

Profesor I V A N M U N D A, univ.dipl.inž.str.
(1931 do 2009)
Strokovna ocena razvojnih dosežkov

Tako kot imamo med umetniki zelo različne talente in različne umetniške potencialne, so tudi med inženirji zelo različne strokovne sposobnosti in še bolj različni ustvarjalni dosežki. Lahko rečemo, da je izjemno malo inženirjev, ki so razvili vrhunsko strokovno in ustvarjalno zmožnost ter hkrati s svojim zgledom in razvojnimi rezultati dvignili domet cele skupine sodelavcev različnih strokovnih profilov, kar se je odločilno odrazilo na uspehu podjetij, kjer so delovali. Eden takih pa je zagotovo Ivan Munda, univ.dipl.inž.str., ki je deloval v METALNI Maribor od zaključka svojega študija leta 1956 do svoje upokojitve leta 1991. S svojim izjemno obsežnim in kvalitetnim razvojnim delom je dosegel, da se je omenjena družba uveljavila na področju žerjavogradnje v globalnem svetu.

Mladost in študij:

Ivan Munda je bil rojen 9.2.1931 v trdni kmečki družini v vasi Frankovci kot najstarejši izmed osmih otrok. Na kmetiji ni manjkalo dela. Komaj deset let je bil star, ko se je pričela nemška okupacija slovenske Štajerske in Gorenjske. Ko so Nemci zaradi sodelave v OF leta 1943 zaprli očeta, je na ramena najstarejšega sina padla peza kmečkih opravil. V takem okolju je predan domačiji in delu krepil svoje telo in delovne navade ter postajal samostojen. Da je iz posebnega testa odgovornosti in poguma lepo kaže zaplet z domačo živino ob umikanju nemške vojske, ki ga je lepo opisal njegov najmlajši brat Miha v svojem sestavku. Tedaj je bil star šele 14 let.

Štiri leta od takratnih sedmih razredov osnovne šole je opravil na Humu pri Ormožu. Ker je bil nadarjen in voljan učenja, je nadaljeval šolanje na nižji gimnaziji v Ormožu ter na Ptujju v višji gimnaziji. Če je imel do Huma pol ure peš in do Ormoža eno uro, je za obe poti in vsakodnevni pouk na Ptujju ob železniški povezavi in redkih vlakih potreboval več kot dvanajst ur. V višjih razredih gimnazije (takrat je gimnazija trajala osem let) je pokazal poseben talent za naravoslovje in matematiko. Redno je prebiral naravoslovno revijo Proteus in tudi reševal zanimive matematične probleme, ki jih je ta revija objavljala. Za originalno rešitev težke naloge, ki jo je poslal uredništvu v objavo, je dobil nagrado revije s posvetilom prof.dr. Josipa Plemlja, ki je nalogo sestavil. V osmem razredu gimnazije (v š. l. 1949/1950) je tekmoval na Prvem republiškem tekmovanju mladih matematikov.

Po srednji šoli se je v študijskem letu 1950/1951 vpisal v oddelek strojništva na Tehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Kot sin kmeta z nekaj več obdelovalne zemlje, ki pa v takratnih časih ni prinašala ampak odnašala denar in živino v obliki davkov in obveznih oddaj, ni dobil nikakršne štipendije in se je preživljal s priložnostnimi deli. Tedaj je študij strojništva trajal pet let a je kljub obštudijskemu delu diplomiral že 18. septembra leta 1956 z zelo dobrim uspehom. Mentor pri diplomu mu je bil organizator celovitega študija strojništva v Ljubljani prof. dr.h.c. Feliks Lobe, ki je bil evropsko znan specialist za obdelovalne stroje. Diplomiral je s področja hidravličnih stiskalnic za plastično preoblikovanje strojnih elementov. Ocene pri izpitih je imel vseskozi visoke - za študenta, ki se je moral preživljati sam, naravnost odlične. Posebej se je odlikoval pri Mehaniki, Strojnih elementih, Elektrotehniki, Regulaciji in tehnoloških predmetih. Dve obvezni enomesečni praksi je opravil v Tovarni avtomobilov Maribor (TAM) in v tovarni Iskra v Kranju. Kot absolvent strojništva je bil leta 1955 preko IAESTE tri in pol mesece na praksi v tujini pri firmi FORTUNA iz Stutgarta.

Ivan Munda se je poročil leta 1962 z gospo Vilmo. V družini sta se jima rodili hčerki Petra in Saška. Kljub ogromnemu času, ki ga je, kot bo razvidno iz spodnjega prikaza, dal Metalni, je prihranil čas tudi za družino in bil pri tem skrben mož in oče.

Zaposlitev, delovanje in dosežki:

Takoj po diplomi, oktobra leta 1956 se je zaposlil v projektivno-konstruktivnem biroju Metalne v Mariboru, v oddelku za transportne naprave, ker tedaj ni našel primerne zaposlitve v kakšni tovarni za obdelovalne stroje, kamor ga je vlekel srce. Kljub spremenjeni strokovni usmeritvi se je z vsem mladostnim žarom predal novemu konstrukcijskemu področju, ki mu je potem ostal zvest do upokojitve in tudi v času upokojitve do prezgodnje smrti leta 2009.

Metalna Maribor je leta 1956 že imela projektivno-konstruktivno ekipo, ki je že vrsto let izdelovala tehniško dokumentacijo predvsem za mostne in kozičaste (portalne) žerjave ter nekaj manjših enot drugačne zasnove (npr. stolpni žerjav, vrtljivi žerjav, ...). Jedro te ekipe so tvorili diplomanti prof. Frančka Kovačca iz let 1951 do 1954 (Aleksander Golob, Jože Hlebanja, Stane Potrč, ...). V takem okolju se je mladi Ivan Munda zelo hitro učil. Prvi njegov žerjav je bil manjši mostni žerjav 3 t x 15 m za Atomski inštitut Vinča (zap. št. objekta 304). V približno treh letih (eno leto je bil medtem v JLA v Šoli rezervnih oficirjev) je postal samostojen projektant za celoten takratni nabor transportnih naprav Metalne. Za inženirja Ivana Munda je to pomenilo, da je strokovno osvojil za posamezen tip žerjava vse njegove sklope in bil sposoben sestaviti novo napravo, ki se je razlikovala od predhodnih po dvizni zmogljivosti in razpetini oziroma dosegu. Od tega trenutka naprej prične inženir Ivan Munda samostojno širiti poznavanje transportnih naprav z novimi rešitvami, Metalna Maribor pa vzporedno širiti proizvodni program na področju transportnih naprav v taki meri, da postane po tej proizvodnji prepoznavna najprej po vsej Jugoslaviji in kasneje na vseh kontinentih sveta. Vloga Ivana Munda v obdobju tridesetih let je najbolj razvidna iz naslednje opisne preglednice, ki govori o deležu tehniške dokumentacije do leta 1987, ki jo je Ivan Munda kreiral (zasnoval in pogosto dodal vsaj en razvojni korak) po vrstah transportnih naprav:

- a) Mostni žerjavi:
Izmed 844 mostnih žerjavov (163 je bilo ponovitev po predhodno izdelani dokumentaciji) je njegovih 18 žerjavov (2,1 % ob treh ponovitvah).
- b) Kozičasti in polkozičasti žerjavi s premohodnim mačkom:
Izmed 125 tovrstnih žerjavov (17 je bilo ponovljenih) je njegovih 24 žerjavov (19,2 % ob dveh ponovitvah).
- c) Kozičasti žerjavi z nagibno ročico na vrtljivi nadgradnji:
Izmed 93 žerjavov tega tipa (54 ponovitev) je Ivan Munda razvil in zasnoval 87 žerjavov (93,5 % ob 54 ponovitvah).
- d) Derrick žerjavi:
Od 8 tovrstnih enot (dve ponovitvi) je njegovih 5 (62,5 % ob dveh ponovitvah).
- e) Kontejnerski žerjavi v lukah:
Vse kontejnerske žerjave (100 %) je do leta 1987 v Metalni razvil in sprojektiral Ivan Munda.
- f) Kompleksna transportna oprema, ki zajema različne vrste transportnih naprav:
Od 16 kompletnih postrojenj, ki jih je izdelala Metalna, je njegovih 10 (62,5 % in vsa od leta 1973 naprej).

Žerjave pod točko a) in b) je inženir Munda osvojil že v prvih letih ustvarjanja ter mu kasneje kot bolj ali manj rutinski niso bili več izziv.

Za inženirja Ivana Munda je bilo značilno, da je povsem razumel v mehanskem in (ali) električnem smislu delovanje vsakega od sestavnih sklopov vsake naprave, ki jo je projektiral. Zaradi tega se ni nikoli izogibal težjim in zapletenejšim nalogam. Nasprotno, v poseben izziv so mu bile take naloge, kjer je bilo potrebno konstrukcijsko rešiti novo zahtevo naročnika, obvladati nove materiale, obvladati katerega od vplivnih naravnih učinkov ali se spustiti na izrazito interdisciplinarno področje. Pri tem je bil ob velikem znanju, naraščajočih izkušnjah vseskozi tudi izjemno inventiven. Na ta način je pogosto prav on dosegel, da se je določen

naročnik odločil prav za Metalnin žerjav, čeprav predtem Metalna še ni imela potrebnih specifičnih referenc. Nekaj od številnih primerov samostojnih odločitev in inovativnih rešitev je opisanih v nadaljevanju.

Mostni žerjavi, ki obratujejo v železarnah in jeklovaljarnah, so zelo visoko obremenjeni v treh izmenah ob še drugih neugodnih okoliščinah kot so temperatura in prah. Čeprav je bilo v takratnih časih v literaturi komaj zaznavno omenjanje obratovalnih okoliščin, je Ivan Munda posvetil posebno pozornost zasnovi elementov, ki so podvrženi obrabi, to je vrvnim pogonom, tekalnim kolesom in raznovrstnim ležajem. Pri tekalnih kolesih je zagovarjal enovito izvedbo korpusa kolesa iz toplotno utrjenega jekla namesto takrat modernih bandažiranih izvedb, kjer je bil trd samo obroč kolesa. Ko je uporabil premišljeno zasnovo naštetih sklopov in elementov pri žerjavu nosilnosti 50/5 ton x 18,2 m za Železarno Jesenice (zap. št. objekta 543, izdelan leta 1964), je le-ta zdržal 20 let brez resnega remonta.

Ivan Munda je zasnoval tudi mostni žerjav z zmogljivostjo 400 ton za tovarno Rade Končar (Slika 27) za dviganje in prenos velikih generatorjev (zap. št. objekta 1295). To je bila največja dvižna zmogljivost mostnega žerjava, ki ga je izdelala Metalna. Posebnost tega žerjava je razdelitev vrvnega mehanizma v štiri veje do štirih obesišč posebnega razširjenega prijemala, s čimer je projektant dosegel razmeroma majhne mere elementov dvižnega mehanizma.

Posebno pozornost v žerjavogradnji je bilo nekaj potrebno posvetiti takoimenovanemu finemu dvigu (bolje spustu), to je tisti hitrosti, s katero se težka bremena odložijo na točno predvideno mesto. Običajno se je ta problem reševal z zahtevnimi planetnimi prenosniki moči, z dragimi elektromotorji na enosmerni tok ali pred štiridesetimi leti tudi s še zelo dragimi frekvenčnimi pretvorniki. Opisano težavo je inženir Munda rešil z navadnim asinhronim elektromotorjem, ki mu je prigradil zavorni stroj na vrtinčaste tokove ter uvedel dodatno regulacijo magnetnega polja zavnega stroja. Ta rešitev je bila cenovno ugodna in je že omogočala brezstopenjsko spreminjanje dvižne hitrosti.

Daleč največji uspeh v opusu Ivana Munde, ki je bil opazen širom po svetu, predstavlja transportna oprema za ladjedelnice, plavajoče doke in pristanišča. Tukaj so sovpadli razvoj in mednarodna uveljavitev jugoslovanskih (hrvaških) ladjedelnic ter najbolj ustvarjalna leta Ivana Munde. S svojim razvojnim genijem je Ivan Munda v manj kot dvajsetih letih uspel doseči svetovno raven na področju glavnih in projektivno najtežjih skupin žerjavov za ladjedelnice in pristanišča.

Med kozičastimi žerjavi s premohodnimi mački za prenos celih sekcij ladij je potrebno omeniti dva ekstremna primera, kjer je bil Ivan Munda glavni projektant. Prvi je dvonosilčni kozičasti žerjav z nosilnostjo 300 ton ter razpetino 104,25 m in prevesom 20/24,75 m (pri večjem prevesu nosilnost 200 ton) za Ladjedelnico 3. maj na Reki (zap. št. objekta 825, izdelan leta 1972). Za ta žerjav je Metalna odkupila licenco od renomirane nemške firme Krupp za izvedbo z dvema glavnima nosilcema trapečnega preseka in z dvema mačkoma. Močnejši maček s kozičastim ogrodjem (2 x 150 ton s po enim kavljem na vsaki zunanji strani nosilcev) je vozil nad zunanjima stojinama, manjši maček (150 ton) pa nad notranjima stojinama in je lahko prehajal pod močnejšim mačkom. Trapečni presek nosilcev je imel še to prednost, da je bilo možno dvigniti vse tri kavlje še iznad spodnji pasnic. Približno dve leti mlajši je pravtako kozičasti žerjav za ladjedelnico Galați v Romuniji z nosilnostjo 320 ton in razpetino 75 m (zap. št. objekta 908). Ker Metalna z licenčno rešitvijo brez lastnika licence ni smela konkurirati na natečaju za ta žerjav, je inženir Ivan Munda poiskal originalno enonosilčno rešitev z enako možnostjo medsebojnega gibanja dveh mačkov. Presek tega nosilca je oblikoval v obliki navzdol obrnjene črke U s škatlastima torzionetama znotraj spodnjega dela stojin U preza.

Spodnji pasnici torzionet sta hkrati dva dela spodnje pasnice U prereza, po zgornjih pasnicah torzionet pa vozi spodnji maček. Ta rešitev je omogočila zanesljivo mimobežnost obeh mačkov, hkrati pa je bila mnogo lažja od licenčne dvonosilčne rešitve. Tudi pri tem žerjavu je za pogone uporabil asinhrono elektromotorje s prigradenimi zavornimi stroji, s čimer je dosegel brezstopenjsko regulacijo in se izognil uvozu komponent, kar je bilo v takratnih časih zaradi devizne suše velik problem. Takratna vrednost tega žerjava je bila kar 3,5 milijona ameriških \$.

Ladjedelnica Mosor iz Trogira je uspela dobiti tuje naročilo za plavajoči dok nosilnosti 60.000 ton. Za ta dok je Ivan Munda razvil kozičasti žerjav nosilnosti 2 x 30 ton / 4 tone z dvizno višino 80 m in razpetino 63,3 m + 8 m (zap. št. objekta 1411, slika 17). Za vse dokovske žerjave je potrebno poleg običajnih zahtev upoštevati tudi vsiljeno nihanje doka zaradi valovanja morja (v konkretnem primeru 3,5 do 4 m). Ta zahteva je za kozičaste žerjave z visokim težiščem (cca. 60 m nad morjem), kjer se je potrebno soočiti z velikimi vztrajnostnimi silami lastnih mas žerjava, ter zaradi torzije, ki jih nihajoči dok lahko vnaša v glavni nosilec žerjava, težko obvladljiva. Projektant tega žerjava je zasnoval glavni nosilec v prostorski palični izvedbi trikotne oblike iz visokotrnostnega jekla, da je dobil podajni nosilec in majhno maso ter posledično obvladljive inercialne sile. Za žerjav je razvil tudi povsem novo lovilno napravo. Pri tem žerjavu je potrebno omeniti tudi problem, ki ga je bilo potrebno rešiti za njegov transport skupaj z dokom v Črno morje. Če bi pritrdili žerjav na tirnice plavajočega doka, bi precej presegli dovoljeno višino za prehod pod mostom čez Bospor. Na predlog glavnega projektanta žerjava, so na bočnih nosilcih doka namestili konzolne opore za žerjav tik nad gladino morja ter ob samem prehodu pod mostom še potopili dok do največje možne mere. Z obema ukrepoma so brez škode prešli pod mostom. Ko je dok prispel na mesto uporabe, ni bilo pretežno sinhrono dvigniti oba konca žerjava in ju namestiti na tirnice. Dok je bil tako lahko zelo hitro pripravljen za obratovanje. O tej učinkoviti rešitvi je poročal tudi tuji tisk.

Jugoslovanske ladjedelnice so dobavile SZ več kot deset plavajočih dokov za popravilo ladij, za katere je naročnik zahteval poseben sistem za varno in zanesljivo uvlačenje ladij z mesta, do koder jih lahko pripelje vlačilec. Ivan Munda je v ta namen razvil poseben sistem štirih vitlov, ki so z nateznimi vrvmi premikali vsako poškodovano ladjo povsem programirano do željenega mesta v doku in jo po popravilu zopet varno izvlekli iz doka. Sistem je lahko doziral pritezno silo po posameznem vitlu in omogočal načrtovano pospeševanje, enakomerno gibanje ter zaviranje ladje. Tudi ta sistem je vzbudil veliko pozornost strokovne javnosti. Zanj so se zanimali tudi tuji izdelovalci dokov in dokovske opreme.

Pri vravnih pogonih je inženir Munda prispeval še dve originalni rešitvi. Prva se nanaša na sukanje obešenega grabilnika okrog vertikalne osi za 90 stopinj z medsebojnim pomikanjem vrvenic na kocu ročice. Druga se nanaša na urejeno večslojno navijanje vravnih bobnov.

V ladjedelnica vidimo kozičaste žerjave, ki imajo štiri noge oprte v vogalih manjšega kvadratnega tlorisa. Po dve nogi se pri tem premo premikata vzdolž vzporednih tirnic. V opisanem podstavku štirih nog, ki so zgoraj zblížane okrog krožnega nosilca, je vležajena vrtljiva nadgradnja, ki nosi ročico. Doseg ročice je uravnavan z njenim nagibanjem s pomočjo sistema vrvi tako, da se kavelj z bremenom med nagibanjem ročice skoraj vodoravno premika. V Metalni so že pred prihodom Ivana Munde izdelali nekaj tovrstnih žerjavov manjših nosilnosti. Ivan Munda je te žerjave nadalje razvil za večje nosilnosti (do 150 ton) in jih prilagodil tudi za plavajoče doke. Zaradi nihanja dokov so tu dodatni problemi: ohranjanje zadostnih tlačnih obremenitev na kolesa v vseh štirih točkah podstavka, obvladovanje rotacijskega gibanja zaradi spremenljivih obremenitev med rotacijo, obvladovanje nagibanja ročice zaradi spremenljivih pogojev med vrtenjem nadgradnje, obvladovanje povečanih sil na sidrskih mestih. Vse te probleme je Ivan Munda uspešno rešil. Metalna je izdelala okrog 40

tovrstnih žerjavov, ki danes obratujejo na Hrvaškem, v Rusiji, Ukrajini, na Poljskem, v Pakistanu, Bangladešu in Indoneziji ter še kje.

Poleg zgoraj opisanih kozičastih žerjavov z vrtljivo nadgradnjo, kjer nagibanje ročice uravnava vrtni sistem, je Ivan Munda razvil tudi podobne, a še večje žerjave, kjer doseg kavlja uravnava ročica v obliki štirizgibnega mehanizma. Tudi ta mehanizem, kjer so mere sestavnih elementov v posebnem razmerju, omogoča v radialni smeri skoraj vodoravno premikanje kavlja z bremenom. Z vrsto originalnih rešitev nosilne konstrukcije, pogonske enote za spreminjanje dosega ročice (pogon z vijaknim vretenom), pogonskega sistema za dviganje bremena in pogona za vrtenje nadgradnje, je nastal domač tip tega žerjava z nosilnostjo do 50 ton in dosegom ročice do 50 m. Tovrstni žerjavi so bili sprojektirani in prodani v mnoge hrvaške ladjedelnice za dviganje in obračanje celih sekcij ladij med gradnjo (npr. v ladjedelnico Uljanik v Puli). S temi žerjavi je Metalna zelo uspešno konkurirala renomiranim tujim firmam kot so KRUPP, DEMAG, VOEST in GANZ.

Z enakim konceptom žerjava kot je pravkar opisan, je Ivan Munda na odprt razpis Luke Koper zasnoval konkurenčno napravo za raztovarjanje razsutih tovorov (največkrat je to železova ruda) z ladij, kjer je namesto kavlja namestil velik grabilnik (v Luki Koper ima grabilnik prostornino za tovor $15 m^3$, ročica pa doseg 45 m). Ta grabilnik lahko iztresa tovor na vagone ob žerjavu, na prosto deponijo ali v poseben notranji zalogovnik, ki ga je razvijalec spretno umestil pred nevtljljivi spodnji del nosilne konstrukcije žerjava. Po tem zalogovniku so ta žerjav poimenovali kenguru-žerjav (zap. št. objekta 1358). Iz notranjega zalogovnika se lahko tovor kasneje z uporabo ugrajenih tračnih transporterjev prenese na vagone. Vsi opisani prenosi so računalniško vodeni. Seveda je frekvenca obremenitev pri raztovarjanju ladij bistveno večja kot v ladjedelnicah. Koprski tovrstni žerjav je zmožen v eni uri prenesti na obalo do 550 ton, zahvaljujoč posebnemu režimu spreminjanja hitrosti obesiščne točke sistema vrvi na ročici na začetku in koncu vodoravnega giba. Opremo za opisano regulacijo je dobavila firma Siemens, katere strokovnjaki so bili nad predlagano strategijo krmiljenja navdušeni. Tedaj je namreč ta strategija predstavljala veliko novost v svetu.

Luka Koper je že zgodaj zaznala hitro naraščanje kontejnerskega načina prevoza blaga po svetu. Temu trendu so morali slediti s primerno transportno opremo. Več kot dvajset let je bila glavna dobaviteljica tovrstne opreme Metalna iz Maribora po zaslugi inženirja Munde. Najprej so zadoščali žerjavi z vrtljivo nadgradnjo in nagibno ročico, ki so bili prirejani za hitre manipulacije. Po opisanem začetku si je Ivan Munda v več evropskih Lukah ogledal delovanje posebnih kontejnerskih žerjavov, ki imajo dolg pomol iznad privezane ladje, po katerem vozi maček za prenos kontejnerjev. Na osnovi teh ogledov in skopih informacij v strokovni literaturi, je za Metalno razvil lastno izvedbo kontejnerskega žerjava, kjer je uporabil nov sistem vodenja vrvi, ki zagotavlja enako obremenitev vseh vrtnih kolotov na razširjenem prijemalu, ter sistem, ki preprečuje nihanje bremena. Za nov tip kontejnerskega žerjava je izbral in zagotovil tolikšno nosilnost, da je ob uporabi razširjega prijemala dvojčka (twin spreaderja) dosegel skoraj dvojno pretovorno zmogljivost. Že pri drugem kontejnerskem žerjavu, ki je bil dobavljen v Luko Koper, je Ivan Munda vpeljal tako učinkovito avtomatizacijo, da je ta žerjav postal tisti čas najbolj avtomatiziran kontejnerski žerjav v svetu. S tovrstnimi avtomatizacijami, ki jih je vpeljal postopoma tudi pri drugih luških žerjavih, si je pridobil velik strokovni ugled v mednarodnih krogih. Še danes v Luki Koper delujejo trije Mundini kontejnerski žerjavi tega tipa (slika 6). Tovrstne žerjave lastne konstrukcije je Metalna dobavila še v Reško pristanišče (slika 9), v Kanado, (slika 10), na Tajsko (kar dvanajst, slika 11) ter v Gano.

Srečanje s prekladanjem razsutega tovora v lukah je Ivana Munda zelo hitro usmerilo v razvoj zvezno delujoče transportne opreme. Za luko v Baru je razvil zahteven ladijski nakladalec za

glinico v obliki pokritega tračnega transporterja s spremenljivim dosegom. Spremenljiv doseg konca traku do skoraj dvojne dolžine, ki zagotavlja enakomerno polnjenje ladje po vsej širini, je zagotovil brez vzorčne rešitve s pomočjo teleskopskega nosilca in s prekrivanjem povratne veje traku. Zmogljivost tega sistema je 500 t/h (zap. št. objekta 1497, slika 26).

Naslednji velik korak v hitrejšem obvladovanju transporta razsutega tovora je Ivan Munda opravil, ko je razvil rotacijski odjemalec razsutega materiala z deponije. Originalna razvojna prispevka pri tem stroju sta mehanizem za pogon vrtenja velikega odjemnega kolesa z zajemalkami okrog lastne osi ter mehanizem za pogon obračanja kolesa med sledenjem še neodvzetemu materialu. Pri obeh mehanizmih je uporabil načelo delitve vrtilnega momenta ter je tako dosegel manjše dimenzije strojnih elementov in večjo konkurenčnost izdelka. Premer odjemnega kolesa je bil kar 6,7 m. Prvi njegov razvit odjemalec je dosegel zmogljivost 580 t/h , naslednji pa že 1000 t/h .

V isti sklop razvojnih korakov, ki jih je naredil Ivan Munda, sodi tudi gosenični pogon vožnje pomičnih odlagalcev in tračnih transporterjev (Slike 2, 22 in 23). Tu gre za bistveno drugačen način premikanja naprav kot ga imajo žerjavi na jeklenih tirnicah. Pogonsko silo je potrebno z verižnim prenosom preko več verižnih koles prenesti do goseničnih plošč. Pri razvitem goseničnem pogonu se je odločil za dolžino členkov 550 mm in njihovo širino 2500 mm. Primerno število členkov tako velikih dimenzij je omogočilo premikanje naprav tudi po manj utrjenem nasutem terenu, kar je prinašalo prednost na natečajih.

Zgoraj opisana razvojna koraka sta bila storjena v pripravi na dobavo večjih postrojenj za rudniške dnevne kope, za deponije termoelektrarn ter za deponije v nekaterih lukah. Sem sodijo:

- PIM Beograd - Srbija: rotacijski razkladalnik (zap. št. objekta 788, slika 21);
- REIK Kolubara - Srbija: Rekonstrukcija prekladalnih mostov (Nadzor IM) (zap. št. objekta 968);
- REMHK – Kosovo: Odlagalec $2700 \text{ m}^3 / \text{h}$ (zap. št. objekta 1241);
- Rudnik Omarska v BiH: Samohodni tračni transporter z zmogljivostjo $1300 \text{ m}^3 / \text{h}$ (zap. št. objekta 1400, slika 20);
- Luka Koper: Odlagalnik 1000 t/h (zap. št. objekta 1417);
- Luka Koper: Nakladalnik 1000 t/h (zap. št. objekta 1418, slika 2);
- IEK Kostolac v Srbiji: Samohodni tračni transporter zmogljivosti $2400 \text{ m}^3 / \text{h}$ (zap.št. objekta 1480);
- REK Bitola v Makedoniji: Samohodni tračni transporter z zmogljivostjo $5500 \text{ m}^3 / \text{h}$ (zap. št. objekta 1533);
- IEK Kostolac v Srbiji: Samohodni tračni transporter zmogljivosti $2400 \text{ m}^3 / \text{h}$ (zap.št. objekta 1558);

Število popisanih objektov kaže, da je inženir Munda razvil konkurenčno transportno opremo ne samo za kosovna bremena temveč tudi za razsuti tovor na najbolj zahtevnih lokacijah.

V osemdesetih letih prejšnjega stoletja je začel Ivan Munda preučevati, ali bi bilo možno konkurirati za vrtljivi plovni žerjav z nosilnostjo 1200 ton na dosegu 40 m (Slika 28) za vzpostavljanje in posluževanje naftnih vrtin v severnem delu Kaspijskega morja (Sovjetska zveza). Plovna enota naj bi bila dvojna ladja (katamaran) dolžine dobrih 152 m in širine dobrih 52 m, ki jo je dobila v izdelavo Ladjedelnica 3. maj na Reki. Inženir Munda je najprej zasnoval

in dimenzional nagibno ročico ter vrtljivi portal nosilne konstrukcije. Nagibna ročica je bila členkasto oprta ter preko vrvi obešena na omenjenem portalu. Sam portal je namestil na eni polovici katamarana preko velikanskega aksialnega ležaja premera 14 m (Slike 29 in 30). Znana teža vrtljive nadgradnje ter znan bremenski moment v pogojih orkanskega vetra so bili osnova za modelne raziskave katamarana in orjaškega žerjava (merilo 1:25) v znanem norveškem pomorskem inštitutu v Trondheimu. Med raziskavami v Trondheimu je bil dan poudarek na dinamičnem odzivu sistema katamaran-žerjav pod vplivom valovanja morja in močnih obremenitev zaradi vetra. Rezultati meritev so v celoti potrdili začetne predpostavke inženirja Ivana Munde in podprle uresničljivost tega projekta. Metalna je dobila naročilo za orjaški žerjav v vrednosti 30 milijonov \$. Sledilo je dimenzioniranje v detajlih, izdelava delavniške dokumentacije in seveda izdelava celega žerjava. Težavnost tega tehniškega projekta lepo ponazarjajo naslednji podatki: masa celotne konstrukcije je bila 2200 ton (ročica iz visokotrnostnega jekla nionical), vgrajena moč elektromotorjev na žerjavu je bila cca. 3500 kW. Ročica žerjava je bila dolga 80 m z dosegom od 18 m do 40 m. Pri najmanjšem dosegu bi lahko orkanski veter prevrgel ročico preko členkaste opore, zato je Ivan Munda razvil posebno zavorno napravo, ki tako nedovoljeno situacijo zagotovo prepreči. Razvil je še posebne vitle, ki preprečujejo prekomerno nihanje 1200 tonskega bremena ter omogočajo, da lahko žerjav tudi v težkih vremenskih pogojih položi breme na predpisano mesto. Zgoraj omenjeni aksialni ležaj je dobavila znana nemška firma Rothe Erde v več segmentih in je bil največji tak ležaj, ki ga je ta firma dotodaj izdelala. K celotni zasnovi tega žerjava lahko rečemo, da je v vsem izvirna in je z njo inženir Munda ponovno dokazal, da je bil ob vrhunskem znanju izjemno kreativen.

Ta orjaški žerjav je bil v Metalni uspešno izdelan in po sklopih sestavljen. Takšen je bil nato prepeljan v Ladjedelnico 3. maj na Reki, kjer so predtem že izdelali plovilo katamaran. V Ladjedelnici so na en trup plovila namestili ležaj. Vrtljiva osnova žerjava s strojnico širine 16 m in z vsemi sestavljenimi mehanizmi, vključno z elektroopremo in hidravliko je bilo kot enota postavljeno na posebno transportno ladjo. Tudi ostali deli konstrukcije: stolp, ročica, kavljeva oprema, vrvi in drugi deli so bili prav tam razporejeni na svoje transportne ladje. V konvoju so pluli od Reke do Črnega morja. Za plutje po rekah in prekopih do Kaspijskega jezera (morja) so smele biti posamezne plovne enote široke največ 16 m. Tudi katamaran je plul razklopljen. Na cilj v pristanišče Baku je konvoj prispel pozimi leta 1989/1990. Še predno je postal žerjav operativen, je nastopilo nestabilno politično dogajanje v SZ z njenim razpadom in vojno med Azerbajdžanom in Armenijo. Po večletnem zamiku (2006) je katamaran z Metalninim žerjavom postavila v operativno ukrajinska družba CDB Corall, ki je del povezane družbe »Group Caspian Energy« iz Rusije. Pri tej postavitvi je omenjeni družbi z nasveti (kot je bilo predvideno po pogodbi) pomagal s sodelavci tudi upokojeni inženir Ivan Munda. Kot je razvidno iz dokumentacije družbe, je orjaški Metalnin žerjav na katamaranu operativen v polni rotaciji. Hkrati so katamaran dodatno opremili še z opremo za vrтанje naftnih vrtin do globine 3000 m. (Podrobneje na: www.cdbcorall.com)

Tudi sicer po upokojitvi Ivan Munda ni opustil svoje stroke. Še naprej je sodeloval s samostojnimi razvojnimi jedri na področju transportnih naprav, ki so nastala po tragičnem stečaju Metalne iz strokovnjakov njegovega strokovnega kroga, v katerem je deloval do upokojitve. V času jugoslovanske hiperinflacije in v znanem centraliziranem modelu dostopa do deviz (trdne valute), so doživela zlom skoraj vsa jugoslovanska podjetja, ki so izdelovala investicijsko opremo. Svoje je dodala še izguba mnogih trgov ob razpadu Vzhodnega bloka in razdružitvi Jugoslovanskih republik.

Pedagoško delo:

Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani ga je večkrat vabila, da bi nasledil prof. Frančka Kovačca na področju Transportnih naprav in sistemov. Zanesljivo je bil daleč prvi, ki bi smel

zasesti to mesto. Toda inženir Ivan Munda nobene ponudbe, ki bi zahtevala popoln odhod iz Metalne, ni sprejel. Vedno je ocenil, da je na svojem delovnem mestu bolj potreben. In res je bil potreben, saj je toliko kolegov v razvojnem oddelku in toliko delavcev v delavnici imelo delo in kruh pri realizaciji velikih objektov. Leta 1987 je pristal na izvolitev v naziv izrednega profesorja. Po izvolitvi je pričel pogodbeno sodelovati s Fakulteto v Ljubljani, kjer je predaval izbirni predmet Transportne naprave in sistemi v četrtem letniku Univerzitetnega študija strojništva. Študentje so z veseljem poslušali izrednega strokovnjaka, ki jim je za utrditev znanja pripravljaval seminarske naloge iz prakse. To sodelovanje je trajalo več kot deset let.

Zaključne misli in ocene:

V prikazanih odstavkih so opisani samo veliki dosežki Ivana Munde, ki so za vsakogar, ki je kdaj delal na razvoju novih izdelkov, izredno impresivni. Kako je sploh mogel toliko novega ustvariti? Bil je očitno izjemno nadarjen za fizikalne predstave in tehnične rešitve na njihovi osnovi. Že zgodaj je vedel, kaj hoče doseči, zato ga je vleklo v šole. Študij na strojnem oddelku Tehniške fakultete ga je zanimal. Dal je prednost pridobivanju znanja in ne lovu za najvišjimi ocenami. To kažejo njegove povprečne ocene, ki so v intervalu, ki je po ameriških izkušnjah najbolj privlačno za ponudbe zaposlitev v industrijskih razvojnih oddelkih.

Po zaposlitvi v Metalni je v zelo kratkem času postal samostojen projektant, to pomeni, da se je lahko postavil na čelo inženirskih del na novem objektu. Ker je imel v svoji okolici že rutinirane konstrukterje za detajliranje sklopov, se je pri vsaki novi nalogi usmeril v izdelavo koncepta naprave ter v detajlno rešitev tistega sklopa, ki ga predhodni objekti še niso vsebovali. Žerjavi in drugi stroji, ki jih je razvijal, so z leti postajali vse zmogljivejši, po velikosti pravi orjaki. Ker postajajo notranje sile z večanjem objekta vse pomembnejše in sestavni elementi teh objektov podvrženi vse številnejšim možnim oblikam rušenja, je moral pri koncipiranju nosilnega ogrodja tokove sil dobesedno videti ter obvladati dimenzioniranje elementov za vsak od možnih scenarijev rušenja. Da bi ohranil zadostno hitrost snovanja, zanj seveda niso prišle v poštev zapletene matematične poti pri reševanju diferencialnih enačb ampak preprosti a zanesljivi kratki preračuni po znanih obrazcih, ki pa so bili še vedno strogo oprti na fizikalno sliko. Ko so se pojavile računalniške metode, predvsem Metoda končnih elementov, je za natančnejše preverbe napetosti in deformacij v zapleteno sestavljenih konstrukcijah povabil v svoj krog mladega specialista za moderni pristop.

Toda obvladanje nosilnega ogrodja še zdaleč ni vse. Tu so še pogonski in zavorni sklopi, ki omogočajo, da se žerjavi sploh gibljejo, nadzorovano ustavljajo ter vrše vertikalne in horizontalne premike težkih bremen. Za vsak gib je moral pravilno zajeti vpliv koristnih obremenitev, vpliv vztrajnostnih sil ogromnih bremen in lastnih mas ter vpliv odporov zaradi trenj na vseh mestih relativnih gibanj. Sam je določal potrebno moč električnih ali hidravličnih motorjev ter praviloma sam izbral tip pogonske enote, ki je bila primerna za zahtevano funkcijo in način upravljanja. To mu je omogočalo znanje elektrotehnike, ki je bilo tedaj močno prisotno pri študiju strojništva. K pogonskim enotam je bilo potrebno prilagoditi prenosnike moči (zobniške, vrvne, hidravlične, ...). Tu so še zelo pomembne mehanske in električne varnostne naprave, pa cela vrsta senzorjev itd.

Pri luških žerjavih se je zelo zgodaj pojavila potreba po samodejnem upravljanju (krmiljenju) pogonskih in zavornih enot, se pravi potreba po upravljanju delne ali celotne funkcije žerjava. Strategijo krmiljenja je lahko dal le projektant, ki je do osnov poznal celoten proces dela naprave. Tudi tu je inženir Munda zelo hitro sledil in celo prehitel razvoj v svetu. Zahodni dobavitelji krmilnih sistemov (npr. Siemens) so sledili njegovi strategiji, ki je dajala neposreden učinek k povečanju pretovorne zmogljivosti žerjava.

Pri razvoju krmilja, razvoju rotacijskega odjemalca in razvoju goseničnega pogona se je inženir Munda spustil na področje zelo kompleksnih funkcij. S svojim izjemnim občutkom za vplivne parametre je v rekordno kratkem času brez večjih raziskav na prototipih razvil delujoče sklope.

Ivan Munda je kot vodilni razvojni inženir na področju transportnih naprav v Metalni zasnoval vsak objekt kot funkcionalno in harmonično celoto in jo izrazil s sestavno risbo. Zatem je razvite sklope, ki so v drugačni velikosti že nastopali v predhodnih objektih, izdvojil in jih predal v obravnavo mlajšim sodelavcem. Nove sklope je sam podrobno razvil z rešitvijo vseh funkcionalnih, kinematskih, dinamičnih in trdnostnih problemov. Izbral je za njih ustrezne materiale. Nadalje je koordiniral izdelavo tehniške dokumentacije objektov, ki jih je vodil, ter spremljal objekt tudi v proizvodnji in kasneje pri sestavi.

Poseben odnos je imel tudi do sodelavcev in predvsem mlajših inženirjev. Seznanjal jih je s problematiko objekta kot celote, jih jemal s seboj na srečanja s strokovnjaki kupca. Na takih srečanjih so mladi inženirji dobili priložnost slišati tudi »drugo stran«, to je slišati posebne zahteve za nove objekte, pa tudi pohvale in morebitne želje za izboljšanje že dobavljenih objektov. Na ta način je tudi njegovo okolje raslo v izkušnjah in postajalo vsebolj uigrano z vodjem.

Inženir Ivan Munda je vedno iskal najboljšo tehnično in hkrati konkurenčno rešitev za Metalno za vsak nov objekt in za vsako novo funkcijo, ki jo je moral določen objekt opravljati. **Pri tem je znal prisluhniti željam vsakega posameznega kupca in v najboljši meri izpolniti postavljene zahteve. Še več, pogosto je skupaj s kupcem transportne opreme iskal in reševal tudi njegove splošnejše logistične probleme.** Na ta način je pridobil zaupanje zase kot projektanta in za izdelke Metalne širom po Jugoslaviji in tudi širše v svetu. Individualno izdelovana tehnološka oprema velike vrednosti se ni nikoli kupovala samo na osnovi ugodne cene temveč tudi na osnovi prepričljivosti glavnih projektantov in njihovih referenc. To velja še posebej za mednarodno areno. Metalna iz Maribora se je tudi po njegovi zaslugi počasi utirala ugled v svetu in postala v njem prepoznavna.

Veliki ladjedelniški, luški in plovni žerjavi ter sistemi za razsuti tovor so tedaj dosegali ceno od milijona do več deset milijonov ameriških dolarjev. Za tolikšne stvaritve potrebuje glavni inženir razvijalec interdisciplinarno znanje, izkušnje ter tudi stoddostno prepričanje, da je njegova zamisel vsestransko, to je funkcionalno, fizikalno, tehnološko in ekonomsko uresničljiva in bo pri kupcu uspešna. In na koncu je potreben še izjemen pogum. Vse to je inženir Ivan Munda imel.

Ob vsem znanju, sposobnostih in dosežkih inženir Ivan Munda ni nikoli razglašal, kaj je ustvaril. Ni delal reklame zase, za svoje izdelke pa le pri potencialni kupcih. Do konca je ostal izjemno skromen in hkrati skrajno delaven.

Priznanja:

S svojim razvojnim delom je inženir Ivan Munda ogromno prispeval Metalni, mestu Maribor, pa tudi širši slovenski in jugoslovanski družbi. Za svoje požrtvovalno delo in izjemne razvojne uspehe je prejel številna priznanja, nagrade in odlikovanja:

- kot udeleženec treh Mladinskih delovnih brigad (1949, 1950 in 1952) je bil enkrat pohvaljen in dvakrat udarnik;
- dobil je nagrado Metalne Maribor za izdelavo projekta in tehniške dokumentacije za prvi pristaniški žerjav;

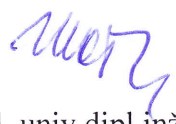
- nagrado Raziskovalne skupnosti Maribor za izdelavo projekta in dokumentacije za prvi kontejnerski žerjav v Jugoslaviji;
- priznanje Ladjedelnice 3. maj z Reke za strokovno koordiniranje del pri postavitvi kozičastega žerjava 300 ton x (104,25 m + 20 m);
- izvolitev za častnega člana Društva inženirjev in tehnikov Maribor (1980);
- odlikovanje predsedstva SFRJ »Red dela s srebrnim vencem«;
- odlikovanje predsedstva SFRJ »Red dela z zlatim vencem«;
- nagrado Sklada Borisa Kreigherja za posebne dosežke v gospodarstvu Slovenije (1977, nagrado pod tem imenom je podeljevala Gospodarska zbornica Slovenije);
- izvolitev v naziv »izredni profesor« za področje Transportne naprave in sistemi na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani (1988);
- izvolitev za člana Inženirske akademije Slovenije.

Predlog:

Vse zgoraj zapisano in vse tisto, kar so spontano napisali njegovi sodelavci vseh strok, priča, da gre pri prof. Ivanu Mundi, univ.dipl.inž.str. za izjemno uspešnega projektanta ter genialnega razvijalca žerjavov in druge transportne opreme, ki je s svojimi dosežki pozitivno vplival na širok krog gospodarskih subjektov in bil poznan daleč v globalni svet. Zaradi tega predlagamo Svetu mestne občine Maribor naj v njegov spomin odloči o primernem trajnem obeležju v mestu Maribor. S tem se bo mesto pokojniku oddolžilo za desetletja nesebičnega razdajanja v dobrobit predvsem Mariboru, za tem pa tudi širši skupnosti. Prav tako bo obeležitev služila popularizaciji tehnološkega in industrijskega razvoja, kar mesto pod Pohorjem danes potrebuje bolj kot kadarkoli v svoji stoletni industrijski zgodovini. In nenazadnje, tako obeležje bo v spodbudo bodočim mladim inženirjem vseh disciplin pri oblikovanju svojih življenjskih ciljev ter sedanjim in bodočim podjetnikom pri razvoju domače industrije. Seveda pa bo trajna obeležitev imena Ivana Munde tudi priznanje tehniškemu okolju Metalne Maribor, kjer je velik razvojni genij rasel.

V Ljubljani, 14. novembra 2012


i.prof.dr. Janez Kramar, univ.dipl.inž.str.


Milan Cizl, univ.dipl.inž.str.


Janez Godnov, dipl.inž.str.


Zasl.prof.dr. Jože Hlebanja, univ.dipl.inž.str.