

SARRUSE PAINUTAMISE RISKID

Terastarindid minetavad oma kandevõime (halvemal juhul varisevad kokku) üldjuhul terase purunemise või deformeerumise tõttu. Raudbetoonis on terassarruse roll peamiselt tõmbejõudude vastvõtmine. Kui sarrust pole kahjustanud korrosioon, kaotavad betoontarindid oma kandevõime valdavalt betooni purunemise, betooni ja sarruse vahelise jõulekande puudulikkuse või betooni deformeerumise tõttu. Kuigi sarrus on dimensioonitud tõmbele, on tema purunemine tõmbele suhteliselt harv nähtus.

Purunemisuhtude ennetamiseks aitab kahtlemata kaasa raudbetoonile iseloomulik hoiatusüsteem: kui sarruse ristlõige hakkab korrosiooni tõttu vähenema, siis betooni pealispind praguneb ja mureneb, kuni korrodeerunud varras ilmub nähtavale; enne katkemist sarrusvarras venib (teras voolab) ning ohustatud kohas betoon praguneb.

Näinud hoiatust, tegutseb ehitise valdaja reeglina oludekohaselt – kui võimalik vähendab koormist, tugitab ohtliku koha, sulgeb kõrvalistele isikutele juurdepääsu võimaliku varingukohta, laseb eksperterida ja remontida (või asendada) tarindit jne.

Hoiatusüsteemi esimene element põhineb korrosiooniproduktide mahulisel suurenemisel, mis purustabki sarruse kaitsekihi. Teine element põhineb terase plastsusel, võimel deformeeruda (voolata) enne purunemist.

Viiekümnendatel õpetati ehitusinseneridele tollases Tallinna Polütehnilises Instituudis (TPI), et sarruseks ei kõlba külmarabe (sh *bessemer*-menetlusel toodetud) või nn keevteras (teras, mille valmistamisel sulametalli pealispind “keeb” süsihappegaasi eraldumise tõttu). Terasel pidi olema piisav piirvenivus (enne katkemist tõmbele) ning painutatavus (kuna sarrust painutati).

Keemiliselt tohtis sellises pehmes terases olla:

- C – 0,1...0,2%
- Mn – 0,3...0,5%
- Si < 0,5%



- S (terase kuumarabeduse peamist tegurit) < 0,01% (suudeti siiski tagada vaid kuni 0,055%)
- P (terase külmarabeduse peamist tegurit) < 0,01% (suudeti tagada vaid kuni 0,05%)

Peamine sarruseks lubatud teras oli **martäänmenetlusel** valmistatud nn rahulik kuumvaltsitud St3, tollal GOST 380-41 järgi (ja ülaloodud keemilise koosseisu piirides), mis

nõudis, et piirvenivus enne katkemist pidi olema (10 läbimõõdu pikkusel katsevarda lõigul) $\sigma_{10} = 23...21\%$, ning varrast pidi saama painutada, ilma et see pragunenuks, 180° ümber poole peenema varda (jn 1B). Sellise terase puhul probleeme painutusraadiuse ega painutuspragudega ei tekkinud.

Metalltarindites kasutati sel ajal jätkuvalt ka (odavam) külmarabedat terast, mis

viis real juhtudel suuremõõtmeliste varinguteni (sillad, transpordigaleriid, fermid). TPI-s toona siiski juba õpetati, et külmarabedat, *bessemer*- või keevterast tohib kasutada ainult mahutite ehitamisel.

Edasine areng soosis suurema tõmbetugevusega sarrusterasid. Legeeritud terase St5 piirvenivuse nõutud tase kahanes 15%-ni ning painutuskatse tehti sarrusvardast kolm korda jämedama varda ümber. Range sellest terasest painutada ei saanud, sest kaarjad nurgad ei võimaldanud pikivarraid paigutada arvutuste seisukohast sobivaimasse kohta (paindeelementides vähenes sisejõudude õlg, surutud elementides ristlõike tuumaosa pind). Ka võis betoonist kaitsekiht kujuneda rangide kohal lubamatult õhukeseks (jn 2B). Profileeritud pinna tõttu ei olnud aga vaja keerata pikivarraste otsi konksu, sest jõud kanti betoonilt sarrusele profileeritud pinna ning külgekeevitatud põikvarraste kaudu. Ülespõõrded sai teha suurema painutusraadiusega, ent painutamiseks läks tarvis suuremat jõudu.

Ajapikku asendusid piki-varrastest ja rangidest seotud sarruskarkassid Nõukogude Liidus (ikka ehituse industrialiseerimise nimel!) keevitatud võrkude ja karkassidega, kus mingis suunas täitis rangi rolli punktkeevitatud varras. Selle varda keevisliide ei olnud normitud ning selle tugevust ei testitud ega tõendatud. Kui purunenud raudbetoonist ei õnnestunud seni tavaliselt leida tõmbele purunenud range,

siis nüüd hakkasid paindeelementide purunemisega põikjõule kaasnema sageli põikvaraste lahtimurdundud keeviliited. Osa keeviliitide purunes isegi juba sarrusvõrkude ja karkasside veol. Kuna aga betooni hoiatussüsteem siiski toomis, oli varinguid, võrreldes terastarinditega, suhteliselt vähe, sest enamasti suudeti seda asjakohase tegevusega ennetada.

Rangideks sobiv teras (kuumvaltsitud St3, aga ka külmaltoimmatud vähelegeeritud või legeerimata traat, mida külmarabedast terasest lihtsalt ei ole võimalik valmistada) oli endiselt saadaval, ent (tehnik)poliitilistel põhjustel rangete sarruskarkassides ei kasutata.

Seotud sarruskarkassid on keevitatutest odavamad ja vabaturumajanduse ennistamise järel hakati neid Eestis taas projekteerima. Selleks on ka imporditud asjakohaseid arvutiprogramme. Ent kõik arvutiprogrammide kasutajad ei tunne piisavalt terase käitumist tarindites. Kummatigi hakkab tööle vabaturumehhanism: tellimuse saab konstruktor, kelle sarrus tuleb odavaim. Paraku saab odavaima sarruse odavaimast saadaolevast terasest. Selleks osutub teadagi Venemaalt imporditav materjal.

Riigiametnikuna olen kohustatud vastama minu pädevusse kuuluvatele küsimustele. Küsimus, mis mulle esitati, on lahtiseletatult järgmine: "Sarruse konstrueerijate hul-

ka on ilmunud isikuid, kes tunnevad hästi vastavaid arvutiprogramme, kuid ei tunne ega vaevugi endale selgeks tegema sarrusterase omadusi. Tänu programmi järgimisele nad terase valimisel tõmbetugevuse järgi tavaliselt ei eksi. Ent suvalise (odavaimat terast reglementeeriva) Vene standardi sissekirjutamise korral sarruse joonisele võib see viia piisava piirvenivusega, külmarabeda, painutamiskõlbmatu terase ettenägemisele. Ka Vene St3 ettenägemine ei päästa, sest poole sajandiga on nii selle terase standard, katsetamise sisu ja reglement kui ka terase enda omadused muutunud. Näiteks võib St3 olla toodetud (keevast) *besser-terasest*."

Vabaturumajandus reguleerib säärast juhtumit järgmiselt: raudbetoonide detaili tootja või (kui betoon valatakse ehitusplatsil) ehitusettevõtja tellib joonisel näidatud terase, ta saab selle (paremal juhul koos tootja avaldusega vastavuse kohta standardile) ning uskudes projekteerijat ja terase müüjat, laseb teha sellest vastavalt talle antud joonistele sarruskarkasse; standardit enast tal ei ole ning selle sisu teda praktiliselt ei huvita (sest ta järgib konstruktori dokumenteeritud tahet). Kuni sarrust ei ole vaja painutada, ei saa ta mingit teavet, kas on tegu külmarabeda terasega. Kui aga terast ei saa painutada etteantud raadiusega või selle painutamisel ilmnevad praod, on ta ase-

tatud raskesse olu korda – konstruktori tahet pole võimalik ellu viia, mis tahes taotlus asendada terase mark sobivamaga tooks kaasa täiendavaid kulusid. Püüdes toote hinda tõsta, võidakse taolised tööd anda kellelegi teisele. Teisisõnu – vabaturumajandus kõrvaldab ta turult; ainus võimalus püsima jääda on toota nüüd juba teadaolevalt ohtlikku kaupa (mis varisedes võib tappa inimesi). Kõige ilmekam on see rangide puhul, mida tuleb painutada 90° ja 180° üsna väikse raadiusega (jn 2B).

Insenerina vastan: "Rabedast terasest rangid võivad tulevikus põhjustada Marja poe varinguga analoogseid õnnetusi. Kui ka rabeda terase sisseveo aeg ja koht oleks teada, pole võimalik sellise õnnetuse aega, kohta ja ohvrite arvu ette arvata. Kas juhtub see näiteks 17 aasta pärast ning kas ohvriteid on 16 (keskmine aprioorne ootus on 8 ohvrit) või mitte ühtegi?"

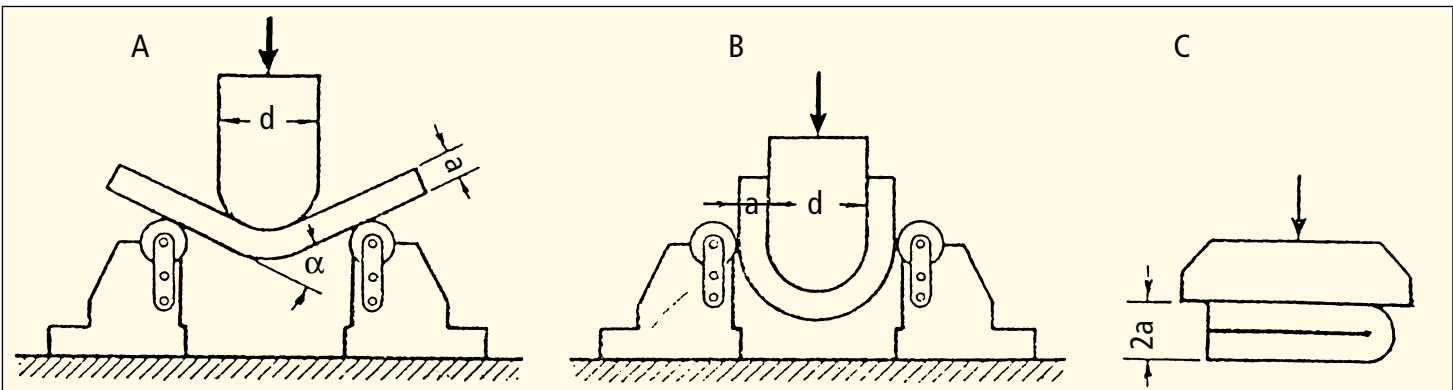
Rangi paindekohas oleva (isegi märkamatu) praod kohal on terase poolt ülekantav jõud pärast tarindi paljukordset koormamist nullilähedane (seda varrast nagu polekski olemas, nagu Marja poe õnnetuse puhul). Ainus võimalus ohtu vältida on kasutada sobivat terast (pehme, rahulik martään-teras kontrollitult piisava piirvenivusega ning painutatavusega).

Ametnikuna olen sunnitud vastama: "Kuni veel kehtib

Planeerimis- ja ehitusseadus (PES), tuleb nii konstruktoril, ehitustoodete valmistajal kui ka ehitusettevõtjal täita selle § 43. Osundan:

- Ehitis peab olema projekteeritud ja ehitatud hea ehitustava ja üldtunnustatud ehitusreeglite järgi ning kehtivatele nõuetele vastavatest materjalidest, nii et:
[---]
2) see ei tekitaks ohtu elule, tervisele, varale ja keskkonnale;
[---]"

Head tava on maailmas järgitud juba sellest ajast, kui seadusi veel ei olnud. Mõnedes valdkondades on tavad ka paberile pandud, ent ehitusvaldkonnas on need Lääneriikides tänini tunnustatud kui üldtuntud kirjutamata regulatsioonid. Kuna meie hea ehitustava sai ajavahemikus 1950...1990 tugevasti kannatada, formuleeris tänaseks laialiläinud Ehitusreeglite Nõukogu (ERN) 1994. aastal selle termini, arvestades nii Eestis säilinud või teadaolevaid traditsioone kui ka olemasolevate teadmiste ja koolituse taset ning mitmesuguseid sise- ja välismaiseid dokumente. ERN-i seisukoht on ET-kartoteegis saadaval tähise ET-1 0207-0068 all. Küsitav on, kuivõrd seda saab rakendada tänaste seotud sarruskarkasside puhul. Hea ehitustava järgimine lõppes ses valdkonnas kogu Nõukogude Liidus viiekümnendatel ning Eestis on



Joonis 1. Teraslatti paindekatse. Proovikeha paksusega a painutamine: A – praod või kihitumise ilmnenemise (nurga α juures), B – painutamine 180° võrra painutiga diameetriga d , C – kokkupainutamine.

selle tava kandjaid juba raske leida.

Üldtunnustatud ehitusreeglid on formaalse loogika liigitusreeglite kohaselt üldtunnustatud tehnikareeglite alaliik. Saksamaal kohustavad üldtunnustatud tehnikareegleid järgima liidumaade ehituskorraldused (*Bauordnung*). Ses mõttes sarnaneb meie PES Saksa õiguskorraldusega.

Mõiste ise ei ole defineeritud ega ole ka defineeritav klassikalise loogika terminites. Saksamaal on käibel pooleteistleheküljeline seletus, mis arvab termini alla mis tahes korduvkasutamiseks mõeldud teabe, mis nii teooria kui ka praktika seisukohast on end õigustanud. Seega kuulub ülalöeldust üldtunnustatud tehnikareeglite hulka ka see, mida omal ajal õpetati TPI-s ehitusinseneridele. Tala varin-gu korral sarruse rangid ei purne, kui on järgitud õpitud reegleid (muidugi kuulub reeglite hulka ka rangide läbimõõdu ja sammu valimine, mida antud juhul ei käsitleta).

Protseduuriliselt ei ole asi siiski nii lihtne, sest

- ükski õigusakt ei keela kedagi konstrueerimast sarruskarkasse;
- ükski õigusakt ei keela kedagi tootmast sarruskarkasse ega raudbetoondetailide, mis neid karkasse sisaldavad;
- ükski õigusakt ei nõua, et konstruktoril ja tootjal oleks eespool kirjeldatud teadmised;

- ükski õigusakt ei nõua, et konstruktor peaks olema tuttav standardiga, mille rakendamise ta ette kirjutab.

Keskkonnaministri 31.3.98 määrus nr 29 nõuab küll, et sarrusterase deklareeritud omaduste olemasolu (sh meid huvitavat piirvenivust ja painutatavust) peab tõendama usaldusväärne kolmas osapool, andes välja nõuetele vastavuse tunnistuse ehk vastavussertifikaadi, ingl k – *certificate of conformity*. Ent sertifikaat kinnitab vaid, et sarrusterasel on teatud omadused (nt piirvenivus 5% ja painutatavus ümber 8 korda jämedama varda), kuid ei anna vastust küsimusele, kas antud teras sobib sarruse rangideks.

Projektdokumentatsiooni esimene seadusega ettekirjutatud kontrollimenetlus on ehitusloa väljaandmine. Ent ehitusloa taotlemiseks ei ole vaja esitada raudbetooni tööjooniseid ega kasutatavate raudbetoondetailide tööjooniseid. Seega üldjuhul ehitusloa väljaandmise protseduur rabeada terase kasutamist ei tõkesta.

Teoreetiliselt peaks rabeada terase sattumist tarinditesse tõkestama KOV ehitusjärelevalve. Selleks peaksid ehitusjärelevalve käsutuses olema monteeritavate detailide korral tootja deklaratsioon toote tarbeomaduste, kasutatud materjalide, ettenähtud kasutusala ja kasutustingimuste kohta, kasutatud terase vastavustunnistuste koopiad, toote tööjoon-

nised ning viidatud standardite tekstid (järelevalvajale arusaadavas keeles). Kohapeal valatavate tarindite puhul peab osa vastavaid andmeid sisaldu-ma projektdokumentatsioonis.

Ehitusjärelevalve ülesanne ongi tuvastada ja dokumenteerida, kas ehitusettevõtja järgib projekti (ja muid asjasepuutuvaid dokumente). Paraku on taolisi kontrollimist väärivaid analoogilisi aspekte ehitusel tuhandeid. Teiselt poolt: ehitusjärelevalvel ei pruugi olla eespool kirjeldatud teadmisi ning talle esitatud dokumentidest ei pruugi ilmneada, milliste omadustega terasega on tegu. Rooma õigus Eestis küll ei kehti (pole kehtestatud!), ent praktiliselt tuleb antud juhul lähtuda ühest selle põhimõttest – **kedagi ei või kohustada selleks, mis ületab ta võimeid** (*ultra posse nemo obligatur*). Järelevalve ulatus saab olla vaid üsna piiratud. Vastasel korral peaks järelevalvajate armee olema oma arvukuselt ja ajakulu poolest võrdväärne projekteeija ja ehitusettevõtja personaliga.

Kasutusloa väljaandmise hetkel ei saa sarrust vaadata ega saa ka seda katsuda. Otsus langetatakse esitatud dokumentide põhjal. Kui nende hulgas on sarrusterase sertifikaat ja ehitusjärelevalve kinnitus, et kasutati just selle partii terast, mille kohta sertifikaat käis, peab loa väljaandja olema siiski nii tark, et teha kindlaks, kas see teras oli praktiliselt kõlblik sarruskarkassi rangi-

deks või mitte. Ta ju ei näe, kui mitmel rangil (mitte ühelgi, ühel, kõigil) on paindeko-has praod, ei suuda ilma vasta-va riistvaraga spetsialisti abita kindlaks teha, kas betoonist kaitsekiht rangide kohal on piisav, ei näe, kui palju on vähenenud sisejõudude õlg piki-varraste asukoha nihkumise tõttu ümaravõitu rangides. Praktiliselt ei jää kasutusloa rabeada terase kasutamise põhjusel välja andmata, sest loa väljaandmise protseduuris seda reeglina kindlaks teha ei õnnestu.

Põhiseaduse § 13 ütleb, et **igaühel on õigus riigi ja seaduse kaitsele**. Vastavalt PES-i § 43-le on ehitise kasutajad kuni ehitise kasutusea lõpuni seaduse kaitse all. Ent reaalselt hakkab kaitsemehhanism toimima mitte varem kui õnnetuse või hädaseisundi järel. Karistuseseadustik hakkab ohvreid kaitsma pärast nende hukkimist, ent vaid eeldusel, et surma põhjustanud sündmusest (rabeada terase inkorporeerimisest ehitisse) pole möödunud rohkem kui 10 aastat. Tsiviilõigus hakkab samuti toimima pärast õnnetust ning tegeleb vaid kaastustega, kus teo ja selle tulemuse vahe ei ületa 10 aastat.

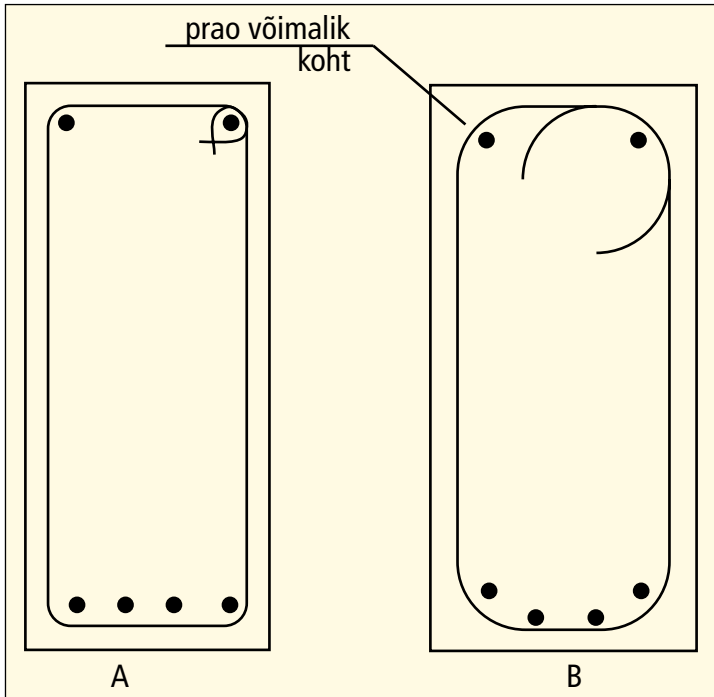
Jurist võib taotleda süü veeretamist ehitise valdaja kaela, sest on too ju suurema ohuallika valdaja. Ehitise valdaja võib olla nii ehitise tellinud isik, palgatud ametnik kui ka ehitise heauskselt ostnu või pärandiks saanu, kogum akt-

KERGE EHITADA

AEROC

POORBETOONTOOTED

Aeroc OÜ, Andja, 44105 Sõmeru vald, Lääne-Virumaa
tel. (032)95051, faks (032)95051, e-mail aeroc@aeroc.ee, www.aeroc.ee



Joonis 2. Tala ristlõige: A – pehmest terasest rangidega, B – jäigast terasest rangidega

sionäre, KOV või riik ise. Kui valdaja aga ei näinud varakult ohu tunnuseid (pragusid betoonis, mis rabeda sarrusterase puhul võivad avaneda alles varisemishetkel), ei saa teda õnnetuses süüdistada, sest ta ei teadnud ega pidanudki teadma, et kellegi teise tegevuse või tegevusetuse tagajärjel on betooni pinna all rabe sarrus.

Kui PES-i ehitusosa hakkab asendama uus, käesoleval ajal ettevalmistatav Ehitusseadus (ES), siis ei ole enam seaduse sündi järgida üldtunnustatud ehitusreegleid (sh seda, mida ehitusinseneridele õpetati või mis on avaldatud), sest ES eelnõu viimase saadaoleva redaktsiooni § 4 järgi (12.6.01):

- Ehitis peab olema projekteeritud ja ehitatud hea ehitustava ning projekteerimise ja ehitamise käsitluse kohaselt ning ei tohi tekitada ohtu inimesele, tema varale ega (inimese? – G. S.) keskkonnale.

Nagu eespool juba öeldud, ei käi (ei enam ega veel) hea ehitustava hulka kahjuks rabeda terase kasutamise vältimine tarindites. Millal ja millises

õigusaktis rabeda terase kasutamine piiratakse, ei oska mementoil keegi ette öelda. Läänemaades reguleerib ehitust mitukümmend tuhat dokumenti, mis valdavalt ei ole õigusaktid, ning õpitud ja avaldatud teave. Rabe teras on vaid üks tuhandete ohutegurite hulgas.

Seega: seadus nõuab nii praegu kui ka tulevikus, et ehitist ei kujutaks endast ohtu, aga selle nõude elluviimise teed ja kontrollimehhanism, mis peavad toimima enne õnnetust ja õnnetuse ära hoidma, seni puudub. See on üks neist asjadest, mille poolt me erinevame mis tahes Lääneriigist.

Ehitajana ütlen ehitajatele: "Mulle esitatud küsimus puudutas sarruskarkassi range. TPI-s õpetati ehitusinseneridele, et rabedat terast ei tohi ehituses kasutada (v.a mahutid). Laiendan oma vastust mis tahes tarinditele: Rabedat (külmarabedat, keeva, bessemer-) terast ei tohi kasutada tarindis (raudbetoonis, terastarindis, komposiit-konstruktsioonides), kui selle ootamatu purunemine võib ohustada inimesi, teisi tarindeid või muud vara.

Rabeda terase kasutamine täielikult keelustada pole mõttekas, kuna see on plastsest odavam ning võib teenida meid rahuldavalt näiteks fassaadikatete või turvauste koosseisus."

Veel soovitatakse ehitajatel lugeda läbi terase standard, enne kui konstruktori või projekteerijana näete ette selle kasutamise sarruseks või mujal kandetarindites. Kui terasvarde piirvenivus ja painutusraadius on ebasobivad, ärge nähke ette sarruse painutamist. Kui terase kohta on märges "keevteras" või "poolrahulik teras", või puudub märges "rahulik teras" (vene GOST-ides), ärge seda terast kandetarinditesse ette nähke. Kui terase kohta on tootja kasutusjuhend (nt "mitte painutada" või "painediameeter mitte alla 8 vardadiameetri"), siis järgige seda. Kui terase kohta vajalikud andmed puuduvad (nt piirvenivus pole standarditud), kasutage seda terast ainult juhul, kui puuduv parameeter on katseliselt määratud usaldusväärse kolmanda osapoole poolt.

Sarrust valmistava ettevõttena nõuaksin iga terase partii kohta nõuetele (standardile) vastavuse tunnustust (sertifikaati), mis on väljastatud usaldusväärse kolmanda osapoole poolt. Kahtluse korral (nt ei ole üheselt selge, et sertifikaat käib antud partii kohta) laseksin terase täiendavalt üle katsetada. Kui tõendatud omadused või valmistaja kasutusjuhend ei luba vardaid etteantud raadiusega painutada, nõuaksin konstruktorilt terase asendamist sobivamaga.

Ehitusjärelvalvena kontrolliksin nii kasutatava terase sertifikaati, terase vastavust sertifikaadile kui ka terase deklareeritud parameetreid. Sobimatult suured painutusraadiused, praod painutatud varrastel või koguni üksikute varraste purunemine painutamisel annavad tavaliselt signaali, et teras on sarruseks ebasobiv.

Kes tahes huvitatud osapool saab terase külmarabedust kontrollida külasepa kombel: lati ots lüüakse kahekorra (jn 1C), siis uuesti sirgeks; kui painutuskohal leitakse pragu, siis rattarehvi ega reejalast sellest ei sepihata.

Eesti vabaturumajanduse tingimustes on minu soovitusete järgimine ohtlik: te võite jääda ilma tellimustest või töökohast, või asendades terase sobivamaga omal kulul ja riskil, suurendada ettevõtte pankrotiohtu. Seepärast kaaluge hoolikalt, enne kui võtate neid kuulda.

Ülalesitatud andmed ja joonis 1 on võetud B.G. Skramtajeve jt autorite raamatust "Ehitusmaterjalidest", avaldatud Tallinnas Eesti Riikliku Kirjastuse poolt 1951. Selles avaldatu on ka tänapäeval käsitletav asjassepuutuva teabena.

Tuletan meelde, et õnnetuses süüdi olevaks saab tunnistada isikut, kes teadis või pidi teadma oma hariduse, ametiseisundi, ametlike dokumentide või avaldatud teabe poolest, et tema tegevus või tegevusetus võib põhjustada õnnetuse, kuid siiski sooritamata) asjassepuutuva teo. See ei tulene ei praegusest PES-ist ega seda peatselt asendavast ES-ist, vaid õiguse üldpõhimõtetest. Ma ei ole jurist ega tea selle tõttu, kuid võrd see põhimõte kajastub Eesti õiguskorras (ehitise omaniku puhul nagu ei peaks kehtima?). Ülalpool osundatud õpik ning käesolev kirjutus peaksid siiski välistama asjassepuutuvate isikute väited, nagu nad ei pidanudki teadma, et rabeda terase kasutamine tarindites on ohtlik.

MAJANDUSMINISTEERIUMI
EHITUS- JA ELAMOSAKONNA
EHITUSREGULATSIOONIDE
TALITUSE PEASPETSIALIST
G. SAMUEL