

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/207



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-4227
Naslov projekta	Pultrudirana ortotropna vez obešenega stavbnega ovoja
Vodja projekta	4078 Boris Štok
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	8065
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	782 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	2517 CBS INŠTITUT, celovite gradbene rešitve, d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.05 Mehanika 2.05.03 Numerično modeliranje
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.03 Mehanika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Gradnja po sistemu obešenih fasad je v visokih stavbah izredno razširjena (več kot 80%). Ob tem pa je njena pomanjkljivost prevelik toplotni prehod (U). Povprečne vrednosti U pod 1W/m²K so nedosegljive zaradi omejitve pri arhitekturno dopustnih debelinah in visoke U vrednosti, ki jo ima okenska površina pri takšnih sistemih. Danes je zahteva nacionalnih pravilnikov gradnja z U vrednostjo manjšo od 0,3 W/m²K (PURES).

CBS Inštitut je v sodelovanju s Trimom (lastnik CBS Inštituta) in Fakulteto za strojništvo (Univerza v Ljubljani) razvil nov proizvod Qbiss Air, ki ima U vrednost od 0,12 do 0,25 W/m²K pri relativno majhnih debelinah (140 do 180 mm), kar je za obešene fasade še arhitekturno sprejemljivo. Qbiss Air, ki ga podjetje Trimo d.d. implementira v proizvodnjo, je na področju fasad v tehničnem smislu popolna novost. Med zunanjo in notranjo ploščo panela je visokoizolativno jedro ($\lambda=0,008 - 0,015$ W/mK), ki pa nima togosti. Zato je bilo nujno med plošči dodati vezni element, ki omogoča samonosilnost panela, nudi ustrezno togost pri zunanjih obremenitvah (veter) ter ne omogoča pretiranega prevoda toplote. Inovativna konstrukcija sedanjega ekstrudiranega veznega elementa omogoča, da QbissAir element ustreza vsem standardom glede toplotne in zvočne izolativnosti, mejnih stanj ekstrudirani termoplastični vezni element ni optimalna rešitev, kajti:

- termoplastični polimeri gorijo in od njih kapljajo goreče kapljice, ki lahko širijo požar v nižja nadstropja visokih stavb;
- največji upogibni modul, ki nam definira togost in ga lahko dosežemo ob hkratnem ujemanju temperaturnega koeficienta razteznosti, je 7000 MPa. Ker vezni element ključno prispeva k togosti celotnega panela, je poraba materiala zanj pomembno povezana z obliko prereza in modulom elastičnosti;
- najnižja toplotna prevodnost (λ) v prečni smeri je 0,28 W/mK. Prevod toplote skozi termoplastični kompozit predstavlja kar 30% toplotnih izgub stavbnega ovoja.

Cilj raziskave je bil razviti nov vezni element med zunanjo in notranjo ploščo obešenega fasadnega sistema z:

- a) ortotropnimi lastnostmi,
- b) prilagojeno togostjo v vzdolžni smeri - vsaj 10000 MPa,
- c) nizko λ v prečni smeri - 0,25 W/mK,
- d) samogasnostjo oziroma nevnjetljivostjo.

Taka tehnična rešitev Trimo fasadnemu ovoju odpira trg visokih stavb, kjer trenutno poteka proces obnov stavbnih ovojev v smislu izboljšanja toplotne zaščite.

ANG

Glass curtain wall facades are used in more than 80% of the high-raised buildings. Unfortunately, high heat transfer coefficient (U) values are associated with such systems. Average U values below 1 W/m²K appear unreachable due to architectural and glazing limitations. Nowadays, national codes for efficient energy usage require U values to be generally lower than 0.3 W/m²K.

CBS institute in cooperation with Trimo (parent company of CBS Institute) and Faculty of mechanical engineering (University of Ljubljana) have developed a new product Qbiss Air. Its U value ranges from 0.12 to 0.25 W/m²K at relatively low overall thicknesses (140–180 mm) which is architecturally acceptable. The insulation panel Qbiss Air, which is implemented at Trimo's series production, is in the field of facades a complete novelty. There is an insulative core ($\lambda=0,008 - 0,015$ W/mK) between the outside and inside boards which has no capacity to carry external mechanical loads. To gain stiffness that enables self load carrying of the panel, provides appropriate mechanical resistance against wind load and prevents excessive heat bridging, it was therefore necessary to add a joining element (joint). Structural design of the present extruded thermoplastic joint provides Qbiss Air panel with required heat and sound insulation, mechanical load service and utility limit states (SLS and ULS), water ingress resistance, tightness and durability. But extruded thermoplastic composite is not optimal solution. Namely:

- thermoplastic composites readily burn and form fire spreading droplets;
- highest bending modulus reachable is at 7000 MPa. As the joint is a key contributor to the overall panel stiffness, the amount of material needed to build it depends both on the cross section shape and elastic modulus;
- lowest thermal conductivity (λ) in transversal direction (the direction of actual heat loss) is 0.28 W/mK. Heat conduction through this thermoplastic composite represents great 30% of the overall building envelope heat losses.

An alternate technological process to extrusion by which present joint is being manufactured is pultrusion. Pultrusion enables design with complex internal reinforcement matrix layouts.

Pultrusion thermosetting polymer matrices are poorly combustible and form no fire spreading drops. Bending modulus of up to 25000 MPa are accessible, while transversal thermal conductivity remains in range of 0.25 W/mK.

The aim of our proposed project is to develop a new pultruded joint having:

- highly orthotropic properties;
- customized stiffness in longitudinal direction – at least 10000 MPa;
- low transversal thermal conductivity (less than 0.25 W/mK);
- self extinguishing and/or no flammability.

Taking benefit of such technical solution Trimo enters with enhanced Qbiss Air into large hi-raised building market.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V prvem delu projekta smo najprej pripravili analizo znanstvene in strokovne literature s področja pultruzije in zakonodaje za gradnjo visokih zgradb. Vzporedno s preučevanjem literature in postavljanjem tehničnih zahtev smo že pričeli s postavitvijo numeričnega modela prevoda toplote skozi Qbiss-Air element, ki vsebuje modeliranje vseh za prevod toplote pomembnih sestavnih elementov panela:

- izolativno sredico panela s plinskimi komorami, ki so medsebojno ločene s tanko alufolijo in zaporedno vezanimi distančniki, ki so sestavljeni iz narebrenega nerjavnega jekla in plastične mase,
- stekleno ploščo na zunanji strani,
- mavčno ploščo na notranji strani in
- ojačitveno pultrudirano letev.

Numerični model temelji na metodi končnih elementov, pri čemer so v modelu zajeti vsi detajli panela, ki vplivajo na toplotno prevodnost in togost panela. Numerični model je zgrajen tako, da omogoča upoštevanje krajevno odvisne togosti in toplotne prevodnosti materiala. Prav tako je v konstitutivnem modelu upoštevana ortotropija snovnih lastnosti (toplotna prevodnost in togost). Med projektom pa se je pričel tudi razvoj prosojnega panela, zato so se potrebe in zahteve za letev nekoliko spremenile. Pokazala se je namreč potreba po bistveno višji togosti, tudi za ceno nekaj višje toplotne prehodnosti. Zahtevani elastični modul kompozitnega materiala se je v vzdolžni smeri dvignil iz cca. 10000 MPa na 30000 MPa, hkrati pa se je zahteva za prečno toplotno prevodnost dvignila iz 0.25 W/mK na vrednost največ 0.50 W/mK. Preostale zahteve, kot so ortotropnost in samougasljivost in/ali nevnetljivost, so ostale nespremenjene. Izkazalo se je, da je v tem primeru omejitev pri doseganju maksimalne togosti letve tehnološke narave, in sicer predstavlja omejitev najvišja dosegljiva koncentracija usmerjenih steklenih vlaken, ki jo tehnologija pultruzije še omogoča. Podjetje Saimex Srl. je izdelalo letev s ciljem čim višje koncentracije usmerjenih steklenih vlaken po prerezu. V nadaljevanju smo nato letev podrobno analizirali tako z mehanskega kot termalnega vidika, vključno z določitvijo učinkovitih termalnih in mehanskih lastnosti kompozita. Togost letve je bila izmerjena tudi eksperimentalno na Zavodu za gradbeništvo na tritočkovnih upogibnih preizkusih. Rezultati preizkusa so pokazali, da je povprečen elastični modul v vzdolžni smeri 31400 MPa, v prečni smeri pa 13200 MPa. V LNMS smo izdelali nov mehanski in termični model celotnega panela z vgrajeno novo togo letvijo ter analizirali dosežene rezultate. Primerjava rezultatov numeričnih modelov, ki vsebujejo novo razvito in staro ekstrudirano letev kaže na superiornost novo razvite letve. Ta je namreč ob praktično isti toplotni prevodnosti približno 3x bolj toga, kar se pozna na panelu kot približno 20% povečanje togosti panela. Nova letev je popolnoma kompatibilna z ostalimi komponentami panela, poleg tega je tudi cenovno zanimiva, zato razvita letev predstavlja ustrezen nadomestek sedanji poliamidni ojačitveni letvi.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program dela na raziskovalnem delu je potekal v skladu z načrtanim planom, kar je vodilo do uresničitve cilja raziskave, ki je bil razviti novo vez med zunanjo in notranjo ploščo obešenega

fasadnega sistema s postopkom pultrudiranja polimernega kompozita. Cilji projekta so bili razviti ojačitveno letev z:

- a) ortotropnimi lastnostmi,
- b) prilagojeno togostjo v vzdolžni smeri vsaj 10000 MPa,
- c) nizko toplotno prevodnost (λ) v prečni smeri, in sicer pod 0,25 W/mK,
- d) samogasnostjo oz. nevnetljivostjo.

Izdelali smo vse numerične modele in pripadajoča orodja za simuliranje mehanskega in termičnega odziva letve in panela kot celote. V času trajanja projekta se je izkazala potreba po ojačitveni letvi z višjim modulom elastičnosti v vzdolžni smeri, četudi na račun povečanja toplotne prevodnosti. V skladu z novimi zahtevami smo izvedli topološko optimizacijo prereza letve (debeline in razporeditev sten profila) ter optimizacijo za določitev vsebnosti ojačitvenih vlaken v prerezu. Analize so pokazale trikratno povečanje togosti letve in posledično 20% povečanje togosti celotnega panela pri približno nespremenjeni toplotni prevodnosti.

Pultrudirana letev je bila tudi prototipno izdelana v Saimexu, preizkušena z upogibnim testom na Zavodu za gradbeništvo, v CBS Inštitutu so bile preverjene lastnosti, ki se nanašajo na sestavo (gorljivost, samogasnost ipd.), v Trimu pa tudi preverjena, da je kompatibilna s panelom. Pultrudirana ojačitvena letev je torej ustrezen nadomestek dosedanji polimerni ojačitveni letvi.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Pri projektu do bistvenih sprememb ali odstopanj od predvidenega programa raziskovalnega projekta ni prišlo. Prav tako se ni povečala ali zmanjšala sestava projektne skupine. Edina sprememba je vsebinske narave, saj se je tekom projekta izkazala potreba po višji togosti, četudi na račun slabše toplotne prevodnosti. Posledica tega je bila samo sprememba optimizacijskih parametrov (in posledično rezultata optimizacije), medtem ko v samem poteku dela ni bilo sprememb.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	13311771	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Sposobnost kriterija tečenja BBC2008 za napovedovanje ušes pri simulacijah globokega vleka lončka
		ANG	Capability of the BBC2008 yield criterion in predicting the earing profile in cup deep drawing simulations
	Opis	SLO	Članek opisuje konstitutivno modeliranje močno anizotropne pločevine in napoved ušes pri globokem vleku okroglega lončka z metodo končnih elementov. Za ta namen je uporabljen kriterij tečenja BBC2008. Model je bil implementiran v Abaqus/Explicit preko podprograma VUMAT. Za validacijo modela sta bili uporabljeni dve aluminijevi zlitini AA5042-H2 in AA2090-T3. Fleksibilnost modela in natančnost numeričnega algoritma zagotavljata uporabnost kriterija tečenja v industrijskih aplikacijah.
			The paper deals with constitutive modeling of highly anisotropic sheet metals and presents FEM based earing predictions in a round cup drawing simulation of highly anisotropic aluminum alloys where more than four ears occur. For that purpose the BBC2008 yield criterion, which is a plane-stress yield criterion formulated in the form of a finite series, is used. Thus defined criterion can be expanded to retain more or less terms, depending on the amount of given experimental data. To be used in sheet metal forming simulations the constitutive model, derived in accordance with the associated flow theory of plasticity, has been implemented in a general purpose finite element code ABAQUS/Explicit via VUMAT subroutine, considering alternatively different number of parameters in the BBC2008 yield criterion, where possible number of parameters are any

		multiple of number 8. For the integration of the constitutive model the explicit NICE (Next Increment Corrects Error) integration scheme has been used. The CPU time consumption for an explicit deep drawing simulation, which is based on the developed constitutive model, has been proven to be, due to effectiveness of the used integration scheme, fully comparable to the performance experienced when the simulation is performed with ABAQUS built-in constitutive models and implicit integration schemes. Two aluminum alloys, namely AA5042-H2 and AA2090-T3, have been considered for a validation of the constitutive model. The respective BBC2008 model parameters have been identified for both alloys with a developed numerical procedure, based on a minimization of the specified cost function. For both materials, the simulation predictions based on the BBC2008 model proved to be in very good agreement with the experimental results. Further, in order to show the flexibility of the BBC2008 model in modeling of highly anisotropic sheet metal response, we have introduced a highly anisotropic fictitious material which yields, according to the theory, twelve ears in cup drawing. As it is shown in the paper the BBC2008 model is able to predict twelve ears in cup drawing simulation with the formulation containing 16 parameters for anisotropy description only. The flexibility and accuracy of the constitutive model together with the robust identification and integration procedure guarantee the applicability of the BBC2008 yield criterion in industrial applications.
	ANG	
	Objavljeno v	Gauthier-Villars; European journal of mechanics. A, Solids; 2014; Vol. 45; str. 59-74; Impact Factor: 1.904; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.377; A': 1; WoS: PU; Avtorji / Authors: Vrh Marko, Halilovič Miroslav, Starman Bojan, Štok Boris, Comsa Dan-Sorin, Banabic Dorel
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	13311515 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Konsistentni tangentni operator za CPA algoritem v elasto-plastičnosti
		ANG Consistent tangent operator for cutting-plane algorithm of elasto-plasticity
	Opis	SLO V članku je izpeljan konsistentni tangentni operator (CTO) za algoritem CPA. Za družino modelov na področju plastičnosti, ki jih lahko integriramo s pomočjo CPA, je analitično izpeljan rekurzivni izraz za CTO, ki mora biti osvežen v vsaki iteraciji. S konvergenco CPA algoritma izraz vodi do natančne končne vrednosti za CTO.
		ANG The paper presents a derivation of the consistent tangent operator (CTO) for the cutting-plane algorithm (CPA). For a class of plasticity models that are suitable to be integrated using CPA, an explicit recursive expression is analytically derived and is updated in each iteration of the CPA integration procedure to yield the final value of the CTO when the CPA is converged.
	Objavljeno v	North-Holland; Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering; 2014; Vol. 272; str. 214-232; Impact Factor: 2.626; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.377; A': 1; WoS: IF, PO, PU; Avtorji / Authors: Starman Bojan, Halilovič Miroslav, Vrh Marko, Štok Boris
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	13403419 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Optimizacijska metoda za optimiranje 3D preoblikovalnega orodja z upoštevanjem elastične povračljivosti in tanjšanja
		ANG A 3D forming tool optimisation method considering springback and thinning compensation
		V članku je predstavljena napredna numerična metoda za optimiranje oblike orodja za preoblikovanje pločevine v 3D aplikacijah. Postopek

Opis	SLO	omogoča določitev takšne oblike orodja, da so končne oblike izdelka znotraj tolerančnega območja. V iterativni metodi je upoštevana tako elastična povračljivost kot tanjšanje med procesom. Učinkovitost metode je prikazana na dveh primerih, pri čemer je tudi eksperimentalno preverjena.
	ANG	In this paper, an enhanced numerical method for forming tool design optimisation in three-dimensional (3D) sheet metal forming applications is presented. The applied procedure enables a determination of appropriate forming tool geometry so that the manufacture of a sheet metal product inside specified tolerances would be ensured. In addition to the springback that occurs in the formed part after removal of the forming tools, the impact of the thinning of the sheet metal during the forming process is considered in the method, and both effects are correspondingly compensated for an iterative procedure. Computational efficiency in the E-DA-3D method is achieved mainly because the improved accuracy of the communicated data established corresponding interrelations between the discretised topologies used in the definition of the prescribed product geometry, the current tool geometry, and on this basis actually computed product geometry which is achieved by means of additional point topology mappings. The potential and effectiveness of the method is demonstrated by considering two cases of the forming tool design optimisation that are also experimentally validated.
Objavljeno v	Elsevier; Journal of materials processing technology; 2014; Vol. 214, iss. 8; str. 1673-1685; Impact Factor: 2.041; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.345; A': 1; WoS: IJ, IK, PM; Avtorji / Authors: Mole Nikolaj, Cafuta Gašper, Štok Boris	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	12720155	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Mednarodna akreditacija študijskih programov Fakultete za strojništvo v Ljubljani	
	ANG	International accreditation of study programs of the Faculty of Mechanical Engineering	
Opis	SLO	Vodja raziskovalne skupine je s svojimi pedagoškimi in raziskovalnimi izkušnjami bistveno prispeval pri vsebinskem kreiranju študijskih programov vseh treh stopenj na Fakulteti za strojništvo. Dokončno priznanje učinkovite preobrazbe študijskih programov je bila pridobljena mednarodna akreditacija pri nemški akreditacijski agenciji za programe v inženirstvu, informatiki, naravoslovju in matematiki ASIIN – Accreditation Agency for Degree Programmes in Engineering, Informatics, Natural Sciences and Mathematics in EURACE certifikat Evropskega združenja nacionalnih inženirskih združenj FEANI – European Federation of National Engineering Associations.	
	ANG	Considering wide academic and research experience of the head of the research group he has been largely involved in restructuring of the study programs at The Faculty of Mechanical Engineering. The quality of performed curriculum changes is proven by acquiring the international accreditation of those programs at ASIIN – Accreditation Agency for Degree Programmes in Engineering, Informatics, Natural Sciences and Mathematics and by obtaining a EURACE certifikate given by FEANI – European Federation of National Engineering Associations.	

Šifra	D.05 Akreditacija laboratorija
Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, LASIM; Ventil; 2013; Letn. 19, št. 1; str. 6-7; Avtorji / Authors: Štok Boris
Tipologija	1.05 Poljudni članek

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

Prosojni visokoizolativni tankoslojni panel

Vodja: KRALJ

Člani: ŽNIDARŠIČ, REMEC, JAPELJ FIR

Zunanji partnerji: Trimo d.d.

Vakuumski visokoizolativni tankoslojni panel

Vodja: KRALJ

Člani: ŽNIDARŠIČ, REMEC, JAPELJ FIR, KREBELJ, MOŽE

Zunanji partnerji: Trimo d.d.

Razvoj tehnološkega postopka izdelave "lahko odpirajočega pokrovčka" za kovinsko embalažo

Vodja: ŠTOK

Člani: HALILOVIČ, VRH, STARMAN

Zunanji partnerji: Silgan d.d., Ljubljana

Numerična simulacija progresivnega procesa štancanja

Vodja: ŠTOK

Člani: MOLE, VRH, STARMAN, KOC

Zunanji partnerji: Hidria d.d., Idrija

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

V stanju tehnike se s problemom omejevanja toplotnih izgub skozi polimerne kompozite, ki se uporabljajo kot prekinitve toplotnih mostov oziroma za ojačitve elementov fasadnih sistemov, še ni nihče ukvarjal. Glede na visok delež toplote, ki se pri našem in podobnih sistemih izgubi skozi polimerne vezi med zunanjo in notranjo stranjo panelov (aluminijasta okna, obešene fasade), smo izvedli pričujočo uporabno raziskavo, kjer bi ob izboljšanju lastnosti ter približno enakih stroških izdelave izboljšali toplotno izolacijo visokih stavb. Z znanstvenega stališča bo v okviru raziskave razvit povsem nov termomehanski reološki model, temelječ na mikro- in makro- odzivu. Ta pristop smo implementirali v splošno programsko okolje MKE.

ANG

Polymer composites are used in facade systems to break heat bridging and to increase panel's structural stiffness. Since limiting heat losses through composites has not been technically addressed yet, while considering high portion of heat lost in such systems through such polymer joints, e.g. aluminum windows and curtain walls in hi-raised buildings, we performed this applied research in which improvement in heat flow could be attained at almost same production and maintenance cost. From scientific standpoint this research would lead to an entirely new thermo-mechanical rheological model based on micro/macro response. Implementation of the model into a commercial FEM.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Posredni pomen projekta za družbo je v vzgoji vrhunškega tehničnega raziskovalnega kadra v Sloveniji ter promocija države preko sofinancerja zunaj meja z vrhunskim izdelkom.

ANG

Indirect benefits for society are to bring up excellent applied research personnel in Slovenia, and its promotion through co-financers novel products.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti

F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Delno <input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Uporabljen bo v naslednjih 3 letih"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="Delno"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
	Informacijsko-komunikacijska					

G.07.01.	infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer			
1.	Naziv	Trimo d.d.		
	Naslov	Prijateljeva cesta 12, 8210 Trebnje		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	91.935	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	25	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.	Heat transfer analyses of QA-MW panels	F.07
		2.	Heat transfer coefficients for additionally insulated QbissAir panel	F.01
		3.	Zlato priznanje za inovacijo, Gospodarska zbornica Slovenije	E.01
		4.	Priznanje industrijskega foruma za najbolj uspešno sodelovanje gospodarstva in znanstvenoraziskovalnega okolja TARAS	E.01
		5.		
	Komentar	Za sofinancerja Trimo d.d., ki je na področju fasadnih ovojev pretežno prisoten v EU, Rusiji in ZAE, bo razvit pultrudiran polimerni profil kot del panela QbissAir odprl trg visokih stavb, kjer trenutno poteka proces obnov stavbnih ovojev v smislu izboljšanja toplotne zaščite. Na trgu za tak tehnični problem praktično ni ponudbe rešitev. V svetovnem merilu gre torej za ogromno tržišče, kjer do sedaj z izdelki, razvitimi v Sloveniji, nismo nastopali.		
	Ocena	Izsledki raziskav v sklopu tega projekta bodo uporabljeni na Trimovem izdelku, ki za Trimo predstavlja pomembno priložnost, da vstopi prvi na domači in tuji trg, in tako okrepi ugled uspešnega in inovativnega evropskega podjetja.		

13.Izjemni dosežek v letu 2014¹²**13.1. Izjemni znanstveni dosežek**

--

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

--

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
strojništvo

Boris Štok

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

12.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/207

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani:

<http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ Rubrike izpolnite / prepišite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a

02-CD-B9-05-B3-46-4F-5F-03-CA-A1-90-A8-86-4C-F7-A1-48-26-BD