



# **TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOOLI TOIMETISED NR 19**

**2015**

## SISUKORD

<b>Anne Kraav</b> (MSc, Tallinna Tehnikakõrgkooli dotsent) <b>Teadus-, arendus- ja loometegevus Tallinna Tehnikakõrgkoolis</b> ..... 5 <b>Research, Development and Creative Activities at TTK University of Applied Sciences</b> ..... 10
<b>Enno Lend</b> (PhD, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor) <b>Logistika- ja transpordiühendusala uuringud TTKs</b> ..... 12 <b>Research Conducted on Logistics and Transport Connections at TTK University of Applied Sciences</b> ..... 20
<b>Anti Hamburg</b> (MSc, Tallinna Tehnikakõrgkooli lektor) <b>Leena Paap</b> (MSc, Tallinna Tehnikakõrgkooli lektor) <b>Jüri Tamm</b> (Tallinna Tehnikakõrgkooli lektor) <b>Ehitusfüüsikaalased uuringud Tallinna Tehnikakõrgkoolis 2001–... ..</b> 21 <b>Research Conducted on Building Physics at TTK University of Applied Sciences Since 2001</b> ..... 35
<b>Jaan Rohusaar</b> (PhD, Tallinna Tehnikakõrgkooli emeriitprofessor) <b>Ratsionaalsetest teraskonstruksioonidest</b> ..... 36 <b>About Efficient Steel Structures</b> ..... 50
<b>Toomas Pihl</b> (PhD, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor) <b>Pindamistehnoloogia Tallinna Tehnikakõrgkoolis aastatel 2003–2014</b> ..... 52 <b>Coating Technologies Used at TTK University of Applied Sciences in 2003–2014</b> ..... 62
<b>Hindrek Kesler</b> (MSc, Tallinna Tehnikakõrgkooli lektor) <b>Tallinna Tehnikakõrgkooli arhitektuuri instituudi tegemistest Tallinna Tehnikakõrgkooli 100. sünnipäeva eel</b> ..... 63 <b>The Activities of the Institute of Architecture before the 100 Anniversary of TTK University of Applied Sciences</b> ..... 68
<b>Rein Einasto</b> (PhD, Tallinna Tehnikakõrgkooli emeriitprofessor) <b>Paeuringutest Tallinna Tehnikakõrgkoolis</b> ..... 69 <b>About Limestone Studies at TTK University of Applied Sciences</b> ..... 81

# **TEADUS-, ARENDUS- JA LOOMETEGEVUS TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOOIS**

Autor: Anne Kraav

## **Kokkuvõte**

Käesolevas artiklis on käsitletud nii rakenduskõrgkoolide arengu üldisemaid aspekte kui ka muudatusi TTK arengus viimasel kümnendil. Rakenduskõrgkoolid on leidnud oma koha Euroopa kõrgharidusruumis. Rakendus- ja akadeemilisel õppeasutusel on erinevad eesmärgid ja roll ühiskonnas. Kui akadeemiline õppeasutus peaks keskenduma eelkõige teadusele, siis rakenduskõrgkoolis on teadustööl pigem õppetööd toetav ülesanne. Sageli ei ole tööandjatel selget arusaama akadeemilise ja rakenduskõrgkooli õppekavade erinevusest. Lõpetajate võime kust hakkama saada tööturul seotakse õppeasutuse nimega ja siin on aeg töötanud meie kasuks, TTK lõpetajad on tööturul hinnatud.

Viimase 15 aasta jooksul on TTKs läbi viidud mitmeid rakendusuuringuid. Selles kogumikus on ülevaateartiklid, mis võtavad kokku üksikuuringuste tulemuste alusel kirjutatud tööd.

Vaadates ettepoole, peaksime keskenduma prioriteetsetele uurimissuundadele, arvestades personali võimekust ja keskenduma nutika spetsialiseerumise valdkondadele, kus on tugev potentsiaal ettevõtete ja kõrgkoolide koostöök.

Laborite kaasajastamisel peaksime lähtuma peamiselt töömaailma oodatavatest õpiväljunditest, TTK rakendusuuringute profiilist ning laboriseadmete ja vahendite unikaalsusest.

## **Summary**

### *Research, Development and Creative Activities at TTK University of Applied Sciences*

The current article tackles both the general aspects of the development of applied higher education institutions, and the changes taken place at TTK University of Applied Sciences in the last ten years. Institutions of professional higher education have found their niche in the European higher education area. Traditional universities and professional higher education institutions have different goals and roles in society. When an academic higher education institution should, primarily, focus on research, then at professional higher education institutions, applied research is rather seen as having a supporting role in the learning process.

Often the employers do not have a clear understanding about the differences of the curricula of professional higher education institution and traditional university. The employability of graduates is often linked to the name of a higher education institution and in this sense, time has worked in our favour – the graduates of TTK University of Applied Sciences are highly valued in the employment market.

In the last 15 years, various types of applied research has been conducted at TTK University of Applied Sciences. This issue contains the articles summarizing the works written on the basis of the conducted research.

When looking forward, we should concentrate more on prioritized key research areas, taking into account the skills and capabilities of the staff and focusing on the fields of smart specialization, which hold a strong cooperation potential for enterprises and higher education institutions. When modernizing laboratories, we should take into account the learning outcomes expected by the world of work,

the profile of applied research at TTK University of Applied Sciences and the uniqueness of the laboratory equipment.

# **LOGISTIKA- JA TRANSPORDIÜHENDUSALASED UURINGUD TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOO LIS**

Autor: Enno Lend

## **Kokkuvõte**

Käesolevas ülevaateartiklis vaadeldi TTK toimetistes aastatel 2002–2015 ilmunud artiklites kajastatud teoreetilisi ja rakenduslikke aspekte, mis hõlmavad enamasti logistika, tarneahela juhtimise, transpordisüsteemi ja transiitvedude toimemudelite analüüsi. Artiklite empiirilised osad hõlmavad nii rahvusvahelist dimensiooni (transiitveod) kui ka kohaliku logistika- ja transpordisüsteemi analüüsi teemasid (Saaremaa püsiühendus jm).

## **Summary**

*Research Conducted on Logistics and Transport Connections at TTK University of Applied Sciences*

The current article gives an overview of the work published in the TTK UAS Proceedings during the period of 2002–2015, tackling the theoretic and implemental aspects mostly covering the analysis of various action models concerning logistics, supply chain management, transport systems and transit operations. The empirical parts of the article cover both international dimension (transit operations) and topics connected to local logistics and transport system (e.g. the permanent connection between Saaremaa and the mainland, etc.).

## **EHITUSFÜÜSIKAALASED UURINGUD TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOO LIS 2001–...**

Autorid: Anti Hamburg, Leena Paap, Jüri Tamm

### **Kokkuvõte**

Ehitusfüüsika välilabori uuringud on andnud meile olulist infot väikeplokk-konstruktsioonide soojuslikust ja niiskuslikust toimivusest. Üldjuhul on piirdetarindi soojuslähivust võimalik üsnagi täpselt hinnata arvutuslikult piirdetarindi materjalide erisoojusjuhtivuste kaudu. Juhul, kui ehitatakse väljastpoolt soojustamata massiivplokkseina, võivad sama konstruktsiooniga lõuna- ja põhjakülge orienteeritud seinte soojuslähivused erineda päikesekiirguse mõju tõttu kuni 40% (375 mm poorbetoonmüüritis). Piirdetarindite ehitusliku niiskuse väljakuivamise kohta meil teadmised enne laboriuuringuid üldjuhul puuduvad. Laboriuuringute alusel saame väita, et plokk-konstruktsioonide ehitusniiskuse väljakuivamine võtab reeglina aega üle aasta. Samas ei anna välilabori katsetused meile piisavalt infot konstruktsioonide reaalse toimivuse kohta. Selleks tuleb uuringuid läbi viia ka erinevate niiskuskoormustega renoveeritud ja kasutuses olevates hoonetes. Korterelamutes lähiviidud sisekliima parameetrite mõõtmistulemused näitavad, et halva õhuvahetuse tõttu on korterite niiskuskoormus väga kõrge, mis võib põhjustada elamu piirete niiskustehnilisi probleeme.

### **Summary**

*Research Conducted on Building Physics at TTK University of Applied Sciences Since 2001*

The research conducted at the outdoor laboratory of building physics at TTK UAS has given us important information on the thermal and humidity aspects of small-block structures. In general, it is possible to perform rather precise calculations on the thermal transmittance of a building envelope through the thermal conductivity of the materials used in the building envelope. In case a large-block wall without outdoor insulation is being built, the thermal transmittance of southern and northern walls may differ due to the effect of solar radiation up to 40% (375 mm aerated concrete masonry wall).

Before conducting laboratory research, we usually lack knowledge about the drying process of building envelopes. Based on laboratory research we can claim that the drying process of the constructional humidity of block structures usually lasts for over one year. However, the tests conducted at the outdoor laboratory do not give us enough information on the real performance of the structures. To get this information, we have to conduct further studies on renovated and other apartments in use with different humidity loads. Indoor climate studies conducted in apartment buildings have shown that due to poor ventilation, humidity loads of apartments are extremely high, which may cause humidity related problems in building envelopes.

## RATSIONAALSETEST TERASKONSTRUKTSIOONIDEST

Autor: Jaan Rohusaar

### Kokkuvõte

Veel materjalide kontsentratsiooniprintsiibist. Tabelis 2 esitatud materjali mahte silmas pidades on mõttekas veel kord juttu teha materjali kontsentratsiooniprintsiibist. Nagu eespool selgus, on sõrestiku materjali maht  $m' = \phi \cdot C \cdot q \cdot L$  (kg/m<sup>2</sup>) (17) võrdeline sõrestiku sildega L ja koormusega q. Samas sõrestiku sammu a suurenedes sõrestiku materjali maht väheneb, sest sisejõu suurenedes hakkavad surutud vardad ratsionaalsemalt tööle. Roovideta lahenduse korral sõrestike ja profiilplekkide maht loomulikult suureneb. Sõrestiku ülemine vöö peab vastu võtma ka paindemomenti. Roovide kui paindeelementide maht suureneb samuti koos sõrestike sammu suurenemisega. Kuid nagu tabeli 2 viimased read näitavad, on katuse kui terviku materjali mahu juurdekasv sõrestike sammu kasvuga tühine. Kaks korda vähem sõrestikke aga toota ja paigale asetada tähendab kindlat tööjõu kokkuhoidu! Ja veel! Posti koormus  $P = L \cdot a \cdot q$  on võrdeline katuse osa pindalaga, mida post üleval hoiab. Seega eriti kõrgete ruumide korral on otstarbekas asetada postid harvemini, sest siis on post suurema koormusega ja posti materjal töötab suurema kasuteguriga  $\chi$ . Seega halli kõik kolm mõõdet annavad materjalide kontsentratsiooniprintsiibile oma osa.

Organisatsiooniliselt on otstarbekas luua sellised firmad, kus ehitise projekteerija, ehituskonstruksioonide tootja ja ehitaja oleksid koondatud ühte süsteemi ja tellija saab otse suhelda lõppprodukti eest vastutajaga algusest peale, toimib süsteem „võtmed kätte“. Nii on projekteerija ja ehitaja mõlemad huvitatud odavaimast lõppprodukti lahendusest ja tellija maksab ehitise eest vastavalt lepingule. Kui ehitiseks kasutatud terase tonnid ega betooni kuupmeetrid ei ole argumendiks ehitise hinna suurendamisel (kes siis ikka saab oksa, millel ise istub!), siis võib ka ehitaja huvituda materjali kulu optimeerimisest!

### Summary

#### *About Efficient Steel Structures*

More about the concentration principle of materials

When looking at the total quantity of materials presented in Table 2, there is a reason to go further into the concentration principle of materials. As it was concluded earlier, the total quantity of the material of a truss  $m' = \phi \cdot C \cdot q \cdot L$  (kg/m<sup>2</sup>) (17) is proportional to the span L and load q of the truss. However, when the spacing is widened, the volume of the overall truss material decreases, because when the internal forces increase, the pressed bars will become more efficient.

In case of roof solutions without laths, the volume of trusses and profile sheets, will of course, grow. The upper belt of the truss must also endure the bending moment. When the spacing is widened, the quantity of laths as bending elements will also increase. But as the last two rows of the table show, the growth of the overall material of a roof, when compared to the growth of spacing, is irrelevant. However, producing two times less truss material and optimizing the installation process will result in remarkable savings on employment costs.

In addition, the load of a pillar  $P = L \cdot a \cdot q$  is proportional to the area of the roof that the pillar is supporting. Therefore, in case of extremely high spaces, it is rational to place the pillars with wider spacing, as then the pillar will endure

bigger load and its material is working more efficiently. Therefore, all the three dimensions of the hall contribute to the concentration principle.

As for organizational matters, it is reasonable to build companies where the designer of a building, the producer of building structures and the construction unit work in the same system and the customer can communicate straight with the person responsible for the end-product - e.g. the turn-key system is implemented. This would guarantee that both the designer and builder will be interested in finding more cost efficient solutions for the end-product, and the customer will pay for the construction work according to the contract. When the tons of steel and cubic meters of concrete are not the arguments for increasing the price of a building, then the construction company could also be interested in optimizing the costs of material.



# **PINDAMISTEHNOLLOOGIA TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOO LIS AASTATEL 2003–2014**

Autor: Toomas Pihl

## **Kokkuvõte**

Käesoleva artikli sissejuhatavas osas kirjeldati lühidalt pindamistehnoloogiate võimalusi ja kasutusvaldkondi.

Käesoleval ajal tegutseb kirjeldatud pinna töötlusmeetoditega OÜ Korund, peamiselt küll värvimistöodega, kuid neil on ka gaasileekpihustus (traadi ja pulbriga). Suuremateks töödeks on raudteel kasutatavate mahutite vooderdamine. Lokaalgalvaaniliste pinnetega tegeleb Viimsis OÜ Eesti Metallock, tegeleb kulunud detailide taastamisega. Kaarpihustusega alustas tööd Metallizing OÜ, eesmärgiks pakkuda konkurentsi kuumtsinkimisele, peamiselt suured metallkonstruktsioonid.

Vabariigi piires tegeldaksegi peamiselt mingis kindlas sfääris (kulumiskindlad pinded), nt pinnase töötlusmasinad ning kasutatakse väljakujunenud tehnoloogiat ja tihti polegi vaja laiemalt midagi lisaks otsida.

Tallinna Tehnikakõrgkooli pindamistehnoloogiate laboris pole kõiki võimalikke meetodeid, kuid olemasolev varustus võimaldab teha väiksemaid lepingulisi või uurimistöid vabariigi ettevõtetele, nt toiduainetega tegelevatele tefloniga pindeid, lokaalgalvaanikaga saab taastada hüdrotsilindrite tööpindu, gaasileekpihustusega taastada laagrialuseid pindasid jne.

TTKs ja koostöös Tallinna Tehnikaülikooli, Eesti Maaülikooli ning teiste kõrgkoolidega on läbi viidud erinevate pinnete uuringuid (sisepinged, struktuurid, keemiline koostis jpm). Nimetatud uuringute põhjal on osaletud konverentsidel ning ilmunud on teadusartikleid.

## **Summary**

*Coating Technologies Used at TTK University of Applied Sciences in 2003–2014*

In the introduction of the current article, the possibilities and realms of use of coating technologies were described.

Currently, the coating processes like colouring and flame spray (wire and powder) are being performed by the company OÜ Korund in Estonia. Their largest line of work is coating the inside of rail freight containers.

OÜ Eesti Metallock is dealing with local galvanic coatings, providing repairing services of cracks of cast iron objects and surface covering with metal. Metallizing OÜ has started with arc spray method, offering competition to hot-dip galvanizing, mostly of large-scale metal structures.

In the Coating Technology laboratory of TTK UAS, not all the above mentioned methods are being used, however, our current equipment enables us to conduct contractual or research works for local enterprises, e.g. work done on Teflon coatings used in food industry, local galvanic methods used for repairing the work surfaces of hydro cylinders, using flame spray to repair surfaces.

Various studies on different coating methods (internal stresses, structures, chemical consistence etc.) have been conducted in cooperation with Tallinn University of Technology and Estonian Academy of Life Sciences. Based on these studies, the staff of TTK UAS has also participated in field-related conferences and published scientific articles.

# TALLINNA TEHNİKAKÕRGKOOLI ARHITEKTUURI INSTITUUDI TEGEMISTEST TALLINNA TEHNİKAKÕRGKOOLI 100. SÜNNIPÄEVA EEL

Autor: Hindrek Kesler

## Sissejuhatus

Tallinna Tehnikakõrgkoolis valmistatakse ette arhitekte, kes on arhitektide kutsestandardi alusel 6. tasemel rakendusarhitektid ehk tiimiarhitektid, nagu eelistame ütelda. Õpiaeg on neli aastat, igal aastal võtame 1. kursusele 25–30 üliõpilast. Konkurss on aastati kõikunud, kuid viimasel kolmel aastal on olnud keskmiselt kuus soovijat kohale. Lõpetanute arv on samuti olnud erinev – kolme aasta keskmine on olnud 29 lõpetanut aastas. Oleme kogunud ka andmeid vilistlaste tööhõive kohta, mis on olnud ehk üllatuslikultki kõrge ja seda ka masu ajal 2008–2010.

Kuigi meie tudengid saavad nelja aasta jooksul süvendatud teadmised-oskused insenerdistsipliinides, on oluline ka spetsiifilise arhitektiõppe arendamine, sest tiimiarhitektid peavad samuti oskama arhitektitööd teha. Ka peab TTKs antav haridus võimaldama meie parematele lõpetajatele jätkata õpinguid magistritasemel, sest me ei saa andekate noorte haridusteed läbi lõigata. Meie lõpetajad on nõutud spetsialistid ja enamikus arhitektuuribüroodes töötab tiimiarhitektidena TTK taustaga arhitekte. TTK-l on oma kindel koht Eesti arhitektuurihariduses.

## Summary

*The Activities of the Institute of Architecture before the 100 Anniversary of TTK University of Applied Sciences*

At TTK University of Applied Sciences, architects of the level 6 of the European Qualification Framework are educated – the preferred terms for these qualifications are applied architect or team architect. The period of studies at TTK University of Applied Sciences is four years, the intake every year is 25–30 first-year students. The competition has fluctuated in the past, but in the last three years the average competition has been six applicants per one student place.

The number of graduates has also varied, but the average of last three years has been 29 graduates per year. We have also been collecting data about the employability of the alumni, and the employment rates have been surprisingly high, even during the recession years 2008–2010.

Although our graduates achieve deepened knowledge and skills in engineering disciplines during their studies, it is also important to develop in-depth architecture studies, as a team architect also has to be able to perform some tasks of a chartered architect. At the same time, the education given by TTK University of Applied Sciences has to be competitive enough for our graduates to continue their studies on master level. Our graduates are highly valued in the world of work and in most architecture bureaus; we can find team architects with TTK UAS background. TTK University of Applied Sciences has its certain place in the Estonian architecture education.

## **PAEUURINGUTEST TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOO LIS**

Autor: Rein Einasto

### **Sissejuhatus**

Paekivi on Eesti rahvuskivi alates 4. maist 1992, mil tollase Ülemnõukogu presiidiumi esimees Arnold Rüütel allkirjastas Eesti Geoloogia Seltsi ja Eesti Looduskaitse Seltsi ühise ettepaneku lisada rahvuslillele ja rahvuslennule rahvuskivi meie igavikulise kestmise sümbolina. Paekivi tähenduse rahvussümbolikas ja maastikukultuuris oleme kooli teadusajakirja (TTK toimetised) avanumbris teadvustanud järgmiselt: „Eestimaa on unikaalne paekivimaa mitte ainult Skandinaaviamaade graniitse aluskorra naabruse tõttu Põhja-Euroopas, vaid mitmeti globaalseski mõttes. Pole teada teist sellist maad, kus nii väikesel alal leidub nii palju dekoratiivsete ja ehituslike omaduste poolest erinevaid, samas mäetekkeprotsessidest puutumata paekivitüüpe ja kus paekasutuse traditsioonid ulatuvad eelmiste aastatuhandete taha – meie rahva muinasaega. Kus selle maa looduse suurejoonelisimaiks maastikuvormideks on aluspõhjalised pae astangud: Põhja-Eesti paekallas – meie maa merele avatud nägu oma pae kaldalt alla paiskuvate jugade, astmeliselt langevate treppojadega; Saaremaa pangad, Lääne-Eesti salumäed jt sisemaised pangad vanade rannaastangute näol, paljud paesed „kõrge kaldad“ jõgede kallastel ja paepõhjalised mererannad – kõik see kokku ongi oluline osa Eestimaa loodusmaastike omanäolisusest, mida peame senisest palju sihiteadlikumalt väärtustama ja kaitsema” (1). Vaatamata geoloogilise ehituse olulistele erinevustele Skandinaavia Balti kilbil ja selle lõunanõlval paiknevas Eestis, moodustab see piirkond Põhja-Euroopas geotektoonilise, maastikulise ja kultuurökoloogilise eripära alusel ühtse Baltoskandia, mida järeldas Edgar Kant juba 1933. aastal.

### **Summary**

*About Limestone Studies at TTK University of Applied Sciences*

In the brief overview on studies of lime- and dolostone – the national stone of Estonia – at the TTK University of Applied Sciences, three different fields have been summarized: applied studies, in-depth studies and popularization activities. The primary major result of bed by bed detailed research of building limestone (primarily in Tallinn) is the revival of old masters' knowledge and skills in limestone quarrying. Microscopic studies of boring core vertical cutting surfaces and their digitalization enabled design of the standard cross section of Tallinn building limestone beds. Within these cross sections of colourful limestone layers decorative peculiarities are expressed. Bed by bed characterizations have formed a prerequisite for targeted usage of each individual bed or bed group.

In treating the decorativeness of Estonian national stone, the role of natural processes in its formation is analysed in diverse manner. The essential role of traces of vital function of organisms and their dolomidization, weathering and karst processes in making the decorative peculiarities of different limestone types has been clarified.

The momentary state and expected result of limestone quarrying and landscape design greatly diverge. First of all, the national limestone resource should be quarried from the areas planned for buildings, then the residues of old quarries should be used, including the layers higher than the groundwater and exposed limestone of gravel holes.

TTK University of Applied Sciences has published a monograph Study of Usage Possibilities of Residual Material of Quarrying on targeted usage of quarrying residues and lossless production of limestone quarrying. The study makes a number of suggestions on how to use residual material.

There is an urgent need to have a permanent exhibition of different kinds of presentable and applicable limestone layers and walls of limestone layers of different age.

For the first time in Estonia, generalized geological cross sections and environments formed in different depths of sedimentation basin, as well as their profiles in the shallow and deep transitional belts have been presented in coloured images. Breaks of sedimentary gaps characteristic to Estonian limestone layer are marked by discontinuity surfaces.

Popularization activities about limestone include article series discussing limestone issues, such as Construction Limestone Throughout the Ages, Environmental Culture and Cultural Environment, Looking Into the Stone, Glance Into Limestone in journals like Keskkonnatehnika, Limestone Treats in Horisont, Exciting Estonia in Eesti Loodus.