

## Ehituse ja arhitektuuri instituut, 2016. aasta teadus- ja arendustegevuse aruanne

### 1. Struktuuriüksuse struktuur 2017. a

Ehituse ja arhitektuuri instituut

Department of Civil Engineering and Architecture

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

**Teadus- ja arendustegevuse ülevaade uurimisrühmade lõikes.** Struktuuriüksusesse kuuluvad uurimisrühmad:

2. nimetus eesti keeles: **Arhitektuuri ja urbanistika akadeemia**

nimetus inglise keeles: **Academy of Architecture and Urban Studies**

1.1 uurimisrühma juhi nimi, ametikoht: **Ignar Fjuk, külalisdotsent**

uurimisrühma liikmed:

Karin Hallas-Murula, professor,

Rein Murula, külalisprofessor,

Irina Raud, külalisprofessor,

Dagmar Jäger, külalisprofessor,

Anu Juurak, professor,

Emil Urbel, külalisdotsent,

Raoul Kurvits, dotsent,

Sergei Letunovitš, dotsent,

• uurimisrühma teadustöö ülevaade (kokku kuni 1,5 lehekülge eesti ja inglise keeles), sh:

- teadustöö lühikirjeldus (tuua välja, millistele sisulistele uurimisvaldkondadele/-temaatikale on uurimisrühma T&A keskendunud)

Akadeemia töötab neljal teadussuunal (T):

T1: Mitmeastmeliselt struktureeritud keraamika-baasil komposiitmaterjalid kasutamiseks ekstreemtingimustes / Multi-Scale structured ceramic-based composites for extreme applications. Projekti vastutav täitja professor Jakob Kübarsepp, Mehaanika ja tööstustehnika instituut, täitja Sergei Letunovitš.

T2: Arhitektuuriajaloo ja teooria teadussuund tegeleb 19.–21. sajandi arhitektuuri ja urbanistika ajaloo uurimise ja teooriaga. Fookusperioodid: 20. sajandi alguse linnaplaneerimine, 1930. ja 1950. aastad (arhitektuur ja poliitika), nõukogude arhitektuur (ideoloogia ja mälu), kaasaja arhitektuuri probleemid.

Eesmärgiks on Eesti arhitektuuriajaloo uurimata teemade läbitöötamine, uute kontseptsioonide väljatöötamine, uue arhiivimaterjali teaduskäibesse toomine ning Eesti arhitektuuri käsitluste integreerimine Euroopa regionaalsesse ja rahvusvahelisse konteksti (konverentsid, publikatsioonid, ühisprojektid).

Research group is conducting studies on architecture and urban history and theory. The group is focusing on the following periods and themes:

- Urbanism of the beginning of the 20th century (international scientific cooperation with Marburg Herder Institute group, theme 1; and other institutions, K. Hallas-Murula).
- The architecture of the 1930s, architecture and power. Cooperation with Estonian Art Academy (publications, K. Hallas-Murula).
- Stalinist era city planning. Architecture and ideology (doctoral research, S. Sultson); international cooperation with UEDXX research network (conferences and publications, S. Sultson); cooperation with Estonian Art Academy (publications, K. Hallas-Murula).
- Soviet architecture. A) Emerging architectural psychology. K. Hallas-Murula participation in Zyrich ETH program 2014-2016 East-West-Central. Re-Building Europe, 1950–1990.
- (led by prof. A. Moravansky, Zyrich ETH – see publication).
- b) Ideology and memory. K. Hallas-Murula participation in Marburg Herder Institute HERA Project group.

General aims of the research group are to open uncovered research areas in the history and theory of

architecture and planning; to bring new archival material into architectural research; to upgrade, re-conceptualize and create new positions and methods in researching architecture and planning; to create new platforms for evaluation of architectural heritage of different periods of modernism; to integrate Estonian architectural research into European regional and international research (conferences, joint projects, publications).

The importance of the research for Estonian society can be seen in creating fundamental platform contemporary architecture practical design solutions. Theoretical re-conceptualisation of the processes of modern and contemporary architecture contributes to the re-evaluation of architectural heritage which is important on a local cultural level, for this research is the task of Estonian native researchers in the first place, as well as in wider international context (comparative methods). Basic theoretical research on modern architecture and planning history forms data for architectural heritage and historical milieu surveys/expertises for emerging architecture, because of every new building or planning project having concrete spatial and historical context needed to be determined, analysed and evaluated within the context of every new architectural project.

There are historically and politically complicated periods, which architectural heritage carries sensitive ideological context, as it is especially in the case of Stalinist building heritage. S. Sultson's doctoral research is dedicated to the planning history in Stalinist time in East-Estonian cities near Russian border.

T3: Kaasaegne puitarhitektuur õppeprotsessis: Interdistsiplinaarne õpe arhitektuuri ja inseneri tudengitele Tallinna Tehnikaülikoolis.

Teadustöö ülevaade - 2015/ 2016 õppeaastal alustati Tallinna Tehnikaülikoolis interdistsiplinaarse uuringkursusega mille eesmärk on kaasata arhitektuuri ja tsiviilehituse õppekava tudengid ühisesse, vastastikku arendavasse ajakohase puitkonstruktsioonis korterelamu projekteerimisse. Kursuse initsiaator ja juhendaja oli uurimisrühma juht kutsutud professor Rein Murula. Kursuse eesmärk oli suurendada erialade interdistsiplinaarsust, ettevõtluslähedust ja koostööd õppetöös, kasutades selleks meeskondliku projektitöö õppemeetodeid.

Peamisteks kursuse eesmärkideks oli: 1) rõhutada kaasaegse puitarhitektuuri väga olulist rolli säästvast arengust, teadvustades hädavajalikku koostööd arhitektide ja inseneride vahel liites kaasaegse tehnoloogia saavutused uue materjalist tuleneva arhitektuurilise esteetikaga. 2) Ergutada koostööd arhitektuuri ja tsiviilehituse üliõpilaste seas, kes töötavad segagruppides ühe ülesande nimel, õppides kuidas luua õppekavadevahelist grupisisest sünergiat kasutades ära üksteise teadmisi, eeliseid ja kogemusi.

Projekt oli edukas nii õppetegevuse korraldamise kui ka saadud projektlahenduste osas. Teise kursuse üliõpilaste tööd üllatasid hea arhitektuuriga ning ehitusinseneride poolt lisatud konstruktiivsed lahendused andsid kogu projektile väga professionaalse läbitöötatuse.

Antud projekt andis praktilise tagasiside õppekavavahelise koostööprojekti võimalikkusest arhitektide ja ehitusinseneride vahel.

Projektile tuginedes valmis uurimustöö, mis analüüsis süvitsi interdistsiplinaarse kursuse teoreetilisi eesmärgi, õppeprotsessi ja tulemusi. Artikli põhilisteks märksõnadeks olid: kaasaegne puitarhitektuur, puidust kandestruktuur, interdistsiplinaarne kursus. Artikli esimene osa käsitles Eesti puitarhitektuuri ajalugu, kogemust ning trende puitkonstruktsioonis korterelamute puhul minevikust kuni kaasaega. Selles käsitleti energiatõhususe saavutamise meetodeid puithoonete puhul, põhilisi probleeme, resilientsust. Teine osa kirjeldas praktilise projekti olemust, õppeprotsessi ja tulemusi. Analüüsi tulemusena olid välja toodud soovitusel edaspidisteks interdistsiplinaarseteks projektideks ning graafilise materjalina parimate tudengitööde näited.

Contemporary wooden architecture in the process of education: Interdisciplinary study for architecture and engineering students in Tallinn University of Technology.

In 2015/2016 academic year the interdisciplinary study course for the students from architecture institute and civil engineering department was initiated in Tallinn University of Technology (TUT), created and supervised by the author of the paper. The task of the course was to design a multi-storey wooden apartment building.

The main aim of the course was twofold: 1) to conceptualize contemporary wooden architecture as an important part of sustainable development, acknowledging the vital need for cooperation of architects

and engineers in creation of new types of multi-storey urban apartments, mixing the achievements of contemporary technology with the new architectural aesthetics derived from the material. 2) To stimulate the cooperation of architecture and engineering students working in mixed groups on one task, learning how to create interdisciplinary synergy as teams.

The project was successful as educational course as well as the students designs quality and cooperation. The second course students exceeded expectations and provided overall a high level of architectural designs and technical solutions and details from the civil engineers made the project look thought-out and professional.

The article is based on the practical study course. The paper is analysing in depth the theoretical aims, teaching process and the results of this interdisciplinary course. Main key words of the article are: wooden architecture, structural timber, interdisciplinary study. The first part of the article is about the Estonian wooden architecture, its history, experience and trends from the past until today. It addresses such topics like energy-efficiency achieving in wooden buildings, main problems and resilience. Second part of the article describes the practical aspects of the course, learning process and results. The recommendations for the future interdisciplinary courses were presented as outcomes of the analysis. As graphic material the examples of best student projects were presented.

The article was published in the publication papers of International Scientific Conference "WOOD IN ARCHITECTURE" 2016. Presentation was delivered on November 18-19 in Krakow by research team leader professor Rein Murula at the conference "WOOD IN ARCHITECTURE".

T4: Uurib arhitektuuriõppe arenguid ja võimalusi Euroopas.

Kogumik Reiseuni report <http://www.architecture-dialogue.eu/report/index.htm>

Teos analüüsib arhitektuuriõppe arenguid Euroopas, saadaval online ja trükitud versioonina, oli esitatud TTÜ raamatukogu näitusegaleriis 2017 veebruaris.

<https://ws.lib.ttu.ee/publikatsioonid/Publ/Register/Item/105499>

– uurimisgrupi T&A ühiskondlik mõjukus (seostatus aktuaalsete majanduse, keskkonna, ühiskondlike probleemide lahendamisega)

Eesti arhitektuuri- ja planeerimise ajaloo uurimine ja teoreetiline mõtestamine on osa rahvuskultuurist, kui sellega ei tegele eestlased ise, siis ei tegele sellega keegi. Arhitektuuri arengu ja ajaloo teoreetiline mõtestamine on pidev protsess, mis avab võimalused iganenud seisukohtade kaasajastamiseks ning uute aspektide, kontseptsioonide ning hinnangute kujundamiseks. Eesti probleemistiku uurimine kaasaegses võtmes tänaste teooriate ning sotsiaal-poliitiliste arengute taustal võimaldab määratleda Eesti arhitektuuri rolli Euroopa ja maailma arhitektuuri kontekstis. Need on baasuuringud, mille väljundiks on teaduslikud artiklid ja monograafiad, millega moodustatakse analüütiline baas arhitektide praktilisele projekteerimisele (muinsuskaitse ekspertiisid, ekspertarvamused), mis koostatakse juba üksikute projektide kohta Arhitektuuriteooria ja ajaloo-alased uuringud on vältimatu osa kaasaegse arhitektuuri, planeerimise ja restaureerimistegevuse arenguprotsessis, sest iga uus hoone/ planeering tehakse alati mingile konkreetsele kohale, millel on ajalugu, kontaktvõond, muinsuskaitse kontekst jne.

Teatud perioodide arhitektuuri uurimine omab erilist tähtsust ideoloogilises plaanis (1930. aastate teine pool, stalinismi aeg – siin esinevate ühiskondlike vaidluste tõttu ei saa ilma teadusliku lähenemiseta võtta vastu kaalukamaid otsuseid (nt. kas stalinistlik arhitektuur Eestis väärrib säilitamist ja arvestamist edasistes planeeringutes või mitte). Stalinistliku arhitektuuripärandi uurimisega ideoloogiliselt eriti probleemses piirkonnas – Ida Virumaal tegeleb doktorandi uurimistöö.

- loetelu uurimisrühma liikmete aruandeaastal juhitud olulisematest projektidest/lepingutest;
  - uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest);
  - uurimisrühma liikmete kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETISE klassifikaator 1.1, erandjuhul 3.1):
- Hallas-Murula, K. (2016). Riik ja arhitektuur. Konstantin Pätsi ehituspoliitika 1934–1940. Kunstiteaduslikke Uurimusi / Studies on Art and Architecture, 25 (3/4), 116–140.

- Hallas-Murula, K. (2016). Sociological and Environmental-Psychology Research in Estonia during the 1960s and 1970s: A Critique of Soviet Mass-Housing. In: Moravansky A., Lange, T., Hopfengärtner, J. Kegler, K. (Eds.). East West Central: Re-Building Europe, 1950-1990. Vol. 1. Re-Humanizing Architecture. New Forms of Community. 1950-1970. (185–196). Zürich, ETH, Birkhäuser - De Gruyter. (3.1.)

- uurimisrühma liikmete (kaas)autorsuses ilmunud monograafiad (ETISE klassifikaator 2.1).

1.2 Loetelu uurimisrühma töötajate olulisematest sise- ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (töötaja nimi, allüksus ning tunnustus).

1.3 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (töötaja nimi, ametikoht ning otsustuskogu nimetus ja positsioon otsustuskogus).

- Irina Raud, külalisprofessor, Berliini Kunstiakadeemia (Akademie der Kunst) liige
- Irina Raud, külalisprofessor, Saksa Linnaehitusakadeemia (Die Akademie für Stadtbau und Landesplanung) korrespondent-liige

1.4 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (töötaja nimi, allüksus ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetus).

1.5 Uurimisgrupis osalenud järel doktorite ning TTÜ-st järel doktorantuuri suundunud uurimisgrupi töötajate loetelu (nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste kui muude meetmete alusel näidates ära järel doktori nime, päritolumaa ja asutuse, järel doktorantuuri perioodi ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse).

Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 nimetatud), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest vmt.

Karin Hallas-Murula osales Zürichi Tehnikaülikooli uurimisprojektis „East-West Europe“ (projekti juht ETH Zürich prof. A. Moravansky, 2014–2016). Projekti sisuks oli 2014-2016 kolmest rahvusvahelisest konverentsist koosnenud konverentsisari, mille tulemusel 2016. avaldati esinduslik kolmeosaline kogumik „Re-Building Europe, 1950-1990.“

Osalemise tulemus: esinemine konverentsil ETH Zürichis (2014) ning 2016 ilmunud artikkel eelpoolnimetatud kogumikus Vol. 1. „Re-Humanizing Architecture. New Forms of Community. 1950-1970.“ (vt. grupi liikmete 2016 tähtsamad publikatsioonid).

2. nimetus eesti keeles: **Ehituskonstruksioonide uurimisrühm**

nimetus inglise keeles: **Structural Engineering Research Group**

2.1 uurimisrühma juhi nimi, ametikoht: **Ivar Talvik, dotsent**

uurimisrühma liikmed:

Alar Just, dotsent,

Ahti Lääne, külalisdotsent,

Aldur Parts, lektor,

Johannes Pello, lektor,

Väino Voltri, külalislektor,

Elmar-Jaan Just, laboratooriumi juhataja

Johanna Liblik, nooremteadur,

Priit Luhakooder, doktorant,

Eero Tuhkanen, doktorant,

Mattia Tiso, doktorant,

Andrei Kervalishvili, doktorant,

Katrin Nele Mäger, magistrant

- uurimisrühma teadustöö ülevaade (kokku kuni 1,5 lehekülge eesti ja inglise keeles), sh:
  - teadustöö lühikirjeldus (tuua välja, millistele sisulistele uurimisvaldkondadele/-temaatikale on uurimisrühma T&A keskendunud)

Teadustöö temaatikaks on erinevate ehituskonstruksioonide analüüsiga seotud küsimused, käesoleval perioodil on keskendutud puit-, teras- ja raudbetoonkonstruktsioonide töötamise uurimisele tava- ja kõrgetel temperatuuridel. A. Just oma meeskonnaga uurisid kõrgetel temperatuuridel tekkiva null-tugevusega kihi mõju puidust konstruktsioonelementidele, samuti erinevate isolatsioonimaterjalide mõju puidust konstruktsioonelementide kandevõimele tulekahjuolukorras. Nende uuringute tulemusi rakendatakse Eurocode 5 uue versiooni väljatöötamisel. Tehtud on esimene etapp liimpuidu tugevusomaduste uuringutest kõrgetel temperatuuridel. Teraskonstruksioonide alal Uuriti erinevate ristlõigetega teraspostide kandevõimet kõrgetel temperatuuridel ning eelpingestatud trossvõrkude dünaamilisi omadusi.

The effect of zero-strength layers of timber members and protection properties by claddings and different insulation materials on structural timber were studied. The research has direct influence on the revision process of Eurocode 5 and the main results have been presented in international conferences. Timber structures research topics cover also connections of cross-laminated timber elements. Impact of various insulation materials to the fire performance of timber structures was studied. An extensive testing program with timber frame assemblies has been carried out in 2016. Research on strength properties of glulam timber at elevated temperatures is going on. Another group worked on resistance of steel columns with different cross sections at elevated temperatures and dynamic properties of prestressed cable networks.

- uurimisgrupi T&A ühiskondlik mõjukus (seostatus aktuaalsete majanduse, keskkonna, ühiskondlike probleemide lahendamisega)

Uurimisgrupi teadurid on ehitusvaldkonnas tunnustatud eksperdid.

- loetelu uurimisrühma liikmete aruandeaastal juhitud olulisematest projektidest/lepingutest

PUT794 "Kattematerjalide mõju puitkonstruktsioonide tulepüsivusele (1.01.2015–31.12.2018)", Alar Just, Tallinna Tehnikaülikool, Ehitusteaduskond, Tallinna Tehnikaülikool, Inseneriteaduskond, Ehituse ja arhitektuuri instituut.

VE693 "Contribution of insulation material to the fire performance of timber buildings components (1.11.2014–1.07.2018)", Alar Just, Tallinna Tehnikaülikool, Tallinna Tehnikaülikool, Ehitusteaduskond, Ehitiste projekteerimise instituut, Ehituskonstruksioonide õppetool.

- uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A 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.

- uurimisrühma liikmete kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETISE klassifikaator 1.1, erandjuhul 3.1):

– Liblik, J.; Just, A. (2016). Performance of Constructions with Timber and Clay at Elevated Temperatures. *Energy Procedia, 96: Sustainable Built Environment Tallinn and Helsinki Conference SBE16 — Build Green and Renovate Deep*. Ed. J. Kurnitski. Elsevier, 717–728.

– Kervalishvili, A.; Talvik, I. (2016). Modified procedure for buckling of steel columns at elevated temperatures. *Journal of Constructional Steel Research*, 127, 108-119.

2.2 Loetelu uurimisrühma töötajate olulisematest sise- ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (töötaja nimi, allüksus ning tunnustus)

Katrin Nele Mäger, Eesti Teadusagentuuri üliõpilaste teadustööde riikliku konkursi diplom loodusteaduste ja tehnika valdkonnas 2016.

2.3 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (töötaja nimi, ametikoht ning otsustuskogu nimetus ja positsioon otsustuskogus).

2.4 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (töötaja nimi, allüksus ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetus).

Alar Just, dotsent, juhib töögruppi TC250 SC5 WG4 (Eurocode 5.Part 1-2. Fire design of timber structures). Töögrupis teevad koostööd SP Technical Research Institute of Sweden, ETH Zürich, Eesti Sisekaitseakadeemia, Eesti Päästeamet ja Tallinna Tehnikaülikool.

Alar Just, Lectures on timber structures in the Linneaus University and London City University were performed by.

Alar Just on COST FP1404 "Fire safe use of bio-based building materials" STSM koordinaator

### 3. nimetus eesti keeles: **Ehitusprotsessi uurimisrühm**

nimetus inglise keeles: **Building Lifecycle Research Group**

#### 3.1 uurimisrühma juhi nimi, ametikoht: **Irene Lill, professor**

uurimisrühma liikmed:

Roode Liias, professor

Lembi-Merike Raado, emeriitprofessor, teadur

Emlyn David Qivitoq Witt, dotsent

Tiina Nuuter, dotsent

Tiina Hain, teadur

Erki Soekov, lektor

Kuulo Mõisnik, lektor

Tanel Tuisk, lektor

Virgo Sulakatko, nooremteadur/doktorant

Eneli Liisma, assistent/doktorant

Abdulquadri Ade Bilau, doktorant

Viktorija Prilenska, doktorant

Ergo Pikas, doktorant

Margarita Leonova, doktorant

- uurimisrühma teadustöö ülevaade (kokku kuni 1,5 lehekülge eesti ja inglise keeles), sh:
  - teadustöö lühikirjeldus (tuua välja, millistele sisulistele uurimisvaldkondadele/-temaatikale on uurimisrühma T&A keskendunud)

Ehitusprotsessi uurimisrühma uurimistöö haarab kogu ehitise elutsükli, integreerides ehitusprotsessi ja selle väljundeid erinevate juhtimisstrateegiate, ehitustehnoloogiate ja kasutatavate ehitismaterjalidega ning ka kinnisvaraökonomika ja –haldamisega seotud probleemidega. Tegeletakse järgmiste teemadega:

- Multivariantsed juhtimisstrateegiate hindamise meetodid ehituses;
- Ehitusinfo modelleerimise (BIM) teemalised uuringud, arendustöö ja know-how;
- Ehitusmajanduse ja –juhtimise alased uuringud;
- Ehitiste eluea ja tehnilise seisukorra hindamisega seotud uuringud;
- Ehitatud keskkonna katastroofiresistentsuse alased uuringud;
- Ehitushariduse teemalised uuringud;

- Ehitusalane seadusloome, normatiivmaterjalid, standardid jne;
- põlevkivi töötlemisel saadavate erinevate tuhaliikide utiliseerimise võimalused ehitusmaterjalide tootmiseks;
- kaeveõõnte täitebetoonide väljatöötamine;
- hoonete renoveerimisel kasutatavate materjalisüsteemide omaduste uurimine ja kooskasutamise võimalused.

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.

Ehitusmaterjalide teadus- ja katselaboratooriumi isikuline koosseis, seadmed ja katsemetoodikad 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.

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 materials and standards for the Estonian construction industry;
- 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.

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.

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.
- uurimisgrupi T&A ühiskondlik mõjukus (seostatus aktuaalsete majanduse, keskkonna, ühiskondlike probleemide lahendamise)

Uurimisgrupi teadurid on ehitusvaldkonnas tunnustatud eksperdid.

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad märkimist väärivad teadustulemused

- loetelu uurimisrühma liikmete aruandeaastal juhitud olulisematest projektidest/lepingutest;

Edukalt on lõpetatud järgmised rahvusvahelised projektid:

The following international projects were completed successfully:

- CADRE: Collaborative Action towards Disaster Resilience Education. *Katastroofiresistentsus rahvusvahelisel kõrgharidusmaastikul;*
- BIMsummit Estonia – implementing BIM in the construction process. *BIM'i (ehitusinfo modellemise) rakendamine ehitusprotsessides.*
- Lep15049: Information requirements and quality assurance for BIM based maintenance. *Korrashoiu BIM ehitusteabe nõuete kirjeldamine ja kvaliteedi tagamine.*
- LMIN15120-Basic research on BIM regulation system II. *Ehitusinfo modelleerimise regulatsiooni süsteemi alusuuring II.*
- CBF and deSOx ashes as main constituents of the Portland oli shale cement type CEM II. *Põlevkivi keevkihi katla tuha ja deSOx tuha baasil valmistatava uue CEM II tsemendi retseptuuri väljatöötamine.*
- Content of MgO of the various cyclon ashes and oil shale used as solid fuel. *Uuringu teostamine MgO sisalduse määramiseks põlevkivis ja tsüklonituhas.*

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:

- 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.*
- Lep15064- Developing IPD procurement conception for RKAS (State Real Estate). *IPD kontseptsiooni arendamine RKASis.*
- BelInterBaltic: Intersections in built environment: promoting interdisciplinary higher education in the Baltic Sea Region. *Ehitatud keskkonna erinevad osad: interdistsiplinaarse kõrghariduse edendamine Balti mere piirkonnas;*

Alustati uue rahvusvahelise projektiga.

New international project started:



- uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest);
  - University of Huddersfield
  - University of Salford (UK)
  - Vilnius Gediminas Technical University (Lithuania)
  - Aalto University, Finland
  - TÜ (Tartu Ülikool)
  - KBFI (Keemilise ja bioloogilise füüsika instituut)
  - Eesti Energia AS
  - AS Kunda Nordic Tsement
  - RKAS
  - Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium jpt
- uurimisrühma liikmete kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETISE klassifikaator 1.1, erandjuhul 3.1):

Bilau, A. A.; Witt, E. (2016). An analysis of issues for the management of post-disaster housing reconstruction. *International Journal of Strategic Property Management*, 20, 265–276, 10.3846/1648715X.2016.1189975 .

Perera, S.; Lill, I. (2016). Investment in disaster resilience in the built environment. *International Journal of Strategic Property Management*, 20 (3), 221–223, 10.3846/1648715X.2016.1200691.

Uibu, Mai; Somelar, Peeter; Raado, Lembi-Merike; Irha, Natalja; Hain, Tiina; Koroljova, Arina; Kuusik, Rein (2016). Oil shale ash based backfilling concrete – Strength development, mineral transformations and leachability. *Construction and Building Materials*, 102 (1), 620–630, 10.1016/j.conbuildmat.2015.10.197.

- uurimisrühma liikmete (kaas)autorsuses ilmunud monograafiad (ETISE klassifikaator 2.1).

3.2 Loetelu uurimisrühma töötajate olulisematest sise- ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (töötaja nimi, allüksus ning tunnustus).

3.3 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (töötaja nimi, ametikoht ning otsustuskogu nimetus ja positsioon otsustuskogus).

- Prof Roode Liias - AECEFi juhatuse liige
- Emeriidots. 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.

3.4 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (töötaja nimi, allüksus ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetus).

3.5 Uurimisgrupis osalenud järeldoktorite ning TTÜ-st järeldoktorantuuri suundunud uurimisgrupi töötajate loetelu (nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste kui muude meetmete alusel näidates ära järeldoktori nime, päritolumaa ja asutuse, järeldoktorantuuri perioodi ning meetme, mille alusel järeldoktorit rahastatakse).

Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 nimetatud), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest vmt.

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).

#### 4. nimetus eesti keeles: **Liginullenergiahoonete uurimisrühm**

nimetus inglise keeles: **Nearly Zero Energy Buildings nZEB research group Research Group**

##### 4.1 uurimisrühma juhi nimi, ametikoht: **Jarek Kurnitski, hoonete energiatõhususe ja sisekliima professor**

uurimisrühma liikmed:

Targo Kalamees, ehitusfüüsika professor

Hendrik Voll, kütte ja ventilatsiooni professor

Francesco DeLuca, teadur/lektor

Endrik Arumägi, vanemteadur

Kalle Kuusk, vanemteadur

Dmitri Loginov, lektor

Martin Thalfeldt, ekspert

Marko Ründva, assistent

Peeter Parre, lektor

Laura Kadaru, projektiassistent

Peeter Linnas, laboriinsener

Raimo Simson, doktorant

Jevgeni Fadejev, doktorant

Alo Mikola, doktorant

Ülar Palmiste, doktorant

Anti Hamburg, doktorant

Kaspar Tennokese, doktorant

Aleksander Kovšikov, doktorant

Simo Ilomets, doktorant

Paul Klöseiko, doktorant

Üllar Alev, doktorant

Peep Pihelo, doktorant

Tuule Mall Kull, doktorant

- uurimisrühma teadustöö ülevaade (kokku kuni 1,5 lehekülge eesti ja inglise keeles), sh:

- teadustöö lühikirjeldus (tuua välja, millistele sisulistele uurimisvaldkondadele/-temaatikale on uurimisrühma T&A keskendunud)

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 metoodika 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 metoodikat 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 töörühmades, mille tulemusi ollakse rakendamas ka USA-s ja Jaapanis. Põhilised uurimisteemad: summaarse energiakasutuse metoodika ja kuluoptimaalsed energiatõhususe tasemed, liginullenergiahoonete tehnilised määratlused ja süsteemipiirid, fassaadide energiamajandus – küte, jahutus, elektervalgustus, päevavalgus ja maksumus, välisvarjestuse rakendused ja juhtimisalgoritmid büroohoonetes, kütte vajadus ja lahendused liginullenergiabüroohoonetes, 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.

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, daylight and energy analyses for industrial hall buildings, 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+.

- loetelu uurimisrühma liikmete aruandeaastal juhitud olulisematest projektidest/lepingutest;
- uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest);

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 kaksikprofessori.

In 2016 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.

- uurimisrühma liikmete kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETISE klassifikaator 1.1, erandjuhul 3.1):

Simson, R., Kurnitski, J., Maivel, M. (2016) Summer thermal comfort: compliance assessment and overheating prevention in new apartment buildings in Estonia. *Journal of Building Performance Simulation*, 2016. <http://dx.doi.org/10.1080/19401493.2016.1248488>

Thalfeldt, M.; Kurnitski, J.; Voll, H. (2016). Detailed and simplified window model and opening effects on optimal window size and heating need. *Energy and Buildings*, 127, 242–251, 10.1016/j.enbuild.2016.06.002.

Pihelo, P.; Kalamees, T. (2016). The effect of thermal transmittance of building envelope and material selection of wind barrier on moisture safety of timber frame exterior wall. *Journal of Building Engineering*, 6, 29–38, 10.1016/j.job.2016.02.002.

- uurimisrühma liikmete (kaas)autorsuses ilmunud monograafiad (ETISe klassifikaator 2.1).

4.2 Loetelu uurimisrühma töötajate olulisematest sise- ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (töötaja nimi, allüksus ning tunnustus).

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, TTÜ aasta teadlane 2015

Hendrik Voll, ehituse ja arhitektuuri instituut, 2015 Heinrich Laul noorteadlase stipendium

4.3 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (töötaja nimi, ametikoht ning otsustuskogu nimetus ja positsioon otsustuskogus).

- Jarek Kurnitski, professor, ETAG, hindamisnõukogu liige
- Jarek Kurnitski, professor, ETAG, loodus- ja tehnikateaduste ekspertkomisjoni liige
- Hendrik Voll, professor, Eesti Noorte Teaduste akadeemia ENTA liige

4.4 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (töötaja nimi, allüksus ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetus).

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, Vice-President of the REHVA (Federation of European Heating and Air-Conditioning Associations)

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, Chair of the REHVA Technology and Research Committee (TRC)

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, Member of the editorial board of Energy and Buildings

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, Member of the editorial board of the Journal of Building Physics

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, 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)

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, 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

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, Committee Member in CEN TC228 Heating Systems in Buildings WG4 Calculation methods and system performance and evaluation

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, Committee Member in CEN TC371 Project Committee – Energy Performance of Buildings project group WG1 EPBD Standards group

Jarek Kurnitski, ehituse ja arhitektuuri instituut, Expert in CEN TC156 Ventilation for Buildings WG21 Revision of calculation standards EN15241, 15242 and 15243, 2013-2015

Targo Kalamees, ehituse ja arhitektuuri instituut, Committee Member in International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB) W40 "Heat and moisture transfer in buildings"

4.5 Uurimisgrupis osalenud järeldoktorite ning TTÜ-st järeldoktorantuuri suundunud uurimisgrupi töötajate loetelu (nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste kui muude meetmete alusel näidates ära järeldoktori nime, päritolumaa ja asutuse, järeldoktorantuuri perioodi ning meetme, mille alusel järeldoktorit rahastatakse).

Martin Thalfeldt, Norra, Norwegian University of Science and Technology, 9/2016-9/2018, NTNU meede

5. nimetus eesti keeles: **Konstruksiooni- ja vedelikumehaanika uurimisrühm**

nimetus inglise keeles: **Mechanics of Fluids and Structural Research Group**

### 5.1 uurimisrühma juhi nimi, ametikoht: **Aleksander Klauson, professor**

uurimisrühma liikmed:

Ivar Annus, vanemteadur,

Aleksander Kartušinski, vanemteadur,

Kristjan Tabri, vanemteadur,

Sergei Tisler, vanemteadur,

Anatoli Vassiljev, vanemteadur,

Janek Laanearu, dotsent,

Hendrik Naar, dotsent,

Andres Braunbrück, lektor,

Andrus Räämet, külalislektor,

Toomas Liiv, lektor,

Raido Puust, lektor,

Katrin Kaur, insener/doktorant,

Monika Kollo, insener/doktorant,

Mikro Mustonen, insener/doktorant,

Nils Kändler, nooremteadur/doktorant,

Gertu Margus, tehnik/magistrant.

- uurimisrühma teadustöö ülevaade (kokku kuni 1,5 lehekülge eesti ja inglise keeles), sh:
  - teadustöö lühikirjeldus (tuua välja, millistele sisulistele uurimisvaldkondadele/-temaatikale on uurimisrühma T&A keskendunud)

Uurimisrühm töötab kolmel teadussuunal (T):

T1: Hüdraulilistes süsteemides riski ja energiakulu vähendamine;

T2: Laevakonstruktsioonide piirseisundi analüüs;

T3: Struktuuritervikluse ja keskkonna akustilise välja informatsioon.

T1: 2016 aasta teadustöö raames analüüsiti hüdrauliliste süsteemide energiatarbimist. Selleks töötati välja uudne algoritm, millega tagatakse, et paralleelselt ühendatud sagedusmuunduriga varustatud pumbad töötavad tootja poolt antud suurima kasuteguri piirkonnas. Kompleksne optimeerimisülesanne, mis tagaks maksimaalse pumpla koguefektiivsuse ning minimaalse energiatarbe, lahendati TTÜ-s välja arendatud optimeerimistarkvaraga, mis põhineb Levenberg–Marquardt'i algoritmil. Optimeerimistarkvara saab muuhulgas kasutada, et hinnata töötavate pumpade optimaalset arvu. 2016 aastal parendati ühemõõtmelisi mudeleid, mille abil on võimalik hinnata veesamba liikumise kiirust, pikkust ja asukohta torude kiire täitmise ja tühjendamise korral. CFD rakenduste abil analüüsiti mitmefaasilise voolamise dünaamikat Tallinna sademeveesüsteemis. Vedeliku voolamise dünaamikat uuriti eksperimentaalselt ja numbriliselt järsult muutuva läbimõõduga torus. Näidati, et keerulise piirde geomeetria puhul ei suuda standardsed CFD lahendused kirjeldada vedeliku voolamise dünaamikat.

T2: Töötati välja mudel hindamaks laeva siseseina purunemist laevade kokkupõrkel. Uuriti ka kari mudelite mõju tankeri vigastustele. Vigastatud laeva piirkoormuse arvutamiseks töötati välja meetod, mis võimaldaks arvestada vigastustest tingitud avade ja tühimike mõju laeva globaalsele tugevusele. Meetod põhineb seotud talade meetodil, mis võimaldab kiiremat vigastuste mõju hindamist tugevusele võrreldes lõplike elementide meetodiga. Selleks võeti kasutusele tükati pidevad koordinaatfunktsioonid, mis võimaldavad paremini kirjeldada laevakerest tekkivaid siirdeid ka konstruktsioonelementide ebajätkuvuse korral. Seotud talade meetodi valideeriti 3D lõplike elementide meetodiga. Selleks analüüsiti kolme varieeruvate avade ja geomeetriaga plaatkonstruktsiooni käitumist paindel.

T3: Merestrategia raamidirektiiv nõuab, et EL liikmesriigid saavutaks hea keskkonnaseisundi Euroopa meredes. Indikaator mis käsitleb ümbritseva allvee müra taset soovitab mõõtmiste ja heli levi

modelleerimise kombineeritud kasutamist kui väga tõhusat viisi allvee müra taseme ja trendi määramiseks kõikides huvi pakkuvates sagedusribades. Tavaliselt on üksik laev modelleeritud monopooli või dipooli allikana mille suunadiagramm on konstantne. Detailsem uuring laeva poolt genereeritud müra nurgadiagrammi täpsemaks määramiseks võib oluliselt parandada modelleerimise tulemusi. On näidatud, et on võimalik määrata laeva allika võimsust ka madala vee tingimustel, kasutades selleks allvee heli salvestisi, kui saab rakendada täpset helilevi mudelit ning laevaliikluse informatsiooni andmeid(AIS).

The research group is working on three main topics:

T1. Reduction of risks and energy consumption in hydraulic systems;

T2. Limit state analysis of ship structures;

T3. Acoustic field information on structural integrity.

T1: The reduction of energy consumption in hydraulic systems was analysed. A novel algorithm was developed that ensures variable speed pumps (VSPs) working in parallel to run close to the best efficiency point (BEP) provided by the pump manufacturer. The complex optimization task to maximize the total efficiency of the pump system and thereby minimize energy consumption was solved with the customized optimization software using the Levenberg–Marquardt algorithm (LMA). The optimization software can also be used to estimate the optimal number of working pumps.

An improved 1D models were developed to predict the velocity, length and position of the liquid column in the rapid emptying and filling of pipelines. Multiphase flow dynamics in a large-scale inverted siphon in Tallinn storm water system was investigated using CFD (Computational Fluid Dynamics). Experimental and numerical studies of flow dynamics in a pipe with sudden change in diameter were conducted. It was shown that the out-of-the-box CFD solutions fail to predict the real flow dynamics in case of complex geometry.

T2: A model was developed to the inner hull failure in ship-ship collisions. The relevancy of the mathematical models in describing the bottom shapes was investigated. A method for the assessment of residual strength of a ship hull damaged in grounding or collision accidents was developed. The strength assessment is based on a coupled beam method that allows time-efficient analysis compared to the finite element approach. New piecewise continuous coordinate functions were implemented to CB method in order to describe the local structural discontinuities more accurately. Three simplified plated structures were analyzed in order to validate the CB-method with new functions against the three-dimensional FE-method.

A development of the method for the assessment of residual strength of a ship hull damaged in grounding or collision accidents was initiated by adding the option to account for the openings in ship structures. The strength assessment is based on a coupled beam method that allows time-efficient analysis compared to the finite element approach. New piecewise continuous coordinate functions were implemented to CB method in order to describe the local structural discontinuities more accurately. Three simplified plated structures were analyzed in order to validate the CB-method with new functions against the three-dimensional FE-method. This validation was presented in PRADS 2016 conference.

T3: The Marine Strategy Framework Directive (MSFD) requires that European Member States develop strategies for achieving or maintaining Good Environmental Status (GES) in the European seas. For the indicator concerning the ambient underwater noise, a combined use of measurements and modelling is considered a very effective way to ascertain the levels and trends of underwater noise in the relevant frequency bands. Ordinarily an individual ship is modelled as a monopole or dipole sound source with the constant angular distribution. Close studies of the spatial distribution of sound radiation from individual ships would further improve the modelling. It was shown that it is possible to calculate the source level based on ship noise recordings in shallow water, if modelling is accurate and AIS data is available.

- uurimisgrupi T&A ühiskondlik mõjukus (seostatus aktuaalsete majanduse, keskkonna, ühiskondlike probleemide lahendamisega)
- aruandeaastal saadud kõige olulisemad märkimist väärivad teadustulemused
- loetelu uurimisrühma liikmete aruandeaastal juhitud olulisematest projektidest/lepingutest;

IUT19-17 "Dünaamilised protsessid hüdraulilistes võrkudes, merekonstruktsioonides ja –keskkonnas“

VEU15015 "Strategic and Operational Risk Management for Wintertime Maritime Transportation System"

VIR15034 "Pilot watersheds as a practical tool to reduce the harmful inflows into the Baltic Sea."

Lõppenud:

VEU570 "Baltic Sea information on the acoustic soundscape (BIAS)"

EMP230 "Kahefaasiliste kanal-vooluste modelleerimine DNS ja 3D Reynoldsi nihkepingete meetoditega, arvestades osakestevahelisi pörkeid ja võimalikud rakendused"

- uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest);
  - NTNU, Dept. of Engineering Design and materials, Prof. A. Echtermeyer
  - Univ. le Havre, LOMC, Assoc. Prof. F. Leon.
  - FOI, Sweden, Prof. P.Sigray
  - Satakunta University of Applied Science (SAMK)
  - Riga Technical University (RTU)
  - Eindhoven University of Technology
  - Heriot-Watt University
  - Aalto Ülikool
  - TUHH (Hamburg)
- uurimisrühma liikmete kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETISE klassifikaator 1.1, erandjuhul 3.1):

Koor, M; Vassiljev, A.; Koppel, T. (2016). Optimization of pump efficiencies with different pumps characteristics working in parallel mode. *Advances in Engineering Software*, 101, 69–76, 10.1016/j.advengsoft.2015.10.010.

Sormunen, O.-V.E.; Kõrgesaar, M.; Tabri, K.; Heinvee, M.; Urbel, A.; Kujala, P. (2016). Comparing rock shape models in grounding damage modelling. *Marine Structures*, 50, 205–223, 10.1016/j.marstruc.2016.07.004.

Sigray, P.; Andersson, M.; Pajala, J.; Laanearu, J.; Klauson, A.; Tegowski, J.; Boethling, M.; Fischer, J.; Tougaard, J.; Wahlberg, M.; Nikolopoulos, A.; Folegot, T.; Matuschek, R.; Verfuss, U. (2016). BIAS: A Regional Management of Underwater Sound in the Baltic Sea. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1015–1023.

- uurimisrühma liikmete (kaas)autorsuses ilmunud monograafiad (ETISE klassifikaator 2.1).

5.2 Loetelu uurimisrühma töötajate olulisematest sise- ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (töötaja nimi, allüksus ning tunnustus).

Ivar Annus, TTÜ Arengufondi H. Laulu nimeline Nordeconi noore teadlase/õppejõu stipendium

5.3 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (töötaja nimi, ametikoht ning otsustuskogu nimetus ja positsioon otsustuskogus).

- Aleksander Klauson, professor, TG-Noise, Eesti esindaja
- HELCOM Pressure group Klauson, Laanearu (ekspert)
- Kristjan Tabri, ISSC (International Ship and Offshore Structures Congress) Eesti korrespondent
- Ivar Annus, Projekti "Piloovvesikonnad kui praktilised tööriistad vähendamaks kahjulike ainete sissevoolu Läänemeresse" juhtkomitee liige

5.4 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (töötaja nimi, allüksus ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetus).

5.5 Uurimisgrupis osalenud järel doktorite ning TTÜ-st järel doktorantuuri suundunud uurimisgrupi töötajate loetelu (nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste kui muude meetmete alusel näidates ära järel doktori

nime, päritoluma ja asutuse, järeldoktorantuuri perioodi ning meetme, mille alusel järeldoktorit rahastatakse).

Madis Rattassep, Nanyangi Tehnoloogiaülikool Singapur, 2015-2017.

6. nimetus eesti keeles: **Teedehituse ja geodeesia uurimisrühm**

nimetus inglise keeles: **Road Engineering and Geodesy Research Group**

6.1 uurimisrühma juhi nimi, ametikoht: **Artu Ellmann, professor**

uurimisrühma liikmed:

Juhan Idnurm, professor,

Andrus Aavik, dotsent,

Kristjan Lill, nooremteadur/ doktorant, teede ja liikluse teadus- ja katselaboratooriumi juhataja kt.,

Karli Kontson, doktorant,

Silver Siht, lektor;

Ain Kendra, lektor,

Luule Kaal, lektor,

Inna Romandi, lektor,

Arto Lille, lektor,

Harri Rõuk, lektor,

Nelli Ustinova, lektor

Tiit Metsvahi, projektispetsialist,

Sander Sein, lektor, doktorant,

Kalev Julge, nooremteadur/doktorant,

Silja Märdla, nooremteadur/doktorant,

Tarvo Mill, doktorant,

- uurimisrühma teadustöö ülevaade (kokku kuni 1,5 lehekülge eesti ja inglise keeles), sh:
  - teadustöö lühikirjeldus (tuua välja, millistele sisulistele uurimisvaldkondadele/-temaatikale on uurimisrühma T&A keskendunud)

Peamised teadus- ja arendusprojektid 2016. aastal:

- 2014-2016 ehitatud Tallinna tänavate katendite ja tehnovõrkude kaevukonstruksioonide deformatsioonide, kulumise ja muude ekspluatatsiooniliste omaduste monitooring kasutades laserskaneerimist eesmärgiga hinnata Tallinna tänavate katendi- ja kaevukonstruksioone lähtudes kohalikest liiklus-, geoloogilistest ja hüdroloogilistest tingimustest ja koostada kasutatavate teehitusmaterjalide nõuete spetsifikatsioon;
- Elastsete teekatendite arvutamise meetodika arendamine: juhendi 2001-52 (sh KAP programmi) täiendamine; lähinaabrite (Leedu, Saksa, Iiri, Rootsi, Läti) katendiarvutusmeetodikate teaduslik analüüs ja võrdlusarvutused (sh majanduslikud) Eestis kehtiva meetodikaga; ettepanekud, millisel määral tasub Eesti meetodikat edasi arendada või siis millise riigi meetodikaga ja mismoodi perspektiivselt liituda;
- Liikluse kasvu ja selle mõju analüüs, liiklusohutus (liiklusohutuse auditeerimine, teedevõrgu mõju- ja ohutusanalüüsid jne);
- Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maantee Võõbu katseseksioonide geodeetiline jätkumonitoring ja teaduslik analüüs. Uuringute üldeesmärgiks on välja selgitada turbavälju ületavatele Tallinn-Tartu maanteelõikudele parim tehniline lahendus. Erinevatele ehitustehnoloogiate sobivusele antakse hinnang geodeetilise monitooringu lõpptulemustest lähtuvalt;
- Vana Särevere silla koormuskatsetused ja teadusliku analüüsid ning hüdroisoleerivate betoonide ja betoonpinna hüdrofoobsete pinnakaitsevahendite teaduslik uuring – analüüs;



- Analüüs N. Liidu aegsete tüüpsildade kandevõime viimiseks vastavusse euronõuetega koos võimalike tugevdamise lahendustega.
- Läänemere piirkonna geodimudeli (NKG2015) arvutustööde (koostöös Põhja- ja Baltimaade geodeetidega, kusjuures TTÜ oli üheks arvutuskeskuseks) tulemuste valideerimine;
- Jätkuv osalemine Eesti teaduse infrastruktuuride teekaardi objektis Eesti Keskkonnaobservatoorium, mis on Eesti teadusasutuste poolt ühiselt rendatav keskkonnauuringute eksperimentaaljaamade võrgustik – integreeritud välilaborite ja automaatjaamade süsteem, mida toetab geomaatika ja geoinformaatika teaduslabor. Keskkonnaobservatoorium keskendub maismaa- ja veeökosüsteemide ning adaptatsiooni küsimustele seoses globaalsete muutuste ja inimõjuga, eeskätt ökosüsteemide elurikkuse ja produktiivsuse muutustele. TTÜ geomaatika ja geoinformaatika teaduslabori tegevus haakub Keskkonnaobservatooriumi eesmärkidega.
- Läänemere veeteede hüdrograafiliste mõõdistuste lõpuleviimise eesmärgil geodeetilise infrastruktuuri parenduste väljatöötamine (sh. raskuskiirenduse anomaaliate andmebaasi loomine ja valideerimine, geodimudeli arvutused, keskmise meretaseme modelleerimine, GNSS-profiilidega geodimudeli valideerimine merealadel);
- Liikuvplatvormile paigaldatavate ruumiandmete kogumise seadmete kooskasutuse ning andmetöötuse tehnoloogilise lahenduse väljatöötamine;
- Betoonkatendiga teelõigu konstruktsioonipindade terrestrilise laserskaneerimise uurimistöö, eesmärgiks valminud/viimistletud katenditüüpide laserskaneerimine ja võrdlus projektväärtustega võimalike erinevuste tuvastamiseks ja InfraBIM-i sisestamiseks.

#### Main topics of research and development projects in 2016:

- Monitoring of deformation, wearing and other exploatational properties of pavement and manhole structures of Tallinn city streets, constructed in 2014-2016, using laser scanning technology for the evaluation of pavement structures properties based on the actual traffic load, geological and hydrological conditions of Tallinn and to develop a specification of requirements for road construction materials.
- Development of the methodology of pavement design: input for the development of the Estonian Pavement Design Manual 2001-52 (incl. KAP software); scientific analysis of pavement design methodology of nearby neighbors (Lithuania, Latvia, Sweden, Germany, Ireland) and parallel calculations (incl. economical) with the Estonian methodology; suggestions in what extent it is reasonable to develop further Estonian methodology or which methodology of the neighboring country can be overtaken in the future (justified technically and economically).
- 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.
- Särevevere old bridge's load tests and scientific analysis, and waterproofing concrete and concrete surface hydrophobic protection's scientific study, the analysis stage
- Analysis of Soviet-time typical reinforced concrete bridges to increase their load capability to correspond to European requirements, including strengthening of bridges.
- Quality analysis of the new geoid model (NKG2015) for the Baltic Sea region, which was elaborated in co-operation in-between Nordic and Baltic countries, whereas TUT's geodesy chair acted as a NKG computing center.
- Continued 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 Estonian Environmental Observatory.

- Development of geodetic infrastructure (e.g. establishment/validation of gravity databases, geoid modelling computations; mean sea surface modelling; studies of shipborne GNSS to evaluate geoid models at sea) for finalizing hydrographic surveys in the Baltic Sea
- Development of technological solutions for combining different spatial data acquisition sensors in a mobile platform and corresponding data processing
- Laser scanning research with relevance to concrete road construction experiments, with relevance to optimization of as-built survey results to be entered into InfraBIM
- uurimisgrupi T&A ühiskondlik mõjukus (seostatus aktuaalsete majanduse, keskkonna, ühiskondlike probleemide lahendamise)ga)

Uuringud on peamiselt seotud Eesti Transpordi Arengukavas 2014-2020, Maanteehoiu Arengukavas 2014-2020 ja üleriigilises planeeringus Eesti 2030+ püstitatud transpordi-, teede- ja liiklusohutuslaste eesmärkide saavutamise, mille tulemusena toimuks teedevõrgu keskkonnasäästlik arendamine ja liiklusohutuse parandamine.

Research areas are mainly connected with the tasks, concerning transport, roads and traffic safety, determined by the Estonian Transport Development Plan for 2014-2020, State Roads Management Plan for 2014-2020 and with the state master plan Estonia 2030+ aiming environmentally friendly road network development and traffic safety improvement.

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad märkimist vääriivad teadustulemused
- Arendatud elastsete teekatendite arvutamise meetodikat.
- Analüüsitud Tallinn-Tartu-Võru-Luhamaa maantee turbapealsete katseseksioonide geodeetiline monitooringu tulemusi, hinnatud erinevate ehitustehnoloogiate sobivust.
- Läänemere piirkonna uue geoidimudeli (NKG2015) kasutuselevõtuks analüüsimine.
- Ruumiandmete kogumise uudsed meetodid välja töötatud ja testitud.
- Development of the methodology of pavement design.
- Analysis of geodetic monitoring results at the Võõbu road construction test sites, validation of various road construction technologies.
- Suitability of a new Baltic Sea region geoid model (NKG2015) analysed for the usage in engineering applications.
- New spatial data acquisition methods elaborated and tested.
- loetelu uurimisrühma liikmete aruandeaastal juhitud olulisematest projektidest/lepingutest:

Lep16032 Elastsete teekatendite arvutamise meetodika arendamine;

VEU16013 FAMOS Odin - Läänemere veeteede hüdrograafiliste mõõdistuste lõpuleviimine;

Lep16027 Liikuvplatvormile paigaldatavate ruumiandmete kogumise seadmete kooskasutuse ning andmetöötamise tehnoloogilise lahenduse väljatöötamine;

Lep16062 Paldiski maantee Järveotsa tee ja Järvekalda tee vahelise betoonkatendiga teelõigu konstruktsioonipindade terrestriilise laserskaneerimise uurimistöö;

Lep15087 Vana Säreveere silla koormuskatsetused ja teadusliku analüüsid ning hüdroisoleerivate betoonide ja betoonpinna hüdrofoobsete pinnakaitsevahendite teaduslik uuring.

- uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest):
  - Vilnius Gediminas Technical University, Faculty of Environmental Engineering, Department of Roads, Leedu – doktoritöö kaasjuhendamine;
  - Minho University (Campus de Azurem, Guimaraes, Portugal), – maanteerajatiste kvaliteedinõuete standardiseerimine;

- Tallinna Tehnikakõrgkool, ehitusteaduskond, rajatiste õppetool – koostöö erinevates teekatendite uuringutes ja sillakatsetustes;
  - AS Teede Tehnokeskus – koostöö erinevates teekatendite uuringutes;
  - Rootsi Maamõõduamet (Lantmäteriet) – koostöö geoidi modelleerimises;
  - Taani Tehnikaülikool – meregravimeetriselised mõõdistamised geoidi modelleerimiseks merealadel
  - AS Reach-U - koostöö liikuvplatvormile paigaldatavate ruumiandmete kogumise seadmete kooskasutuse ning andmetöötluse tehnoloogilise lahenduse väljatöötamiseks
- uurimisrühma liikmete kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETISE klassifikaator 1.1, erandjuhul 3.1);

Lõhmus, H; Ellmann, A; Märdla, S; Idnurm, S (2016). Terrestrial laser scanning for the monitoring of bridge load tests – two case studies. Survey Review, 49. xxx–xxx [ilmumas].

Julge, K.; Ellmann, A.; Vajakas, T.; Kolka, R. (2016). Initial tests and accuracy assessment of a compact mobile laser scanning system. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (633–638). XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic: Copernicus publications. (ISPRS Commission I, ICWG I/Va ).

Ellmann, A.; Oja, T.; All, T.; Jürgenson, H.; Kall, T.; Liibus, A. (2016). Raskuskiirenduse anomaalvälja ja geoidi mudelpinna täpsustamine Eestis. Post, P.; Järvet, A.; Tammiksaar, E. (Toim.). Publicationes Geophysicales Universitatis Tartuensis (152–164). Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus

- uurimisrühma liikmete (kaas)autorsuses ilmunud monograafiad (ETISE klassifikaator 2.1).

6.2 Loetelu uurimisrühma töötajate olulisematest sise- ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (töötaja nimi, allüksus ning tunnustus).

6.3 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (töötaja nimi, ametikoht ning otsustuskogu nimetus ja positsioon otsustuskogus).

6.4 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (töötaja nimi, allüksus ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetus).

Artu Ellmann, ehituse ja arhitektuuri instituut, International Association of Geodesy, Eesti korrespondentliige.

6.5 Uurimisgrupis osalenud järel doktorite ning TTÜ-st järel doktorantuuri suundunud uurimisgrupi töötajate loetelu (nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste kui muude meetmete alusel näidates ära järel doktorit nime, päritolumaa ja asutuse, järel doktorantuuri perioodi ning meetme, mille alusel järel doktorit rahastatakse).

## 7. nimetus eesti keeles: **Vee- ja keskkonnatehnika uurimisrühm**

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

### 7.1 uurimisrühma juhi nimi, ametikoht: **Karin Pachel, professor**

uurimisrühma liikmed:

Arvo Iital, professor,

Enn Loigu, professor,

Alvina Reihan, dotsent

Viktoria Voronova, lektor,

Kristjan Piirimäe, teadur,

Kati Roosalu, teadur/doktorant,

Marija Klõga, assistent/doktorant,

Argo Kuusik, assistent/ doktorant,

Erki Lember, doktorant, nooremteadur,  
 Valdu Suurkask, lektor,  
 Olev Sokk, insener,  
 Jaak Jaaku, insener,  
 Katrin Kuslap, insener,  
 Aare Kuusik, doktorant,  
 Hakan Berber, doktorant,  
 Monica Vilms doktorant,  
 Hanna-Lii Kupri, doktorant,  
 Bharat Maharjan, doktorant,  
 Vallo Kõrgmaa, doktorant.

- uurimisrühma teadustöö ülevaade (kokku kuni 1,5 lehekülge eesti ja inglise keeles), sh:
  - teadustöö lühikirjeldus (tuua välja, millistele sisulistele uurimisvaldkondadele/-temaatikale on uurimisrühma T&A keskendunud)

Teadusuuringuid arendatakse järgmistes suundades:

- Säätsev veevarude haldamine ja vee kvaliteet. Jõgede insenerhüdrooloogilised uuringud. Kliima muutused ja mõju vee kvantiteedile ja kvaliteedile. Üleujutused ja põuad.
- Vee kvaliteeti mõjutavate survetegurite uuringud. Veekvaliteedi kujunemise seaduspärasused nii looduslikes kui ka erineva inimõju tingimustes.
- Jõgede reostuskoormuse alased uuringud. Veekaitsemeetmed. Innovatiivsed veeseire tehnoloogiad (veeseire sensorid, automaatsed süsteemid). Hajukoormuse uuringud ja vähendamise meetmed.
- Urbaniseerunud keskkonna, asula veevõrk (tarbevesi) ja kanalisatsioon (heitvesi, reovesi, sademevesi), sh välistorustik, hoonete sisevõrgud, vee- ja kanalisatsiooni puhastusseadmed, puhastusprotsesside optimeerimine, insenertehnilised säästlikud lahendused ja tehnoloogiad, uuringud projekteerimise ja ehitamise täiustamiseks. Ravimijäägid ja raskmetallid asulate reovees ja reoveesettes ning vastavate puhastustehnoloogiate välja töötamine. Reoveesette väärindamine.
- Jäätmekorraldus. Jäätmekäitlus. Saastunud pinnas. 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/kasitusala/L057.pdf>), analüüsitakse pinna-, põhja-, reo- ja heitvee, sh sademevee kvaliteedinäitajaid.

<https://www.ttu.ee/instituut/ehituse-ja-arhitektuuri-instituut/laborid-ja-teenused-10/veekvaliteedi-teadus-ja-katselaboratoorium-3/>

Pakume kaasabi ettevõtete keskkonnaprobleemide uurimisel ja lahendamisel, nõustamist, ekspertiise, sh.:

- vee – ja reoveepuhastuse alane nõustamine,
- keskkonna ainebilansid,
- olelusringi analüüs,
- keskkonnamõju hindamine,
- ettevõtte konfidentsiaalne keskkonnaaudit,
- tootearendus.

Viimastel aastatel oleme nõustanud Estonian Cell AS haavapuitmassi tehast, Horizon Tselluloosi ja Paberi AS, Saku Õlletehast, VKG Viru Keemia Grupp ja vee-ettevõtteid üle Eesti (Kärdla Vesi, Kõue Varahaldus, jt).

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:

- 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.
- Studies on pressures having impact on water quality. Regularities in water quality formation in both natural conditions as well as under various anthropogenic impacts.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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, two engineers (chemical analysts) are employed.

We provide assistance in the investigation and solving of enterprises environmental problems, consulting, expertise, including:

- Water - and sewage treatment consulting,
- Environmental mass balance,
- Life Cycle Analysis,
- Environmental Impact Assessment,
- Enterprises confidential environmental audit,
- Product development.

In recent years, we have advised AS Estonian Cell aspen pulp factory Horizon Pulp and Paper Ltd., Saku Brewery, VKG Viru Keemiagrupp and water companies all over Estonia (Kärdla Water, Kõue Varahaldus, etc.).

- uurimisgrupi T&A ühiskondlik mõjukus (seostatus aktuaalsete majanduse, keskkonna, ühiskondlike probleemide lahendamiseks)

Wastewater related legislative documents (Estonian Government Regulation no. 99 on Wastewater and Stormwater Management Requirements, Regulation of the Minister of the Environment no. 30 on Sampling Methods) amendment based on small wastewater treatment plants and stormwater systems research.

- aruandeaastal saadud kõige olulisemad märkimist väärivad teadustulemused

- loetelu uurimisrühma liikmete aruandeaastal juhitud olulisematest projektidest/lepingutest;

BONUS - Microalgae vetikakultuuride kasutamine reostuskoormuse tulupõhiseks kontrolliks ja tootmise arendamiseks (Cost efficient algal cultivation systems – a source of emission control and industrial development);

BalticFlows - Sademevee seire ja korraldus Läänemere valgalal;

VillageWaters – Hajaasustusalade reostuskoormuse vähendamine: Läänemere külad pilootobjektinaAS;

Mustoja valgala veekvaliteedi, reostuskoormuse ja sademevee äravoolu uuring, KIK14150.

- uurimisrühma liikmete koostöö teiste T&A asutuste ja ettevõtetega (sh välisriikidest);
  - Estonian University of Life Sciences: Assessment on pollution load on field plot, field and catchments scale and transformation of nutrients,
  - BIOFORSK Norway: monitoring and research on factors determining pollution load and surface water quality in agriculture dominated catchments.
  - Finnish Environment Institute (SYKE): Policy Actions and Investments in Sustainable Solutions in Agriculture to control pollution load
  - Turku University of Applied Science, sustainable utilisation of waste and industrial non-core materials, stormwater management
  - Hamburg University, stormwater management
  - Estonian Ministry of the Environment – water and environment related legislation and research
  - Enterprises – research for problems solution
  - Estonian Waterworks Association – water and wastewater legislation, technical and technological solutions
  - Estonian Centre for Standardisation Technical Committee EVS/TK48 Water and Wastewater Engineering- National Standards: EVS 848:2013 Sewer systems outside buildings; EVS 846:2013 Draining system inside buildings; EVS 835:2014 Water supply systems inside buildings; EVS 921:2014 Water supply systems outside buildings; EVS 847-2: 2016 Waterworks. Part 2: Water purification
- uurimisrühma liikmete kuni 3 olulisemat aruandeaastal ilmunud artiklit (ETISE klassifikaator 1.1, erandjuhul 3.1);

Rebane, K.; Reihan, A. (2016). Promoting building materials that have lower embodied carbon and energy in public procurements: experience from Estonia. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 27 (6), 722–739

Kuusik, A.; Pachel, K.; Kuusik, A.; Loigu, E. (2016). Assessment of landfill wastewater pollutants and efficiency of different treatment methods. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences*, 65 (4), 452–471,

Maharjan, B.; Pachel, K.; Loigu, E. (2016). Towards effective monitoring of urban storm water for better design and management. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 65 (3), 176–199,

- uurimisrühma liikmete (kaas)autorsuses ilmunud monograafiad (ETISE klassifikaator 2.1).

7.2 Loetelu uurimisrühma töötajate olulisematest sise- ja välisriiklikest T&A-ga seotud tunnustustest (töötaja nimi, allüksus ning tunnustus).

Enn Loigu, 2016, TTÜ Mente et Manu medal; Mente et Manu medal of TTÜ

7.3 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on riiklike T&A-ga seotud otsustuskogude liikmed (töötaja nimi, ametikoht ning otsustuskogu nimetus ja positsioon otsustuskogus).

- Enn Loigu, professor, Keskkonnaministeeriumi Veemajanduse Korraldamise Komisjoni liige; professor, Water Management Commission of Estonian Ministry of the Environment, member
- Enn Loigu, professor, Eesti-Vene piiriveekogude keskkonnaseire ja teadusuuringute töörühma liige; professor, Member of scientific research and environmental monitoring of Estonian-Russian transboundary water bodies
- Enn Loigu, professor, Eesti Geofüüsika Komitee liige; Member of Estonian Geophysics Committee
- Karin Pachel, professor, Eesti Veevarustuse ja Kanalisatsiooni Inseneride Selts EVKIS volikogu liige; professor, Estonian Association of Water Supply and Wastewater Engineers Council member
- Karin Pachel, professor, Eesti Standardikeskuse tehniline komitee EVS/TK48 Vee- ja kanalisatsioonitehnika, liige; professor, Estonian Centre for Standardization Technical Committee on Water and Wastewater Engineering, member

- Karin Pachel, professor, Eesti Vee-ettevõtete Liidu (EVEL) reoveepuhastite kompetentsi töörühm (RVPT), liige; Estonian Waterworks Association Wastewater Treatment Plants Competence Working Group member
- Karin Pachel, professor, Eesti Veeühing, juhatuse liige; Estonian Water Association, board member
- Karin Pachel, professor, Veeuringut teostavate proovivõtjate atesteerimiskomisjoni liige; professor, Water Sampling Personnel Evaluation Commission member

The team members are involved as Editorial Board members, guest editors and external reviewers of several scientific journals and as members of the scientific committee for several international and national research conferences.

7.4 Loetelu uurimisgrupi liikmetest, kes on välisriikide akadeemiate ja/või muude oluliste T&A-ga seotud välisorganisatsioonide liikmed (töötaja nimi, allüksus ning välisakadeemia või muu olulise T&A-ga seotud välisorganisatsiooni nimetus).

Arvo Iital, ehituse ja arhitektuuri instituut, European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), member

Enn Loigu, ehituse ja arhitektuuri instituut, Nordic Association for Hydrology, European Freshwater Research Organisation (EurAqua), Estonian representative

Enn Loigu, ehituse ja arhitektuuri instituut, Member of international jury the Baltic Sea Farmeren of the Year Award

Enn Loigu, ehituse ja arhitektuuri instituut, National member of IAHS

7.5 Uurimisgrupis osalenud järeldoktorite ning TTÜ-st järeldoktorantuuri suundunud uurimisgrupi töötajate loetelu (nii ETIS-e kaudu esitatud taotluste kui muude meetmete alusel näidates ära järeldoktori nime, päritolumaad ja asutuse, järeldoktorantuuri perioodi ning meetme, mille alusel järeldoktorit rahastatakse).

Soovi korral esitatakse muu informatsioon aruandeaasta T&A kohta, sh saadud T&A-ga seotud tunnustused (va punktis 2.2 nimetatud), ülevaade teaduskorralduslikust tegevusest, teadlasmobiilsusest vmt.

Välisdoktorant Bharat Maharjan kaitses 2016 detsembril oma doktoritööd teemal „Sademevee äravool ja kvaliteet suure linna valgatal Tallinna näitel“

PhD student from abroad, Bharat Maharjan, defended in December 2016. Thesis topic is „Stormwater Quantity and Quality of Large Urban Catchment in Tallinn“