



TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOOI  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

# **TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOOI TOIMETISED NR 9**

Artikleid ehitusmehaanikast ja  
ehituskonstruktsioonidest

**TALLINN 2006**

## SISUKORD

<b>Saateks</b> .....	<b>4</b>
Jaan Rohusaar, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor, Ph.D. <b>Optimaalsete parameetritega terassõrestikest</b> .....	<b>5</b>
Jaan Rohusaar, Professor of Tallinn College of Engineering, Ph.D. <b>Steel Trusses with Optimal Parameters</b> .....	<b>9</b>
Tõnis Ental, insener. <b>Teraskonstruksioonide materjalimahukusest OÜ TERG E&amp;M toodangu näitel</b> .....	<b>11</b>
Tõnis Ental, Engineer. <b>The Material Capacity of Steel Structures based on the case of the Production of Terg E&amp;M LLC</b> .....	<b>16</b>
Ralf Lindberg, Professor of Tampere University of Technology, Ph.D. <b>Actual Behaviour of a Beam to Column Connection in a Reinforced Concrete Portal Frame</b> .....	<b>17</b>
Ralf Lindberg, Tampere Tehnikaülikooli professor, Ph.D. <b>Konsoolpostidega ja horisontaalse talaga raami sõlmede tegelik töö</b> .....	<b>25</b>
Siim Idnurm, Tallinna Tehnikaülikooli professor, Ph.D. <b>Survele ja paindele töötavate elementide seinte kriitiline koormus</b> .....	<b>26</b>
Siim Idnurm, Professor of Tallinn University of Technology, Ph.D. <b>Critical Load on Wall Elements under Compressive and Flexural Stress</b> .....	<b>32</b>
Martti Kiisa, Tallinna Tehnikakõrgkooli lektor, M.Sc. <b>Vantsilla mudeli katsetamine</b> .....	<b>33</b>
Martti Kiisa, Lecturer of Tallinn College of Engineering, M.Sc. <b>Testing of the Guyed Bridge Model</b> .....	<b>39</b>
Jaan Rohusaar, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor, Ph.D. <b>Gofreeritud plaatide arvutusest</b> .....	<b>40</b>
Jaan Rohusaar, professor of Tallinn College of Engineering, Ph.D. <b>Corrugated Sheet Calculations</b> .....	<b>45</b>
Jaan Rohusaar, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor, Ph.D.; Ralf Lindberg, Tampere Tehnikaülikooli professor, Ph.D.; Mihkel Sagar, insener. <b>Profiilplekkide katsetamine</b> .....	<b>47</b>
Jaan Rohusaar, Professor of Tallinn College of Engineering, Ph.D.; Ralf Lindberg, Professor of Tampere University of Technology, Ph.D.; Mihkel Sagar, Engineer. <b>Testing Corrugated Sheet</b> .....	<b>56</b>
Jaan Rohusaar, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor, Ph.D.; Siim Randmäe, insener. <b>Ruumilise terassõrestiku varraste sisejõudude analüütiline leidmine</b> .....	<b>57</b>
Jaan Rohusaar, Professor of Tallinn College of Engineering, Ph.D.; Siim Randmäe, Engineer. <b>Analytical determination of the Internal Forces of Steel Space Truss Bars</b> .....	<b>57</b>
Siim Randmäe, insener. <b>Ruumilise sõrestiku mudeli katsetamine</b> .....	<b>57</b>
Siim Randmäe, Engineer. <b>Testing of a Space Frame Model</b> .....	<b>57</b>
Jaan Rohusaar, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor, Ph.D. <b>Usus est magister optimus!...(?)</b> .....	<b>57</b>
Jaan Rohusaar, Professor of Tallinn College of Engineering, Ph.D. <b>Usus est magister optimus!...(?)</b> .....	<b>57</b>

## OPTIMAALSETE PARAMETRITEGA TERASSÕRESTIKEST

Jaan Rohusaar

### Olulised järeldused

Käesolevas töös leidis täielikku kinnitust tööhüpotees, et tasapinnaliste sõrestike kogumass sõltub eelkõige katuse koormusest, sõrestike sildest, suhtelisest kõrgusest, sõrestike sammust ja surutud varraste seinapaksusest. Materjalimahukuselt on ümartorudest sõrestikud kergemad, kuid tehnoloogiliselt on otstarbekam kasutada kandilisi terastorusid. Surutud varrastena on otstarbekas kasutada tehnoloogiliselt minimaalse seinapaksusega kandilisi torusid.

Kõrgete ja suuresildeliste post-tala kandesüsteemiga ehitiste puhul on otstarbekas peakandjatena kasutada suure sammuga kandesüsteemi ja katuse katteplaatide toetamiseks abitalasid.

Materjali kasutamise seisukohalt on otstarbekaim katusesõrestik trapetsõrestik kõrgusega mitte vähem kui  $h / L = 1 / 8$  silde pikkusest.

Oskuslikult valitud kandesüsteemide proportsioone kasutades on võimalik kokku hoida 3...5 kilogrammi terast kaetava pinna ruutmeetri kohta.

### Summary

#### *Steel Trusses with Optimal Parameter*

A construction design engineer has to employ existing standard solutions, technical conditions and his/her own experience when formulating a design solution for a spatial solution created by the architect and technician. It is known that in the case of one and the same spatial solution, many different possibilities exist. Often the criterion is the minimization of material capacity. This article takes a look at possibilities for designing trusses with minimal mass to cover different spaces.

In this article, the working hypothesis that the total mass of plane trusses depends above all else on the relative height and distance of the trusses and the wall thickness of pressed bars was confirmed. Trusses are lighter than round pipes, if we consider material capacity, but from the technological side, it is more rational to use square steel pipes. For pressed bars it is rational to use square pipes with technologically minimal wall thickness.

In the case of high buildings and buildings with a large span post-beam support system, it is advantageous to use a support system with wide spacing as the principal support structure and the support of roof covering sheets on secondary beams.

From the point of view of material usage, the roof truss as a trapezium truss with a height not less than  $h/L=1/8$  of the span length is the most rational.

Using skilfully chosen support system proportions, it is possible to save 3-5 kilograms of steel per square meter of the area to be covered.

# TERASKONSTRUKTSIOONIDE MATERJALIMAHUKUSEST OÜ TERG E&M TOODANGU NÄITEL

Tõnis Ental

## **Summary**

*The Material Capacity of Steel Structures based on the case of the Production of Terg E&M LLC*

The primary building material for supporting systems – steel – is a non-renewable natural resource, and world supplies are decreasing. The supporting system designer must consider many additional conditions, and it is not always possible to design supports with the optimal usage of material. The main problems hindering the design of economic structures are connected firstly with site planning and the architectural appearance of the construction, secondly with the maximization of the construction's useful space, thirdly with the reduction of the amount of heated space, and finally with several issues related to both the technology involved in making trusses and transport. An essential role played by the ratio of steel prices to production costs. In this article, the material capacity of 12 constructions with steelworks designed and built with the participation of the author has been considered, and actual figures have been compared with figures projected by an ideal design. This study applied criteria developed by prof Rohusaar and his students. It turned out that in most cases actual steel capacity stayed within reasonable limits.

# KONSOOLPOSTIDEGA JA HORISONTAALSE TALAGA RAAMI SÕLMEDE TEGELIK TÖÖ

Ralf Lindberg

## **Kokkuvõte**

Käesolevas artiklis jätkatakse sama autori varasemates töodes avaldatud uuringuid, mis käsitlevad konsoolpostidega horisontaalse riiviga raami tegelikku käitumist. Koormustena vaadeldakse vertikaalseid koormusi raami riivil ja horisontaalseid koormusi postidel. Postide ja riivi sõlmedena on vaatluse all esitaks ideaalne liigend ja teiseks toetus läbi deformeeruva vahekihi. Ülesande lahendamiseks luuakse matemaatiline mudel. Selgub, et riivi kõverdumine koormamisel põhjustab riivi ja postide vahelise vahekihi ebaühtlase deformatsiooni, mis muudab tsentrilise jõu ülekande ekstsentriliseks. Selle tulemusena muutuvad raami sisejõud ja raami nurkade horisontaalsed paigutised.

Matemaatilise mudeli järgi tehtud arvutused ja terasraamiga tehtud katsetuste tulemused langevad hästi kokku.

## **Introduction**

*Actual Behaviour of a Beam to Column Connection in a Reinforced Concrete Portal Frame*

This paper deals with an analysing model that has been developed in reference [1]. It takes into account the actual behaviour of a beam to column connection in a reinforced concrete portal frame, which has been stabilized with cantilevered columns. Because of the bearing pad used in the connection, it has usually been considered to be an ideal hinge. However, there is always an area in the connection where the reaction can move into a position stabilizing the whole system, as the horizontal deflection of the frame increases. It is not possible to see this phenomenon by examining a single column.

# **SURVELE JA PAINDELE TÖÖTAVATE ELEMENTIDE SEINTE KRIITILINE KOORMUS**

## **Siim Idunurm**

### **Kokkuvõte**

Artiklis toodud klassikaline elastsusõpetuse lahend kriitiliste koormuste kohta on kehtiv ideaalsete, liigenditele toetatud servadega ja algläbipaineteta plaadi korral. Eri maade teraskonstruktsioonide normides surutud ja painutatud elementide seinte arvutamiseks kasutatavad avaldised erinevad mõnevõrra klassikalisest lahendusest. Normides on püütud parandada elastsusõpetuse lahendusi selliselt, et arvestada plaadi servades olevate vööde jäikuste ja valmistamisel tekkinud algläbipainete mõju. Võrreldud Lääne-Euroopa ja Ameerika maade teraskonstruktsioonide projekteerimismõõtmekriteeriumide avaldised on üldisemad, suuremate lihtsustustega kui Venemaal kasutatava SNiP'i avaldised, kus on arvestatud konkreetsete vööde mõõtmekriteeriumidega.

### **Summary**

#### *Critical Load on Wall Elements under Compressive and Flexural Stress*

This article examines the computation of critical compressive and flexural stresses on wall pillars (beams) under compressive and flexural stress. The basis of the computations are presented and compared with the standard requirements of different countries.

The classical solution given in the teaching of elasticity for dealing with critical loads and offered here in this article is valid in the case of an ideal plate with edges supported on articulated joints and without initial flexure. Expressions used in the steel structures standards of different countries for calculations related to wall elements under compressive and flexural stress differ somewhat from the classical solution. The standards have attempted to improve on the solutions offered in the classical teaching of elasticity by taking into account the effect of the rigidity of the belts on the edges of the sheets and initial flexure arising during the manufacturing process. The expressions used in steel structure design standards in Western European countries and America are more general, with greater simplifications than the SNiP expressions used in Russia, where the dimensions of particular belts are taken into account.

## VANTSILLA MUDELI KATSETAMINE

Martti Kiisa

### Kokkuvõte

Käesolevaga oli seatud eesmärgiks uurida teoreetiliselt arvutatud sillateki läbipainete ja peakaabli sisejõudude erinevust katseliselt leitudest. Artiklis kirjeldatud parameetritega sillamudeli eksperimentaalsel uurimisel ilmnisid märkimisväärsed erinevused teoreetiliselt arvutatud tulemuste ja katsetulemuste vahel. Sillateki katsetega määratud läbipaine jäi kuni 15% ja peakaabli sisejõud kuni 19% teoreetiliselt leitudest väiksemateks. See on ootuspärane tulemus, sest teoreetilisest lähenemises kasutati lineaarset arvutuskeemi, mis (eriti rippkonstruktsioonide juures) annab enamasti tulemuse veaga tagavara kasuks.

### Summary

#### *Testing of the Guyed Bridge Model*

The idea of this work was to study the work principle of the single-pylon pedestrian suspension bridge and to evaluate differences between linear theoretical calculations and experimental results.

To find the logical dimensions of the bridge elements an author had to make different models of that bridge. An author studied how can different parts of that bridge and the dimensions of these parts (different diameters of the cables for examples) affect stresses in the bridge. The optimal measures for essential details of the bridge were found. This theoretical analysis used the linear model (the method of finite elements) and modern computing methods for investigating the work of the bridge.

When theoretical calculations were completed, a model was made. The scale of the model was 1:50. Several details of bridge were replaced with simplified parts, but theoretical analysis showed that differences (inside forces, displacements) between these two were only between 1...2%.

Using the test results displacements of bridge details (deck, pylon) and inside forces of main cables were calculated. It was appeared that experimental results differed significantly from theoretical displacements and inside forces. The deformations of bridge deck were 3...15% (depending on different load combinations) and tension forces in main cables 5...19% lower than theoretical results showed.

These differences were expected because of linear theoretical calculation method was used - it usually gives due to simplifications bigger inside forces and displacements (especially in suspension systems).

## GOFREERITUD PLAATIDE ARVUTUSEST

Jaan Rohusaar

### Kokkuvõte ja järeldused

Käesolevas artiklis vaadeldi gofreeritud terasplaatide tööd olukorras, kus nende tugedeks olid liikumatud liigendtoed, mis takistavad kinnitiskoha horisontaalse paigutise. Sellisel juhul hakkab plaat töötama üheaegselt nii talaplaadina kui ka membraanina. Plaadi paigutisfunktsioon aproksimeeritakse sinus-poollainena, mida täiendatakse kinnitustingimusest tekkiva momendiga. Pärast integreerimist saadakse diferentsiaalvõrranditest süsteemi asemel algebraline võrrandisüsteem. Kasutusele võetud dimensioonita parameetrid võimaldavad võrrandisüsteemi lahendada üldkujul. Praktilisteks inseneriarvutusteks on otstarbekas koostada nomogrammide või tabelid.

Lisaks mittelineaarsele arvutusmeetodile on näidatud lineaarset arvutusvõtet, mis annab ligilähedaselt samad tulemused, kuid arvutustehniliselt on tunduvat lihtsam.

Praktilise arvutusena leitakse plaadi nr 1 paigutised, mida katsetati TTK ehituskonstruksioonide katsetuse laboris 2006. aasta kevadel [4]. Järgnevas tabelis on toodud vertikaalpaigutise DV ja horisontaalse toereaktsiooni N arvutustulemused vastavalt 1) projekteerimiseeskirjadele [5], 2) arvutused mittelineaarse skeemi järgi, 3) arvutused lineaarse skeemi järgi ja 4) katsetamisel mõõdetud tulemused [4].

Arvutustulemused ja eksperiment näitavad, et tugede horisontaalsuunalise toereaktsiooni vastuvõtmisega on võimalik plaatide kandevõimet võrreldes kehtivate arvutuseeskirjadega kuni 20% tõsta.

Tabel 1

Arvutustulemuste ja katse võrdlus

	1)	2)	3)	4)
DV mm	21,6	17,0	14,3	17,6
N kN	-	32,0	29,7	18,9

### Summary

#### *Corrugated Sheet Calculations*

In this article, I looked at the work of corrugated steel sheets when their supports were immovable articulated supports hindering the horizontal placement of the fastening point. In this case, the sheet starts to work simultaneously as both a beam plate and a membrane. The arrangement function of the plate is approximated as a sinus-half-wave supplemented with the torque arising from its manner of fastening. After the integration, instead of a system of differential equations, we arrive at an algebraic system of equations. The dimensionless parameters employed make it possible to arrive at a general solution. For practical engineering calculations, it is useful to formulate alignment charts or tables.

In addition to a non-linear method of calculation, a linear calculation method has been offered which gives approximately the same results but it is a significantly easier calculation technique.

As a practical calculation, we determined the arrangements of sheet No 1 tested in the TCE's Building Structures Laboratory in spring 2006 [4]. The following table shows the calculation results of the vertical arrangement DV and horizontal support reaction N in accordance with 1) design rules [5], 2) calculations according to the non-linear scheme, 3) calculations according to the linear scheme and 4) the results, measured at testing [4].



Calculation results and the experiment show that with the reception of the support reaction in the horizontal direction of the supports, it is possible to increase the bearing capacity of the sheets up to 20 % from that derived on the basis of current calculation rules.

## PROFIILPLEKKIDE KATSETAMINE

Jaan Rohusaar, Ralf Lindberg, Mihkel Sagar

### Kokkuvõte ja esialgsed järeldused

Tallinna Tehnikakõrgkoolis on loodud universaalne katsestend, kus katsetati erinevate toetingimuste korral kahte Rannila profiilplekki 70 · 1 mm põikkoormusega, mis suuruselt vastab katusekattele rakendatava tegelikule koormusele. Katse tulemustest peame olulisteks järgmist.

1. Katse tulemused kinnitavad teoreetilisi arvutusi, et laineplaatide vertikaalpaigutised sõltuvad plaatide toetingimustest. Kui plaadid on kinnitatud selliselt, et tugede paigutised plaatide tasapinnas on takistatud, jääb vertikaalne paigutis tunduvalt väiksemaks kui arvutuslik paigutis liikuva liigendtoe korral.
2. Madalate plaatide puhul on liigendtugedel plaadi alanurga horisontaalne paigutis küllaltki väike ja seetõttu on vertikaalset paigutist vähendav horisontaalse toereaktsiooni suurus väga tundlik tugede võimaliku horisontaalse paigutise suhtes. Seetõttu on horisontaalreaktsioonist põhjustatud vertikaalse paigutise vähendamine rakendatav ainult sellisel juhul, kui on täielikult takistatud toe horisontaalne paigutis. Praktikas on see võimalik eelkõige jätkuvplaadi arvutuskeemi korral, kus järjestikused plaadid tasakaalustavad vastastikku toereaktsioone. Äärmised toed vajavad horisontaalreaktsiooni vastuvõtmiseks täiendavaid konstruktiivseid võtteid. Täiendavalt tuleb kontrollida plaatide kinnituse roovitisele.
3. Käesoleva katse korral ei olnud võimalik täheldada ristlõike surutud tsoonis plaadi väljamõlkumist, mis nõuaks plaatide arvutust efektiivse ristlõike arvutuskeemi järgi. Ainuke erand on plaadi nr 2 väljamõlkumise ilming koormamistömbi augu kõrval. Katseid on tarvis jätkata erinevate plaatide paksustega, et selgitada efektiivse ristlõike kasutamise tegelikku vajadust. Reeglina tekib plaadis enne kandepiirseisundit ületavat mõlkumist põhjustavat pinget kasutuspiirseisundit ületav paigutis.
4. Käesoleva katse korral kasutatud katseseade õigustas ennast täielikult, kuid see seade vajab teatud täiendust. Suuremate koormuste korral kolmandas ja neljandas koormusolukorras, kui tekib märgatav horisontaalne toereaktsioon, ei ole seda võimalik vastu võtta ainult hõõrdejõuga tugiosa ja jõupõranda vahel. Tugiosade kinnituskonstruktsiooni tuleb täiendada selliselt, et horisontaaljõudu saaks edasi anda otse jõupõranda konstruktsioonile.
5. Katseseadmes kasutatavad ALMEMO digitaalsed paigutisandurid täpsusega 1/1000 mm ja deformatsioonimõõtmise takistusandurid töötasid koos ALMEMO mõõtesüsteemiga korrektselt. Meie katses kasutatavad ALMEMO piesoelektrilised jõuandurid ei ole usaldusväärsed.

### Summary

#### *Testing Corrugated Sheet*

At the Tallinn College of Engineering we have developed a universal test bench, where two sheets of Rannila corrugated iron were tested under different support conditions with a 70\*1 mm transverse load corresponding to the actual load applied to roof covering. The ALMEMO digital arrangement sensors with an accuracy of 1/1000 mm and the resistance transmitters for measuring deformation worked with the ALMEMO measuring system correctly. The ALMEMO piezoelectric force sensors used in our test were not reliable.

The test results support theoretical calculations, which had shown the vertical layout of corrugated iron sheets depend on their support conditions. If the sheets

are fastened in such a way that the layout of supports in the sheets is obstructed, the vertical layout remains significantly lower than the calculated layout in the case of movable articulated supports.

In the case of low sheets, the horizontal layout of the lower corner of a sheet on hinged supports is rather small, and therefore the size of the horizontal support reaction lessening the vertical layout is very sensitive to the horizontal layout of supports.

In the case of this test, no buckling in the sheets in the pressed zone of the cross-section was observable which would require sheet calculations on the basis of the effective cross-section.

# RUUMILISE TERASSÖRESTIKU VARRASTE SISEJÕUDUDE ANALÜÜTILINE LEIDMINE

Jaan Rohusaar, Siim Randmäe

## Kokkuvõte

Käesolevas artiklis vaadeldi sisejõudude suhtes staatikaga määratud ruumilise talasõrestike varraste sisejõudude leidmist mitmesuguste praktikas esineda võivate koormuste korral. Vaadeldud paralleelvöödega kolmnurkse ristlõikega ruumiline sõrestik on toereaktsioonide suhtes vähemalt ühekordselt staatikaga määramata. Toereaktsioonid leitakse eeldusest, et tugede paigutisi ei toimu ja sõrestiku jäikus on konstantne.

Varraste sisejõud leitaks ruumilise jõusüsteemi staatika tasakaaluvõrrandeid kasutades lõikevõtte abil koormuse komponentide kaupa. Vaadeldakse vertikaalseid asümmeetrilisi sõlmkoormusi vastavalt sõrestiku ristsuunalise ja pikisuunalise vertikaalpinna suhtes, ühele ülemisele vööle rakendatud jõupaari ja horisontaalseid punktkoormusi ühele ülemisele vööle. Sõrestiku ja tugede deformatsioonid loeme küllaltki väikesteks. Seetõttu on kasutatavad nii algparameetrite kui ka jõudude mõju superpositsiooni printsiip. Seega on käesolevas artiklis toodud arvutusvõtted kasutatavad praktiliselt kõikvõimalike koormuste korral, kuna keerulisemad jõusüsteemid lahutatakse komponentideks ja saadud varraste sisejõud summeeritakse.

## Summary

### *Analytical determination of the Internal Forces of Steel Space Truss Bars*

In this article, we looked at the determination of the internal forces of steel space frame bars in the case of various loads that may occur in practice. The space truss considered, a truss with parallel belts and a triangular cross-section, was undeterminable with a static analysis of the support reactions. The support reactions were determined on the assumption that no arrangements of the supports would take place and the rigidity of the steel frame would be constant. The internal forces in the bars were determined from an analysis of the static equilibrium conditions based on load components in the support system. We looked at vertical asymmetric node loads on the basis of the relation to the cross and lengthwise vertical plane, the coupled forces on one of the upper belts and horizontal concentrated loads on one of the upper belts. We considered deformations to the steel frame and supports to be negligible. Therefore, the superposition principle of the effect of initial parameters as well as forces was applicable. Consequently, the calculations used in this article are applicable in the case of practically all possible loads, since more complicated force systems are broken down into components and the internal forces in the bars are summed up.

## RUUMILISE SÖRESTIKU MUDELI KATSETAMINE

Siim Randmäe

### Kokkuvõte

Käesolevas töös on vaadeldud ruumilise sõrestiku mudeli katsetusi TTK mehaaniliste katsetuste laboratooriumis.

Ruumilist sõrestiku mudelit on katseliselt koormatud kahe koormusskeemi kohaselt. Esimesel, asümmeetrilisel koormusskeemil tekitatakse jõudu kangisüsteemiga ja jõud rakendub ülemise vöö ja võrguvarraste sõlmpunktidesse. Teisel koormusskeemil on sõrestik koormatud punktkoormuse ja momendiga mudeli harjal. Koormus tekitatakse hüdraulilise tungrauaga.

Sõrestiku varraste sisejõudusid mõõdeti elektriliste takistusanduritega ning toereaktsioonide mõõtmiseks on paigaldatud spetsiaalsed jõuandurid. Sõrestiku varda sisejõu leidmiseks on toru kesklõigule liimitud kaks takistusandurit, mis jäävad mõlemad ühte lõikesse. Vältimaks toru algsest kõverusest tekkida võivat viga, saadakse varda sisejõud kahe anduri keskmisena. Elektrilised takistusandurid muudavad pikenemisel takistust. ALMEMO elektrotensomeetria süsteem mõõdab pinge muutu elektriahelas. Elektrilise näidu teisendamiseks varda sisejõuks leiti jõukonstant  $k$ . Konstandi saamiseks tuli valmistada sõrestikuga samast materjalist katsekeha, mida oleks võimalik universaalpressiga tõmmata. Katsekehale liimiti takistusandurid ning nüüd on võimalik registreerida täpne vardale mõjuv koormus ning elektriline näit. Jõukonstant  $k$  näitab, kui suur jõud peab mõjuma vardale, et saada elektrilise pinge muut 1 mV.

Katsetulemused langevad hästi kokku arvutuslikult saadud tulemustega. Seega saame väita, et ALMEMO elektrotensomeetria süsteem TTK mehaaniliste katsetuste laboratooriumis töötab.

Sõrestiku katsetamisest ja analüütilistest arvutustest saadud tulemused näitavad, et ruumiline talasõrestik töötab vastavalt eeldustele ja võib olla kasutusel tegelikes ehituskonstruksioonides.

### Summary

#### *Testing of a Space Frame Model*

This article takes a look at the tests of a space frame model carried out in the TCE Mechanical Testing Laboratory.

The space frame model was experimentally loaded using two different loading schemes. According to the first loading scheme, the force was generated with a bar system and the force was applied on the assembly points of the upper belt and mesh bars. According to the second loading scheme, the frame was loaded with a concentrated load and torque at the ridge of the model. The load was generated with a hydraulic jack.

The internal forces of the frame bars were measured with electrical resistance transmitters, and special force sensors were installed for measuring support reactions. To determine the internal forces in the frame bar, two resistance transmitters were glued on to the central plane of the pipe. To avoid the error that can arise from the initial curvature of the pipe, the internal force of the bar is calculated as the average of the readings of the two sensors. Electrical resistance transmitters change resistance while lengthened. The ALMEMO electro-tensometric system measures the voltage drop in an electric circuit. To transform the electrical reading into the bar's internal forces, the force constant  $k$  was determined. To determine the constant, it was necessary to prepare a specimen made from the same material used in the truss and subject it to tensile

forces using a universal press. Resistance transmitters were glued to the specimen, making it possible to register the exact load on the bar and get the electrical readings. The force constant  $k$  shows how much force must be exerted on the bar to induce a change in voltage of 1 m V.

The test results agree well with theoretical calculations. Consequently, we can affirm that the ALMEMO electro-tensometric system works in the TCE Mechanical Testing Laboratory.

The results obtained from testing the truss and theoretical computations show that the space girder truss functions in accordance with assumptions and can be used in actual building structures.

## **USUS EST MAGISTER OPTIMUS!...(?)**

Jaan Rohusaar

### **Summary**

*Usus est Magister Optimus!...(?)*

The school motto of the Tallinn College of Engineering is: Usus est magister optimus – Work is the best teacher. This generally applicable slogan, well-suited to the training of manual labourers, falls short in the training of engineers and if applied to excess may raise unjustified expectations and hopes among students. Historical evidence shows that throughout mankind's entire existence novel solutions have been arrived in tandem with thorough theoretical research. To be competitive in unforeseen circumstances and be able to learn rapidly how to use new equipment and structures, a person must complete a thorough course of study in theoretical subjects. It is not enough for an engineer to know how a process works, but he or she must know exactly why the process works the way it does, for only then will he or she be able to manage the process.