

O standardizaciji pojma nosivost*

STANDARDIZATION OF THE »CAPACITY« CONCEPT

Marijan Brezinščak, dipl.ing.
Zagreb

UDK 389.63

Prispjelo: 16. studenog 1984.
Prihvaćeno: 15. prosinca 1984.

Pregledni rad

Sažetak

U članku se upozoruje da standardi ne definiraju pojmove nosivost i kapacitet, koji se često susreću u stručnoj literaturi. Pojam nosivost (kapacitet), kojim se u pravilu iskazuje najveća dopuštena opteretivost transportnih sredstava pri naznačenim okolnostima, nije ni međunarodno standardizirana fizikalna veličina. Ovom se raspravom pokušava ustanoviti uzrok tome i predlaže stanovita standardizacija pojma nosivost.

Ključne riječi: masena nosivost — poimanje nosivosti kao sile — momentno poimanje nosivosti — tlačno poimanje nosivosti — obujamna nosivost.

Summary

The author wants to draw attention to the fact that when establishing the standards the concepts carrying capacity and capacity which are frequently met in specialized literature have not been defined. The concept carrying capacity which in principle indicates the maximum allowed load of transport vehicles at given circumstances has not been internationally standardized.

This discussion would try to find the reasons why it is so and would suggest a certain standardization of the concept carrying capacity.

Keywords: mass carrying capacity — capacity as a force — capacity as moment of force — volume carrying capacity.

1. Standardizacija fizikalnih veličina

Prirodoslovne, tehničke, gospodarske, trgovačke, vojne i druge informacije saopćavaju se pomoću tzv. fizikalnih veličina. To su npr. masa, energija, vrijeme, Celzijeva temperatura, tlak, dozni ekvivalent itd. Da bi saopćavanje bilo jednoznačno, a time pouzdano i ekonomično, od 1952. godine sustavno se radi na svjetskoj standardizaciji fizikalnih veličina (kraće: veličina). Pod time se razumijeva prihvatanje odabranih slovnih znakova, utvrđivanje načina definiranja veličina, pridjeljivanje podjednaki naziva u svim jezicima itd.

U toj svjetskoj unifikaciji komuniciranja nadasve je pozitivno djelovanje Međunarodne organizacije za standardizaciju — ISO, koja je do sada u nekoliko izdanja objavila 13 temeljnih veličinskih međunarodnih standarda [1]. Oni obuhvaćaju ova područja: prostor i vrijeme, periodične i srodne pojave, mehaniku, toplinu, elektromagnetizam, svjetlo i srodna elektromagnetna zračenja, akustiku, fizikalnu kemiju i molekulsku fiziku, atomnu i nuklearnu fiziku, nuklearne reakcije i ionizantna zračenja, fiziku čvrstog stanja, značajke sličnosti i matematičke znakove u prirodnim znanostima i tehnologiji. Ti su standardi, zajedno s još nekim drugima s područja informacija, objavljeni i kao posebne knjige na francuskom i engleskom jeziku [2].

Standardni niz ISO 31/0... 13 podloga je za jedinstvenu tvorbu analognih standarda ISO i nacionalnih standarda u specijalističkim područjima, npr. u području prolaza topline, viskoznosti newtonskih tekućina, asinhronih elektromotora itd. Računa se da čovječanstvo upotrebljava oko dvije tisuće različitih fizikalnih veličina.

Važan i bitan doprinos međunarodnoj standardizaciji fizikalnih veličina dali su Svjetski savez fizičara [3] i Savez kemičara [4]. Osim njih, svjetskom jedinstvu komuniciranja pridonose Svjetska zdravstvena organizacija (WHO), Međunarodna elektrotehnička komisija (IEC), Međunarodna komisija za radiološku zaštitu (ICRP) i mnoge druge međunarodne i nacionalne stručne organizacije.

Na standardizaciju ISO, IUPAP, IUPAC i na uzorne nacionalne standardizacije DIN (SR Njemačka) i ČSN (Čehoslovačka SR) oslanja se skup od nekih pet stotina fizikalnih veličina (bez matematike, tj. bez ISO 31/11) koji je objavljen 1982. godine u Tehničkoj enciklopediji [5]. U odabiru suverene hrvatske terminologije za taj skup fizikalnih veličina sudjelovalo je oko stotinu znalaca različitih struka [6]. U toku priređivanja tog komunikacijskog temelja uzeta su u obzir sva bitna obilježja standardne mjeriteljske informacije [7].

2. Zadaća

Pažljivi će korisnik standardizacije [1—5] zapaziti da u njoj nisu definirani pojmovi nosi-

* Članak je priređen prema autorovu referatu »Raznovrsnost pojma nosivost« u Zborniku radova savjetovanja »Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi«, Opatija 1983, str. 469—476.

vost i kapacitet koji se vrlo često susreću kako u općem govoru tako i u stručnoj literaturi, naročito specijalističkoj. Ovom raspravom pokušat će se ustanoviti što je uzrok tome, a ujedno predložiti stanovitu standardizaciju pojma nosivost odnosno započeti diskusiju o tome.

3. Neka obilježja stvari

Stvari, tj. čvrsta, tekuća i plinovita tijela, za mnoge se namjene obilježavaju fizikalnim veličinama. Neke od tih veličina isključivo su svojstvo dotične stvari, a neke su zajednica vlastitog svojstva i fizikalnih veličina što karakteriziraju okoliš te stvari. Među prve ubrajamo npr. masu i množinu, a u drugu skupinu teretnicu, težinu, izvagu, obujam, gustoću itd.

Masa m je fizikalna veličina kojom se obilježava dvojako svojstvo tijela: 1) ustrajnost, tj. protivljenje promjeni stanja gibanja, 2) privlačenje drugih tjelesa. Masa tijela ne ovisi o mjestu gdje se ono nalazi, ni o njegovoj temperaturi, ni o okolnom tlaku kojemu je tijelo izloženo, a ni o gravitacijskom polju u kojemu su nalazi. Tek pošto se tijelo ubrza skoro do brzine svjetla, njegova se masa zamjetno povećava razmjerno drugom korijenu iz $1/(1-v^2/c^2)$; v je brzina tijela, a c brzina svjetla. Prema tome masa je vrlo prikladno obilježje stvari; određuje se mjernom usporedbom s međunarodno pohranjenim kovinskim uzorkom, promjerom [8]. Zakonite jedinice za fizikalnu veličinu masu su kilogram, decimalne jedinice izvedene s pomoću zakonitih predmetaka od jedinice gram i tona [5]. Umjesto izraza »masa« mnogi ljudi rabe riječ »težina« kad iskazuju rezultat vaganja [5, 8, 9, 10, 11].

Teretnica Q je uspravna sila kojom tijelo, što miruje u odnosu prema Zemlji, pritišće na svoju podlogu ili zateže uže o kojem visi. Tijelo mase m i obujam V djeluje teretnicom (5)

$$Q = (m - V \cdot \rho_a) \cdot g \quad (1)$$

kad se nalazi u fluidu gustoće ρ_a na mjestu gdje je težno ubrzanje g . Budući da je gustoća tijela $\rho = m/V$, jednadžba (1) može se napisati i u obliku

$$Q = m \cdot (1 - \rho_a/\rho) \cdot g \quad (2)$$

iz kojega je očito da teretnica tijela ovisi o njegovoj masi, o težnom ubrzanju na mjestu gdje se nalazi i o omjeru gustoća fluida i dotičnog tijela. Taj omjer ovisi o temperaturi i tlaku tijela odnosno okolnog fluida. Stoga točni iskazi teretnice moraju biti praćeni podacima o temperaturi i tlaku. Zakonite jedinice teretnice su newton (njutn) i sve decimalne jedinice sile izvedene od newtona s pomoću zakonitih predmetaka, npr. kN, MN itd.

Težina je sila kojom mirujuće tijelo u prazni i pritišće na svoju podlogu ili zateže uže o kojem visi. Ovaj izričaj proizlazi iz međunarodne standardizacije pojma težina učinjene 1901. godine [5, 11, 12]. Tada je, naime, težina tijela G definirana kao umnožak mase m tijela i težnog ubrzanja g na mjestu gdje se tijelo nalazi:

$$G = m \cdot g. \quad (3)$$

Standardni francuski, engleski i njemački nazivi za tu fizikalnu veličinu glase: poids, weight, Gewichtskraft [12, 11, 9]. O nazivima te veličine podrobnije se raspravlja na drugim mjestima [13, 14, 15]. Zakonite jedinice težine iste su kao i za teretnicu.

Podjelom jednadžbi (2) i (3) dobiva se omjer teretnice Q i težine G :

$$Q/G = 1 - \rho_a/\rho \quad (4)$$

Teretnica je, dakle, uvijek manja od težine, jer je omjer gustoće fluida ρ_a i gustoće tijela ρ uvijek veći od nule. Jedino se u teoriji može zamisliti potpuna praznina ($\rho_a = 0$); tada bi bilo $Q = G$. Prema tome teretnica (1, 2) je stvarna sila koja opterećuje podlogu ili ovjes tijela, a težina prema jednadžbi (3) zamišljena je teretna sila, nikada ostvariva. Pri točnim računanjima služi kao neka referencija. Za manje točne namjene razlika teretnice i težine može se zanemariti ako je okolni fluid zrak, a tijelo ima bitno veću gustoću od zraka.

Primjer: ispitat će se kako se mijenja omjer teretnice i težine čeličnog predmeta gustoće $\rho = 8000 \text{ kg/m}^3$. 1) Kad se predmet nalazi u zraku gustoće $\rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3$, omjer sila prema (4) iznosi $(Q/G)_1 = 1 - 1,2/8000 = 0,99985$, tj. teretnica je samo za 0,015% manja od težine. 2) Ako se čelični predmet stavi u posudu s vodom gustoće $\rho_a = 1000 \text{ kg/m}^3$, omjer se smanjuje na $(Q/G)_2 = 0,875$, tj. teretnica je sada za 12,5% manja od težine. 3) Da se u toj vodi nalazi aluminijski predmet gustoće $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$, omjer bi iznosio $(Q/G)_3 = 0,6625$, tj. razlika bi bila 33,75%.

Izvaga (preciznije: dogovorna izvaga, franc. valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air [16], engl. conventional value of the result of weighing in air, njem. konventioneller Wägewert [17]) je pojam što ga je 1973. godine uvela Međunarodna organizacija za zakonsko mjeriteljstvo, OIML. Izvaga Z tijela mase m definira se jednadžbom [16, 5]:

$$Z = m \cdot \frac{1 - c/\rho}{1 - c/\rho_0}; \quad Z = m \cdot \frac{1 - c/\rho}{0,999850} \quad (5)$$

$\rho_0 = 8000 \text{ kg/m}^3$ dogovorna je stalnica, $c = 1,2 \text{ kg/m}^3$ također je dogovorna stalnica (to je otprilike gustoća zraka pri temperaturi 20°C i uobičajenom atmosferskom tlaku), ρ je gustoća tijela. Izvaga se najčešće pridjeljuje utezima. Ne smije se pridjeljivati etalonskim utezima. Primjer: Izvaga aluminijskog utega za 0,029% je manja od njegove mase, tj. $Z_3 = m \cdot 0,9997$. Za neki drveni predmet gustoće 500 kg/m^3 razlika bi iznosila 0,225%, tj. $Z = m \cdot 0,99775$.

4. Različito poimanje nosivosti

Izraz nosivost najčešće se rabi u vezi s transportnim sredstvima kojima se ljudi i roba premještaju s jednog mjesta na drugo. Među transportna sredstva ubrajamo kola, kamion, željeznički vagon, brod, avion, kran, dizalo, žičaru itd. I sam čovjek je

transportno sredstvo. Nosivost je u pravilu značajka transportnog sredstva, označuje kolikim se najvećim teretom sredstvo može opteretiti a da ne nastanu loše ili zabranjene posljedice. No, ima i primjera kad »nosivost« nije značajka transporta (odlomci 4.3,4).

4.1. *Maseno poimanje nosivosti.* Žive primjere masenog poimanja nalazimo na kamionima, vagonima i mostovima. Kad na boku kamioneta npr. piše 1,5 t, onda to znači da se na njega može natovariti robe ukupne mase 1,5 t (1500 kg). Isto je tako maseno poimanje kad na prometnoj ploči ispred mosta piše: 10 t.

U literaturi ima brojnih primjera masenog poimanja nosivosti. Tako drveni priručnik sadrži ove iskaze: »Nosivost kolica za odizanje iznosi 250 do 2200 kg« (str. 346) [18], »Nosivost viljuškara na kraku 500 mm iznosi 600 t« (str. 348). Enciklopedijski članak o mehanizaciji građevinskih radova navodi da je »nosivost dampera 3...7 t« (str. 283) [19], a da »Kamioni srednje težine najčešće imaju mehanički uređaj za istovar, a nosivost im je 3...5 t« (str. 284). Posve svježiji šumarski članak navodi da je nosivost žičare 900 kg (str. 222) [20]. Članak o brodu [21] podučava nas da je »ukupna masa broda = vlastita masa broda + nosivost (engl. deadweight, DW)«.

Umjesto izraza nosivost, u tehničkoj i privrednoj literaturi nalazimo termin kapacitet. Ta mnogoznačna riječ latinskog je porijekla (capacitas), a prema Klaiću [22] označuje i »nosivost broda, kamiona i sl., prostorni sadržaj nekog spremišta...«. U tom smislu nalazimo ovakve rečenice: »Skladišni spremnici obično imaju kapacitet 30...150 tona« (str. 287) [23], »Kapacitet je peći masa litine kojom se može odjednom raspolagati...« (str. 303). Za bager se kaže da mu je »... kapacitet podizanja u punom krugu od 1250 kg (opružanje) do 1550 kg (povlačenje)« [24]. Široko značenje riječi i kapacitet katkada se definira posve podrobno: »Kapacitet ovakvih transportnih sredstava obično damemo u tonama na sat, kubnim metrima na sat, komadima na sat (iznimno)« (str. 358) [18].

4.2. *Poimanje nosivosti kao sile.* U smislu teretnice odnosno težine izraz nosivost zapažamo u mnogim radovima. U Krauta [25] nalazimo da je »nosivost magneta« općenito iskazana silom $F = A \cdot B^2 / (2\mu_0)$ (str. 243), a »nosivost valjnih ležaja« jedinicom kilonjutn, kN (str. 503). Analogno poimanje pojma nosivost nalazimo i u naslovima nekih diplomatskih radova [26], tj. u školstvu:

- »Portalni granik nosivosti 350/50 kN«,
- »Prekretač s okretnicom nosivosti 400 kN«,
- »Dizelelektrički granik nosivosti 150 kN«,
- »Lokomotivski granik nosivosti 2500 kN«,
- »Granik koji plovi nosivosti 1000 kN«,
- »Mosni kablov granik nosivosti 150 kN«.

Odgovarajuće maseno poimanje iskazivalo bi navedene podatke redom ovako (tablica I): 35/5 t, 40 t, 15 t, 250 t, 100 t, 15 t. Pri tom je uzeto u obzir da je MN (meganjutn) = 1000 kN (kilonjutn) = 10⁶ N, N = kg · m/s².

Tablica I

Ekvivalenti	
Težina	Masa
1 kN	100 kg
10 kN	1 t
100 kN	10 t
1 MN	100 t
10 MN	1000 t

U stručnom oglasu građevinskog priručnika nalazimo 1980. godine podatak da se prodaju [27] »okretne stubne dizalice nosivosti 8...1,5 mp uz dohvat 9...40 m«. U tom tekstu postoji očita pogreška: nosivost se pogrešno iskazuje težinom 8 miliponda (mp) umjesto s 8 megaponda (Mp). Upotreba maloga slova m umjesto velikoga M uzrokovala je da se navede milijardu puta manja decimalna jedinica. Osim toga, na žalost, oglasni tekst ne upozorava čitatelja da s izmiznućem 1980. godine prestaje zakonitost jedinica pond, kilopond i megapond [5]. Kad se već željelo nosivost iskazati silom, trebalo je uz iskaz megapondom dodati iskaz kilonjutnom ili meganjutnom, npr. 80 kN uz 8 Mp. Pri tom se računalo s približnim odnosom Mp = 10 kN. Točno se preračunava ovako [5, 8]: Mp = 9,80665 · kN. Nakon 1980. godine iskazi pondom i od njega izvedenim decimalnim jedinicama nisu više zakoniti (tablica II).

Tablica II

Primjeri obilježavanja stvari masom i težinom

Stvar	Masa		Težina	
	Zakonito	Nezakonito	Zakonito	Zakonito
Papar	10 g	10 p	100 mN	
Kava	200 g	200 p	2 N	
Kruh, meso	1 kg	1 kp	10 N	
Televizor	20 kg	20 kp	200 N	
Lokomotiva	70 t	70 Mp	700 kN	

Riječ kapacitet u smislu iskazivanja nosivosti teretnicom također nalazimo u literaturi [28]: »Vitla su dobavljiva s kapacitetom povlačenja koji se kreće u opsegu od 25 kN do 5 MN i silama držanja od 50 kN do 10 MN«. Odgovarajući maseni iskaz glasio bi (tablica I): 2,5 t i 500 t odnosno 5 t i 1000 t.

4.3. *Momentno poimanje nosivosti.* Udžbenik čvrstoće opisuje »nosivost grede« (str. 279) [29] momentom savijanja koji se računa jednadžbom $M = W \cdot \sigma$. Slovo W označuje moment otpora, a σ dopušteno naprezanje.

4.4. *Tlačno poimanje nosivosti.* Pri ispitivanju i korištenju tla upotrebljava se pojam »nosivost tla« (str. 59) [30] u značenju graničnog dopuštenog tlaka. Tako se npr. ta »granična nosivost tla« (str. 59) izračunava jednadžbom (str. 60):

$$p = k_1 \cdot \rho \cdot h \cdot g + k_2 \cdot c \quad (6)$$

ρ je gustoća zemljišta, h dubina, c »kohezija temeljnog tla«, dok su k_1 i k_2 faktori.

Na drugom mjestu piše ovako (str. 321) [30]: »Pod nosivošću zemljišta podrazumevamo koliko tona na m² (t/m²) može da nosi jedno zemljište a

da mu se ne poremeti ravnoteža«. Ovdje je očito riječ o masenom iskazu tlačnog djelovanja, tj. o tome kolika je dopuštena »plošna gustoća« (omjer mase i ploštine, m/A). Pripadne odnose među odgovarajućim fizikalnim veličinama određujemo ovako. Zamislimo zemljište ploštine A . Do dubine h zemljište zauzima obujam $V = A \cdot h$. Masa te zemlje iznosi $m = V \cdot \rho = A \cdot h \cdot \rho$; $\rho = m/V$ je gustoća zemlje. Prema tome plošna gustoća iznosi $m/A = h \cdot \rho$, što uvrštavanjem u jednadžbu (6) daje

$$p = k_1 \cdot g \cdot m/A + k_2 \cdot c. \quad (7)$$

Tlačno poimanje nosivosti može se zamisliti pri konstruiranju transportnih paleta, projektiranju skladišnih podova i slično.

4.5. *Obujamno poimanje nosivosti.* Nismo u literaturi naišli na brojne primjere iskazivanja nosivosti nekog transportnog sredstva obujmom. U opisu uređaja za sačmanje odljevaka zapazili smo ovaj tekst (str. 312) [23]: »Obično takva čištilica obavi 4 čišćenja na sat, a kapacitet je do, osam kubnih metara odljevaka na sat«. Očito je, međutim, da se cestovne, željezničke i druge cisterne obilježavaju obujamnom nosivošću (kapacitetom) za određene tekućine (nafta, voda itd.). Ponekad se obujamna nosivost kamiona primjenjuje u šumarstvu [31].

5. Primjer raznovrsnog iskazivanja nosivosti

U svjetlu prethodnog razmatranja može se ilustrirati primjena raznovrsnog poimanja pojma nosivost mogućim primjerom. Zamislimo da jednaki kamioni solane stalno prevoze u veletrgovinu jednake solne kutije. Masa svake od tih kutija sa solju iznosi $m_0 = 1,05$ kg, a obujam $V_0 = 0,74$ L, jer su im izmjere $164 \times 110 \times 41$ mm. Nosivost dotičnih kamiona za takve solne kutije može se iskazati barem na pet načina:

- masena nosivost $m = 20$ t,
- težinska nosivost $G = g \cdot m = 196,2$ kN,
- brojna nosivost $N = m/m_0 = 19047$ komada,
- obujamna nosivost $V = N \cdot V_0 = 14,1$ m³,
- visinska nosivost $h = V/A = \dots$; pri tom je A ploština teretne plohe kamiona.

6. Zaključak

1) Pojam nosivost (kapacitet), kojim se u pravilu iskazuje najveća dopuštena opteretivost transportnih sredstava pri naznačenim okolnostima, nije međunarodno standardizirana fizikalna veličina. Ne postoji ni poseban jugoslavenski standard o tome.

2) Navedeni suvremeni primjeri pokazuju da se nosivost transportnog sredstva pretežno iskazuje ili masom ili težinom stvari koje se tim sredstvom smiju transportirati pri naznačenim okolnostima. U specijaliziranim područjima nosivost se katkada iskazuje obujmom, momentom i tlakom.

3) Za korisnike i davaoce transportnih usluga maseno je iskazivanje nosivosti u pravilu pogodnije od težinskoga (u smislu teretnice), jer se transportirana roba najčešće iskazuje masom, a i cijena robe najčešće se iskazuje masenom jedinicom. Kupoprodaja robe putem težine u pravilu se ne primjenjuje. Rezultati vaganja robe također se iskazuju masom

(umjesto naziva masa neki pri tom rabe termin težina). Zbog svega je toga pogodnije da ispred mosta piše 10 t negoli 100 kN, pogodnije je da se nosivost kamiona i granika označuje sa 4 t i 250 t negoli sa 40 kN i 2,5 MN itd. Isto vrijedi i za avione, dizala, žičare, osobne automobile, pa i alpinističku užad.

4) Teretničko poimanje nosivosti važno je konstruktorima transportnih uređaja, jer oni prema ukupnoj dopuštenoj teretnici robe i odgovarajućeg dijela uređaja izračunavaju konstrukcijske sklopove i odabiru potrebne materijale. Ukoliko bi se u Jugoslaviji pojam »nosivost« standardizirao, valjalo bi to uraditi u smislu masenoga iskaza. Standard bi ujedno mogao konstruktorima preporučiti izraz »noseća sila« za onu uspravnu silu $Q \approx G = m \cdot g$ kojom transportirana roba najveće dopuštene mase m opterećuje transportno sredstvo.

LITERATURA

- [1] ISO (International Organization for Standardization) 31/0 (1981), 31/1 (1978), 31/2 (1978), 31/3 (1978), 31/4 (1978), 31/5 (1979), 31/6 (1980), 31/7 (1978), 31/8 (1980), 31/9 (1980), 31/10 (1980), 31/11 (1978), 31/12 (1981), 31/13 (1981).
- [2] ISO Standards Handbook 2: Units of measurement, ISO, Genève 1979. (235 str.).
- [3] IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics): Symbols, Units and Nomenclature in Physics, Document U.I.P. 20, 1978 (60 str.).
- [4] IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry): Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units, Pergamon, Oxford 1979 (41 str.).
- [5] Brezinščak, M.: Zakonska metrologija (Zakonsko mjeriteljstvo), Tehnička enciklopedija JLZ, 8. svezak, Zagreb 1982, 496—525.
- [6] Kallay, N., Cvitaš, T.: Standardizacija fizičkih veličina, Zbornik radova JUREMA 1976, 1. svezak, 35—39; Kallay, N., Cvitaš, T.: Izvršajstaj o poslovanju Radne grupe za izradu prijedloga jugoslavenskog standarda o fizikalnim veličinama i jedinicama, Strojarsтво 18 (1976) 2, 81—82.
- [7] Brezinščak, M.: Iskazivanje i proizvodnja međunarodno standardizirane mjerne informacije, poglavlje u knjizi Z. Radić: Tehnološke procjene, Školska knjiga i SITH, Zagreb 1982, 88—109.
- [8] Brezinščak, M.: Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti, Tehnička knjiga, Zagreb 1971.
- [9] DIN 1305 (1977): Masse, Kraft, Gewicht, Last, Begriffe.
- [10] DIN 1080, Teil 1 (1976): Begriffe, Formelzeichen und Einheiten im Bauingenieurwesen, Grundlagen.
- [11] ISO 31/3 (1978): Quantities and units of mechanics.
- [12] Bureau International des Poids et Mesures: Le Système International d'Unités (SI), 4. izdanje, Sèvres 1981.
- [13] Comité Consultatif pour la masse et les grandeurs apparentées, 1 (1981).
- [14] Comité consultatif des unités, 8 (1982).
- [15] Brezinščak, M.: Težina kao izotznačnica mase (u rukopisu, predviđeno za tisak u časopisu...).
- [16] Organisation Internationale de Métrologie Légale, Recommendation No 33: Valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air, 1973.
- [17] DIN 8120, Teil 3 (1981): Begriffe im Waagenbau, Mess- und eichtechnische Benennungen und Definitionen.
- [18] Horvat, I., Krpan, J.: Drvno industrijski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb 1967.
- [19] Trbojević, B.: Mehanizacija građevinskih radova, Tehnička enciklopedija JLZ, 8. svezak, Zagreb 1982, 270—284.
- [20] Koidl, H. (preveo V. Igrčić): Privlačenje nizbrdo drva žičarom Mini-Urus s hidrostatičnim pogonom, Mehanizacija šumarstva 7 (1982), br. 7—8, 221—225.
- [21] Silović, S. i dr.: Brod, Tehnička enciklopedija JLZ, 2. svezak, Zagreb 1976, 157—413.
- [22] Klaić, B.: Veliki rječnik stranih riječi, izraza i kratica, Zora, Zagreb 1974.
- [23] Bonacić-Mandinić, Z., Luburić, B., Žagar, Z.: Mehanizacija ljevaonica, Tehnička enciklopedija JLZ, 8. svezak, Zagreb 1982, 285—318.
- [24] *** Non-stop testiranje novog bagera, Strojarsтво 22 (1980), br. 6, str. 327.
- [25] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb 1975.
- [26] *** Diplomirali na FSU Sveučilišta u Zagrebu tijekom 1978, Strojarsтво 21 (1979), br. 3—4, 211—216.
- [27] Savez građevinskih inženjera i tehničara Jugoslavije: Građevinski kalendar 1980, Beograd 1980.
- [28] *** Vitlo za četvorno namotavanje užeta, Strojarsтво 22 (1980), br. 6, str. 328.
- [29] Bazjanac, D.: Nauka o čvrstoći, Tehnička knjiga, Zagreb 1968.
- [30] *** Tehničar, građevinski priručnik, Građevinska knjiga, 6. izdanje, Beograd 1972.
- [31] Golja, V., Hitec, V.: Optimalizacija transportnog sistema metodom simulacije, Zbornik radova savjetovanja Mehanizacija šumarstva u teoriji i praksi, Opatija 1983, 131—144.