



Verso l'economia circolare: tracciabilità dei manufatti in Compositi Fibro Rinforzati
Krožni ekonomiji naproti: sledljivost izdelkov iz kompozitov, ojačanih s steklenimi vlakni
Towards the Circular Economy: The Traceability of Fibre Reinforced Composite Products

Nove možnosti uporabe recikliranih kompozitov, ojačanih s steklenimi vlakni, v gradbenem sektorju

Giorgio Betteto ^a

^a Gees Recycling Srl - Via Monte Colombera 22 AVIANO Italy (geesretracking@gmail.com)

POVZETEK

Gradbeni sektor uporablja velike količine plošč za gradbene odre in opaže. Trenutno so te plošče v glavnem izdelane iz lesa, lesa-kovine, stekloplastike-kovine ali v celoti iz kovinskih materialov. Materiali z reciklirano vsebino se ne uporabljajo, tudi če ima večina držav EU sprejete načrte zelenih nabav, ki dajejo prednost izdelkom krožnega gospodarstva. V članku prikazujemo prednosti uporabe recikliranih kompozitov, ojačanih z vlakni, skupaj z vgrajenim sistemom sledenja, kar je rezultat dela v podjetjih Gees Recycling Srl in Infordata Srl.

UVOD

V pol stoletja proizvodnje kompozitov, ojačanih z vlakni (FRC), se je ustvarilo 80 milijonov ton izdelkov, ki so brez učinkovitih rešitev za recikliranje ob koncu njihove življenjske dobe. Od začetka šestdesetih let prejšnjega stoletja je proizvodnja steklenih vlaken pomemben dejavnik na področju množične proizvodnje in se zaradi nizkih stroškov proizvodnje uporablja v različnih industrijskih sektorjih. FRC pridobivajo pomembno uporabo na področju gradbeništva, medicine, avtomobilizma, letalstva in plovbe z nadomeščanjem tradicionalnih materialov, kot sta aluminij in jeklo. Recikliranje teh FRC na koncu življenjske dobe je korak naprej k doseganju trajnosti.

Gradbena dejavnost se vedno izvaja v okolju, kjer voda, vremenski pogoji, umazanija in gradbeni materiali, kot so malte in beton, ustvarjajo kemično korozijo. Za veliko uporabo armiranega betona je potrebna uporaba opažev, od preprostih, kot so štiri lesene plošče, pritrjene skupaj, do kompleksnih samonivelirnih struktur. Vse te aplikacije potrebujejo plošče, ki bodo vzdržale silo, se uprle vodi in vremenskim razmeram ter ne bodo zgodaj zarjavele ali korodirale gradbenih materialov. Plošče za pregrade in tla so prav tako potrebne pri odrih. Včasih se za opaže uporabljajo enaki izdelki, včasih se uporabljajo posebni izdelki z nižjimi stroški.

V tem članku je predstavljena nova uporaba recikliranih FRP-jev v odrih in opažih. Gees Recycling z inovativno tehnologijo ponuja material, s katerim bi lahko rešili težave, bili konkurenčni uporabi primarnim materialom in temu ponudili krožno ekonomsko prihodnost.

Odri (Slika 1) so opredeljeni kot konstrukcija kovinskih drogov in lesenih desk, nameščenih ob zgradbo, na kateri delavci stojijo, ko želijo doseči višje dele stavbe (Cambridgeov slovar). Odri zahtevajo

plošče z dobro uporabno trdnostjo, zmožnostjo prenašanja težkih udarcev in s protizdrsko površino. Izdelki, ki se pogosto uporabljajo, so stisnjeni jekleni profili in profili iz kompozitov. Leseni odri (Slika 2) iz vezanih plošč in običajnih lesenih plošč se uporabljajo zlasti v severni Evropi, kjer so korozijski elementi zelo prisotni.



Slika 1: Odri (www.peri.com)



Slika 2: Leseni odri (www.woodguide.org)

Opaž (Slika 3 in Slika 4) je izraz, ki se uporablja za postopek ustvarjanja začasnega kalupa, v katerega se vlije in oblikuje beton. Tradicionalni opaž je izdelan iz lesa, lahko pa je izdelan tudi iz jekla, plastike, ojačane s steklenimi vlakni, in drugih materialov. Opaž je bolj kompleksna struktura kot gradbeni odri, število različnih industrijskih rešitev, ki se uporabljajo v teh aplikacijah, je zelo veliko, od preprostih lesenih konstrukcij do modularnih kovinskih opažev ter do prilagojenih in izdelanih posebnih opažev. Večina uporabe pa se deli med modularnimi opaži na osnovi lesa, laminiranim deviškim lesom ali fenolno vezanimi ploščami in kovinskimi konstrukcijami, ki imajo ploskve iz kovinske folije, vezanega lesa ali »stekloplastike«.



Slika 3: Lesen opaž (www.construire.it)



Figure 4: Opaž iz kovine in vezane plošče (www.ceta.it)

Plošče iz lesa in vezanih plošč, ki se uporabljajo pri gradbenih odrih in opažih, so pri uporabi bolj prilagodljive, lahko jih je razrezati in obrezati za prilagoditve, pritrditi z vijaki ali žebli, vendar to pomeni veliko uporabo delovne sile. Glavne težave pri uporabi s časom se kažejo v delovanju vode in vremenskih dejavnikov, ki razgradijo les in materiale na osnovi lesa. Kovinske modularne plošče se hitreje namestijo, vendar pa prilagoditev potrebnim spremembam na dvoriščih ni mogoča. Kemična korozija iz malt, soli in cementa vpliva na kovinske modularne plošče. Na trgu se zato pojavlja zahteva po alternativnih izdelkih, ki bi lahko ponudili lastnosti odpornosti, skupaj z vzdržljivostjo in konkurenčnostjo.

PROCESI IN REZULTATI

Po testiranju s polivinilkloridom (PVC) in recikliranimi gumijastimi ploščami (Slika 5), ki so pokazali dobre rezultate, katere bomo izkoristili v različnih sektorjih, se je pojavila zanimiva priložnost, ko je podjetje za kompozite, Polmix Srl s sedežem v Busto Arsizio, pionir v proizvodnji »Sheet Moulding Compound« (SMC) in »Bulk Moulding Compound« (BMC), naročil podjetju Gees Recycling, da najde možnost za recikliranje neprečiščenih in neizkoriščenih ostankov SMC in BMC, ki ne dosegajo specifičnih zahtev materiala. Te materiale, ojačane z vlakni, bi lahko predelali v naši liniji za recikliranje, saj parametri polimerizacije (toplota in tlak) niso tako različni.



Slika 5: Levo »co-moulded« material recikliranih vlaken (RFM) in reciklirane gume, desno »co-moulded« RFM in SMC (Gees Recycling, 2020)

Odločili smo se za izdelavo srednje lahke plošče z gostoto 550-600 kg/m³ (primerljivo z vezanim lesom), z izbrano mešanico odpadnih vlaken iz steklenih vlaken iz laminata in trde ekspanzirane pene iz osnovnih materialov, predelanih tako, da dobimo plošče velikosti 2,3 x 1 m z različno debelino, katerim dodamo plast SMC. Preskusi »co-moulding-a« SMC na eni strani in granulata iz recikliranega vlaknastega materiala (RFM) na drugi strani so pokazali dobro uporabnost, popoln oprijem s popolno kontinuiteto med obema materialoma (Slika 6).

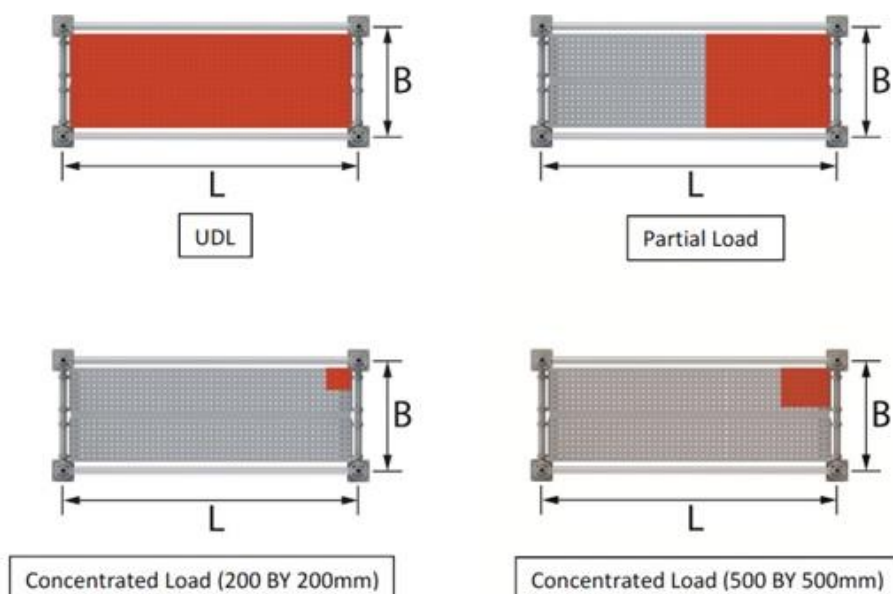


Slika 6: Plast SMC (bela) »co-moulded« na RFM (Gees Recycling, 2019)

Moč in zmogljivosti plošče urejajo številne norme, vključno z italijanskim Tehničnimi zvezki za začasna ali mobilna gradbišča (Rossi in sod., 2018). Širše se uporabljajo EN 12810-12811 1 in 2 (Tabela 1), kjer so prikazani razredi obremenitve v skladu z EN-12811-1. Na Sliki 7 so prikazane potrebne vrste testiranja obremenitve. Te zahteve so pomembne, izdelki iz lesa običajno dosegajo razred 2, višji razredi pa zahtevajo kovinske ali stalno podprte plošče z I-nosilci.

Tabela 1: Razredi obremenitve v skladu z EN-12811-1 (vir: Euro norms)

Razred obremenitve	UDL (kN/m ²)	Zgoščena obremenitev (500x500mm)	Zgoščena obremenitev (200x200mm)	Območje delne obremenitve (kN/m ²)	Faktor delne obremenitve
1	0,75	1,5	1	-	-
2	1,5	1,5	1	-	-
3	2,0	1,5	1	-	-
4	3,0	3,0	1	5,0	0,4
5	4,5	3,0	1	7,5	0,4
6	6,0	3,0	1	10,0	0,5



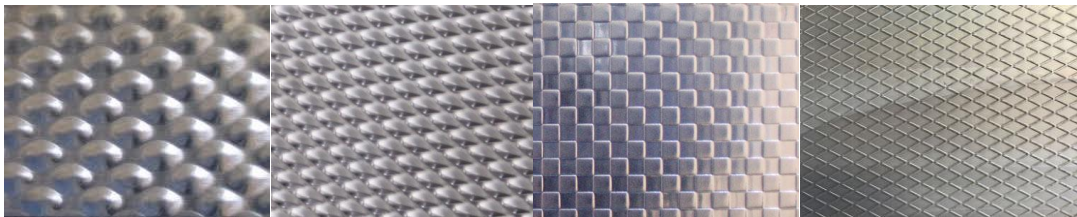
Slika 7: Vrsta potrebnega preskušanja obremenitve (vir: Euro norms)

Reciklirane FRC plošče RFM® Recomplax lahko izpolnjujejo te zahteve (Slika 8). Ker pa je bilo izraženo povpraševanje po neprekinjeni površini, protidrtnem ogrodju za odre, visokem sijaju ali vtisnjenem opažu, so bile narejene raziskave, kako združiti v enem samem proizvodnem koraku reciklirane kompozite s plastjo prevleke iz polimernih materialov, ki izpolnjuje zahteve za odpornost na vodo in korozijo.



Slika 8: Brez odklona s 100 kg moškimi (Gees Recycling, 2019)

Preskusi so bili narejeni tudi z dodajanjem manjših trakov nepolimeriziranega SMC v mešanico RFM, da bi izkoristili velike količine obrezkov, ki izhajajo iz oblikovanja delov. Rezultati so zelo obetavni. Plošče imajo lahko gladko in sijajno površino ali pa jih lahko vtisnete v dekorativne vzorce (Slika 9). To je mogoče dobiti na preprost in hiter način med procesom »co-moulding-a«, tudi za majhne proizvodne serije.



Slika 9: Različne vrste vzorčastih površin (Gees Recycling, 2019)

Opravljeni testi kažejo, da se plošče lahko privijačijo z zelo dobrimi lastnostmi zadržanja vijaka, žeblice pa se lahko uporabi tudi na ploščah z manjšo gostoto, čeprav to ni priporočljiva metoda pritrditve. Plošče je mogoče hitro rezati z vrtiljivimi ali alternativnimi žagami, enako kot lesene plošče. Priporočljivo je uporabljati rezila iz trde kovine.

Pozornost smo usmerili na drugo težavo, namreč tatvino delov in plošč. V preteklosti so bili čipi RFID že vstavljeni v plošče kot preizkus, pod pogojem, da je bila površina plošč ravna. Druga uporabljena možnost pritrditve RFID je bila vijačenje na strani plošče, kar je povzročalo težave pri ravnanju s ploščo. Naš sistem, kjer je RFID vgrajen znotraj plošče, je rešil večino teh težav. Težave s pritrditvijo sistemov RDIF na plošče ali na njih so eden od razlogov, zakaj ti sledilni sistemi niso bolj razširjeni. Več podjetij je poskusilo in jim ni uspelo.

ZAKLJUČKI

»Co-moulding« SMC in BMC postopek lahko privede do novih izdelkov, in sicer plošč iz popolnoma recikliranih materialov. Pri tem so dane nove možnosti recikliranja SMC in BMC polimernih odpadkov. Te plošče so še v fazi preizkušanja, vendar so empirične raziskave pokazale več kot dobre rezultate.

Pomembno dejstvo je tudi, da je še vedno mogoče vstaviti oznake RFC in NFC v plošče, s čimer sta avtomatiziran popis in nadzor zelo zanimiva priložnost na gradbenem področju. Kombinacija recikliranih kompozitov in neprečiščenega poliestra/epoksi kaže na več kot obetaven razvoj za učinkovitejšo in trajnostno gradnjo stavb. Z namestitvijo RFID čipov bi prisotnost plošč prešteli v nekaj sekundah, sledenje kupcem pa je enostavno, kar zmanjšuje izgubo zaradi tatvin.

ZAHVALA

Radi bi se zahvalili dr. M. Rondanini in G. Landonio iz podjetja Polmix Srl pri tej raziskavi in razvoju. Članek je pripravljen v okviru projekta RETRACKING, ki je sofinanciran v okviru programa sodelovanja Interreg V-A Italija-Slovenija 2014-2020 iz sredstev Evropskega sklada za regionalni razvoj.

LITERATURA

European Standards EN 12810-1 EN 12810-2 EN 12810-3

Rossi, L., Fabiani, F.M. in Svampa, D.G. (2018). Quaderni Tecnici per i cantieri temporanei o mobile. Rome: Inail.

POTI DO NAS

W: www.ita-slo.eu/retracking

E: retracking@gzs.si (SI), enrico.pusceddu@polo.pn.it (IT)

Twitter: twitter.com/RInterreg

FB: www.facebook.com/RetrackingInterreg

LinkedIn Group: www.linkedin.com/groups/12147013

Project partners:

