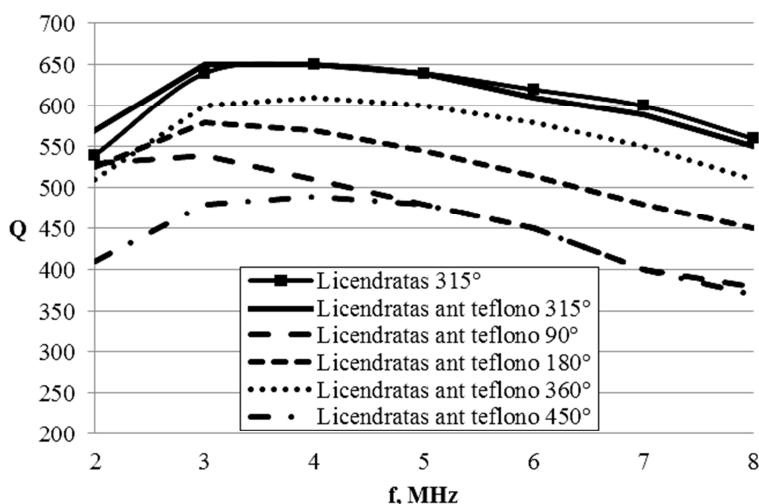
Šiame darbe atlikti tyrimai siekiant maksimalios kontūro kokybės keičiant ant feritinio žiedo suvyniotų apvijų laidininko tipą, skersmenį bei suvyniojimo būdą (žr. 2 pav.). Kokybė tirta naudojant kontūrų kokybės matavimo prietaisą E9-4, 2MHz – 8MHz dažnių ruože. Šis prietaisas turi aukštos kokybės sidabruotą orinį kondensatorių, su kuriuo sujungta tiriamoji ritė sudaro nuoseklų rezonansinį kontūrą.

Tyrimui pasirinkti du feritiniai žiedai, kurių orientacinė kokybė $Q_1 \approx 500$ ir $Q_2 \approx 600$ (žiedai taip

markiruoti išmatavus su jais gaunamą kokybę naudojant 20 vijų licendrato). Tyrimo metu laidininkais pasirinkta įvairių storių varinė viela bei licendratas sudarytas iš 4 laidų, izoliuotų šilko izoliacija po 10 gyslų 0,071mm storio. Iš turimos vielos taip pat buvo susukti skirtingų vijų skaičiaus laidai. Visais atvejais vyniojama po 20 vijų. Saugant žiedą nuo pažeidimų, jis apvyniotas tefloninė izoliacija.

Eksperimentų rezultatai

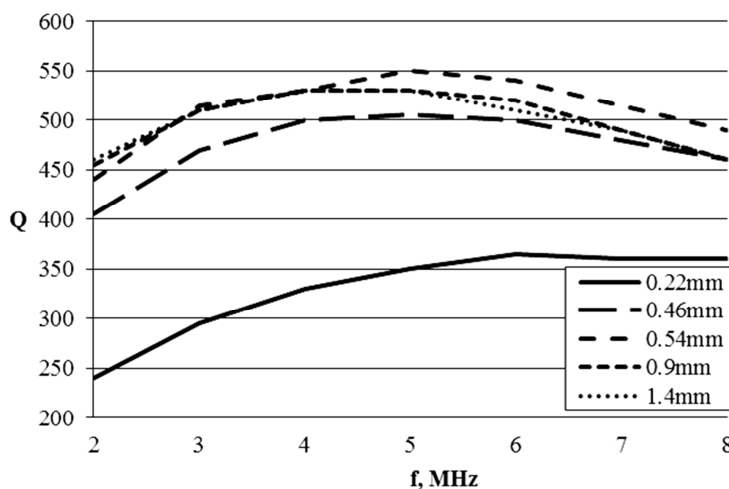
Pirmiausia tiriama tefloninės izoliacijos įtaka bei suvyniojimo būdas. Feritinio žiedo apsaugai naudota tefloninė izoliacija, todėl siekiant įvertinti jos įtaką kokybei, pirmas bandymas buvo atliktas be jos. Naudotas $Q_2 \approx 600$ žiedas. Eksperimento rezultatai parodė (3 pav.), kad tefloninė izoliacija neturi reikšmingos įtakos kontūro kokybei, todėl gali būti naudojama šiuose dažniuose.



3 pav. Kontūro kokybės priklausomybė nuo suvyniojo laidininko užimamo ploto ant feritinio žiedo

Tiriant feritinio žiedo kokybę naudotas tas pats licendratas tik skirtingai jį užvyniojant ant žiedo. Iš tyrimo rezultatų (3 pav.) matoma, kad optimalus variantas apvijas vynioti taip, kad tarp jų pradžios ir pabaigos liktų apie 45° kampas (antras bandymas).

Toliau tirta Q priklausomybė nuo laidininko skersmens. Visais bandymais išlaikytos vienodos sąlygos, tiek vyniojime, tiek prijungime prie matuoklio. Naudota lakuota skirtingo storio varinė viela ir $Q_2 \approx 500$ žiedas, apvyniotas teflonine izoliacija.

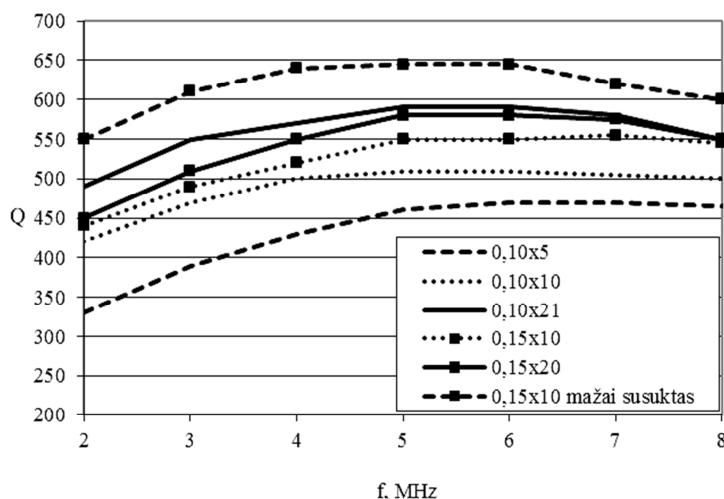


4 pav. Kontūro kokybės priklausomybė nuo suvyniojo laidininko skersmens

Iš šio bandymo (4 pav.), matome, kad laidininko skersmuo turi įtakos tik nepasiekus feritinio žiedo kokybės ribos (šiuo atveju tai pasiekama su $d=0,54$ mm apvija). Toliau didinant laidininko diametrą, kokybė nuo laidininko storio beveik nebedidėja. Storesnio laidininko pasirinkimą gali lemti nebet didesnės srovės

poreikis, tačiau tokiu atveju geriau rinktis daugiagyslį laidą. Renkantis storą laidininką didėja rizika vyniojant pažeisti žiedą.

Paskutinis tyrimų etapas buvo atliekamas norint įvertinti daugiagyslio laido izoliuotų gyslų skaičiaus įtaką kokybei. Šiam tyrimui pasirinktas $Q_1 \approx 600$ feritinis žiedas. Tyrimui pasirinkti dviejų storių lakuotų gyslų (0,1mm ir 0,15 mm) bei skirtingo jų skaičiaus laidai. Visų taip suformuotų laidų gyslos tarpusavyje susuktos vienodai, o vieno laido susuktos labai mažai, galima laikyti, jog jos yra lygiagrečios. Skirtingi laidai žymėti dviem skaičiais, reiškiančiais gyslos diametrą ir jų kiekį laide.



5 pav. Kontūro kokybės priklausomybė nuo laidininko gyslų skaičiaus ir susukimo

Šio bandymo rezultatai (5 pav.) parodo, kad kontūro kokybė priklauso nuo laidininko gijų skaičiaus. Tuo tarpu priklausomybė nuo laidininko skersmens nėra didelė. Matoma tendencija atspindi paviršinių srovių efektą, kai aukštuose dažniuose srovė teka tik laidininko paviršiumi, o ne visu skersmeniu. Artėjant prie feritinio žiedo kokybės ribos, ši įtaka mažėja. Tačiau mažai susuktas laidas pasiekė aukščiausią kokybę, nors gyslų skaičius nebuvo didžiausias. Tai parodo, kad kokybei didelę reikšmę turi ne tik laidininko paviršiaus plotas, tačiau ir susukimo būdas. Taip gali būti dėl susidarančių mažesnių parazitinių ryšių, atsirandančių tarp gretimų gijų, kurie mažina kokybę.

Išvados

Induktyvinės ritės kokybė priklauso nuo feritinio žiedo savybių, laidininko skersmens, gijų skaičiaus bei laidininko susukimo. Geriausias rezultatas pasiektas naudojant licendratą. Parenkant optimalių savybių laidininką ritės kokybę pradeda riboti feritinio žiedo kokybė, todėl projektuojant filtrą reikia rinktis didesnės kokybės žiedą už pageidaujamą viso filtro kokybę.

Dėl savo trapumo, feritinius žiedus reikia atidžiai saugoti. Paskutinio bandymo metu su $Q_2 \approx 500$ žiedu, pastebėti nelaukti rezultatai, todėl į tyrimą jie neįtraukti. Apžiūrėjus, pastebėtas apie 0,8mm nuskilimas nuo žiedo krašto, todėl galima daryti išvadą, kad ir mažiausias pažeidimas turi didelės įtakos kokybei.

Literatūra

1. *The ARRL Handbook*, 2006, p. 12.1 – 12.16.
2. M.Bartoli, A.Reatti, M.K.Kazimierczuk. High-Frequency Models of Ferrite Core Inductors. International Conference on Industrial Electronics, Control and Instrumentation, IECON '94. 1994, p. 1670 – 1675.
3. M.K.Jutty, V.Swaminathan, M.K.Kazimierczuk. Frequency Characteristics of Ferrite Core Inductors. Proceedings of IEEE Electrical Manufacturing and Coil Winding Symposium, 1993, p. 369 – 372.
4. The McGraw-Hill Companies, „Introduction to modern Network theory“, Electronic filter design handbook, 2006, p. 361 – 392.

QUALITY RESEARCH OF INDUCTORS WITH FERRITE RING CORE

Summary

In this study an influence of various parameters of winding to the quality factor of ferrite ring core inductors was investigated. Experiments over 2-8 MHz frequency range were carried out using various diameters and types of copper wire. An optimal placement of winding on ferrite ring was found. Results of this work allow manufacturing of high quality factor inductors for narrowband preselectors for HF communication receivers.

Keywords: filters, radio receivers, ferrite rings, circuit quality.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Darius Kybartas.

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: Kauno technologijos universitetas, Telekomunikacijų ir elektronikos fakulteto Signalų apdorojimo katedros docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: elektronikos technologijos, ultragarsiniai matavimai, aukštų dažnių technologijos.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 684 15999, darius.kybartas@ktu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Julius Šaltanis.

Mokslo laipsnis ir vardas: -

Darbo vietą ir poziciją: Kauno technologijos universitetas, telekomunikacijų ir elektronikos fakultetas, elektronikos inžinerijos katedra, studentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: -

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 677 53822, julius.saltanis@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Darius Kybartas.

Science degree and name: doctor, associated professor.

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Telecommunications and Electronics, Signal Processing Department, associated professor.

Author's research interests: electronics technologies, ultrasound measurements, high frequency technologies.

Telephone and e-mail address: +370 684 15999, darius.kybartas@ktu.lt

Author name, surname: Julius Šaltanis.

Science degree and name: -

Workplace and position: Kaunas university of technology, faculty of telecommunications and electronics, department of electronics engineering, student.

Author's research interests: -

Telephone and e-mail address: +370 677 53822, julius.saltanis@gmail.com

INŽINERINĖS KRYPTIES STUDIJŲ PROGRAMŲ TOBULINIMAS IMPLIKUOJANT VIRTUALIŲ IR NUOTOLINIŲ LABORATORIJŲ APLINKAS Į KAUNO TECHNIKOS KOLEGIJOS STUDIJŲ PROCESĄ

Esmeralda Štysps, Marija Jotautienė, Valdas Paulauskas
Kauno technikos kolegija

Anotacija

Pramonės inžinerijos sektorius pasižymi sparčiai besivystančiomis naujovėmis ir nuolatine esamų technologijų kaita. Viena iš inžinerinės krypties studijų kokybės, modernizavimo ir patrauklumo didinimo priemonių yra informacinių technologijų (virtualių ir nuotolinių laboratorijų) diegimas studijų procese, tuo realizuojant galimybę praktinių įgūdžių ugdymui pasitelkti pramonės įmonių lyderių naudojamus produktus.

Kauno technikos kolegija, siekdama užtikrinti realizuojamų inžinerinės krypties studijų programų kokybę, įsijungė į ES Leonardo da Vinči naujovių perkėlimo projekto „Virtual & Distance Labs Environment for Industrial Engineering Education“ (Nr. LLP-LdV-TOI-2012-LT-0104) partnerių konsorciumą. Tai įgalins ne tik padidinti esamų materialinių išteklių funkcionalumą (įdiegiant naujas e-laboratorijas) bet ir pagerinti teikiamų švietimo paslaugų kokybę bei prisidėti prie tęstinio pramonės inžinerijos darbuotojų mokymo paslaugų plėtros.

Reikšminiai žodžiai: virtualių ir nuotolinių laboratorijų aplinka, virtualus mikrovaldymo blokas, HomeLab rinkinys, robotų HomeLab rinkinys.

Įvadas

Inžinerinės krypties studijos turi atliepti šios sektoriaus poreikius parengdama kompetetingus specialistus. Inžinerinės krypties studijos turi būti formuojamos kaip galima patrauklesnės jaunimui, taip pat kaip ir dirbantiesiems, siekiantiems tobulinti savo profesines kompetencijas. Tai yra gana sudėtingas uždavinys, nes dabartinė situacija ekonominiame sektoriuje reikalauja diegti naujoves, ypač technologijų srityje.

Pastaruoju metu jaunimo gyvenime ypatingas vaidmuo tenka informacinėms technologijoms, išskiriant nuolat didėjančią internetinių technologijų svarbą. specialistų rengimo kontekste internetinių technologijų diegimas į inžinerinės krypties studijų edukacinę aplinką padarytų šios krypties studijas patrauklesnėmis ir gerokai pagerintų studijų (dėka inovatyvių ir interaktyvių mokymo/mokymosi metodų) kokybę, tuo pačiu didinant studijuojančiųjų motyvą.

Vienas iš esminių aspektų inžinerinės krypties studijose yra galimybė praktinių įgūdžių ugdymui pasitelkti pramonės įmonių lyderių naudojamus produktus bei virtualias ir realias/nuotolines laboratorijas, esančias Estijos ir Vokietijos švietimo įstaigose. Tai įgalintų padidinti esamų materialinių išteklių funkcionalumą (įdiegiant naujas e-laboratorijas) ir pagerinti teikiamų švietimo paslaugų kokybę.

Inovatyvūs sprendimai (virtualios ir realios/nuotolines laboratorijos), įgyvendinti Estijoje ir Vokietijoje pagerino inžinerinės krypties studijų kokybę, padidino studijų prieinamumą ir buvo teigiamai įvertinti ekspertų.

Tyrimo objektas – virtualių ir nuotolinių laboratorijų aplinkų diegimas į inžinerinės krypties studijas.

Tyrimo tikslas – nustatyti virtualių ir nuotolinių laboratorijų aplinkų panaudojimo įtaką inžinerinės krypties studijų programų kokybei ir rengiamų specialistų kompetencijoms.

Tyrimo uždaviniai:

1. Išnagrinėti ES šalių aukštųjų mokyklų patirtį kuriant ir diegiant virtualias ir nuotolines laboratorijų aplinkas.
2. Išanalizuoti virtualių ir nuotolinių laboratorijų aplinkų implikavimo į Kauno technikos kolegijos studijų procesą galimybes.

Tyrimo metodai: Internetinių šaltinių analizė; virtualių ir nuotolinių laboratorijų aplinkų analizė; techninės bazės analizė.

1. ES šalių aukštųjų mokyklų patirtis virtualių ir nuotolinių laboratorijų aplinkų diegime

Inžinerinės krypties studijų proceso tobulinimas, diegiant naujas Internetines technologijas (nuotolinio mokymo būdus) tiesiogiai atitinka Lietuvos strateginius tikslus apibrėžtus "Lietuva 2030", "Horizontas 2020" dokumentuose ir ekonomikos augimo ir darbo vietų kūrimo strategijoje.

Tai lėmė Kauno technikos kolegijos (KTK) apsisprendimą įsijungti į ES Leonardo da Vinčio programos finansuojamo naujovių perkėlimo projekto Nr. LLP-LdV-TOI-2012-LT-0104 „Virtual &

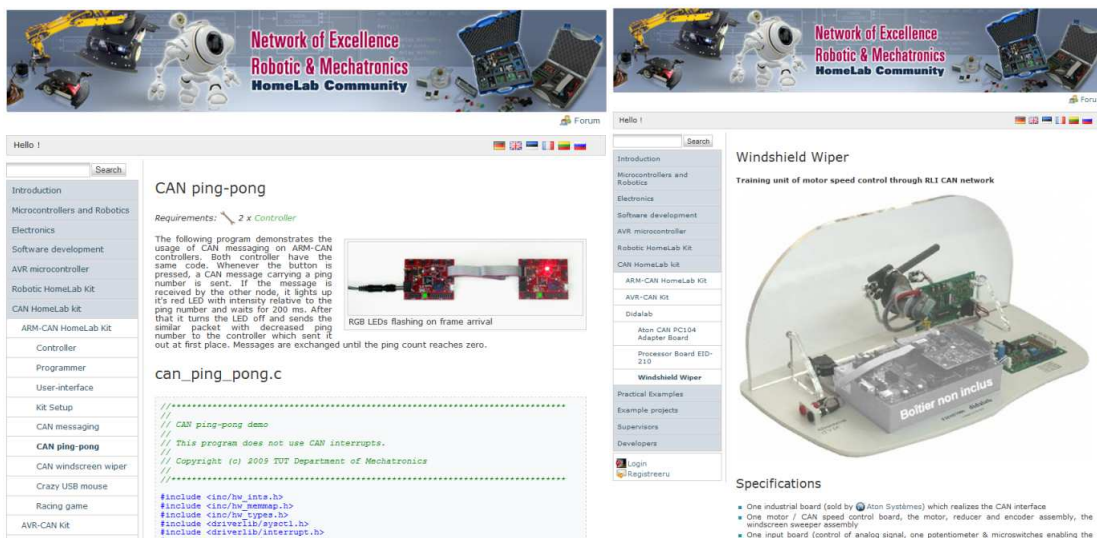
Distance Labs Environment for Industrial Engineering Education“ (ViReal) partnerių konsorciumą. Pagrindinis projekto tikslas yra prisidėti prie inžinerinės krypties specialistų rengimo kokybės gerinimo ir testinio pramonės inžinerijos darbuotojų mokymo paslaugų plėtros. Šis siekinys atitinka Leveno ir Naujojo Luveno socialinio aspekto nuostatą, kuri akcentuoja vienodas aukštojo mokslo prieinamumo ir įgijimo galimybes. Vadovaujantis minėta nuostata, pagrindinės priemonės yra vienodų galimybių kokybiškam išsilavinimui įgyti sudarymas bei aukštojo mokslo prieinamumo plėtra didinant nepakankamai atstovaujamų grupių galimybes studijuoti ir sudarant joms tinkamas sąlygas pabaigti studijas. Visa tai apima mokymosi aplinkos gerinimą, kurios viena iš formų gali būti virtualių aplinkų diegimas. Diegiant virtualias aplinkas tiesiogiai gerinamos mokymosi visą gyvenimą sąlygos, akcentuojamos Prahos komunikate (2001). Mokymosi aplinkų gerinimas ir prieinamumo didinimas bei mokymosi visą gyvenimą sąlygų sudarymas KTK bus įgyvendinamas perkeliant DistanceLab ir Virtual Micro Controller Unit (VMCU) - VirtualLab koncepcijas iš Europos universitetų į Lietuvos inžinerinės krypties studijų programas įgyvendinančias aukštąsias mokyklas, siekiant stiprinti inžinerinių technologijų teorinių žinių sąsajas su praktiniais įgūdžiais (nauji gebėjimai naujoms darbo vietoms).

Vykdam projektą ketinama sukurti daugialypį perkėlimo mechanizmą keliais aspektais:

- *Sektorinis aspektas.* ViReal projekte, remiantis ankstesnių projektų (LLP projektai Interstudy/Autostudy ir MoRobE) rezultatais (mikro valdiklio pagrindu veikiantys robotai ir informacinių technologijų praktinis taikymas), šios pagrindinės naujovės bus pritaikytos pramonės inžinerijos sektoriui ir inžinerinės krypties studijų programoms. Pramonės inžinerija daugiausia orientuota į gamybos procesus ir įrangą todėl tradicinių nuotolinio mokymosi metodų nepakanka. Naujoviškos nuotolinės prieigos sistemos bus pritaikytos prie pramonės inžinerijos sektoriaus poreikių, kur daugiausia dėmesio skiriama gamybos įrenginių kontrolei (pavyzdžiui, suvirinimo robotas arba robotas ranka), o ne grynai programavimui.
- *Geografinis aspektas.* Šiuo metu nuotolinės ir virtualios laboratorijos yra įtrauktos į Vokietijos ir Estijos universitetų studijų procesą. Integruojant jas į Lietuvos aukštųjų mokyklų studijų procesą, studentams ir dėstytojams bus suteikta neribota prieiga prie šių bazių ir galimybė naudotis jau sukurtais nuotolinėje ir virtualioje laboratorijoje esančiais praktiniais darbais ir teorine mokymo medžiaga.

1.1. Virtualių laboratorijų (VirtualLab) aplinkos taikymas studijų procese

Virtualus mikrovaldymo blokas (VMCU) yra pilnai virtualizuotas programinės įrangos segmentas, veikiantis Interneto naršyklėje, turintis galimybę pilnai imituoti mikrovaldiklių elgseną/veikimą (1 pav.). Šiuo metu VMCU arba Homelab yra naudojamas Vokietijoje Bochumo taikomųjų mokslų universitete ir "Berufsskolleg am Haspel" (profesinė mokykla) mokymo procese kiekvieną dieną.



1 pav. Virtualių laboratorijų (VirtualLab) aplinka
Šaltinis: Homelab portal < <http://home.roboticlab.eu/en/start> >

HomeLab yra tarpusavyje susietų modulių ir priemonių rinkinys. Pagrindinis modulis yra mikrovaldiklis su motinine plokšte, papildytas įtampos matavimo prietaisais. Rinkinyje papildomai yra moduliai skirtingų studijų dalykų (modulių) mokymui: elektrinių schemų moduliui, jutiklių moduliui, RFID moduliui, kompiuterinių tinklų moduliui ir elektros variklių moduliui.



2 pav. Robotic HomeLab Basic ir Add-On rinkiniai, intelektualios kameros modulis (CMUcam3)

Šaltinis: Robotic HomeLab < <http://home.roboticlab.eu/en/hardware/homelab>>

Robotų HomeLab moduliai (2 pav.) yra suskirstyti į skirtingus rinkinius, leidžiančius pasirinkti geriausią variantą atsižvelgiant į studentų kompetencijų ugdymo ir švietimo institucijos (universiteto, kolegijos) realizuojamų studijų programų poreikius.

Robotų HomeLab Basic rinkinys leidžia atlikti bazinius/pradinius eksperimentus su mikrovaldikliais. Papildomai rinkinyje yra User Interface modulis su LCD ekranu.

Kartu su Robotic HomeLab Basic rinkiniu galima naudoti Robotic HomeLab Add-On rinkinį, kuriame yra skirtingi elektros varikliai ir jutikliai kartu su priedais.

Robotic HomeLab Basic rinkinyje yra: AVR ATmega2561 gamybos plokštė, Ethernet, SD kortelių skaitytuvas ir integruotas JTAG programuotojas; vartotojo sąsajos plokštė (mygtukai, LED, Grafinis LCD, 7-ių segmentų indikatorius ir švilpukas); USB kabelis; laboratorinio darbo aprašymas su C šaltinio kodu (pavyzdžiai); programinės įrangos žinynas; maitinimo šaltinis; multimetras; programinė įranga programavimui Assembler ir C kalbomis.

Robotic HomeLab Add-On rinkinių variantai:

- Jutiklių moduliui: analoginis jutiklis ir žemo dažnio filtras kombinuota plokštė su temperatūros jutikliu, šviesos intensyvumo jutikliu, potenciometru ir mikrometru); ultragarsinis atstumo jutiklis SRF05 su kabeliu; infraraudonųjų spindulių atstumo jutiklis su kabeliu.
- Variklių moduliui: Nuolatinės srovės variklis (W / mechanizmas ir kodavimo įrenginys); RC servo variklis; Žingsninis variklis (dvipolis ar vienpolis); Variklio valdymo plokštė; Elektros tiekimo daliklis.
- Kompiuterinių tinklų moduliui: tinklo plokštė, 2xRS232; ZigBee arba Bluetooth bevielis mazgas.

1.2. Nuotolinių laboratorijų (DistanceLab) aplinkos taikymas studijų procese

DistanceLab yra sąsaja prieigai per Internetą prie įvairių tipų įrangos (pvz., mobilus robotas, mikrovaldiklis), kurie realiai yra skirtingose organizacijose ir universitetuose (3 pav.). Iš LABS meniu

DistanceLab šiuo metu kasdien naudojama Estijos universitetuose ir profesinėse mokyklose dėstant modulį "Microvaldikliai ir praktiniai robotai".

Estijos įmonė ITT Group, sukūrusi bandomąją sistemą, turi licenciją platinimui ir adaptavimui. Sistema yra suskirstyta į modulius ir atvira adaptavimui įvairiuose švietimo sektoriuose.

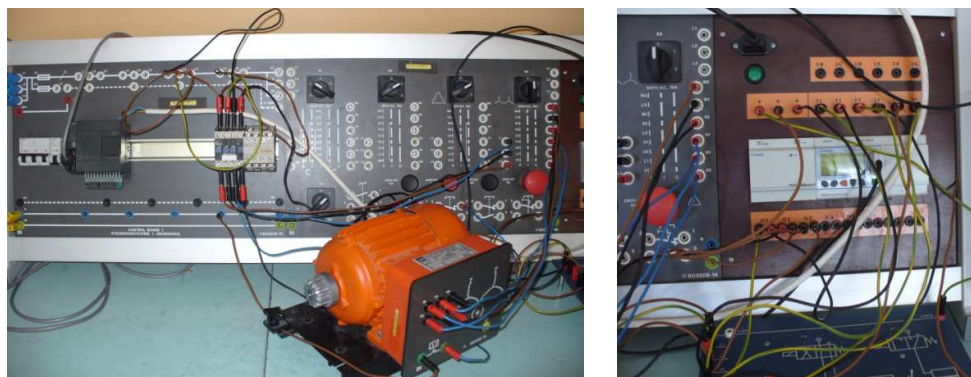
Vartotojo sąsaja apima laboratorinių įrenginių užsakymą, prieigą prie duomenų kontrolės, laboratorijos administravimo ir dinaminio turinio valdymo.

Nuotolinių laboratorijų (DistanceLab) aplinka yra gavusi du apdovanojimus konferencijose Vokietijoje ir Švedijoje.

2. Virtualių ir nuotolinių laboratorijų aplinkų taikymo KTK studijų procese galimybės

Kauno technikos kolegijoje, vykdam naujovių perkėlimo projektą ViReal pasinaudos Vokietijos ir Estijos kolegų gerąja patirtimi, kas padės pertvarkyti ir pritaikyti esančią KTK laboratorijose įrangą studentų praktiniam mokymui nuotoliniu būdu, atskirais atvejais ir virtualioje aplinkoje.

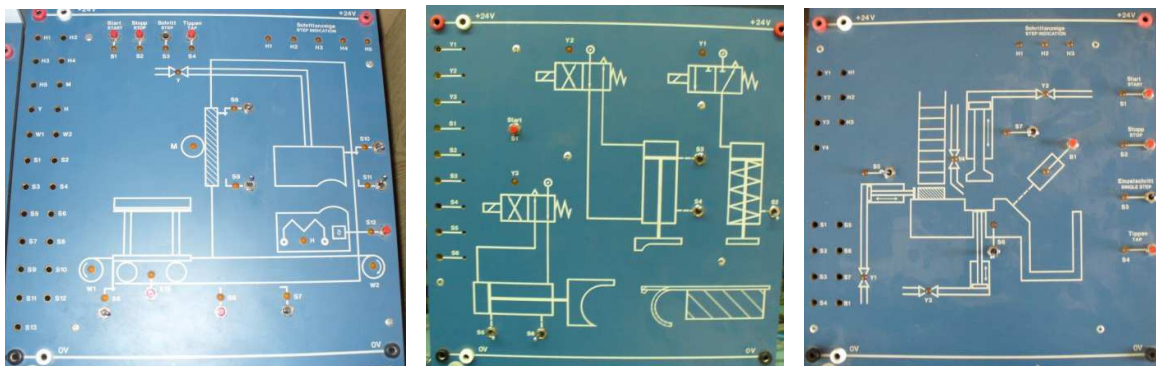
KTK „Taikomosios automatikos“ laboratorijoje esanti įranga (5 pav.) jau dabar leidžia studentams savarankiškai atlikti atskirų nesudėtingų technologinių procesų automatizavimą. Panaudojant valdiklius (PLV) valdymo uždavinius studentai gali spręsti ne laboratorijoje, o pasinaudodami virtualiomis aplinkomis. Darbui atlikti reikalingas kompiuteris, kuriuo studentai gali dirbti tiek kolegijoje, tiek namuose ar kit. Ir tik atlikto uždavinio sprendimo patikrinimui bei atlikto darbo gynimui reikia atvykti į KTK ir pasinaudoti laboratorijoje esančia kompiuterine įranga.



5 pav. Automatinio reguliavimo sistemų valdymo standai (rankinio valdymo, PLV standai)

Šaltinis: sudarė autoriai

Ateityje panaudojant interaktyvius imitacinius technologinių procesų modeliavimo ir valdymo standus (6 pav.) ir PLV valdiklius KTK bus įmanoma sukurti virtualias ir nuotolines aplinkas (e-laboratorijas). Pasinaudojant Vokietijos kolegų patirtimi, sujungus imitacinius technologinių procesų standus sąsaja per web kameras ir serverį, bus sukurta virtuali aplinka, kurios pagalba studentas galės savarankiškai išbandyti savo sukurtas technologinių procesų valdymo programas.



6 pav. Gamybinių linijų imitaciniai standai

Šaltinis: sudarė autoriai

Tai tampa įmanoma, kadangi atnaujinamas KTK serveris, o pritaikius kuriamo technologijų srities multidisciplinio praktinio mokymo centro galimybes, bus įmanoma sukurti daugiau ir įvairesnių virtualių ir nuotolinių laboratorijų (e-laboratorijų) variantų.

Šių laboratorijų techninės galimybės, išplės ir praturtins KTK laboratorinę bazę ir suteiks platesnes galimybes savarankiškam studentų mokymuisi ir prisidėti prie inžinerinės krypties specialistų praktinių įgūdžių, būtinų realiose darbo sąlygose, formavimo ir tęstinio pramonės inžinerijos darbuotojų mokymo (kvalifikacijos tobulinimo) ir neformalaus švietimo (mokymo programų, kursų, seminarų) paslaugų plėtros.

Išvados

1. ES šalių aukštosiose mokyklose plačiai naudojami inovatyvūs sprendimai – virtualios (VirtuaLAB) ir nuotolinės (DistanceLAB) laboratorijos – įgalinę pagerinti inžinerinės krypties studijų kokybę, padidinti studijų prieinamumą ir yra teigiamai vertinami ES šalių ekspertų. VMCU arba Homelab yra naudojamas Vokietijoje Bochumo taikomųjų mokslų universitete ir "Berufskolleg am Haspel" mokymo procese. DistanceLab šiuo metu kasdien naudojama Estijos universitetuose ir profesinėse mokyklose dėstant modulį "Microvaldikliai ir praktiniai robotai".
2. Mokymosi aplinkų gerinimas ir prieinamumo didinimas bei mokymosi visą gyvenimą sąlygų sudarymas KTK bus įgyvendinamas perkeliant DistanceLab ir Virtual Micro Controller Unit (VMCU) - VirtualLab koncepcijas iš Europos universitetų ir realizuojant jas naujame KTK Multidisciplinio praktinio mokymo centre, įkurtame realizuojant projektą „Technologijų srities Multidisciplinio praktinio mokymo centro įkūrimas“ pagal priemonę VP3-2.2-ŠMM-15-K-01-009 „Kolegijų infrastruktūra, skirta studijoms“.

Literatūra

1. Svarbiausi Bolonijos proceso dokumentai. Leveno–Budapešto/Vienos laikotarpis 2009–2010 m. Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerija, 2010
2. Virtualių laboratorijų (VirtualLab) aplinka. [interaktyvus], 2013. [žiūrėta 2013-05-09]. Prieiga per Internetą: <<http://home.roboticlab.eu/en/start>>
3. Robotic HomeLab Basic ir Add-On rinkiniai, intelektualios kameros modulis (CMUcam3). [interaktyvus], 2013. [žiūrėta 2013-05-11]. Prieiga per Internetą: <<http://home.roboticlab.eu/en/hardware/homelab>>
4. Nuotolinių laboratorijų (DistanceLab) įranga. [interaktyvus], 2013. [žiūrėta 2013-05-10]. Prieiga per Internetą: <<http://www.roboticlab.eu/>>
5. Nuotolinių laboratorijų (DistanceLab) aplinka. [interaktyvus], 2013. [žiūrėta 2013-05-15]. Prieiga per Internetą: <<http://distance.roboticlab.eu/menu/index/4>>

DEVELOPMENT OF ENGINEERING FIELD STUDY PROGRAMMES IMPLEMENTING VIRTUAL AND DISTANCE LAB ENVIRONMENTS INTO KAUNAS UNIVERSITY OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES STUDY PROCESS

Summary

Industrial Engineering sector distinguishes by rapidly developing innovation and continuous technological change. One of the engineering field study programmes' quality, modernization and attractiveness increasing means is implementation of information technologies (virtual and remote laboratories) into the study process, in such a way realizing the possibility to use in industry leading companies' products for practical skills formation.

Kaunas University of Applied Engineering Sciences, endeavoring to ensure high quality of implementing engineering study programmes, joined the partners in the consortium of EU Leonardo da Vinci Transfer of Innovation project "Virtual Labs & Distance Environment for Industrial Engineering Education" (No. LLP-LDV-TOI-2012-LT-0104). This will enable not only increase the functionality of existing material resources (the implementation of new e-labs), but also to improve the quality of education training service and to contribute to the ongoing industrial engineering training service development.

Keywords: virtual and remote laboratory environment, virtual microcontroller block, HomeLAB kit, robot HomeLAB kit.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Esmeralda Štys

Mokslo laipsnis ir vardas: technologijos mokslų daktarė, docentė

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Mokslo ir inovacijų tarnyba, projektų koordinatore.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: biomechaninių konstrukcijų tyrimai, interaktyvių mokymo priemonių kūrimas ir diegimas, taikomųjų tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 610 48810, esmera@centras.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Marija Jotautienė.

Mokslo laipsnis ir vardas: Socialinių mokslų daktarė, docentė

Darbo vieta ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, direktoriaus pavaduotoja akademinei veiklai.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: socialinių mokslų tyrimai, švietimo vadyba, inovacijų diegimas švietime sistemoje, taikomųjų tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: +370 650 70426, marjot@ktk.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Valdas Paulauskas

Mokslo laipsnis ir vardas: magistras

Darbo vietą ir pozicija: VšĮ Kauno technikos kolegijos, Inžinerijos mokslų fakulteto lektorius

Autoriaus mokslinių interesų sritys: gamybos technologijos, valdymo inžinerija, elektronikos technika, informacinės technologijos

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 611 66204, pvaldas69@gmail.com

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Esmeralda Štys.

Science degree and name: doctor of technological sciences, associated professor

Workplace and position: project coordinator at Kaunas University of Applied Engineering Sciences.

Author's research interests: biomechanical construction researches, creation and implementation of interactive learning tools, methodology of applied research.

Telephone and e-mail address: +370 610 48810, esmera@centras.lt

Author name, surname: Marija Jotautienė.

Science degree and name: doctor of social sciences, associated professor

Workplace and position: Deputy Director of Academic Work at Kaunas University of Applied Engineering Sciences.

Author's research interests: researches of social sciences, education management, implementation of innovations into education system, methodology of applied research.

Telephone and e-mail address: +370 618 63594, birute.gakiene@gmail.com

Author name, surname: Valdas Paulauskas

Science degree and name:

Workplace and position: Kaunas University of Applied Engineering Sciences, Electromechanical faculty, Energy and electronics department lecturer

Author's research interests: manufacturing technologies, control engineering, electronics, informational technologies

Telephone and e-mail address: 8 611 66204, pvaldas69@gmail.com

SKIRTINGOS PASKIRTIES CHEMINIŲ PRIEDŲ POVEIKIS CEMENTINIO AKMENS FIZIKINĖMS IR MECHANINĖMS SAVYBĖMS

Lukas Venčkauskas, Mindaugas Daukšys
Kauno technologijos universitetas

Anotacija

Įvairių monolitinių konstrukcijų betonavimui bei gelžbetoninių konstrukcijų gamybai naudojami betono mišiniai mišinių ruošimo cechuose ruošiami naudojant įvairios paskirties cheminius priedus, kurie pagerina šviežio betono mišinio ir sukietėjusio betono savybes. Siekiant efektyviai naudoti įvairios paskirties cheminius priedus ir pasiekti reikiamas betono mišinio ir sukietėjusio betono savybes, svarbu iširti šių priedų poveikį cemento tešlos ir cementinio akmens savybėms. Tyrimo metu nustatyta atskiro skirtingos paskirties cheminio priedo įtaka bei kompleksinė cheminių priedų įtaka cementinio akmens ($V/C = 0,45$) fizikinėms ir mechaninėms savybėms. Cheminiais priedais naudoti: plastifikuojantis priedas polikarboksilato eterių polimerų pagrindu, klampą modifikuojantis priedas didelės molekulinės masės sintetinių kopolimerų pagrindu ir mišinyje susiformavusias oro poras suardantis priedas.

Reikšminiai žodžiai: portlandcementis, plastifikuojantis priedas, klampą modifikuojantis priedas, susiformavusias oro poras mišinyje suardantis priedas, cementinis akmuo, fizikinės ir mechaninės savybės

Įvadas

Šiuo metu ypač plačiai naudojamos įvairios gelžbetonio konstrukcijos pastatų ir inžinerinių statinių statyboje bei įvairūs betono gaminiai urbanistinės aplinkos tvarkyme. Norint pasiekti aukštą gaminių bei konstrukcijų kokybę ir ilgą jų eksploatavimo trukmę labai svarbu tinkamai paruošti betono mišinį, kad jis atitiktų keliamus technologinius ir konstrukcinius reikalavimus. Vienas iš būdų tai pasiekti – naudoti įvairius betono cheminius priedus, kurie keičia atitinkamas šviežio ir sukietėjusio betono savybes.

Betoną sudaro smulkus ir stambus užpildas bei cementinis akmuo, kuris suriša visą konglomeratą į vieną visumą. Užpildą galime parinkti pagal keliamus reikalavimus, o cementinio akmens savybės priklausys nuo cemento sudėties ir kietėjimo sąlygų. Svarbu tirti cementinio akmens savybes, nes nuo jų priklauso ir viso konglomerato savybės. Mechaninės cementinio akmens savybės labiausiai priklauso nuo hidratavusių produktų struktūros, mažiau – nuo hidratavusio cemento cheminės sudėties. Cementinį akmenį sudaro įvairūs geliai, kalcio hidroksido ir kalcio hidrosulfoaluminato kristalai, nevysišškai hidratavusios cemento dalelės, kapiliarinės ir oro poros (Skrupkiūnas 2007).

Plastifikuojančiais priedais šiuo metu naudojami įvairios cheminės sudėties plastikliai ir superplastikliai, kurie keičia cemento tešlos ir betono mišinio reologines savybes (Hanehara, Yamada 1999). Šių priedų efektyvumas priklauso nuo jų cheminės sudėties bei adsorbcijos mechanizmo dalelių paviršiuje (Sakai et al. 2003). Superplastikliai polikarboksilinių ir polisulfonatinių polimerų pagrindu pasižymi didele įtaka betono mišinio ir betono savybėms (Flatt, Houst 2001). Superplastiklių paskirtis – sumažinti reikiamą vandens kiekį betone išlaikant tam tikrą mišinio sklidumą, arba padidinti betono mišinio sklidumą su tuo pačiu V/C santykiu (Naujokaitis 2007). Tyrinėjant superplastiklių poveikį cemento hidratacijai, buvo nustatyta, kad superplastikliai daro reikšmingą įtaką hidratacijos procesui. Šie cheminiai priedai pagreitina etringito susidarymą, taip pat pagreitina alito, trikalčio aluminato, tetrakalcio aliumoferito hidrataciją. Be to cemento tešloje su superplastikliais hidratacija prasideda vėliau, nei įprastinėje cemento tešloje, tačiau vyksta intensyviau, bet galutiniams hidratacijos produktams reikšmingos įtakos neturi (Roncero et al. 2002; Cheung et al. 2011; Sakai et al. 2006).

Klampą modifikuojantys cheminiai priedai mažina betono mišinių sluoksniavimąsi bei vandens atsiskyrimą, turi įtakos mišinių tiksotropijai (Khayat, Guizani 1997; Khayat et al. 2002). Šie priedai dažnai naudojami kartu su superplastikliais norint sumažinti mišinio sluoksniavimąsi ir vandens atsiskyrimą esant dideliame mišinio sklidumui (Naujokaitis 2007; Khayat 1998). Autorius (Lachemi et al. 2004) teigia, kad didesnis klampą modifikuojančio priedo kiekis lemia didesnę cemento tešlos klampą, o cemento hidratacijos proceso nesulėtina. Autorius (Khayat 1998) nustatė, kad naudojant klampą modifikuojančius priedus sumažėja cementinio akmens stiprumas iki 10% dėl įtraukto oro kiekio maišymo metu padidėjimo.

Cikliškai šaldomas ir šildomas vandens prisotintas betonas pradeda irti. Pagrindinė irimo priežastis – betono porose užšalantis vanduo virsta ledu, kurio tūris 9% didesnis nei vandens užimamas tūris. Todėl ledo kristalai slepia medžiagos porų ir kapiliarų sienelės, plečia visą gaminį ir gali jį suardyti (Cai, Liu 1998). Siekiant padidinti betono atsparumą šalčiui naudojami orą įtraukiantys cheminiai priedai (Attiogbe E. K. 1996).

Betono cheminių priedų gamintojas (<http://www.basf-cc.lt/lt>) teigia, kad mišinyje susiformavusias oro poras suardantys cheminiai priedai naudojami siekiant išgauti lygų ir beporį betono gaminių bei betono monolitinių konstrukcijų paviršių.

Atliekant tyrimą buvo siekiama išsiaiškinti kaip keičiasi cementinio akmens su skirtingos paskirties cheminiais priedais fizikinės ir mechaninės savybės. Atitinkamo cheminio priedo į cemento tešlą buvo dedama remiantis cheminių priedų gamintojų rekomendacijomis nuo minimalios iki maksimalios dozių tam tikru pasirinktu žingsniu.

Naudotos medžiagos ir tyrimo metodai

Tyrimams buvo naudotas AB „Akmenės cementas“ portlandcementis CEM II/A-LL 42,5 R (MA) (A). Cemento dalelių savitasis paviršius $360 \text{ m}^2/\text{kg}$, dalelių tankis 3110 kg/m^3 , normalaus tirštumo tešlos vandens sąnaudos 23,8 %, rišimosi pradžia 185 min, gniuždymo stipris po 28 parų kietėjimo 44,1 MPa.

Tyrimams naudoti „BASF“ įmonės pagaminti cheminiai priedai. Superplastiklis polikarboksilato eterių polimerų pagrindu Glenium SKY 628. Techniniai duomenys: veiklioji medžiaga – polikarboksilato eteriai; išvaizda – gelsvas skystis; specifinė masė, tankis – $1,06 \div 1,10 \text{ g/cm}^3$; maksimalus chloridų kiekis – 0,10 %; maksimalus ekvivalentinis šarmų kiekis – 2,5 %. Rekomenduojama dozė yra $0,6 \div 1,4 \%$ cemento masės. Klampą modifikuojantis priedas didelės molekulinės masės sintetinių kopolimerų pagrindu RheoMATRIX 100. Techniniai duomenys: išvaizda – rudas skystis; specifinė masė, tankis – $1,00 \div 1,02 \text{ g/cm}^3$; vandenilio jonų koncentracija, pH – $6 \div 9$; maksimalus chloridų kiekis – $< 0,1 \%$. Rekomenduojama dozė yra $0,1 \div 1,5 \%$ nuo smulkesnio už 0,1 mm užpildo kiekio masės. Cheminis priedas Rheomix 880, kuris suardo mišinyje susiformavusias oro poras. Techniniai duomenys: išvaizda – geltonai rusvas skystis; specifinė masė, tankis – $0,95 \div 0,99 \text{ g/cm}^3$; nelakių medžiagų kiekis – $95 \pm 4,8 \%$. Rekomenduojama dozė yra $0,1 \div 1,3 \%$ cemento masės.

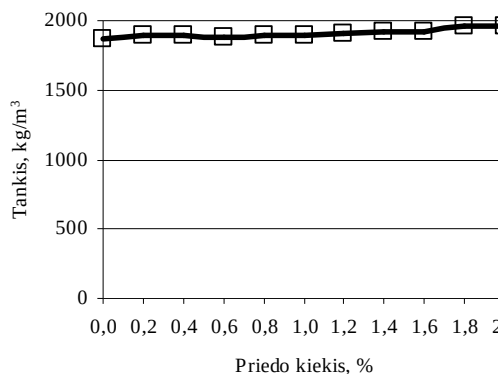
Cemento tešlos buvo maišomos priverstinio maišymo maišyklėje „Automix“. Cementas buvo dozuojamas pagal masę, o vanduo ir cheminiai priedai – pagal tūrį. Tyrimo metu visų sudėčių cemento tešlų vandens ir cemento santykis buvo pastovus – 0,45, plastifikuojančio priedo dėta nuo 0,2 iki 2,0 % cemento masės, klampą modifikuojančio priedo – nuo 0,1 iki 0,6 %, mišinyje susiformavusias oro poras suardančio priedo – nuo 0,05 iki 0,3 %. Tiriant kompleksinį cheminių priedų poveikį plastifikuojančio priedo kiekis buvo pastovus – 1,0 % cemento masės, klampą modifikuojančio priedo kiekis kito nuo 0,1 iki 0,6 %, o mišinyje susiformavusias oro poras suardančio priedo kiekis kito nuo 0,05 iki 0,3 %.

Cementinio akmens bandiniai prizmės ($40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$) buvo formuojami metalinėse formose. Iš kiekvienos sudėties suformuota po 4 bandinius. Formose bandiniai buvo laikomi 20 val., esant aplinkos oro temperatūrai $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Išimti iš formų cementinio akmens bandiniai buvo kietinami 28 paras vandenyje, kurio temperatūra $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Cementinio akmens lenkiamasis ir gniuždymo stipriai nustatyti remiantis standarto LST EN 196-1 keliama reikalavimais.

Tyrimo rezultatai

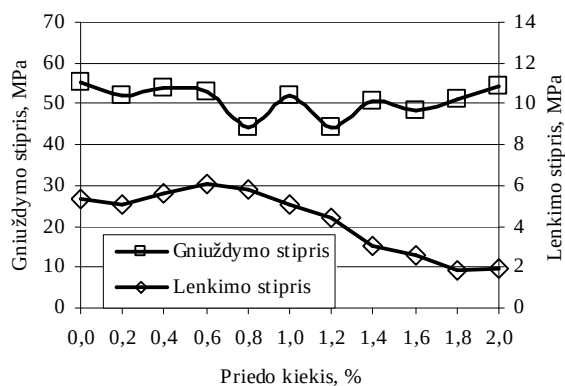
Tyrimo metu į cemento tešlą, kurios V/C – 0,45, plastifikuojančio priedo dėta nuo 0,2 iki 2,0 % cemento masės. Kontrolinė cemento tešlos sudėtis buvo ruošama be cheminių priedų. Cementinio akmens tankio kitimas, priklausomai nuo plastifikuojančio priedo kiekio, pateiktas 1 pav. Iš šio paveikslėlio matyti, kad didinant plastifikuojančio priedo kiekį, didėja cementinio akmens tankis. Didinant cheminio priedo kiekį iki 2,0 % cemento masės, cementinio akmens tankis padidėja apie 5,2 %, tai yra nuo 1869 kg/m^3 (kontrolinė sudėtis be cheminių priedų) iki 1967 kg/m^3 .

Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprio kitimas, priklausomai nuo plastifikuojančio priedo kiekio, pateiktas 2 pav. Iš 2 pav. pateiktų priklausomybių matyti, kad dedant plastifikuojančio priedo nuo 0,2 iki 0,6 %, cementinio akmens gniuždymo stipris kinta nežymiai ($52,9 \div 53,9 \text{ MPa}$) ir gaunamas šiek tiek mažesnis nei kontrolinės sudėties ($55,1 \text{ MPa}$). Tuo tarpu lenkimo stipris padidėja iki 6,1 MPa ir apie 15% viršija kontrolinės sudėties lenkiamąjį stiprį ($5,3 \text{ MPa}$). Kai plastifikuojančio priedo dedama $0,8 \div 2,0 \%$, cementinio akmens gniuždymo stipris svyruoja ribose nuo 44,1 iki 54,4 MPa, o lenkimo stipris mažėja nuo 5,8 iki 1,9 MPa. Didžiausias cementinio akmens lenkimo stipris ($6,1 \text{ MPa}$) gautas pridėjus plastifikuojančio priedo 0,6 % cemento masės. Esant cemento tešlos vandens ir cemento santykiui 0,45 ir viršijus plastifikuojančio priedo kiekį virš 1,1 % cemento masės, gaunama netechnologiška cemento tešla. Bandinių formavimo metu buvo stebimas vandens atsiskyrimas iš cemento tešlos. Manome, kad šis procesas įtakojo cementinio akmens bandinių tankio bei gniuždymo ir lenkimo stiprio rezultatų svyravimus.



1 pav. Cementinio akmens tankio priklausomybė nuo plastifikuojančio priedo kiekio

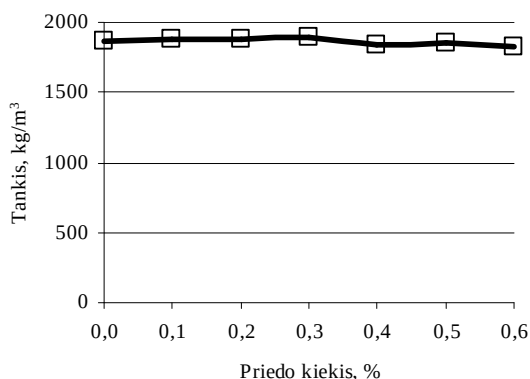
Šaltinis: sudaryta autorių



2 pav. Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprio priklausomybė nuo plastifikuojančio priedo kiekio

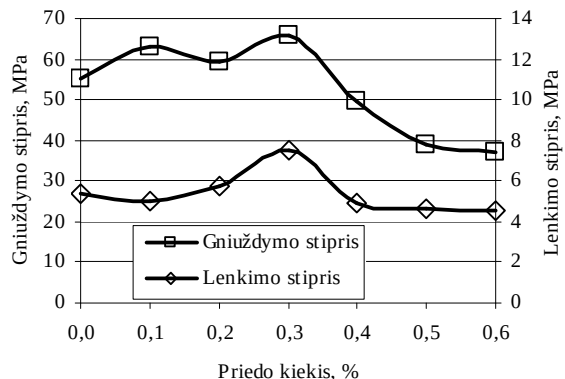
Šaltinis: sudaryta autorių

Tiriant klampą modifikuojančio priedo įtaką cementinio akmens tankiui ($V/C = 0,45$) minėto priedo dėta nuo 0,1 iki 0,6 %. Cementinio akmens tankio kitimas, priklausomai nuo klampą modifikuojančio priedo kiekio, pateiktas 3 pav. Iš šio paveikslo matyti, kad didinant cheminio priedo kiekį iki 0,3 % cemento masės, cementinio akmens tankis padidėja apie 1,3 % lyginant su cemento tešla be priedo ir siekia 1894 kg/m^3 . Toliau didinant priedo kiekį iki 0,6 % cementinio akmens tankis sumažėja iki 1830 kg/m^3 .



3 pav. Cementinio akmens tankio priklausomybė nuo klampą modifikuojančio priedo kiekio

Šaltinis: sudaryta autorių



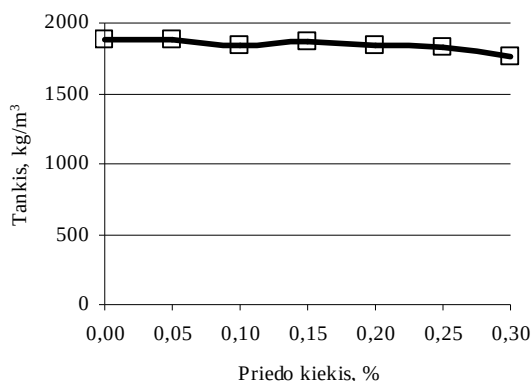
4 pav. Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprių priklausomybė nuo klampą modifikuojančio priedo kiekio

Šaltinis: sudaryta autorių

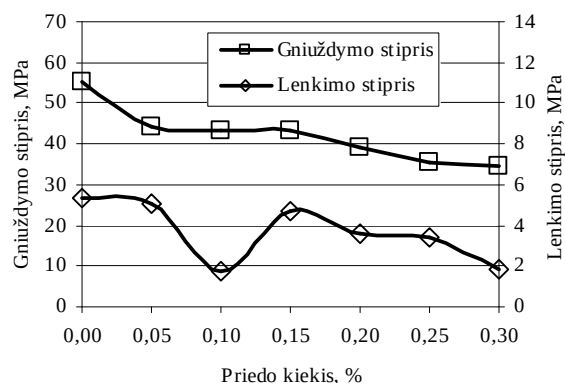
Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprio kitimas, priklausomai nuo klampą modifikuojančio priedo kiekio, pateiktas 4 pav. Iš šio paveikslo pateiktų priklausomybių matyti, kad didėjant priedo kiekiui iki 0,3 % cemento masės didėja cementinio akmens tiek gniuždymo, tiek lenkimo stipris. Esant klampą modifikuojančio priedo 0,3 % cemento masės gaunamas didžiausias cementinio akmens gniuždymo stipris (65,6 MPa) ir lenkimo (7,5 MPa) stipris. Cementinio akmens gniuždymo stipris lyginant su kontroline sudėtimi padidėja apie 19 % (nuo 55,1 iki 65,6 MPa), o lenkimo stipris gaunamas apie 41 % didesnis nei kontrolinio bandinio (padidėja nuo 5,3 iki 7,5 MPa). Esant klampą modifikuojančio priedo 0,4 % cemento masės, cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stipris gaunamas mažesnis nei kontrolinės sudėties. Toliau didinant klampą modifikuojančio priedo kiekį iki 0,6 % cemento masės, cementinio akmens gniuždymo stipris sumažėja apie 43 %, o lenkimo stipris sumažėja apie 40 %.

Tiriant mišinyje susiformavusias oro poras suardančio priedo įtaką cementinio akmens tankiui į cemento tešlą ($V/C = 0,45$) minėto priedo dėta nuo 0,05 iki 0,3 %. Cementinio akmens tankio kitimas, priklausomai nuo oro poras suardančio priedo kiekio, pateiktas 5 pav. Iš šio paveikslo matyti, kad didėjant oro poras suardančio priedo kiekiui iki 0,3 % cemento masės, cementinio akmens tankis sumažėja iki 1765 kg/m^3 , tai yra sumažėja apie 6 % lyginant su kontroline sudėtimi. Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprio kitimas, priklausomai nuo oro poras suardančio priedo kiekio, pateiktas 6 pav. Iš šio paveikslo pateiktų priklausomybių matyti, kad didinant oro poras suardančio priedo kiekį iki 0,3 % cemento masės,

cementinio akmens gniuždymo stipris sumažėja apie 37 %, o lenkimo stipris sumažėja apie 66 %. Kuo mažesnis cementinio akmens tankis tuo gaunamas mažesnis gniuždymo ir lenkimo stipris.



5 pav. Cementinio akmens tankio priklausomybė nuo oro poras suardančio priedo kiekio
Šaltinis: sudaryta autorių



6 pav. Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprių priklausomybė nuo oro poras suardančio priedo kiekio
Šaltinis: sudaryta autorių

Tiriant kompleksinę cheminių priedų įtaką cementinio akmens fizikinėms ir mechaninėms savybėms plastifikuojančio priedo kiekis priimtas pastovus – 1,0 % cemento masės, klampą modifikuojančio priedo kiekis kito nuo 0,1 iki 0,6 %, o mišinyje susiformavusias oro poras suardančio priedo kiekis kito nuo 0,05 iki 0,3 %. Skirtingos paskirties cheminių priedų kiekiai procentais cemento masės pasirinkti atsižvelgiant į betono mišinių gamintojų ruošiamus betono mišinius. Tiriant kompleksinę priedų įtaką cementinio akmens fizikinėms ir mechaninėms savybėms, cheminių priedų kiekiai procentais cemento masės pateikti 1 lentelėje.

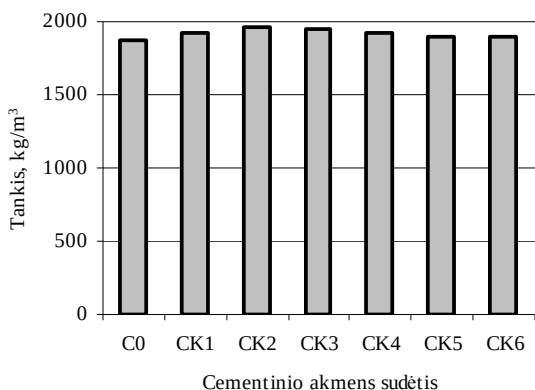
1 lentelė

Cheminių priedų kiekiai procentais cemento masės

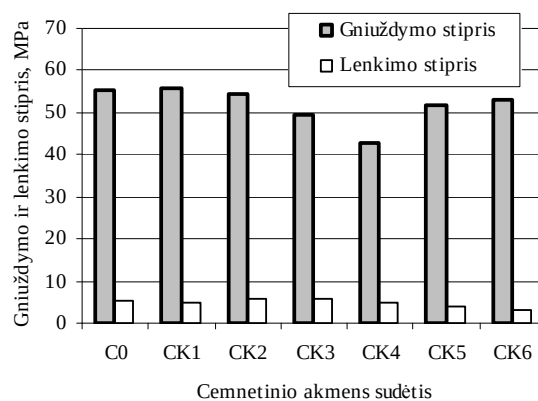
Priedas:	CK1	CK2	CK3	CK4	CK5	CK6
Plastifikuojantis	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Klampą modifikuojantis	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Oro poras suardantis	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30

Šaltinis: Sudaryta autorių

Tiriant kompleksinę cheminių priedų įtaką cementinio akmens fizikinėms ir mechaninėms savybėms cemento tešloje (V/C – 0,45) skirtingos paskirties cheminių priedų kiekis kito pagal 1 lentelėje pateiktus duomenis (žymėjimas CK1 ÷ CK6). Kontrolinė cemento tešlos sudėtis buvo ruošama su 1,0 % cemento masės plastifikuojančiu priedu ir be klampą modifikuojančio ir oro poras suardančio cheminių priedų (sudėties žymėjimas C0).



7 pav. Cementinio akmens tankio priklausomybė nuo kompleksinio cheminių priedų poveikio
Šaltinis: sudaryta autorių



8 pav. Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprių kitimas nuo kompleksinio cheminių priedų poveikio
Šaltinis: sudaryta autorių

Cementinio akmens tankio kitimas, priklausomai nuo kompleksinio cheminių priedų poveikio, pateiktas 7 pav. Iš šio paveikslą matyti, kad cementinio akmens bandinių tankis, nepriklausomai nuo skirtingos paskirties cheminių priedų kiekio, gautas didesnis nei kontrolinės sudėties ir kinta mažose ribose. Tarpusavyje lyginant kompleksinę cheminių priedų įtaką bandinių tankiui matyti, kad didžiausias cementinio akmens tankis (1957 kg/m^3) gautas esant CK2 cemento teslos sudėčiai, mažiausias (1894 kg/m^3) – esant CK6 cemento teslos sudėčiai. Cementinio akmens bandinių tankio mažėjimo tendencijai įtakos gali turėti didėjantis oro poras suardančio priedo kiekis procentais cemento masės. Minėtas priedas mažina cementinio akmens bandinių tankį (5 pav.).

Cementinio akmens gniuždymo ir lenkimo stiprio kitimas, priklausomai nuo kompleksinio cheminių priedų poveikio, pateiktas 8 pav. Iš šio paveikslą matyti, kad papildomai į kontrolinę sudėtį pridėjus skirtingos paskirties cheminių priedų atitinkamą kiekį cementinio akmens gniuždymo stipris gaunamas artimas kontrolinei sudėčiai ir svyruoja ribose nuo 49,4 iki 55,6 MPa. Tarpusavyje lyginant kompleksinę cheminių priedų įtaką bandinių gniuždymo stipriui matyti, kad didžiausias cementinio akmens gniuždymo stipris (55,6 MPa) gautas esant CK1 cemento teslos sudėčiai, mažiausias (42,7 MPa) – esant CK4 cemento teslos sudėčiai. Didžiausias cementinio akmens lenkimo stipris (5,9 MPa) gautas esant CK2 cemento teslos sudėčiai, mažiausias (2,9 MPa) – esant CK6 cemento teslos sudėčiai. Cementinio akmens tankio kitimo tendencijos turi įtakos cementinio akmens stipruminėms savybėms.

Išvados

1. Didinant cemento tesloje ($V/C = 0,45$) plastifikuojančio priedo polikarboksilato eterių polimerų pagrindu kiekį iki 2,0 % cemento masės, cementinio akmens tankis padidėja apie 5,2 %, gniuždymo stipris svyruoja ribose nuo 44,1 iki 54,4 MPa ir neviršija kontrolinio sudėties stiprio. Esant plastifikuojančio priedo kiekiui 0,6 % cemento masės, gaunamas apie 14 % didesnis lenkimo stipris nei kontrolinės sudėties.
2. 0,3 % cemento masės klampą modifikuojančio priedo didelės molekulinės masės sintetinių kopolimerų pagrindu kiekis (esant $V/C = 0,45$) yra optimalus, nes lyginant su kontroline sudėtimi gautas didžiausias cementinio akmens tankis (1894 kg/m^3), gniuždymo stipris padidėja apie 19 %, o lenkimo stipris padidėja apie 41 %.
3. Didinant cemento tesloje ($V/C = 0,45$) oro poras suardančio priedo kiekį iki 0,3 % cemento masės, atitinkami mažėja cementinio akmens tankis, gniuždymo ir lenkimo stipris. Cementinis akmuo su 0,3 % cemento masės šio priedo pasižymi apie 6 % mažesniu tankiu, apie 37 % mažesniu gniuždymo stipriu ir apie 66 % mažesniu lenkimo stipriu, lyginant su kontroline sudėtimi.
4. Geriausias cementinio akmens ($V/C = 0,45$) bandinių fizikinės ir mechaninės savybės gautos esant CK1 ir CK2 cemento teslos sudėtimis, tai yra kai plastifikuojančio priedo kiekis buvo pastovus (1,0 % cemento masės), klampą modifikuojančio priedo kiekis kito 0,2 – 0,3 % cemento masės ribose, oro poras suardančio priedo kiekis kito 0,05 – 0,1 % cemento masės ribose.

Literatūra

1. Attiogbe E., K. 1996. Predicting freeze–thaw durability of concrete – A new approach, *ACI Materials Journal* 93(5): 457–464.
2. Cai H.; Liu X. 1998. Freeze – thaw durability of concrete: ice formation process in pores, *Cement and Concrete Research* 28 (9): 1281–1287.
3. Cheung J.; Jeknavorian A.; Roberts L.; Silva D. 2011. Impact of admixtures on the hydration kinetics of Portland cement. *Cement and Concrete Research* 41. p. 1289–1309.
4. Flatt R. J.; Houst Y. F. 2001. A simplified view on chemical effects perturbing the action of superplasticizers. *Cement and Concrete Research* 31: 1169–1176.
5. Hanehara Sh.; Yamada K. 1999. Interaction between cement and chemical admixture from the point of cement hydration, absorption behaviour of admixture, and paste rheology. *Cement and Concrete Research*, 29: 1159–1165.
6. Khayat K. H.; Guizani Z. 1997. Use of viscosity-modifying admixture to enhance stability of fluid concrete. *ACI Materials Journal* 94 (4): 332–340.
7. Khayat K. H. 1998. Viscosity-enhancing admixtures for cement-based materials. *Cement and Concrete Composites* 20. p. 171–188.
8. Khayat K. H.; Saric-Coric M.; Liotta F. 2002. Influence of thixotropy on stability characteristics of cement grout and concrete. *ACI Materials Journal* 99 (3): 234–241.
9. Lachemi M.; Hossain K.M.A.; Lambros V.; Nkinamubanzi, P.-C.; Bouzoubaa N. 2004. Performance of new viscosity modifying admixtures in enhancing the rheological properties of cement paste. *Cement and Concrete Research* 34. p. 185–193.
10. Naujokaitis A. 2007 *Statybinės medžiagos. Betonai: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika. p. 356.
11. Roncero J.; Valls S.; Gettu R. 2002. Study of the influence of superplasticizers on the hydration of cement paste using nuclear magnetic resonance and X-ray diffraction techniques. *Cement and Concrete Research* 32. p. 103–108.

12. Sakai E.; Yamada K.; Ohta A. 2003. Molecular structure and dispersion-adsorption mechanisms of comb-type superplasticizers used in Japan. *Journal of Advanced Concrete Technology* 1 (1):16–25.
13. Sakai E.; Kasuga T.; Sugiyama T.; Asaga K.; Daimon M. 2006. Influence of superplasticizers on the hydration of cement and the pore structure of hardened cement. *Cement and Concrete Research* 36. p. 2049–2053.
14. Skripkiūnas G. 2007. Statybinių konglomeratų struktūra ir savybės. Kaunas: Vitae Litera. p. 334.
15. Rheomix® 880 [žiūrėta 2013-07-02]. Prieiga per internetą: <<http://www.basf-cc.lt/lt/produktai/Betono%20priedai/kiti/rheomix880/Pages/default.aspx>>

THE INFLUENCE OF DIFFERENT PURPOSE CHEMICAL ADMIXTURES TO THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE CEMENT STONE

Summary

A research is done in order to find the influence to the physical and mechanical properties of the cement stone (W/C - 0.45) with different purpose chemical admixtures: super-plasticizing admixture based on second-generation polycarboxylate ether polymers, viscosity modifying agent an aqueous solution of a high-molecular weight synthetic copolymer and antifoaming admixture. Each chemical admixture was dosed according to chemical admixture manufacturer recommendations from minimum to maximum quantity by selected step. It is found out that by increase of super-plasticizing admixture up to 2.0 % of the cement mass density of the cement stone increases slightly, compressive strength do not exceed the value of the reference specimen and fluctuates in narrow limits. When the quantity of admixture is 0.6% of the cement mass the flexural strength increases by 14 % compared with the reference specimen. Quantity of 0.3% of the cement mass viscosity modifying agent is optimal, because density of the cement stone is obtained to be highest (1894 kg/m³), compressive strength increase about 19 % and flexural strength increase about 41%. By increasing the quantity of antifoaming admixture until 0.3 % of the cement mass density, compressive and flexural strength of the cement stone decrease compared to the reference specimen. The best physical and mechanical properties of the cement stone specimens were obtained of CK1 and CK2 cement slurry compositions i.e. when quantity of super-plasticizing admixture is constant (1.0 % of the cement mass), quantity of viscosity modifying agent is between the limits of 0.2 - 0.3 % of the cement mass and quantity of antifoaming admixture is between the limits of 0.05 - 0.1 % of the cement mass.

Keywords: Portland cement, plasticizing admixture, viscosity modifying admixture, antifoam admixture, cement stone, physical and mechanical properties.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Lukas Venčkauskas.

Mokslo laipsnis ir vardas: bakalauras.

Darbo vietą ir poziciją: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, studentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybos technologijos, medžiagų technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 687 73186, 911lukas@gmail.com

Autoriaus vardas, pavardė: Mindaugas Daukšys.

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas.

Darbo vietą ir poziciją: Kauno technologijos universitetas, Statybos ir architektūros fakultetas, Statybos technologijų katedra, docentas.

Autoriaus mokslinių interesų sritys: statybos technologijos, medžiagų technologijos, inžinerinių tyrimų metodologija.

Telefonas ir el. pašto adresas: 8 680 46263, mindaugas.dauksys@ktu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Lukas, Venčkauskas.

Science degree and name: bachelor.

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, student.

Author's research interests: building technologies, material technologies, methodology of engineering sciences.

Telephone and e-mail address: 8 687 73186, 911lukas@gmail.com

Author name, surname: Mindaugas Daukšys.

Science degree and name: doctor, assoc. prof.

Workplace and position: Kaunas University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering Technologies.

Author's research interests: building technologies, material technologies, methodology of engineering sciences.

Telephone and e-mail address: 8 680 46263, mindaugas.dauksys@ktu.lt

ISSN 2029-9303

**INŽINERINĖS IR EDUKACINĖS TECHNOLOGIJOS
2013 Nr. 1**

Lietuvių kalbos redaktorė **Sonata Paulauskienė**

Užsienio kalbos redaktorė **Judita Štreimikienė**

Meninė redaktorė **Lolita Dalbokaitė**

Techninis redaktorius **Valdas Paulauskas**

Tiražas 100 egz. 92 psl. Parengimo spaudai data 2013 – 11 - 05

Išleido Kauno technikos kolegija, Tvirtovės al. 35, LT-50155 Kaunas

www.ktk.lt

El.p. ktk@ktk.lt

Spausdino UAB “Dakra”, Jonavos g. 260, LT-44131 Kaunas

www.dakra.lt

El.p. info@dakra.lt