

EHITUSTEADUSKOND
TEADUS- JA ARENDUSTEGEVUSE AASTAARUANNE 2015

1. Teaduskonna/asutuse (edaspidi struktuurüksus) struktuur *(seisuga 31. detsember)*

EHITUSTEADUSKOND
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Dekaan: Siim Idnurm
+372 620 2565
siim.idnurm@ttu.ee

Teadus- ja arendusprodekaan: Professor Roode Liias
+372 620 2456
roode.liias@ttu.ee

Sisukord

Ehitustootluse instituut	2
Ehitusmehaanika instituut	8
Ehitiste projekteerimise instituut	15
Arhitektuuri ja urbanistika instituut	21
Keskkonnatehnika insituut	23
Teedeinstituut	30
Logistikainstituut	35

Ehitustootluse instituut
Department of Building Production

Direktor: Professor Irene Lill, irene.lill@ttu.ee, 372 620 2465

Ehitusmaterjalide õppetool/Chair of Building Materials

Emeriitprofessor Lembi-Merike Raado, lembi.raado@ttu.ee, +372 620 2452

Ehitustehnoloogia õppetool/Chair of Building Technology

Professor Irene Lill, irene.lill@ttu.ee, +372 620 2465

Ehitusökonomika ja –juhtimise õppetool/Chair of Construction Economics and management

Professor Roode Liias, roode.liias@ttu.ee, +372 620 2456

Ehitusmaterjalide teadus- ja katselaboratoorium/Research and Testing Laboratory of Building Materials

Juhataja kt Margit Rosenberg, margit.rosenberg@ttu.ee, +372 620 2460

2. Teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus

2.1 Struktuuriüksusesse kuuluvad uurimisrühmad

Kõik uurimisrühmad¹ näidatakse aruandes eraldi, järgides alltoodud ülesehitust

Uurimisrühm1: Ehitise eluea sidusuuringute grupp

- nimetus eesti keeles: **Ehitise eluea sidusuuringute grupp**
- nimetus inglise keeles: **Building Lifecycle Research Group**
- juhi nimi, ametikoht ja allüksus:
 - **Irene Lill**, professor (ehitustehnoloogia õppetool)
 - **Roode Liias**, professor (ehitusökonomika ja –juhtimise õppetool)
- liikmed (nimi, ametikoht ja allüksus; täpsustatakse, kas on doktorant, magistrant);
 - **Emlyn David Qivitoq Witt**, dotsent (ehitusökonomika ja –juhtimise õppetool)
 - **Tiina Nuuter**, dotsent (ehitusökonomika ja –juhtimise õppetool)
 - **Ergo Pikas**, nooremteadur/doktorant (ehitusökonomika ja –juhtimise õppetool)
 - **Virgo Sulakatko**, nooremteadur/doktorant (ehitustehnoloogia õppetool)
 - **Erki Soekov**, lektor (ehitustehnoloogia õppetool)
 - **Kuulo Mõisnik**, lektor (ehitustehnoloogia õppetool)
 - **Abdulquadri Ade Bilau**, doktorant
 - **Viktorija Prilenska**, doktorant
 - **Margarita Leonova**, doktorant.
- teadustöö ülevaade (*kokku kuni 1 lehekülg*):
 - teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles),
Ehitise eluea sidusuuringute grupi uurimistöö haarab kogu ehitise elutsükli, integreerides ehitusprotsessi ja selle väljundeid erinevate juhtimisstrateegiate, ehitustehnoloogiate ja kasutatavate ehitusmaterjalidega ning ka kinnisvaraökonomika ja –haldamisega seotud probleemidega. Tegeletakse järgmiste teemadega:
 - *Multivariantsed juhtimisstrateegiate hindamismeetodid ehituses;*
 - *Ehitusinfo modelleerimise (BIM) teemalised uuringud, arendustöö ja know-how;*
 - *Ehitusmajanduse ja –juhtimisealased uuringud;*
 - *Ehitiste eluea ja tehnilise seisukorra hindamisega seotud uuringud;*
 - *Ehitatud keskkonna katastroofiresistentsusealased uuringud;*
 - *Ehitushariduse teemalised uuringud;*
 - *Ehitusalane seadusloome, normatiivmaterjalid, standardid jne.*

¹ Uurimisrühm on oma teadusvaldkonnas täidetava(te) uurimisteema(de) täitmise nimel tegutsev teadlaste ja/või õppejõudude rühm. Juhul kui uurimisrühm hõlmab liikmeid mitmest teaduskonnast, näidatakse uurimisrühma tegevus vastavalt kõigi teaduskondade aruannetes. Uurimisrühm ei ole T&A-ga seotud teenust osutav projekt.

Uurimisgrupi liikmed osalevad aktiivselt ka teistes ülikooli- ja teaduskonna uurimisrühmades, näiteks ehitiste energiasäästu ja liginullenergia teemalised uuringud; avaliku ja erasektori nõustamine ehitusjuhtimise, kinnisvarajuhtimise ja –haldamise küsimustes jne.

The research of the **Building Lifecycle Research Group** reflects the building lifecycle as a whole, integrating the construction process and its outcomes with management strategies, technologies and materials used and also with economics and facilities management. Recent research has included:

- Multi-attribute decision making methods for the assessment of different management strategies;
- Developing and providing BIM-related know-how;
- Different aspects of construction economics and management in the major fields of civil engineering;
- Surveys on the building life cycle and technical conditions of housing;
- Disaster resilience of built environment;
- Educational aspects of civil engineering, etc.
- Regulation of construction activities and creation of normative documents and standards for the Estonian construction industry;

Members of the group are also active research partners within other faculty and industry projects where their expertise is needed, for instance in nearly-zero energy solutions and their implementation on the renovation of buildings, advising the public and private sector in questions of construction management, building maintenance, etc.

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles)
Uurimistöö tulemuste publitseerimine, lepingute ja projektide täitmine, uute lepingute ja projektitaotluste ettevalmistamine.

Publishing research outcomes, fulfilling the R&D contracts and completing projects.
Preparations to get the new contracts.

*Edukalt on **lõpetatud** järgmised rahvusvahelised projektid:*

The following international projects were **completed** successfully:

- ANDROID: Academic Network for Disaster Resilience to Optimise Educational Development. *Katastroofiresistentsuse teadusvõrgustik;*
- CENEAST: Reformation of the Curricula on Built Environment in the Eastern Neighbouring Area. *Euroopa hoonestatud keskkonna õppekavade harmoneerimine Idanaabrite ülikoolidega;*
- CASCADE: Collaborative Action towards Societal Challenges through Awareness, Development and Education. *Ühiskonna valupunktide teadvustamine läbi hariduse ja teaduse prisma.*

Jätukub uurimisrühma töö rahvusvahelistes projektides ja koostöös teiste teaduskonna instituutidega:

The team is **continuing** working on international projects and in cooperation with other departments of the faculty:

- CADRE: Collaborative Action towards Disaster Resilience Education. *Katastroofiresistentsus rahvusvahelisel kõrgharidusmaastikul;*
- GEEE: GreenEuroHub. *Energiatõhusus ehituses.*
- IUT-15 - Nearly-zero energy solutions and their implementation on the renovation of buildings. *Liginullenergia hoonete lahendused ja nende rakendamine hoonete renoveerimisel.*

Alustati kahe uue rahvusvahelise projektiga ning sõlmiti kolm kohalikku lepingut:

Two new international projects and three local contracts were **started**:

- BeInterBaltic: Intersections in built environment: promoting interdisciplinary higher education in the Baltic Sea Region. *Ehitatud keskkonna erinevad osad: interdistsiplinaarse kõrghariduse edendamise Balti mere piirkonnas*;
 - BIMsummit Estonia – implementing BIM in the construction process. *BIM'i (ehitusinfo modelleerimise) rakendamine ehitusprotsessides*.
 - Lep15049: Information requirements and quality assurance for BIM based maintenance. *Korrashoiu BIM ehitusteabe nõuete kirjeldamine ja kvaliteedi tagamine*.
 - Lep15064- Developing IPD procurement conception for RKAS (State Real Estate). *IPD kontseptsiooni arendamine RKASis*.
 - LMIN15120-Basic research on BIM regulation system II. *Ehitusinfo modelleerimise regulatsiooni süsteemi alusuuring II*.
- koostöö² teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest):
 - University of Huddersfield
 - University of Salford (UK)
 - Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania)
 - Aalto University, Finland jpt.
 - kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es:
 - **Nuuter, T.; Lill, I.**; Tupenaite, L. (2015). Comparison of housing market sustainability in European countries based on multiple criteria assessment. *Land Use Policy*, 42, 642–651 (1.1)
 - **Pikas, E.**; Thalfeldt, M.; Kurnitski, J.; **Liias, R.** (2015). Extra cost analyses of two apartment buildings for achieving nearly zero and low energy buildings. *Energy*, 1–10 (1.1);
 - **Pikas, E.**; Kurnitski, J.; **Liias, R.**; Thalfeldt, M. (2015). Quantification of economic benefits of renovation of apartment buildings as a basis for cost optimal 2030 energy efficiency strategies. *Energy and Buildings*, 86, 151–160.

Uurimisrühm2: Ehitusmaterjalide uurimisgrupp

- nimetus eesti keeles: **Ehitusmaterjalide uurimisgrupp**
- nimetus inglise keeles: **Building Materials Research Group**
- juhi nimi, ametikoht ja allüksus:
 - **Lembi-Merike Raado**, emeriitprofessor, teadur (ehitusmaterjalide õppetool)
- liikmed (nimi, ametikoht ja allüksus; täpsustatakse, kas on doktorant, magistrant);
 - **Tiina Hain**, teadur (ehitusmaterjalide teadus- ja katselaboratoorium)
 - **Eneli Liisma**, assistent/doktorant (ehitusmaterjalide õppetool)
 - **Gert Lõhmus**, tehnik/magistrant (ehitusmaterjalide õppetool)
 - **Tanel Tuisk**, lektor (ehitusmaterjalide õppetool)
 - **Mattias Põldaru**, nooremteadur (ehitusmaterjalide õppetool)
- teadustöö (*kokku 1 lehekülg*):
 - teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles),
Põhilisteks teadustöö teemadeks on:
 - *põlevkivi töötlemisel saadavate erinevate tuhaliikide utiliseerimise võimalused ehitusmaterjalide tootmiseks;*
 - *kaeveõõnte täitebetoonide väljatöötamine;*

² Koostöö all peetakse silmas ühiseid teadusuuringuid, tulemuste publitseerimist jmt., mitte ainult lepingulise tellimustöö täitmist

- *hoonete renoveerimisel kasutatavate materjalisüsteemide omaduste uurimine ja kooskasutamise võimalused.*

Ehitusmaterjalide teadus- ja katselaboratooriumi isikuline koosseis, seadmed ja katsetooteid on sertifitseeritud erinevate materjalide (kivid, mördid, tsemendid jt mineraalsed sideained, betoonid, mitmesugused soojustusmaterjalid) katsete läbiviimiseks. Töögrupi uurijad on hinnatud eksperdid ning teevad koostööd teiste uurimisgruppidega (Anorgaaniliste ainete teaduslaboratoorium, Materjaliuuringute teaduskeskus, Mäeinstituut, KBFI) järgmistel teemadel:

- *Põlevkivi töötlemisel tekkivate tuhaliikide ja nende kogumissüsteemides eralduvate tuhade omaduste uurimine;*
- *Tuhaliikide kasutamise teoreetiliste aluste väljatöötamine;*
- *Madala tugevusega tuhkbetoonide kasutamine kaevandusõõnte täitmiseks;*
- *Betoonide püsivusomaduste sh külmakindluse uurimine;*
- *Keemiliselt töödeldud puidu omaduste uurimine;*
- *Fassaadisüsteemide ehituslike ja ehitusfüüsikaliste parameetrite määramine ja süsteemide püsivuse uurimine.*

Main activities of the **Building Materials Research Group** are connected with:

- the utilization of oil shale ash in the production of building materials;
- utilization of oil shale mining waste materials in concrete;
- energy saving and the renovation of buildings.

The Research and Testing Laboratory of Building Materials has certified testing personnel, standards, methods and equipment for the evaluation of conformity for various building products: cement, mortar, grout and concrete products and also for natural and artefact stones and insulation products. Researchers of the group are valued experts in the construction industry and conduct research connected with the properties of Portland cement concrete and the utilization of oil shale mining waste materials in concrete. Members of the group are research partners for other research groups where expertise in building materials is needed. For instance, with the Faculty of Chemical and Materials Technology in the research of new utilization processes for oil shale combustion solid wastes and regarding the structural properties of chemically bonded phosphate ceramics with the Faculty of Social Sciences. Research involves the following studies:

- Main characteristics of binders or binder constituents based on oil shale ashes from electrostatic precipitator systems;
- Basics of new utilization processes for oil shale combustion solid wastes;
- Low strength backfilling concrete based on the residues of oil shale processing;
- Frost resistance of various concretes and comparison of their test methods;
- Building properties of chemically treated timber;
- Durability characteristics (vapour and water migration) of facade systems, thermal insulation and external facade coverings.
- aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles) *2011-2015 kestnud uurimistöö „Põlevkivi põletamisega kaasnevate tahkjäätmete uute kasutusala alused“ AR-10127 lõpparuande valmimine koostöös TTÜ Anorgaaniliste materjalide teaduslaboratooriumiga, Mäeinstituudiga ja Polümeermaterjalide instituudiga.* Final report of 2011-2015 research „Basics of new utilization processes for oil shale combustion solid wastes“ AR-10127 in cooperation with Laboratory of Inorganic Materials, Department of Mining and Department of Polymer Materials of TUT.

*Edukalt on **lõpetatud** üks rahvusvaheline projekt:*

One international project was **completed** successfully:

- BESTILE: Best Practice for Installation Ceramic, Glass and Stone Tile. *Keraamilise, klaas- ja looduskiviplaadide paigaldamise oskusteave praktikas.*

Jätukub uurimisrühma töö rahvusvahelistes projektides:

The team is **continuing** working on international project:

- CBF and deSO_x ashes as main constituents of the Portland oli shale cement type CEM II. *Põlevkivi keevkihikata tuha ja deSO_x tuha baasil valmistatava uue CEM II tsemendi retseptuuri väljatöötamine.*

Alustati uue uurimisprojektiga:

New research project was **started**:

- Content of MgO of the various cyclon ashes and oil shale used as solid fuel. *Uuringu teostamine MgO sisalduse määramiseks põlevkivis ja tsüklonituhas.*
- koostöö³ teiste TA asutuste ja ettevõtete (sh välisriikidest):
- TÜ (Tartu Ülikool)
 - KBFI (Keemilise ja bioloogilise füüsika instituut)
 - Eesti Energia AS
 - AS Kunda Nordic Tsement .
- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es:

- Irha, Natalya; Reinik, Janek; Jefimova, Jekaterina; Koroljova, Arina; **Raado, Lembi-Merike; Hain, Tiina**; Uibu, Mai; Kuusik, Rein (2015). PAHs in leachates from thermal power plant wastes and ash-based construction materials. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (15), 11877–11889 (1.1)
- **Liisma, E.; Raado, L.-M. (2015).** Damaging Formula of the Frost Resistant Concrete with Poor Quality of Coarse Limestone Aggregate. *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 9 (5), 598–603 (1.2)
- **Liisma, E.; Lõhmus, G.; Raado, L.-M. (2015).** The Effect of Temperature and Humidity on the Permanence of External Thermal Insulation Composite Systems. In: *Procedia Engineering*, 108: 7th Scientific-Technical Conference Material Problems in Civil Engineering (MATBUD'2015), Krakow, Poland. Elsevier, 340–348 (3.1)

2.2 Loetelu struktuuriüksuse töötajate olulisematest siseriiklikest ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning tunnustuse*).

- Prof Roode Liias TTÜ aumärk „Mente et Manu“
- Prof Roode Liias TTÜ tänukiri
- Prof Roode Liias EKHHL 20. juubeli aumärk

2.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning otsustuskogu nimetuse*).

- Prof Roode Liias - AECEFi juhatuse liige
- Emeriitdots. Toomas Laur - Eesti Betooniühingu auliige
- CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) erinevate töögruppide liikmed: Roode Liias, Irene Lill, Lembi-Merike Raado, Tiina Nuuter , Emlyn Witt.

2.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisriikide akadeemiade või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetuse*).

2.5 Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-sse saabunud näidates ära järel doktori nime,*

³ Koostöö all peetakse silmas ühiseid teadusuuringuid, tulemuste publitseerimist jmt., mitte ainult lepingulise tellimustöö täitmist

allüksuse ja ametikoha, perioodi, päritolumaa ja asutuse ning meetme, mille alusel järeldoktorit rahastatakse.)

Eraldi tuuakse loetelu TTÜ-st järeldoktorantuuri suundunud struktuuriüksuse töötajatest (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-st välja suundunud näidates ära järeldoktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, sihtkoha riigi ja asutuse ning meetme, mille alusel järeldoktorit rahastatakse.)*

2.6 Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A tegevuse kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 toodud tunnustused), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest ning hinnang struktuuriüksuse teadustulemustele, arengukava täitmisele vm.

Kaastöö retsensendina rahvusvahelistes teadusajakirjades:

- Prof Roode Liias: Journal of Civil Engineering and Management (Taylor&Francis), International Journal of Strategic Property Management (Taylor&Francis); Technological and Economic Development of Economy (Taylor&Francis); Construction Economics and Management; (Taylor&Francis), Journal of Facilities Management (Emerald);
- Prof Irene Lill: “Automation in construction” (Elsevier); "Journal of Civil Engineering and Management" (Taylor and Francis), "International Journal of Strategic Property Management" (Taylor and Francis), "International Journal of Disaster Prevention and Management " (Emerald), "Technological and Economic Development of Economy" (Taylor and Francis), Archives of Civil and Mechanical Engineering” (Wroclaw Univerity of Technology); Land Use Policy (Elsevier);
- Prof Lembi-Merike Raado: Journal of Civil Engineering and Management (Taylor and Francis), Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, Oil Shale (Estonian Academy of Science);
- Dots Emlyn Witt: " Journal of Civil Engineering and Management" (Taylor and Francis); and "The Journal for the Advancement of Performance Information and Value" (CIB W117 & Performance Based Studies Research Group).

Rahvusvaheliste konverentside korraldamine:

- Roode Liias: 8th AECEF Symposion, New actions and roles of Civil Engineers: Sustainability and energy, 5.-6.Nov 2015 Porto, FEUP– member of organizing committee
- Irene Lill: Member of Scientific Committee of „5th International Conference on Building Resilience“ (Newcastle, Australia); Member of Scientific Committee of CIB conference “Going North for Sustainability: Leveraging Innovative Procurement and Cultural Competence for Sustainable Construction and Development“ (Heriot-Watt University, Edinburgh, Scotland); Member of Scientific Programme Committee of “8th Nordic Conference on Construction economics and organization” (Tampere, Finland).

Mehaanikainstituut**Department of Mechanics**

Direktor: Professor Aleksander Klauson, aleksander.klauson@ttu.ee, +372 620 2554

Tehnilise mehaanika õppetool/Chair of Engineering Mechanics

Professor Aleksander Klauson, aleksander.klauson@ttu.ee, +372 620 2554

Hüdro- ja aeromehaanika õppetool/Chair of Fluid and Aeromechanics

Vanemteadur Ivar Annus, ivar.annus@ttu.ee, +372 620 2557

Rakendusmehaanika õppetool/Chair of Applied Mechanics

Professor Andrus Salupere, andrus.salupere@ttu.ee, +372 620 2560

Hüdromehaanika teadus- ja katselaboratoorium/Laboratory of Fluid Mechanics

Vanemteadur Ivar Annus, ivar.annus@ttu.ee, +372 620 2557

Tugevuse teadus- ja katselaboratoorium/Laboratory of Strength Materials

Dotsent Hendrik Naar, hendrik.naar@ttu.ee, +372 620 2551

3. Teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus**3.1 Struktuuriüksusesse kuuluvad uurimisrühmad****Uurimisrühm 1**

- **Akustika;**
- *Acoustics;*
- Aleksander Klauson, professor, tehnilise mehaanika õppetooli juhataja;
- liikmed
 - Janek Laanearu, dotsent, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;
 - Mirko Mustonen, doktorant;
 - Andres Braunbrück, dotsent, tehnilise mehaanika õppetool;
 - Andrus Räämet, assistent, tehnilise mehaanika õppetool;
 - Julia Berdnikova, teadur, Raadio- ja sidetehnika instituut, signaalitöötuse õppetool;
 - Gert Lõhmus, tehnik;
 - Madis Rataspepp, vanemteadur, tehnilise mehaanika õppetool (järel doktor Singapuris)
- teadustöö ülevaade:
 - teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles)

Lainelevi metall- ja komposiitplaatides on tõhus vahend varjatud sisedefektide avastamiseks ja ka elastsuskonstantide määramiseks kaudsel meetodil. Komposiitplaatide puhul on elastsusmoodulite määramine otseste katsete abil on äärmiselt kulukas ja aeganõudev. Kaudsed meetodid võimaldavad elastsete omaduste määramist kas lainelevi või modaalanalüüsi abil. Veealune laevamüra on muutumas oluliseks keskkonna probleemiks kuna laevaliikluse tihedus suureneb. EL on välja arendanud merestrateegia raamdirektiivi (MSFD), kus veealuse müra taset tuleb hallata piirkondlikul tasandil, selleks et hoida mürasaaste suundumusi kontrolli all. Nii mõõtmised kui ka modelleerimine on olulised hindamiseks veealuse müra taset. Modelleerimise usaldatavus sõltub üksikute heliallikate kirjeldamise täpsusest. Hiljutised uuringud toovad esile inimtekkelise müra allikate omaduste parema kirjeldamise tähtsust. Kuigi allika võimsus (SL) on tavaliselt määratud ühe meetri kaugusel allikast, mõõtmised on alati tehtud suurematel kaugustel ja seetõttu on tugevalt mõjutatud mitmekordsetest peegeldustest merepõhjast, mere pinnast ja helikiiruse profiilist. Uuringu peaesmärgiks on allika võimsuse määramine müra ja laevaliikluse andmetest.

Wave propagation in metallic and composite plates is an effective mean for determination of hidden defects and also elasticity constants by indirect measurements. In case of composite plate

the elastic properties can be hardly found by using direct experimental methods. Indirect methods based on wave propagation measurements or modal analysis can be of help to resolve these tasks. Underwater noise caused by shipping is becoming an important issue as the density of ship traffic increasing. EU has employed the Marine Strategy Framework Directive (MSFD), where the underwater noise levels are to be handled on regional level to keep noise pollution trends under control. Both measurements and modelling are required to evaluate actual underwater noise pollution level. The reliability of the modelling depends from the accuracy of the individual sound source description. Recent research reports emphasize that there is a critical need for better understanding of the properties of anthropogenic sound sources. Although general definition of source level (SL) accounts for a distance scaling to a reference distance of one meter, the measurements are usually made at the larger distances and will be strongly influenced by propagation due to the effects of reflections at the sea bed, water surface and variations of the sound speed profile. The main objective of the study is to determine ship SL from backcalculation of the noise recordings and ship tracking data.

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles);

Moodide ortogonaalsus on kasutatud Lainelevi katseuuringutes metall- ja komposiitplaatides, mis võimaldas eraldada kogu mõõdetud signalist eri tüüpi Lambi lainetele vastavaid komponente. Pakutud meetodika olulised hõlbustab laineväljade interpreteerimist ning konstruktsiooni varjatud defektide avastamist.

In the studies on sound propagation in metallic and composite plates the mode orthogonality has been used to separate Lamb waves from the total signal. Proposed method helps wave field interpretation in search of the hidden defects.

- koostöö⁴ teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest) ;
 1. FOI – Rootsi Kaitseuuringute Instituut,
 2. LOMC labor, Le Havre Ülikool,
 3. SYKE, Soome Keskkonnaüüringute Keskus,
 4. NTNU Komposiitide labor, Trondheim, Norra.
- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.

Ratassepp, M.; Klauson, A.; Chati, F.; Léon, F.; Décultot, D.; Maze, G.; Fritzsche, M. (2015). *Application of orthogonality-relation for the separation of Lamb modes at a plate edge: Numerical and experimental predictions. Ultrasonics*, 57, 90–95, 10.1016/j.ultras.2014.10.022.

Lasn, K.; Echtermeyer, A.T.; Klauson, A.; Chati, F.; Décultot, D (2015). *An experimental study on the effects of matrix cracking to the stiffness of glass/epoxy cross plied laminates. Composites Part B: Engineering*, 80, 260–268, 10.1016/j.compositesb.2015.06.005.

Lasn, K.; Klauson, A.; Echtermeyer, A. T. (2015). *Back-Calculation of Elastic Moduli of a Ply from the Moduli of Cross-Ply Laminates. Mechanics of Composite Materials*, 51 (1), 55–68, 10.1007/s11029-015-9476-9.

⁴ Koostöö all peetakse silmas ühiseid teadusuuringuid, tulemuste publitseerimist jmt., mitte ainult lepingulise tellimustöö täitmist

Uurimisrühm 2

- **Piirseisundis konstruktsioonid;**
- *Limit states of complex structures;*
- Kristjan Tabri, vanemteadur ja mehaanikainstituut;
- liikmed
Hendrik Naar, dotsent, tehnilise mehaanika õppetool;
Martin Heinvee, insener/doktorant, tehnilise mehaanika õppetool;
Annika Urbel, insener, tehnilise mehaanika õppetool;
Risto Toming, tehnik/magistrant, tehnilise mehaanika õppetool;
- teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles)

Konstruktsioonide piirseisundi uurimisrühma teadustöö keskendus peamiselt kahele põhisuunale: laevade kokkupõrkel ja karilesõidul tekkivate vigastuste hindamiseks lihtsustatud arvutusmudeli edasiarendamine ja terve ning vigastatud laeva piirkoormuse hindamiseks seotud talade meetodil põhineva arvutusmudeli loomine. Kokkupõrke arvutusmudelisse lisati jäävälja mõju, mis võimaldab mudelit kasutada jääväljas toimuvate mereõnnetuste simuleerimiseks. Antud mudelit kasutatakse BONUS STORMWINDS (2015-2018) projektis talvise laevaliikluse turvalisuse hindamiseks. Mudelit esimest rakendust esitati 2015 aastal OMAE konverentsil ja täiustatud rakendust esitatakse 2016. aastal ICCGS 2016 konverentsil. Lisaks uuriti ja täiendati arvutusmudelit võtmaks arvesse piki- ja ristvaheseinte mõju karilesõidu vigastuse hindamisel. Antud arendust esitatakse samuti ICCGS 2016 konverentsil. Integreeritud mudelit, mis seob omavahel konstruktsiooni vigastuse hindamise ja sellest tuleneva võimaliku õlilekke, esitati MARSTRUCT 2016 konverentsil. Koostöös Aalto Ülikooliga uuriti, kuidas merepõhja kuju idealiseerimine numbrilistes arvutustes mõjutab vigastuse hindamise täpsust. Selleks võrreldi karilesõidul tekkivat vigastust kasutades arvutustes merepõhja tegelikku mõõdetud kuju ning selle lihtsustatud kirjeldust matemaatiliste funktsioonide abil. Uurimise tulemused on avaldamisel ajakirjas Marine Structures. Terve ning vigastatud laeva piirkoormuse hindamiseks seotud talade meetodil põhineva arvutusmudelisse viidi sisse uued kujufunktsioonid, mis võimaldavad arvesse võtta konstruktsiooni avausi. Arendatud mudelit esitatakse PRADS 2016 konverentsil.

Workgroup focused on two main fields: ship damage assessment in collision and grounding accidents and on the ultimate strength assessment of intact and damaged ship structures. The effect of longitudinal and transverse bulkheads was added to the collision assessment model. Also the influence of ice field in bow to aft ship collision was implemented to the model. These developments will be presented in ICCGS 2016 conference through two papers: Tabri K., Goerlandt F, Kujala P, „Influence of compressive ice force in bow-to-aft ship collision“ and Heinvee M, Tabri K. Kõrgesaar M, Urbel A, „Influence of longitudinal and transverse bulkheads on ship grounding resistance“. Together with Aalto University the effect of sea bottom modelling and its mathematical representation on the bottom damage estimation was assessed via large number of numerical grounding simulations. A journal publication presenting the analysis was submitted to the Journal of Marine Structures.

Accidental Damage and Spill Assessment Model (ADSAM) combining structural damage assessment model, oil spill model and ultimate strength model was developed further to form a working tool and its online application. The combined model was presented in MARSTRUCT conference Tabri et al 2015, “Modelling of structural damage and environmental consequences of tanker grounding”. The development of the ultimate strength assessment of damaged ship structures was initiated by introducing new shape functions allowing to consider structural discontinuities such as openings. The model will be presented in PRADS 2016 conference by Risto Toming.

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles);

Peamisteks teadustulemusteks olid risti- ja pikisuunaliste vaheseinte ning jääkoormuse mõju lisamine kokkupõrke ja karilesõidu arvutusmudelisse ning nende mõju suuruse hindamine. Samuti viidi läbi mahukas nimbriliste arvutuste programm, mis võimaldas selgitada merepõhja kaju modelleerimise täpsuse mõju karilesõidul tekkivale põhjavigastusele.

The main results were the implementation of the effect of longitudinal and transverse bulkheads and ice resistance to the collision and grounding model and the assessment of the importance of these effects. Another main result was the study on the effect of sea bottom modelling and its mathematical representation on the bottom damage estimation in grounding simulations.

- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad. Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.

Heinvee, M.; Tabri, K. (2015). *A simplified method to predict grounding damage of double bottom tankers. Marine Structures*, 43, 22–43, 10.1016/j.marstruc.2015.04.002. (1.1)

Tabri, K.; Aps, R.; Mazaheri, A.; Heinvee, M.; Jönsson, A.; Fetissov, M. (2015). *Modelling of structural damage and environmental consequences of tanker grounding. In: Analysis and Design of Marine Structures V: 5th International Conference on Marine Structures, 25–27.03.2015, Southampton UK. Ed. C. Guedes Soares and R. Ajit Shenoi. Taylor & Francis, 703–710. (3.1)*

Uurimisrühm 3

- **Dünaamilised protsessid veesüsteemides;**

- *Dynamic processes in water systems;*

- Ivar Annus, vanemteadur ja mehaanikainstituut;

- liikmed

Anatoli Vassiljev, vanemteadur, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;

Janek Laanearu, dotsent, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;

Toomas Liiv, lektor, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;

Raido Puust, lektor, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;

Katrin Kaur, insener/doktorant, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;

Gertu Margus, tehnik/magistrant, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;

Nelly Oldekop, doktorant, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;

Monika Kollo, doktorant, hüdro- ja aeromehaanika õppetool;);

- teadustöö ülevaade (*kokku kuni 1 lehekülg*):

- teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles)

2015 aasta veevõrkude modelleerimisega teadustöö oli seotud (1) reostuse leviku hindamisega veevõrgus tahtliku või tahtmatu keemilise või bioloogilise ohu korral, (2) dünaamiliste tarbimismustritega ning (3) pumpade töö optimeerimisalgoritmide ja tööriistade arendusega. Probleemi (1) jaoks formuleeriti optimeerimismetoodika, mille abil leitakse võrgus tegelikud vooluhulgad kasutades rõhumõõtmisi nii, et minimeerida erinevus mõõdetud ja modelleeritud rõhkude vahel. Võrreldi optimeerimisalgoritmide LMA (Levenberg–Marquardt algoritm) ja GA (geneetiline algoritm) kasutamist. (2) puhul on probleemiks, et iga veevõrgu mudeli sisendiks on info tarbimiste kohta. Tüüpiliselt põhineb tarbimiste info nädala või kuu keskmistel mõõtmistel, mis vähendab märkimisväärselt veevõrgu mudeli kalibreerimise täpsust. Välja on pakutud uus veevõrgu kalibreerimise meetod, mis võtab arvesse reaalse tarbimisi. (3) välja töötatud optimeerimisalgoritmide ja tööriistade rakendati realses veevõrgus Tampere, Soomes. Selle tulemusena vähenes pumpade energiatarve märkimisväärselt. Lisaks parendati TTÜs välja töötatud lekete vähendamise meetodit, mille tulemusi esitleti rahvusvahelisel võistlusel „Battle of Background Leakage Assessment for Water Networks“ (BBLAWN).

Mittestatsionaarset voolamist käsitlev teadustöö oli 2015 aastal seotud (1) kahe-faasilise vedeliku (vesi-õhk) voolamise stabiilsusega tööstuslike mõõtmega torude täitmisel ja tühjendamisel, (2) turbulentsile ülemineku protsessiga kiirenevas voolamises ja (3) voolamise dünaamika eksperimentaalsete uuringutega muutuva ristlõikega torus. (1) Kahe-faasilise voolamise stabiilsust määrati edukalt Froude'i kriteeriumiga. Öhu-vee frondi ühesuunalise liikumisega tööstusliku mõõtmega torus (täitmine ja tühjendamine) kaasneva veesamba suhtelise lühenemise parametrizeerimiseks valideeriti Zukoski suhtearv. Täiustati ühedimensionaalseid mudeleid, mis hindavad torude kiire tühjendamise ja täitmise olukorras veesamba kiirust, pikkust ja asukohta. (2) uuriti tööstusliku mõõtmega torus ja kiirenevas voolamises turbulentsi tekke hetkel radiaalkiiruskomponendi arengut. Analüüsiti erinevaid kriteeriume, mis ühendavad Reynoldsi arvu veevoolu kiirendusega. (3) analüüsiti eksperimentaalselt toru diameetri järsu muutuse mõju voolamise dünaamikale. 2D PIV mõõtmistehnika abil hinnati kiiruste muutust üle toru pikkuse ja diameetri. Katseandmeid kasutatakse olemasolevate CFD mudelite rakenduste valideerimiseks. CFD rakendusi on planeeritud kasutada toru kareduse mõjude määramiseks voolamise dünaamikale vanas karedas torus.

Koostati integreeritud mudel linna valgala ja sademevee kogumispaaži optimaalseks kasutamiseks sooja tarbevee tootmiseks eritiüpi hoonetes (korterelamu, ühiskondlik hoone ja kaubandushoone).

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles);

Reostuse leviku hindamisel veevõrgus töötab LMA tuhat korda kiiremini kui GA. Seega ei ole GA sobilik kasutamiseks juhtudel, kus lühike arvutusaeg on eluliselt tähtis.

Tarbimismustrite ebamäärasuse mõju vähendamiseks veevõrgu kalibreerimisel pakuti välja kasutada rõhulangude sõltuvust vooluhulgast. Selleks töötati välja spetsiaalne tarkvara, mis hindab reaalaraja tarbimisi veevõrgus.

Näidati, et kahe-faasilise voolamise stabiilsus torude kiire täitmise ja tühjendamise korral sõltub Froude'i kriteeriumist. Täiustati ühedimensionaalset mudelit, mis hindab veesamba kiirust, pikkust ja asukohta torude kiire täitmise ja tühjendamise korral.

Eksperimentaalsed uuringud näitasid, et kiirenevas voolamises areneb turbulentsi tekke hetkel kolmemõõtmeline laineline struktuur, mis on asümmeetriline. Turbulentses regioonis struktuur hajub ja radiaalkiiruskomponent väheneb.

Näidati, et sadevees olevat soojust on võimalik ära kasutada lokaalselt hoonete soojavee tootmiseks.

Short description of the research:

In 2015 the main research in water distribution system (WDS) modelling was connected to (1) estimating the propagation rate of the contaminated zones at deliberate or accidental chemical or biological threats in a WDS, (2) dynamic demand patterns and (3) pump working schedule optimization algorithms and tools. In case of (1) an optimization procedure was formulated to find water flows correcting typical demands that would minimize differences between measured and modelled pressures. The Levenberg–Marquardt algorithm (LMA) and the Genetic algorithm (GA) were tested to solve the problem. The problem in (2) is that all computer models of WDS have to contain information about demands. Input data is based on weekly or monthly averaged readings that inevitably decreases the precision of calibration. New method was proposed to improve the WDS calibration using real-time demands. In (3) the pump working optimization algorithms and tools were applied into a real network control system of Tampere, Finland. In a result pump energy use was significantly reduced. In addition in-house leak reduction methodologies were improved during participation at international competition „Battle of Background Leakage Assessment for Water Networks“ (BBLAWN).

In unsteady flow the main research in 2015 was connected to (1) two-phase flows stability during the rapid emptying and filling of an industrial scale pipeline, (2) transition to turbulence in accelerated pipe flow and (3) experimental investigations of flow dynamics in a pipe with variable cross-section. In (1) the two-phase flow stability was analysed using the Froude-number criteria. Zukoski dimensionless number was used to parameterize the relative shortening of the water column associated with the unidirectional movement of the air-water front along the pipeline. Improved one-dimensional (1D) models were proposed for prediction of the velocity, length and position of the liquid column in the rapid emptying and filling of pipelines. In (2) the development of radial velocity component in industrial scale pipeline systems in accelerating flow was analysed at the moment of transition to turbulence. Different criteria connecting Reynolds number to acceleration rate were investigated. In (3) a series of experiments were conducted to analyse the influence of a sudden decrease in pipe diameter to flow dynamics. 2D PIV system was used to measure the velocity changes in pipe length and diameter. Experimental data is used to validate different CFD models. CFD applications are used to study the influence of pipe roughness to flow dynamics in old rough pipes.

An integrated model of the rainwater harvesting, stormwater collection and domestic water heating was composed for the parallel hot-water production in different type of buildings.

Main research outcomes are:

It was shown that in case of estimating the propagation rate of the contaminated zones LMA works thousand times faster than GA. Therefore, the use of GA is not possible when low calculation time is vital.

In order to decrease the influence of demands uncertainty in WDS calibration it was proposed to use the analysis of dependencies of head losses on water flow. Special software has been developed for estimation of real-time water demands in a WDS.

It was shown that stability of the two-phase flow in case of rapid emptying and filling of pipelines is related to the Froude-number criteria. A one-dimensional (1D) model was improved to predict the velocity, length and position of the liquid column in the rapid emptying and filling of pipelines.

Experimental investigations revealed that in accelerating flow at the moment of transition to turbulence a three-dimensional structure is developing. The wavy structure is asymmetric, allowing the radial velocity to stay negative in between the spikes. In the turbulent flow region the structure dissipates and the radial velocity component decreases.

It was demonstrated that the stormwater heat represents an additional on-site renewable energy available for hot water production.

- koostöö² teiste TA asutuste ja ettevõtete (sh välisriikidest) ;

Janek Laanearu – tehnilise nõuande komitee liige; 12th International Conference on Pressure Surges, Fluid Transients and Water Hammer: Pressure Surges 2015. Dublin, Ireland: 18th-20th November 2015.

Anatoli Vassiljev – ühispublikatsioon ajakirjas Hydrology and Earth System Sciences (P. Stålnacke, A. Pengerud, A. Vassiljev, E. Smedberg, C.-M. Mörth, H. E. Hägg, C. Humborg, H. E. Andersen “Nitrogen surface water retention in the Baltic Sea drainage basin” Hydrology and Earth System Sciences, 19, 981–996, 2015)

Ivar Annus – projekti „Pilot watersheds as a practical tool to reduce the harmful inflows into the Baltic Sea“ juhtkomitee liige.

- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.

Annus, I.; Koppel, T. (2015). *Development of radial velocity component in accelerating start-up pipe flow. European Journal of Mechanics B-Fluids*, 53, 48–54, 10.1016/j.euromechflu.2015.04.001.

Laanearu, J.; Hou, Q.; Annus, I.; Tijsseling, A. S. (2015). *Water-Column Mass Losses During Emptying Of A Large-Scale Pipeline By Pressurized Air. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 64 (1), 8–16, 10.3176/proc.2015.1.02.

A. Vassiljev, T. Koppel “*Estimation of real-time demands on the basis of pressure measurements by different optimization methods*”, *Advances in Engineering Software* 80, 67–71, 2015

3.2 Loetelu struktuuriüksuse töötajate olulisematest siseriiklikest ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning tunnustuse*).

3.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning otsustuskogu nimetuse*).

3.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisriikide akadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetuse*).

Janek Laanearu - IAHR liige (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research), EUROMECH liige (European Mechanics Society), SGF liige (Svenska Geophysica Föreningen)

Anatoli Vassiljev - ICWQ liige (International Commission on Water Quality)

Nelly Oldekop – IAHR liige (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research)

3.5 Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-sse saabunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, päritolumaa ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

Eraldi tuuakse loetelu TTÜ-st järel doktorantuuri suundunud struktuuriüksuse töötajatest (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-st välja suundunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, sihtkoha riigi ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

3.6 Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A tegevuse kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 toodud tunnustused), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest ning hinnang struktuuriüksuse teadustulemustele, arengukava täitmisele vm.

Ehitiste projekteerimise instituut Department of Structural Design

Direktor: Professor Jarek Kurnitski, jarek.kurnitski@ttu.ee, +372 620 2406

Ehitusfüüsika ja energiatõhususe õppetool/Chair of Building Physics and Energy Efficiency

Professor Targo Kalamees, targo.kalamees@ttu.ee, +372 620 2403

Ehituskonstruksioonide õppetool/Chair of Structural Engineering

Külalisdotsent Ivar Talvik, ivar.talvik@ttu.ee, +372 620 2410

Ehituskonstruksioonide teadus- ja katselaboratoorium/Laboratory of Structures

Juhataja: Elmar-Jaan Just, elmar.just@ttu.ee, +372 620 2407

4. Teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus (EE- instituut)

4.1 Struktuuriüksusesse kuuluvad uurimisrühmad

Kõik uurimisrühmad⁵ näidatakse aruandes eraldi, järgides alltoodud ülesehitust

Uurimisrühm1

- nimetus eesti keeles; **Liginullenergia**
- nimetus inglise keeles;
- juhi nimi, ametikoht ja allüksus; Jarek Kurnitski
- liikmed (nimi, ametikoht ja allüksus; täpsustatakse, kas on doktorant, magistrant);
- teadustöö ülevaade (*kokku kuni 1 lehekülg*):
 - teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles),
 - aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles);
- koostöö⁶ teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest) ;
- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.

Uurimisrühm2

- nimetus eesti keeles; **Ehituskonstruksioonid**
- nimetus inglise keeles; Building structures
- juhi nimi, ametikoht ja allüksus; Ivar Talvik, dotsent
- liikmed (nimi, ametikoht ja allüksus; täpsustatakse, kas on doktorant, magistrant);
Ivar Talvik, Associate.Professor
Alar Just, Associate.Professor
Eero Tuhkanen, PhD student
Mattia Tiso, PhD student
Andrei Kervalishvili, PhD student
Johanna Liblik, master student
Kairit Kraudok, master student
Andres Ollino, master student
Katrín Nele Mäger, master student
- teadustöö ülevaade (*kokku kuni 1 lehekülg*):
 - teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles),
 - aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles);
- koostöö⁷ teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest) ;
- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.
- teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles),

⁵ Uurimisrühm on oma teadusvaldkonnas täidetava(te) uurimisteema(de) täitmise nimel tegutsev teadlaste ja/või õppejõudude rühm. Juhul kui uurimisrühm hõlmab liikmeid mitmest teaduskonnast, näidatakse uurimisrühma tegevus vastavalt kõigi teaduskondade aruannetes. Uurimisrühm ei ole T&A-ga seotud teenust osutav projekt.

⁶ Koostöö all peetakse silmas ühiseid teadusuuringuid, tulemuste publitseerimist jmt., mitte ainult lepingulise tellimustöö täitmist

⁷ Koostöö all peetakse silmas ühiseid teadusuuringuid, tulemuste publitseerimist jmt., mitte ainult lepingulise tellimustöö täitmist

Teadustöö temaatikaks on erinevate ehituskonstruksioonide analüüsiga seotud küsimused, käesoleval perioodil on keskendutud puit- ja teraskonstruksioonide töötamise uurimisele tava- ja kõrgetel temperatuuridel.

Topic of research includes different aspects of structural engineering. At the present period the main attention is focused on the behaviour of timber and steel structures at ambient and elevated temperatures.

- Ivar Talvik ja Andrei Kervalishvili uurisid erinevate ristlõigetega teraspostide kandevõimet kõrgetel temperatuuridel ning eelpingestatud trossvõrkude dünaamilisi omadusi.
 - Alar Just oma meeskonnaga uurisid kõrgetel temperatuuridel tekkiva null-tugevusega kihi mõju puidust konstruksioonelementidele, samuti erinevate isolatsioonimaterjalide mõju puidust konstruksioonelementide kandevõimele tulekahjuolukorras. Nende uuringute tulemusi rakendatakse Eurocode 5 uue versiooni väljatöötamisel ning põhitulemused on esitatud rahvusvahelistel konverentsidel. Tehtud on esimene etapp kõrgete temperatuuride mõju uuringutest liimpuidu tugevusomadustele. Koostöös Elmar-Jaan Justi ja Karl Õigeriga ilmus raamat „Puit- ja puidupõhised konstruksioonid“
 - Eero Tuhkanen uurimistöö on seotud riskihtpuidu liiteelementidega
 - Mattia Tiso uurimistöö on seotud erinevate isolatsioonimaterjalide mõjuga puitkonstruksioonidele kõrgetel temperatuuridel. Aruandeaastal viidi läbi ulatuslik katseprogramm.
 - Andrei Kervalishvili and Ivar Talvik worked on resistance of steel columns with different cross sections at elevated temperatures and studied numerically dynamic properties of prestressed cable networks
 - Alar Just and his team worked with effect of zero-strength layers of timber members and protection properties by claddings and different insulation materials on structural timber. The research has direct influence on the revision process of Eurocode 5 and the main results have been presented in international conferences. Research on strength properties of glulam timber at elevated temperatures has been started. Together with Elmar-Jaan Just and Karl Õiger the book „Timber and Wood Based Structures“ (in Estonian) was published
 - Eero Tuhkanen carried out research on connections of cross-laminated timber elements.
 - Mattia Tiso make research on contribution of the insulation materials to the fire performance of timber structures. An extensive testing program with timber frame assemblies has been carried out in 2015;
- koostöö teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest);

Alar Just is leading one of the task groups at TC250 SC5 WG4 (revision of Eurocode 5.Part 1-2. Fire design of timber structures). The work group has good co-operation with SP Technical Research Institute of Sweden, ETH Zürich, Estonian Academy of Security Sciences and Estonian Rescue Board.

- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad. Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.

Schmid, J.; Just, A.; Klippel, M.; Fragiaco, M. (2015). The Reduced Cross-Section Method for Evaluation of the Fire Resistance of Timber Members: Discussion and Determination of the Zero-Strength Layer. *Fire Technology*, 51, 1285–1309, 10.1007/s10694-014-0421-6.

Kervalishvili, A.; Talvik, I. (2015). Influence of residual stress on the stability of steel columns at elevated temperatures. *Journal of Civil Engineering and Management*, xx–xx [publication confirmed].

4.2 Loetelu struktuuriüksuse töötajate olulisematest siseriiklikest ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning tunnustuse*).

4.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning otsustuskogu nimetuse*).

4.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisriikide akadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetuse*).

4.5 Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-sse saabunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, päritoluma ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

Eraldi tuuakse loetelu TTÜ-st järel doktorantuuri suundunud struktuuriüksuse töötajatest (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-st välja suundunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, sihtkoha riigi ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

4.6 Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A tegevuse kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 toodud tunnustused), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest ning hinnang struktuuriüksuse teadustulemustele, arengukava täitmisele vm.

Liginullenergiahoonete uurimisrühm**Nearly Zero Energy Buildings nZEB research group****Kuulub Ehitiste projekteerimise instituuti EE ja Keskkonnatehnika instituuti EK**

Prof. Jarek Kurnitski, Ehitiste projekteerimise instituudi direktor, EE

Prof. Targo Kalamees, Ehitusfüüsika ja energiatõhususe õppetooli juhataja, EE

Prof. Hendrik Voll, Kütte ja ventilatsiooni õppetooli juhataja, EK

Dr. Francesco DeLuca, 0,7 koormusega teadur EE ja 0,3 koormusega lektor EK

Dr. Endrik Arumägi, 0,5 koormusega vanemteadur EE

Dr. Kalle Kuusk, 0,5 koormusega vanemteadur EE

Dr. Dmitri Loginov, 0,3 koormusega lektor EK

Ergo Pikas, doktorant EP

Martin Thalfeldt, doktorant EE

Raimo Simson, doktorant EE

Jevgeni Fadejev, doktorant EE

Alo Mikola, doktorant EK

Ülar Palmiste, doktorant EK

Anti Hamburg, doktorant EK

Kaspar Tennokese, doktorant EK

Aleksander Kovšikov, doktorant EK

Simo Ilomets, doktorant EE

Paul Klõseiko, doktorant EE

Üllar Alev, doktorant EE

Peep Pihelo, doktorant EE

Liginullenergiahoonete uurimisgrupp koondab enda alla hoonete energiatõhususe, ehitusfüüsika, sisekliima, tehnosüsteemide ja osa arhitektuuri valdkonnast. Tehtud uuringud käsitlevad peale uute hoonete tehniliste lahenduste ja kulutõhususe ka olemasoleva hoonefondi renoveerimist. Alates loomisest 2012 a on liginullenergiahoonete uurimisgrupp jõudnud osaleda Eesti energiatõhususe meetodika arendamisel, liginullenergiahoonete tehniliste määratluste ettevalmistamisel Euroopa tasemel ning Eesti liginullenergiahoonete väljatöötamisel. Eesti reguleeris liginullenergiahoonete nõuded teadaolevalt Euroopa teise riigina Taani järel, mis on andnud ehitussektorile maksimaalselt pika kohanemisaja kuni nõuete rakendumiseni ning samuti võimaluse ekspordikõlblike toodete ja lahenduste väljatöötamiseks. Töö tulemusena on täiendatud Eesti summaarsel energiakasutusel põhinevat energiaarvutuse meetodikat ja energiatõhususe miinimumnõuded liginullenergia jm täiendustega 2012 aastal. Uurimisgrupp töötas välja korterelamute rekonstrueerimise uued rangemad nõuded ja tüüplahendused KredEx-i rekonstrueerimistoetustele ning osales ENMAK 2030+ energiamajanduse arengukava koostamisel hoonete osas. Rahvusvahelisel tasemel on osaletud Euroopa liginullenergiahoonete tehniliste määratluste väljatöötamisel REHVA nZEB liginullenergiahoonete Task Force ja CEN standardiseerimise tööühmades, mille tulemusi ollakse rakendamas ka USA-s ja Jaapanis. Põhilised uurimisteemad: summaarse energiakasutuse meetodika ja kuluoptimaalsed energiatõhususe tasemed, liginullenergiahoonete tehnilised määratlused ja süsteemipiirid, fassaadide energiamajandus – küte, jahutus, elektervalgustus, päevavalgus ja maksumus, välisvarjestuse rakendused ja juhtimisalgoritmide büroohonetes, kütte vajadus ja lahendused liginullenergiabürooos, küttekehade soojusväljastuse ja -jaotuse efektiivsus ning soojusolukord ruumis (elamutes), energiavaiade ja maasoojuse rakendused, renoveerimise tüüplahendused ja majandusmõjud, hoonefondi energiakasutuse stsenaariumid, hoonete jätkusuutlikuse objektiivne hindamine ja rohemärgis, korterelamute suvise ülekuumenemise vältimine, paksu soojustusega piirdetarindite niiskusturvalisus.

2015 aastal kaitses 4 doktorit, avaldati umbes 25 publikatsiooni 1.1 kategooria teadusajakirjades ning ca 30 muud konverentsiartiklit, tehnilist kirjutist või raportit.

Rahvusvaheline koostöö 2015: Horizon 2020 projektid MoreConnect and QualiCheck, IEA-ECES Annex 31 Energy Storage with Energy Efficient Buildings and Districts, IEA-EBC Annex 61 Deep Renovation, REHVA nZEB Task Force, ja koostöö Aalto Ülikooliga läbi kaksikprofessuuri.

Nearly Zero Energy nZEB Research Group, established in 2012 is a multi- and interdisciplinary research group representing a strong networking effort within TUT among four different disciplines: Energy performance of buildings, Building Service Systems, Building Physics and Construction Economics and Management. The main research topics have been focused on technical solutions and system integration for nZEB most urgently needed in Estonia. Some examples of topics: New heating and ventilation solutions suitable for specific operation conditions in nZEB, new external wall assembly solutions studied with computational analyses and climate chamber tests, office building solar shading and façade analyses with energy simulations and measurements at TUT technological facility, energy pile analyses for ground source heat pump heating and free cooling, energy simulations combined with economic and cost optimality analyses in order to define an extra cost of nZEB and to find optimal solutions for office and apartment buildings, scenario analyses for energy savings and investment needs within the framework of Estonian energy action plan ENMAK 2030+.

In 2015 nZEB group was reinforced with daylight and architectural analyses capability and conducted first extensive daylight and energy analyses for industrial hall buildings. nZEB test facility was upgraded with solar shading and daylight controlled electric lighting system with multi sensors and dimmable LED lighting, as well as installation of photovoltaic panels and solar radiation measurement equipment. In 2015 we had 4 Phd defenses, about 25 publications in international peer reviewed scientific journals and about 30 other publications.

In 2015 nZEB research group has had an active international cooperation in: Horizon 2020 projects MoreConnect and QualiCheck, IEA-ECES Annex 31 Energy Storage with Energy Efficient Buildings and Districts, IEA-EBC Annex 61 Deep Renovation, REHVA nZEB Task Force, and a special cooperation with Aalto University through a joint professorship.

Valitud artiklid:

E. Pikas, J. Kurnitski, R. Liias, M. Thalfeldt. (2015) Quantification of economic benefits of renovation of apartment buildings as a basis for cost optimal 2030 energy efficiency strategies. *Energy and Buildings* 86 (2015) 151–160.

Klõšeiko, P., Arumägi, E., Kalamees, T. (2015) Hygrothermal performance of internally insulated brick wall in cold climate: A case study in a historical school building. *Journal of Building Physics*, Volume 38, Issue 5, 6 March 2015, Pages 444-464.

Kurnitski, Jarek, Haghghat, Fariborz, Mirzaei, Parham. (2015). Editorial – IEA-ECES Annex 31 Special Issue on Thermal Energy Storage. *Energy and Buildings*, 106, 1–2.

4.7 Loetelu struktuuriüksuse töötajate olulisematest siseriiklikest ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning tunnustuse*).

Jarek Kurnitski:

- Outstanding reviewer award 2015 of Sustainable Cities and Society (within the top 10th percentile of reviewers for the Journal)
- Recognized reviewer of journals in 2015: Building and Environment, Automation in Construction, Energy and Buildings

Targo Kalamees:

- TTÜ auhind ettevõtte-ülikool koostööprojektile
- Eesti Puitmajaliidu ja Eesti puitmajaklastri parima teadustöö „Madal- ja liginullenergiahoone puitsõrestikseina niiskustehniline toimivus” (Peep Pihelo) juhendaja
- Muinsuskaitseamet korraldatud üliõpilaste 2014. aasta konkursil diplomeeritud töö "Seespoolse lisasoojustusega tellisseina soojus- ja niiskustehniline toimivus Kohtla-Järve koolimaja näitel" juhendaja (autor Paul Klõšeiko)

Hendrik Voll: Heinrich Laulu nimeline noorteadlase stipendium

4.8 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning otsustuskogu nimetuse*).

Jarek Kurnitski:

- Etag, hindamisnõukogu liige
- Etag, loodus- ja tehnikateaduste ekspertkomisjoni liige

4.9 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisriikide akadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetuse*).

Jarek Kurnitski:

- Vice-President of the REHVA (Federation of European Heating and Air-Conditioning Associations)
- Member of the editorial board of Energy and Buildings
- Member of the editorial board of the Journal of Building Physics
- Expert of the advisory board of DG ENER/JRC Task 13.3 ‘Relation between high-energy performance and indoor air quality’ performed by the European Commission’s Joint Research Centre (JRC)
- Committee Member in CEN TC 130 Space heating appliances without integral heat sources WG 13 Determination of parameters for the efficiency of heating and cooling emission products in relation to prEN 15316-2
- Committee Member in CEN TC228 Heating Systems in Buildings WG4 Calculation methods and system performance and evaluation
- Committee Member in CEN TC371 Project Committee – Energy Performance of Buildings project group WG1 EPBD Standards group
- Expert in CEN TC156 Ventilation for Buildings WG21 Revision of calculation standards EN15241, 15242 and 15243, 2013-2015

Targo Kalamees:

- Committee Member in International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) W40 “Heat and moisture transfer in buildings”

Arhitektuuri- ja urbanistikainstituut
Department of Architecture and Urban Studies

Direktor: Külalisprofessor Irina Raud, irina.raud@ttu.ee, +372 5886 7880

Arhitektuuri õppetool/Chair of Architecture

Külalisprofessor Rein Murula, rein.murula@ttu.ee, +372 5854 1909

Kunsti- ja arhitektuuriajaloo õppetool/Chair of Art and Architecture History

Professor Karin Hallas-Murula, karin.hallas-murula@ttu.ee, +372 5854 1909

Linnaplaneerimise õppetool/Chair of Town Planning

Külalisprofessor Irina Raud, irina.raud@ttu.ee, +372 5886 7880

Visuaalkunsti õppetool/Chair of Visual Art

Professor Anu Juurak, anu.juurak@ttu.ee, +372 5854 1909

Insenerigraafika lektoraat/Unit of Engineering Graphics

Juhataja: Tea Hunt, tea.hunt@ttu.ee, +372 620 3100

5. Teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus

5.1 Struktuuriüksusesse kuuluvad uurimisrühmad

Kõik uurimisrühmad⁸ näidatakse aruandes eraldi, järgides alltoodud ülesehitust

Uurimisrühm1

- Mitmeastmeliselt struktureeritud keraamika-baasil komposiitmaterjalid kasutamiseks ekstreemtingimustes
- Multi-Scale structured ceramic-based composites for extreme applications
- vastutav täitja professor Jakob Kübarsepp, mehaanikateaduskond materjalitehnika instituut
- täitja **Sergei Letunovitš**, dotsent, Insenerigraafika lektoraat
- teadustöö (*kokku 1 lehekülg*):
 - teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles),
 - aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles);
- koostöö teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest);

5.2 Loetelu struktuuriüksuse töötajate olulisematest siseriiklikest ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning tunnustuse*).

5.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning otsustuskogu nimetuse*).

5.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisriikide akadeemiate või muude oluliste T&A- ga seotud välisorganisatsioonide liikmed: **Irina Raud**, külalisprofessor, linnaplaneerimise õppetool Berliini Kunstiakadeemia (Akademie der Kunst) liige ja Saksa Linnaehitusakadeemia (Die Akademie für Stadtbau und Landesplanung) korrespondentliige

5.5 Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-sse saabunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, päritolumaa ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

5.6 Professor **Karin Hallas-Murula** osalemine ettekandega teaduskonverentsidel:

1.2015, 28.–30.05. Cambridge, Great Britain. BASEES (British Association of Slavonic and East European Studies) Annual Conference, Session “History: Transfer of Knowledge and Urbanisation in Eastern

⁸ Uurimisrühm on oma teadusvaldkonnas täidetava(te) uurimisteema(de) täitmise nimel tegutsev teadlaste ja/või õppejõudude rühm. Juhul kui uurimisrühm hõlmab liikmeid mitmest teaduskonnast, näidatakse uurimisrühma tegevus vastavalt kõigi teaduskondade aruannetes. Uurimisrühm ei ole T&A-ga seotud teenust osutav projekt.

Europe (1880-1914)". Ettekanne: „Pro-1914 international city planning and the modernization of the society: the case of Tallinn, Estonia“.

2.2015, 25.–28.06. Barcelona. European Réseau Art Nouveau Network , Barcelona ülikool, Barcelona linnavalitsus ning La Pedrera fond. CDF (CoupDefouet) II International Congress. Ettekanne: „Art Nouveau Architecture in Estonia: masters and influences“.

6. 2015, 16.-17.11. St Peterburg. Российская академия архитектуры и строительных наук Научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры и градостроительства (НИИТИАГ РААСН), Филиал НИИТИАГ в Санкт-Петербурге, Институт Финляндии в Спб. Rahvusvaheline teaduskonverents «Архитектура эпохи модерна в странах Балтийского региона. Финская архитектура и его уроки». Ettekanne «Финская архитектура в Эстонии 1904-1914. От национального романтизма к неоклассицизму.».

Keskkonnatehnika instituut**Department of Environmental Engineering**

Direktor: Professor Enn Loigu, enn.loigu@ttu.ee, +372 620 2502

Keskkonnakaitse aluste õppetool/Chair of Environmental Protection

Professor Enn Loigu, enn.loigu@ttu.ee, +372 620 2502

Kütte ja ventilatsiooni õppetool/Chair of Heating and Ventilation

Professor Hendrik Voll, hendrik.voll@ttu.ee, +372 620 2510

Veetehnika õppetool/Chair of Water Engineering

Professor Karin Pachel, karin.pachel@ttu.ee, +372 620 2504

Veekvaliteedi teadus- ja katselaboratoorium/Laboratory of Water Quality**Uurimisrühm 1**

Nimetus eesti keeles: **Vee- ja keskkonnatehnika**

Nimetus inglise keeles: **Water and Environmental Engineering**

Juhi nimi/ Leader: Karin Pachel, professor, KTI veetehnika õppetooli juhataja ; Professor, Head of the chair of water engineering

Liikmed/Members:

Arvo Iital, professor, KTI keskkonnakaitse aluste õppetool; Professor, Chair of Environment protection

Enn Loigu, professor, KTI direktor, keskkonnaaluste õppetooli juhataja; Director of Environmental Engineering Department; Professor, Head of the Chair of Environment protection

Alvina Reihan, dotsent, keskkonnakaitse aluste õppetool; Ass. Professor, Chair of Environmental protection

Viktoria Voronova, lektor, veetehnika õppetool; lecturer, Chair of water engineering

Kristjan Piirimäe, teadur, keskkonnakaitse aluste õppetool; Reseach fellow, Chair of environmental protection

Kati Roosalu, teadur/ doktorant, veekvaliteedi teadus-ja katselaboratoorium; Research fellow, water research laboratory.

Marija Klõga, noorem teadur/doktorant, keskkonnakaitse aluste õppetool ; junior research fellow, Chair of environmental protection

Argo Kuusik, nooremteadur/ doktorant, veetehnika õppetool ; PhD student and junior research fellow, Chair of water engineering

Erki Lember, doktorant, asub tööle veetehnika õppetoolis ; PhD student, will be employed in the chair of water engineering

Aare Kuusik, doktorant, veetehnika õppetool; PhD student, Chair of water engineering

Hakan Berber, doktorant, veetehnika õppetool/ PhD student, Chair of water engineering

Monica Vilms doktorant, veetehnika õppetool; PhD student, Chair of water engineering

Ahmed Mahhmud, doktorant, keskkonnakaitse aluste õppetool; PhD student, Chair of Environmental Protection

Hanna-Lii Kupri, doktorant, veetehnika õppetool. PhD student, Chair of water engineering

Teadustöö:

Tegemist on interdistsiplinaarse uurimisgrupiga, praegu osalevad 15 vee-ja keskkonnatehnika valdkonna inseneri, insener-hüdroloogi, veekeemikut jt. spetsialistid.

Teadusuuringuid arendatakse järgmistes suundades:

1.Säästev veevarude haldamine ja vee kvaliteet. Jõgede insenerhüdroloogilised uuringud. Kliima muutused ja mõju vee kvantiteedile ja kvaliteedile. Üleujutused ja põuad.

2.Vee kvaliteeti mõjutavate survetegurite uuringud. Veekvaliteedi kujunemise seaduspärasused nii looduslikes kui ka erineva inimõju tingimustes.

3. Jõgede reostuskoormuse alased uuringud. Veekaitsemeetmed. Innovatiivsed veeseire tehnoloogiad (veeseire automaatsed süsteemid). Hajukoormuse uuringud ja vähendamise meetmed.

4. Urbaniseerunud keskkonna, asula veevärk (tarbevesi) ja kanalisatsioon (heitvesi, reovesi, sademevesi), sh välistorustik, hoonete sisevõrgud, puhastusseadmed, insenertehnilised lahendused ja tehnoloogiad, uuringud projekteerimise ja ehitamise täiustamiseks. Ravimijäägid ja raskmetallid asulate reovees ja reoveesettes ning vastavate puhastustehnoloogiate välja töötamine.

5. Jäätmekorraldus. Jäätmekäitlus. Prügila nõrgvete puhastustehnoloogiad, insenertehnilised lahendused. Biolagunevatest jäätmetest ja töötleva tööstuste kõrvalproduktidest biogaasi tootmine. Uurimisrühmal on kasutada rahvusvaheliselt akrediteeritud Veekvaliteedi teadus- ja katselaboratoorium (<http://www.eak.ee/dokumendid/pdf/kasitlusala/L057.pdf>), kus momendil töötab kaks inseneri (keemik-analüütikut).

Research:

This is an interdisciplinary research group, where today, 15 engineers, hydrologists, water chemists and other specialists from both water and environmental engineering participate.

Scientific research is developed in the following directions:

1. Sustainable management of water resources and water quality. Hydrological studies of rivers from engineering viewpoint, Climate change and its impact on quantity and quality of water. Floods and draughts.
2. Studies on pressures having impact on water quality. Regularities in water quality formation in both natural conditions as well as under various anthropogenic impacts.
3. Studies in the field of riverine pollution loads. Water protection measures. Innovative methods of water monitoring (automatic systems for water monitoring). Studies on diffuse pollution and mitigation of the latter.
4. Urban water supply (domestic water) and sewage systems (sewerage, wastewater, stormwater), including pipelines outside buildings, internal pipelines in buildings, treatment facilities, engineering solutions and technologies, studies for improving design and construction. Pharmaceutical residues and heavy metals in municipal wastewater and sludge, as well elaboration of relevant treatment technologies.
5. Waste management. Waste utilisation. Treatment technologies for landfill leachate water, engineering solutions. Investigation of possibilities of production of biogas from biodegradable waste and by-products of processing manufacture.
6. The research group use own internationally accredited water quality laboratory (<http://www.eak.ee/dokumendid/pdf/kasitlusala/L057.pdf>) for scientific and experimental research purposes, where, at the present moment, two engineers (chemical analysts) are employed.

Aruandeaasta olulisemad tulemused:

Täiustati reoveepuhastuse tehnoloogiat puhastamaks veekogusid eutrofeerumist põhjustavatest fosfori ja lämmastiku ühenditest külma kliima tingimustes ja saadi vastav patent EE201400027A1. Töötati välja keskkonnakaitsealine ja sotsiaalmajanduslik mudel hajaasustuse aladele olmeprügi efektiivseks kogumiseks, sorteerimiseks ja ladustamiseks. Teostati uuringud ning leiti tehnoloogilised lahendused uute prügilate nõrgvee puhastamiseks (bioloogiline, pöördosmoos, nanofiltratsioon jne.). Uuriti Tallinna linna valgala sademevee kvantiteeti ja kvaliteeti ning analüüsiti erinevaid insenertehnilisi ning majanduslikke lahendusi Tallinna lahe ja rannikuala puhtuse tagamiseks ning eutrofeerumise välistamiseks. Analüüsiti ekstreemseid hüdrooloogilisi nähtusi üleujutuste ning põuariskide prognoosimiseks. Täpsustati toitainete ärakande koefitsiente erinevatelt maakattetüüpidelt. Analüüsiti fosfori ning lämmastiku sisalduse pikaajalisi suundumusi Eesti jõgedes ja nimetatud muutuste põhjusi, tagajärgi, ning erinevaid surveveureid.

Most important results of the research in 2015:

Wastewater treatment technology for removing phosphorus and nitrogen compounds, that cause eutrophication, in cold climate conditions was improved and a relevant patent was awarded

(EE201400027A1). Environmental and economic model for effective collection, sorting and disposal of municipal waste was elaborated. Research and technological solutions (biological, reverse osmosis, nanofiltration etc.) on treating leachate water from new landfills. Quantitative and qualitative research on stormwater in the catchment area of Tallinn and analyses of different engineering and economic solutions for safeguarding clean coastal strip and bay in Tallinn to prevent eutrophication. Estimation of extreme hydrological events to forecast floods and droughts. Specification of runoff coefficients of nutrients from various types of land cover. Investigation of long term trends of phosphorus and nitrogen content in Estonian rivers and the causes, results and different factors of these changes.

Koostöö teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest)

Cooperation with the other research institutions (common publications):

Turu Rakendusülikool / Turku University of Applied Sciences

Soome Loodusressursside instituut / Natural Resources Institute Finland

Rootsi Põllumajanduülikool / Swedish University of Agricultural Sciences

Rootsi Kuninglik Tehnoloogiainstituut /Royal Institute of Technology (Sweden)

Rootsi Keskkonnauuringute instituut /Swedish environmental research Institute

Taani Tehnikaülikool /Technical University of Denmark

Taani Tehnoloogiainstituut / Danish Technological Institute

Aarhushi Ülikool /Aarhus University (Denmark)

Norra Bioökonomika Uurimisinstituut / Norwegian Institute of Bioeconomy Research

Gdanski Mereinstituut / Maritime Institut in Gdańsk (Poland)

Varssavi Maaülikool /Warsaw University of Life Sciences

Tehnoloogia ja Põllumajandusteaduste Instituut/ Institute of Technology and Life Sciences (Poland)

Leedu Põllumajandusökonomika Instituut /The *Lithuanian* Institute of Agrarian Economics

Klaipeda ülikool / Klaipeda University

Leedu energeetikainstituudi hüdroloogia laboratoorium/ **Laboratory of Hydrology at Lithuanian Energy Institute**

Läti Põllumajandusülikool / Latvia University of Agriculture

Hamburgi Rakendusteaduste Ülikool /Hamburg University of Applied Sciences

Kasseli ülikool / University of Kassel (Germany)

Wageningeni ülikool / Wageningen University (the Netherlands)

Ukraina veemajanduse ja maaparanduse intituut / Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation (Ukraine)

Boliivia Katoliiklik Ülikool/ Catholic University (Bolivia)

Guatemala Galileo ülikool /Universidad Galileo (Guatemala)

Nikaragua Majandusteaduste ülikool /University of commercial sciences (Nicaragua)

Peruu Katoliiklik Ülikool /The Catholic University of Peru

Olulisemad aruande aastal ilmunud teadusartiklid (1.1)

Most important publications in 2015:

1. Piirimäe, K, Loigu, E. Pachel, K, Iital, A. (2015) Virtual mapping of reference conditions of pollutant load in water bodies: phosphorus in Lake Peipsi basin. *Boreal Environment Research*. 20 (3). 391-402.
2. Põldnurk, J. (2015) Optimisation of the economic, environmental and administrative efficiency of the municipal waste management model in rural areas. *Resources, Conservation and Recycling* 97,55-65;
3. Sarauskiene, D., Kriauciene, J., Reihan, A., Klavins, M. (2015). Flood pattern changes in the rivers of the Baltic countries. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 23(1), 28-38, 10.3846/16486897.2014.937438
4. Vilms, M., Voronova, V., Loigu, E. (2015). The Problems of Municipal Waste Collection in City Centers and Air Pollutants formed in the Process. In *Sardinia 2015:*

15th International Waste Management and Landfill Symposium. Ed.: R. Cossu, P. He, P.Kjeldsen, Y. Matsufuij, D., Reinhardt, R., Stegmann, Padova, Italy. Cisa Publisher,.-

Siseriiklikud ja välisriiklikud T&A-ga seotud tunnustused:

Most important awards and notifications:

Enn Loigu Teaduspreemiad ja tunnustused

2013, Enn Loigu, Eesti Looduskaitse Seltsi auliige

2012, Enn Loigu, Valgetähe 4 klassi teenetemärk

2012, Enn Loigu, Emerald Group Publishing Limited auhind silmapaistva artikli eest 2012.

Ajakirjas Management of Environmental Quality: An International Journal , Volume 22 No 6:

"Environmental assessment and sustainable management options of leachate ..." autorid: E

2009, Enn Loigu, Ahvenamaa Keskkonnakaitse Fondi Läänemere Kaitse 2009.aasta rahaline preemia

Enn Loigu Science Awards and Recognitions

2013, Enn Loigu, Honorary fellow of Estonian Nature Conservation Society

2012, Enn Loigu, The medal of the Order of the White Star, 4th class (the Award of the President of the Republic)

2012, Enn Loigu, Emerald Group Publishing Limited Awards of Excellence "Outstanding Paper awards - 2012" for article "Environmental assessment and sustainable management options for leachate" in the Journal "Management of Environmental Quality: An International J

2009, Enn Loigu, The Öland Foundation for the Future of the Baltic Sea 2009 year prizewinner

Karin Pachel Teaduspreemiad ja tunnustused

2007, Karin Pachel, Jaanus Otsa stipendium

Karin Pachel Science Awards and Recognitions

2007, Karin Pachel, Jaanus Otsa scholarship

Alvina Reihan Teaduspreemiad ja tunnustused

2012, Alvina Reihan, Tallinna Tehnikaülikooli aasta õppejõud 2012

Alvina Reihan Science Awards and Recognitions

2012, Alvina Reihan, The Teacher of the year 2012 of Tallinn University of technology

Riiklike T&A ga seotud ostustuskogude liikmed keskkonnatehnika instituudis:

Membership in bodies making R&D decisions:

Enn Loigu Teadusorganisatsiooniline ja -administratiivne tegevus

2009–... Eesti Keskkonnaministeeriumi Keskkonnajuhtimise (EMAS; Ökomärgis) komisjoni liige

2009–... Rahvusvahelise žürii "Läänemere jätkusuutlik põllumajandustootja - aastapreemia laureaat" liige

2007–... Keskkonnaministeeriumi Veemajanduse Korraldamise Komisjoni liige

2005–... Teadusajakirja Water Management Engineering (Leedu) kolleegiumi liige

2003–... Põhjamaade Hüdroloogia Assotsiatsiooni liige

2002–... Euroopa Magevete Organisatsiooni (EurAqua) Eesti esindaja

2002–2008 TTÜ Meresüsteemide instituudi teadusnõukogu liige

2002–2012 Eesti Veeuringute ja Proovivõtu Atesteerimise Komisjoni liige

2001–... Eesti-Vene piiriveekogude veekaitse töörühma liige

2001–... Eesti-Vene piiriveekogude keskkonnaseire ja teadusuuringute töörühma liige

1993–... Eesti Veeühingu liige

1992–2010 Helsingi Komisjoni (HELCOM) PLC tööprogrammi Eesti poolne liige

- 1982–... Eesti Geofüüsika Komitee liige
 1982–... Rahvusvahelise Hüdroloogia Assotsiatsiooni (IAHS) esindaja
 2007–2012 Teadusprogrammi nõukogu liige "Kliimamuutuste mõju veekeskkonnale Lätis (KALME))
 2000–2004 Eesti Veeühingu Nõukogu liige

Enn Loigu R&D related managerial and administrative work

- 2009–... Estonian Ministry of Environment, the member of Commission of Environment management (EMAS; Ecolabel)
 2009–... Member of international jury Baltic Sea Farmer of the Year Award
 2007–... Member of Water Management Commission of Ministry of Environment
 2005–... Member of Editorial Board of Journal Water Management Engineering
 2003–... Member of Nordic Association for Hydrology
 2002–... Estonian representative of European Freshwater Research Organisations (EurAqua)
 2002–2008 Member of Council of Marine Research Institute of TTU
 2002–2012 Member of Estonian Commission of certification of water sampling and water research
 2001–... Member of water protection working group of Estonian-Russian transboundary water bodies
 2001–... Member of scientific research and environmental monitoring of Estonian-Russian transboundary water bodies
 1993–... Member of Estonian Water Association
 1992–... Estonian member of PLC programme of HELCOM
 1982–... Member of Estonian Geophysics Committee
 1982–... National member of IAHS
 2007–2012 International Advisory board member of " Climate Change Impact on the Water Environment of Latvia (KALME)
 2000–2004 Board member of Estonian Water Association

Arvo Iital Teadusorganisatsiooniline ja -administratiivne tegevus

- 2015–... TTÜ Kirjastuse kirjastusnõukogu liige
 2015–... Nõuandva toimetuskolleegiumi liige "International Journal of Climate Change Strategies and Management"
 2014–... Ajakirja "Journal of Water and Land Development" toimetuskolleegiumi liige
 2013–... Ajakirja "Journal of Water Security" toimetuskolleegiumi liige
 2013–... Euroopa Teaduse infrastruktuuri strateegilise foorumi (ESFRI) ekspert
 2013–... Eesti Looduskaitse Selts, juhatuse liige
 2012–... Keskkonnatehnika instituudi nõukogu liige
 2012–... Konverentsi Climate Change Management (Guatemala 2013) teaduskomitee liige
 2007–... Ajakirjade Journal of Environmental Monitoring; Science of the Total Environment; Journal of Hydrology; Hydrology Research; Fundamental and Applied Limnology; Agriculture, Ecosystems and Environment, Env. Monitoring and Assessment retsensent
 Põhjamaade Hüdroloogia Assotsiatsioon, liige
 Eesti Veeühing, liige
 2015–2016 Põhjamaade 2016. a. hüdroloogiakonverentsi teaduskomitee liige
 2014–2015 Põhjamaade 2015. a. hüdroloogiakonverentsi teaduskomitee liige
 2013–2013 Ajakirja "Agriculture, Ecosystems and Environment" erinumbri toimetaja

Arvo Iital R&D related managerial and administrative work

- 2015–... Council member of TUT Press

2015–... Editorial Advisory Board member "International Journal of Climate Change Strategies and Management"
 2014–... Editorial Board member "Journal of Water and Land Development"
 2013–... Editorial board member "Journal of Water Security"
 2013–... Expert at the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI)
 2013–... Estonian Society for Nature Conservation, board member
 2012–... Member of the council of the department of Environmental Engineering at TUT
 2012–... Member of scientific committee for European and Latin American conference on Climate Change Management, Guatemala 2013.
 2007–... External reviewer of journals: Journal of Environmental Monitoring; Science of the Total Environment; Journal of Hydrology; Hydrology Research; Fundamental and Applied Limnology; Agriculture, Ecosystems and Environment; Env. Monitoring and Assessment
 Member of the Nordic Association for Hydrology
 Member of the Estonian Water Association
 2015–2016 Member of scientific committee for Nordic Hydrology Conference in 2016
 2014–2015 Member of scientific committee for Nordic Hydrology Conference 2015
 2013–2013 Guest editor for a Special Issue of "Agriculture, Ecosystems and Environment" 2013

Karin Pachel Teadusorganisatsiooniline ja -administratiivne tegevus

2015–... Eesti Veevarustuse ja Kanalisatsiooni Inseneride Selts EVKIS
 2014–... Eesti Standardikeskuse tehniline komitee EVS/TK48 Vee- ja kanalisatsioonitehnika
 2014–... Eesti Vee-ettevõtete Liidu (EVEL) reoveepuhastite kompetentsi töörühm (RVPT)
 2012–... Veeuringut teostavate proovivõtjate atesteerimiskomisjon
 1993–... Eesti Veeühing
 2015 - ... Eesti Veeühingu juhatuse liige

Karin Pachel R&D related managerial and administrative work

2015–... Estonian Association of Water Supply and Wastewater Engineers
 2014–... Estonian Centre for Standardisation Technical Committee EVS/TK48 Water and Wastewater Engineering
 2014–... Estonian Waterworks Association (EVEL) Wastewater Treatment Plants Competence Working Group
 2012–... Estonian Water Sampling Personnel Evaluation Commission
 1993–... Estonian Water Association
 2015 - ... Estonian Water Association, Board member

Alvina Reihan Teadusorganisatsiooniline ja -administratiivne tegevus

2015–... UNESCO Eesti Rahvusliku Komisjoni nõukoja liige
 2002–... Rahvusvahelise Hüdraulika organisatsiooni liige
 2000–... Eesti Geograafia Selts
 1996–... Põhjamaade Hüdroloogiaassotsiatsiooni nõukogu liige, alates 2006 -liige
 1994–... Eesti Veeühingu liige
 2008–2010 Keskkonnatehnika instituudi nõukogu liige
 2003–2014 Eesti UNESCO Rahvusvahelise Hüdroloogia Programmi esimehe asetäitja

Alvina Reihan R&D related managerial and administrative work

2015–... Member of UNESCO Estonian Advisory Commission
 2002–... Member of International Hydraulic Association
 2000–... Estonian Geographical Society
 1996–... Member of Nordic Hydrology Association
 1994–... Member of Estonian Water Association
 2008–2010 The board member of the Department of the Environment Engineering
 2003–2014 Estonian UNESCO International Hydrological Program, deputy director

Teedeinstituut**Department of Road Engineering**

Direktor: Dotsent Andrus Aavik, andrus.aavik@ttu.ee, +372 620 2600

Geodeesia õppetool/Chair of Geodesy

Professor Artu Ellmann, artu.ellmann@ttu.ee, +372 620 2603

Sillaehituse õppetool/Chair of Bridge Engineering

Professor Juhan Idnurm, juhan.idnurm@ttu.ee, +372 620 2610

Teetehnika õppetool/Chair of Road Engineering

Dotsent Andrus Aavik, andrus.aavik@ttu.ee, +372 620 2600

Teede ja liikluse teadus- ja katselaboratoorium

Juhataja: Kristjan Lill, kristjan.lill@ttu.ee, +372 620 2604

7. Teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus**7.1 Struktuuriüksusesse kuuluvad uurimisrühmad***Kõik uurimisrühmad⁹ näidatakse aruandes eraldi, järgides alltoodud ülesehitust*Uurimisrühm I

- **Teed, sillad ja geodeesia;**
- Roads, Bridges and Geodesy;
- Juht: Andrus Aavik, dotsent, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
- Liikmed:
 - o Juhan Idnurm, professor, teedeinstituut, sillaehituse õppetool
 - o Artu Ellmann, professor, teedeinstituut, geodeesia õppetooli juhataja
 - o Kristjan Lill, teede ja liikluse teadus- ja katselaboratooriumi juhataja, teedeinstituut;
 - o Karli Kontson, doktorant, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
 - o Silver Siht, lektor, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
 - o Ain Kendra, lektor, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
 - o Luule Kaal, lektor, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
 - o Inna Romandi, lektor, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
 - o Harri Rõuk, lektor, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
 - o Tiit Metsvahi, projektispetsialist, teedeinstituut, teetehnika õppetool;
 - o Sander Sein, lektor, doktorant, teedeinstituut, sillaehituse õppetool;
 - o Kalev Julge, nooremteadur, doktorant, teedeinstituut, geodeesia õppetool;
 - o Silja Märdla, nooremteadur, doktorant, teedeinstituut, geodeesia õppetool;
 - o Tarvo Mill, doktorant, teedeinstituut, geodeesia õppetool;
 - o Nelli Ustinova, lektor, teedeinstituut, geodeesia õppetool.
- teadustöö ülevaade:
 - teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles):
Peamised teadus- ja arendusprojektid 2015. aastal:
 - o Bituumensideainete kvaliteedi hindamise uus süsteem, võttes arvesse bituumenite kasutusala ja teekatte tööea, eesmärgiga sobitada Eesti regioonis müüdavad bituumenid lähtudes PG (performance grade) süsteemist meie kliimatooni, muutes bituumenite keemilisi või füüsikalisi omadusi ja pakkuda lahendusi pindamisbituumenite parendamiseks nendest emulsiooni tootmisel;
 - o Tallinna tänavate deformatsioonide, kulumise ja muude ekspluatatsiooniliste omaduste uuring eesmärgiga koostada Tallinna tänavate tüüpkatendikonstruktsioonid lähtudes kohalikest liiklus-, geoloogilistest ja hüdroloogilistest tingimustest ja kasutatavate tee-

⁹ Uurimisrühm on oma teadusvaldkonnas täidetava(te) uurimisteema(de) täitmise nimel tegutsev teadlaste ja/või õppejõudude rühm. Juhul kui uurimisrühm hõlmab liikmeid mitmest teaduskonnast, näidatakse uurimisrühma tegevus vastavalt kõigi teaduskondade aruannetes. Uurimisrühm ei ole T&A-ga seotud teenust osutav projekt.

- ehitusmaterjalide nõuete spetsifikatsioon, 2014 ja 2015 ehitatud katendite monitoorimine kasutades laserskaneerimist;
- Tallinna tänavatel paiknevate tehnovõrkude kaevukonstruksioonide täiustamine ja nende tüüpkonstruktsioonide ja paigaldusjuhiste (tehnoloogiliste kaartide) väljatöötamine, 2014 ja 2015 ehitatud kaevude monitoorimine kasutades laserskaneerimist;
 - Liikluse kasvu ja selle mõju analüüs, liiklusohutus (liiklusohutuse auditeerimine, teedevõrgu mõju- ja ohutusanalüüsid jne);
 - Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maantee Võõbu katseseksioonide geodeetiline monitooring ja teaduslik analüüs. Uuringute üldeesmärgiks on välja selgitada turbavälju ületavatele Tallinn-Tartu maanteelõikudele parim tehniline lahendus. Erinevatele ehitustehnoloogiate sobivusele antakse hinnang geodeetilise monitooringu tulemustest lähtuvalt
 - Läänemere piirkonna geodimudeli (NKG2015) arvutustööd, mis tehti Põhja- ja Baltimaade koostöös, kusjuures TTÜ geodeesia õppetooli on üheks arvutuskeskuseks
 - Osalemine Eesti teaduse infrastruktuuride teekaardi objektis Eesti Keskkonnaobservatoorium, mis on Eesti teadusasutuste poolt ühiselt arendatav keskkonnauuringute eksperimentaaljaamade võrgustik – integreeritud välilaborite ja automaatjaamade süsteem, mida toetab geomaatika ja geoinformaatika teaduslabor. Keskkonnaobservatoorium keskendub maismaa- ja veeökosüsteemide ning adaptiooni küsimustele seoses globaalsete muutuste ja inimõjuga, eeskätt ökosüsteemide elurikkuse ja produktiivsuse muutustele. TTÜ geomaatika ja geoinformaatika teaduslabori tegevus haakub Keskkonnaobservatooriumi eesmärkidega.
 - Vana Säreveere silla koormuskatsetused ja teadusliku analüüsid ning hüdroisoleerivate betoonide ja betoonpinna hüdrofoobsete pinnakaitsevahendite teaduslik uuring.

Main topics of research and development projects in 2015:

- New ways of quality determination of bituminous binders taking into account specific conditions of bitumen use site and pavement service life aims to propose a solution, how to fit bitumens, sold in our region, according to the PG-grade into our climate zone by changing their chemical or physical properties and solutions for surface dressing bitumens improvement for the production of bitumen emulsions.
- Research of deformation, wearing and other explotational properties of pavement structures of Tallinn city streets aims to develop standard pavement structures for asphalt concrete pavements based on the traffic load and geological and hydrological conditions of the Tallinn and a specification of requirements for road construction materials; monitoring and laser scanning of constructed pavements;
- Improvement of manhole structures of engineering utility networks placed at Tallinn streets and roads and development of standard solutions and placement instructions aims to develop improved manhole standard solutions catalogue and technological maps and monitoring and laser scanning of constructed manholes.
- Analysis of transport growth and its impact, traffic safety (road safety auditing and inspection, road network impact analysis, safety analysis, etc).
- Geodetic monitoring and scientific analysis of the Võõbu road construction test sites. The main scope of the research is to identify suitable road construction technology devoted for crossing vast swamp areas.
- Computations of the new geoid model (NKG2015) for the Baltic Sea region in co-operation in-between Nordic and Baltic countries, whereas TUT's geodesy chair acts as a NKG (Nordic Geodetic Commission) computing center.
- Participation in an Estonian Research Infrastructures Roadmap project Estonian Environmental Observatory, which is a network of experimental sampling stations for environmental research – a system of uniform geographically and climatically integrated field laboratories and automatic stations that is being supported by a geomatics and geoinformatics science laboratory. The Estonian Environmental

observatory focuses on issues concerning terrestrial and aquatic ecosystems, and on issues of adaptation concerning global changes and human impact, with attention to the biodiversity and changes in productivity. The main scope of the geomatics and geoinformatics research laboratory is to support activities of the of the Estonian Environmental Observatory.

- Särevere old bridge's load tests and scientific analysis, and waterproofing concrete and concrete surface hydrophobic protection's scientific study.

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles):

Peamised teadus- ja arendustöö tulemused 2015. aastal:

- Bituumensideainete kvaliteedi hindamise uus süsteem, võttes arvesse bituumenite kasutusala ja teekatte tööea: valiti 5 erineva päritoluga bituumenit ja katsetati vastavalt katsetusplaanile; koostati Eesti teede temperatuurikaart, mis on aluseks bituumeni PG määramiseks; määratletud on hetkel kasutatavate bituumeni omaduste määramiskatsete probleemid ja on esitatud ettepanekud jätku-uuringuteks;
- Koostatud on Tallinna tänavakatendite valiku tüüpikataloog lähtudes liiklusgeoloogilistest ja hüdroloogilistest tingimustest ja tee-ehituses kasutatavate materjalide nõuete spetsifikatsioon;
- Koostatud on tehnovõrkude kaevukonstruksioonide tüüpkonstruktsioonide valiku kataloog ja paigaldusjuhised (tehnoloogilised kaardid);
- Analüüsitud Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maantee Võõbu katseseksioonide geodeetiline monitooringu tulemusi, hindamisel erinevate ehitustehnoloogiate sobivus
- Läänemere piirkonna uus geodimudel (NKG2015) arvutatud.
- Ruumiandmete kogumise uudsed meetodid välja töötatud ja testitud.

Main research and development results in 2015:

- New ways of quality determination of bituminous binders taking into account specific conditions of bitumen use site and pavement service life: five bitumens from different origins were selected and tested according to the investigation plan; an Estonian temperature map of the roads was developed, which is the basis for the determination of bitumen PG-grade; main problems with currently used bitumen tests and bitumen properties are determined and suggestions for further research are presented;
- Standard pavement structures for asphalt concrete pavements based on the traffic load and geological and hydrological conditions of the Tallinn are developed, requirements for the materials, used for city street construction are determined;
- Improved manhole standard solutions catalogue for various engineering utility networks is provided and technological maps are developed;
- Analysis of geodetic monitoring results at the Võõbu road construction test sites, validation of various road construction technologies
- A new Baltic Sea region geoid model (NKG2015) computed.
- New spatial data acquisition methods elaborated and tested.

- koostöö¹⁰ teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest):

- Vilnius Gediminas Technical University, Faculty of Environmental Engineering, Department of Roads, Leedu – doktoritöö kaasjuhendamine, koostöö bituumeniuuringus;
- University of Wisconsin, USA – koostöö bituumeniuuringus;
- Queen's University of Kingston, Kanada – koostöö bituumeniuuringus;
- Tallinna Tehnikakõrgkool, ehitusteaduskond, rajatiste õppetool – koostöö bituumeniuuringus;
- AS Teede Tehnokeskus – koostöö bituumeniuuringus;
- Kuninglik Tehnoloogiaülikool (KTH) Stockholmis – koostöö geoidi modelleerimises; Tallinna Tehnikakõrgkool, ehitusteaduskond, rajatiste õppetool – koostöö sillakatsetuste alal.

¹⁰ Koostöö all peetakse silmas ühiseid teadusuuringuid, tulemuste publitseerimist jmt., mitte ainult lepingulise tellimustöö täitmist

- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.

Mill, T.; Ellmann, A.; Kiisa, M.; Idnurm, J.; Idnurm, S.; Horemuz, M.; Aavik, A. (2015). Geodetic Monitoring of Bridge Deformations Occurring during Static Load Testing. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 10 (1), 17–27. 1.1.

Sobak, M.; Ellmann, A.; Mill, T. (2015). Terrestrial laser scanning assessment of generalization errors in conventional topographic surveys. *Geodesy and Cartography*, 41 (1), 15–24, 10.3846/20296991.2015.1029755. 1.1.

Liibus, A.; Ellmann, A. (2015). Validation of Marine Geoid Models by Profile-wise GNSS Measurements on Ice Surface. *Marine Geodesy*, 38 (4), 314–326, 10.1080/01490419.2015.1037408. 1.1.

7.2 Loetelu struktuuriüksuse töötajate olulisematest siseriiklikest ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning tunnustuse*).

- Artu Ellmann, professor, teedeinstituut, geodeesia õppetool: TTÜ 2014. aasta parim õppejõud, Ehitusteaduskond
- Andrus Aavik, dotsent, teedeinstituut, teetehnika õppetool, teadustöö juht: Tallinna ettevõtlusauhinnad 2015, parim rakenduslik teadustöö 2015 „Uued viisid bituumensideainete kvaliteediomaduste määramiseks“

7.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning otsustuskogu nimetuse*).

7.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisriikide akadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganistatsiooni nimetuse*):

- Andrus Aavik, dotsent, teedeinstituut, teetehnika õppetool: World Road Association (PIARC), tehniline komitee Road Pavements, liige;
- Artu Ellmann, professor, teedeinstituut, geodeesia õppetool: International Association of Geodesy, Eesti korrespondentliige.

7.5 Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-sse saabunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, päritolumaa ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

Eraldi tuuakse loetelu TTÜ-st järel doktorantuuri suundunud struktuuriüksuse töötajatest (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-st välja suundunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, sihtkoha riigi ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

7.6 Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A tegevuse kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 toodud tunnustused), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest ning hinnang struktuuriüksuse teadustulemustele, arengukava täitmisele vm.

Logistikainstituut**Department of Logistics and Transport**

Direktori kt: Külalisprofessor Alari Purju, alari.purju@ttu.ee, +372 620 2611

Veonduslogistika õppetool/Chair of Transportational Logistics

Külalisprofessor Ott Koppel, ott.koppel@ttu.ee, +372 620 2605

Transpordi planeerimise õppetool/Chair of Transport Planning

Professor Dago Antov, dago.antov@ttu.ee, +372 620 2609

Tarneahelate juhtimise õppetool/Chair of Supply Chain Engineering

Külalisprofessor Alari Purju, alari.purju@ttu.ee, +372 620 2611

8. Teadus- ja arendustegevuse (edaspidi T&A) iseloomustus**8.1 Struktuuriüksusesse kuuluvad uurimisrühmad****TTÜ logistikainstituut**

Department of Logistics and Transport,
külalisprofessor Alari Purju, direktori kt

Uurimisgrupi all käsitleme 2012 alustanud logistikainstituuti, mille eesmärgiks on tegutseda olulistest tarneahela juhtimise, logistika ja transpordisüsteemide kavandamise uurimissuundades, pakkudes rahvusvahelisel tasemel tulemusi ning teadmiste ja tehnoloogia siiret; toetada Tallinna Tehnikaülikooli kui rahvusliku tehnika- ja tehnoloogiaülikooli missiooni oma tegevusvaldkonnas. Neljandal tegevusaastal jätkati teadusprojektidega transpordi planeerimise, säästvate transpordisüsteemide, tarneahela juhtimise ja logistika valdkondades.

• teadustöö lühikirjeldus (eesti ja inglise keeles),

Logistikainstituudi teadurid ja doktorandid osalevad erinevates teadusprojektides ning rahvusvahelistes võrgustikes, koostavad valdkondlikke analüüse ning panustavad rakenduslikesse uurimustesse. Teadustöö ja rakenduslikud koostööprojektid:

- maanteede ja linnatänavate projekteerimismääruste koostamine/täiustamine
- linnaliiklusega seotud uuringud
- reisijate- ja kaubaveomahud (sisesed, eksport-import, transiit) ning suunad.
- ühtse transpordivõrgu (maanteed, raudteed, sadamad, veeteed, lennuväljad) väljaarendamine

R&D areas – production and transportation logistics; traffic safety and transport planning; ICT in road engineering and transport; supply chain management

• aruandeaastal saadud kõige olulisemad teadustulemused (eesti ja inglise keeles);

Neljandal tegevusaastal jätkusid teadusprojektid transpordi planeerimise, säästva transpordisüsteemide, tarneahela juhtimise ja logistika valdkondades.

- a) Optimaalse varuosade hange protsessi ja lõpptesti seadmete tehase asukoha määramine Ericsson üksustele ja alltöövõtjatele. Läbi viia Ericsson raadiote testitulemuste statistiline analüüs ja määrata seosed vigade ja korrigeerimismeetmete vahel. Projekt sisaldab:
 - Olemasoleva remondi andmebaasi struktuuri analüüsi
 - Raadiote testitulemuste statistilist analüüsi
 - Vigade ja korrigeerimismeetmete seoste analüüsi
 - Põhjuste ja korrigeerimismeetmete analüüsi
 - Olemasoleva andmebaasi struktuuri muutmine või arendamine analüüsi tulemuste baasil.
- b) Tallinna ühistranspordivõrgu olemasoleva olukorra analüüs ning lähi- ja pika perspektiivi arendusettepanekud.
- c) Liiklusohutuse kultuur ja ohutussüsteemne lähenemisviis (TraSaCu), kultuuriliste muutuste uuring ja liiklusohutuse innovatsioonikava. TraSaCu eesmärk on arendada kultuurilist lähenemist liikluseohutuse teadustöös ja õnnetuste ennetamisel. Projekt arendab liiklusohutuse kultuuri empiirilisi põhjuseid ja teoreetilisi kontseptsioone, põhinedes

erinevatele juhtumiuuringutele kogu Euroopas. Keskmes on erinevad institutsioonilised, demograafilised ja topograafilised tingimused ning nende mõju liiklusõnnetuste arvule ja liikidele. Teadustöö keskendub liikluses osalejate ja liikluskeskkonna vastasmõju seisukohalt riskide võtmise ja tajumise mudelitele. Samuti vaadeldakse neid kultuurilisi elemente, mida muutes saab parandada liiklusohutust uuritud liiklussüsteemis.

During the fourth year research projects continued transportation planning, sustainable transport systems, supply chain management and logistics areas.

- a) *Optimal Supply of parts and Final Manufacturing Allocation for Testing Equipment for Ericsson sites and Subcontractors. To develop the solution that enables the statistical analysis of radio testing for Ericsson. To define the relationship between failures and corrective actions. Project include the following activities: 1. Analysis of existing repair database structure 2. Statistical analysis of test results from Radio testing 3. Analysis of relationships between failure and causes 4. Analysis of causes and corrective actions. 5. Development or modification of existing database structure based on analysis results.*
- b) *Optimization of the public transport network in Tallinn. Analysis of the existing public transport network in Tallinn and recommendations of development in a mid and long term perspectives.*
- c) *Traffic Safety Cultures and the Safe Systems Approach – Towards a Cultural Change Research and Innovation Agenda for Road Safety. Traffic Safety Culture (TraSaCu) aims at developing a cultural approach in road traffic safety research and accident prevention. The project will elaborate an empirically grounded and theoretically adequate concept of traffic safety culture, based on this definition by conducting a number of case studies of different traffic safety cultures across Europe. It focuses on the safety cultures that emerge under different institutional, demographic and topographical conditions and their influence on the numbers and forms of accidents. Research focuses on the culturally mediated interaction between traffic participants and their environment in terms of the cultural patterns of risk taking and risk perception. It also looks at those cultural elements that can be changed easily in order to improve road safety of the investigated traffic systems.*

- koostöö¹¹ teiste TA asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest) ;

- a) Talvise teehoolduse infosüsteem. Erinevate talihoolduse infosüsteemide, nendes kasutatavate seadmete, tehnoloogia ja protsesside kasutamismõimaluste hindamine koos tasuvusanalüüsiga võrdluses olemasolevate teehooldustööde protsessidega, sh vajadus- ja sensortechnoloogiate analüüs
- b) Eestisisese jaotusvõrgu optimeerimine. Efektiivseima võimaliku lahenduse leidmine jaotusvedude korraldamiseks Eestis arvestades optimaalset tasuvust.
- a) *The information system of the winter road maintenance. Various winter maintenance of information systems (equipment, technology, processes) evaluation of cost-benefit analysis in comparison with the existing building construction work processes, including analysis of needs and sensor technologies.*
- b) *The optimization of distribution system. The goal is to find the most effective solution possible distribution transport management in light of an optimum return in Estonia.*

¹¹ Koostöö all peetakse silmas ühiseid teadusuuringuid, tulemuste publitseerimist jmt., mitte ainult lepingulise tellimustöö täitmist

- kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETIS klassifikaatori alusel 1.1, erandjuhul 3.1). Eraldi tuuakse välja monograafiad (ETIS klassifikaatori alusel 2.1). Publikatsioonid peavad olema kajastatud ETIS-es.

Kuhi, K.; Kõrbe Kaare, K.; Koppel, O. (2015). A concept for performance measurement and evaluation in network industries. Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 64, 536–542, 10.3176/proc.2015.4S.01.

Nežerenko, O.; Koppel, O.; Tuisk, T. (2015). Cluster approach in organization of transportation in the Baltic Sea Region. Transport, 30 (1), 1–13, 10.3846/16484142.2014.994225.

Nežerenko, O.; Koppel, O. (2015). Formal and informal macro-regional transport clusters as a primary step in the design and implementation of cluster-based strategies. Transport and Telecommunication, 16 (3), 207–216, 10.1515/ttj-2015-0019.

8.2 Loetelu struktuuriüksuse töötajate olulisematest siseriiklikest ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning tunnustuse*).

8.3 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning otsustuskogu nimetuse*).

8.4 Loetelu struktuuriüksuse töötajatest, kes on välisriikide akadeemiate või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (*näidates töötaja nime, allüksuse ja ametikoha ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetuse*).

Alari Purju, logistikainstituut, direktori k, tarneahela juhtimise õppetooli hoidjat
Ameerika Balti Uuringute Assotsiatsioon (AABS);
Euroopa Evolutsioonilise Majandusteaduse Selts;
Ameerika Majandusteadlaste Assotsiatsioon;

Ott Koppel, logistikainstituut, veonduslogistika õppetooli hoidja
Rahvusvahelise Inseneripedagoogika Ühingu (IGIP);
Society for the Study of Emerging Markets (SSEM);
World Conference on Transport Research Society;
DAAAM International Vienna;

Dago Antov, logistikainstituut, transpordiplaneerimise õppetooli juhataja
International Cooperation on Traffic Safety Concepts and Theories (ICTCT);

Kati Kõrbe Kaare, logistikainstituut, veonduslogistika õppetooli dotsent
Council of Supply Chain Management Professionals
DAAAM International Vienna;

Ulrika Hurt, logistikainstituut, projektijuht
University Association of Contemporary European Studies (UACES);
DAAAM International Vienna;

8.5 Struktuuriüksuses järel doktorina T&A-s osalenud isikute loetelu (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-sse saabunud näidates ära järel doktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, päritoluma ja asutuse ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse.*)

Eraldi tuuakse loetelu TTÜ-st järel doktorantuuri suundunud struktuuriüksuse töötajatest (*nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste alusel kui muude meetmete alusel TTÜ-st välja suundunud*

näidates ära järeldoktori nime, allüksuse ja ametikoha, perioodi, sihtkoha riigi ja asutuse ning meetme, mille alusel järeldoktorit rahastatakse.)

8.6 Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A tegevuse kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 toodud tunnustused), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest ning hinnang struktuuriüksuse teadustulemustele, arengukava täitmisele vm.