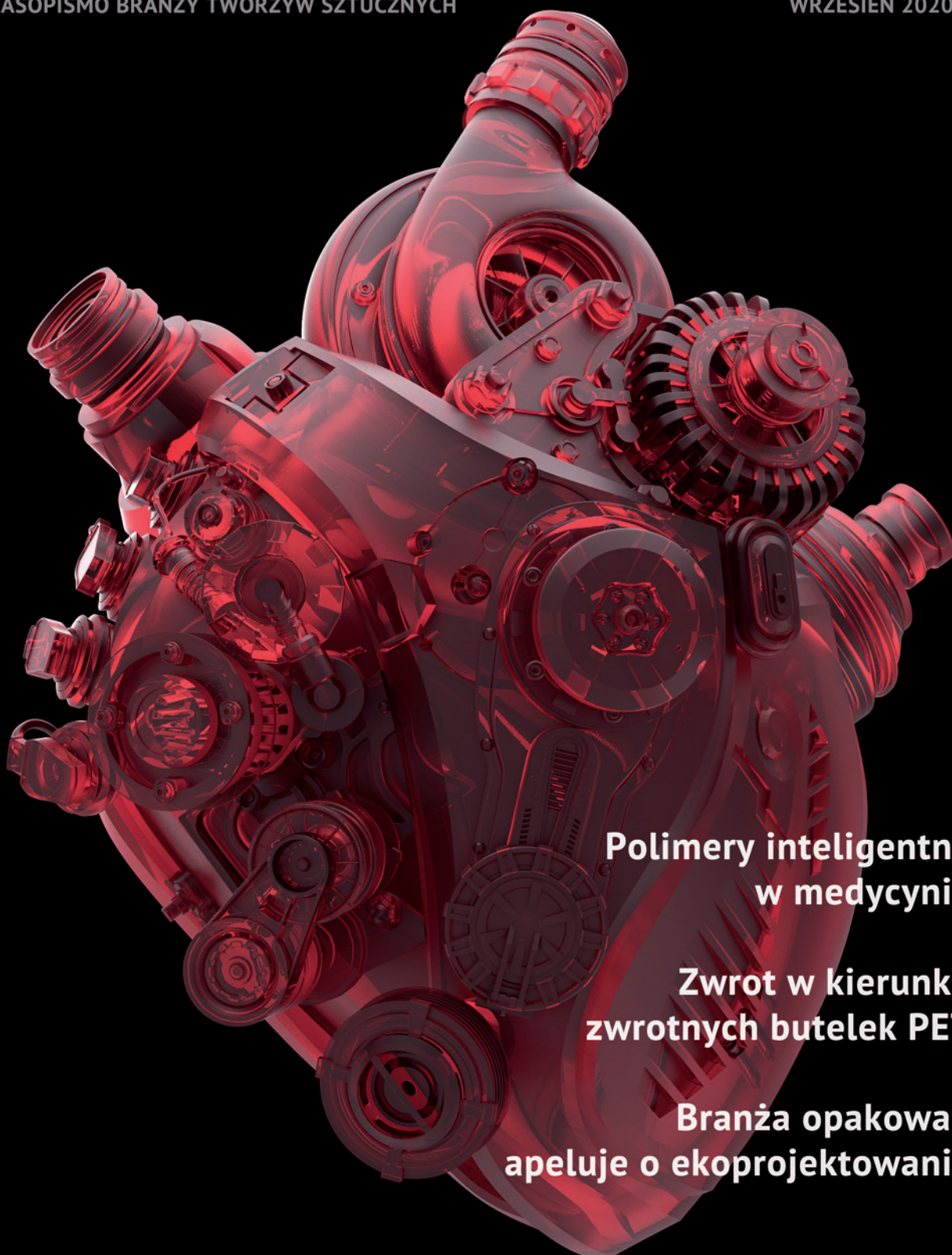


PLAST ECHO

CZASOPISMO BRANŻY TWORZYW SZTUCZNYCH

WRZESIEŃ 2020



**Polimery inteligentne
w medycynie**

**Zwrot w kierunku
zwrrotnych butelek PET**

**Branża opakowań
apeluje o ekoprojektowanie**



Instalacja artystyczna pt. *Gumowa Kaczka (Rubber Duck)*.
Autor: Florentijn Hofman

Victoria Harbor, Hong Kong, 6 maja 2013 r.

Nadmuchana kaczka zbudowana była z 200 kawałków PVC.
Miała 16,5 metra wysokości i ważyła ponad 0,5 tony.



Jacek Leszczyński
Plastech.pl

Co podać na stan podgorączkowy? Pani magister z najbliższej apteki zaproponuje szeroką gamę specyfików w różnych formach: tabletki, saszetki, tabletki musujące. Do wyboru, do koloru. Przemysł farmaceutyczny rośnie w siłę, społeczeństwo faszeruje się medykamentami na potęgę i czasami odnoszę wrażenie, że właściwie oprócz tabletek nic nam już do szczęścia nie potrzeba.

A gdyby tak w tym stanie podgorączkowym zażyć pigułkę, która zacznie działać, powiedzmy, dopiero przy temperaturze 38°C. A w przypadku gdy organizm sam zwalczy podwyższoną temperaturę, tabletkę przejdzie sobie przez nasz układ pokarmowy, powiedzmy... „niezauważenie”? Czy nazwalibyśmy ją „inteligentną”? Spora część zapytanych z pewnością odpowie twierdząco. Ale skąd taka pigułka miałaby niby wiedzieć kiedy działać, a kiedy nie? I tu odpowiedź: to nie pastylka to wie, a materiał z którego została wykonana.

„Inteligentne” polimery można zdefiniować jako te, które reagują dużymi zmianami właściwości na małe bodźce fizyczne lub chemiczne, jak tłumaczy profesor Andrzej Swinarew z Uniwersytetu Śląskiego. W rozmowie z Agatą Mojcner profesor Swinarew szczegółowo wyjaśnia, jaką rolę odgrywają one we współczesnej medycynie. Z kolei Beata Pyś-Skrońska, dyrektorka Polskiej Izby Opakowań wskazuje na szereg zastosowań inteligentnych materiałów w branży ochrony żywności. Wydaje się więc naturalne, że są to dwa główne sektory, w których przyszłość takich mądrych tworzyw rysuje się jasno.

Jednak tak naprawdę polimery „inteligentne” pokazują olbrzymią paletę możliwości tworzyw sztucznych, o których dotąd nie mieliśmy pojęcia. Może dlatego właśnie nazywamy je „inteligentnymi”, a nie „reagującymi na bodźce” – gdyż po prostu czasem sprawiają wrażenie żywych.

W laboratoriach na całym świecie projektuje się polimery, które świecą po rozciągnięciu, mają zdolność powracania do zaprogramowanej formy po odkształceniu czy też naprawiają się samodzielnie bez działania zewnętrznego czynnika. „Każda wystarczająco zaawansowana technologia jest nierozróżnialna od magii” – tak, to jest właśnie to miejsce, gdzie musiał znaleźć się cytat ze starego, dobrego Arthura C.

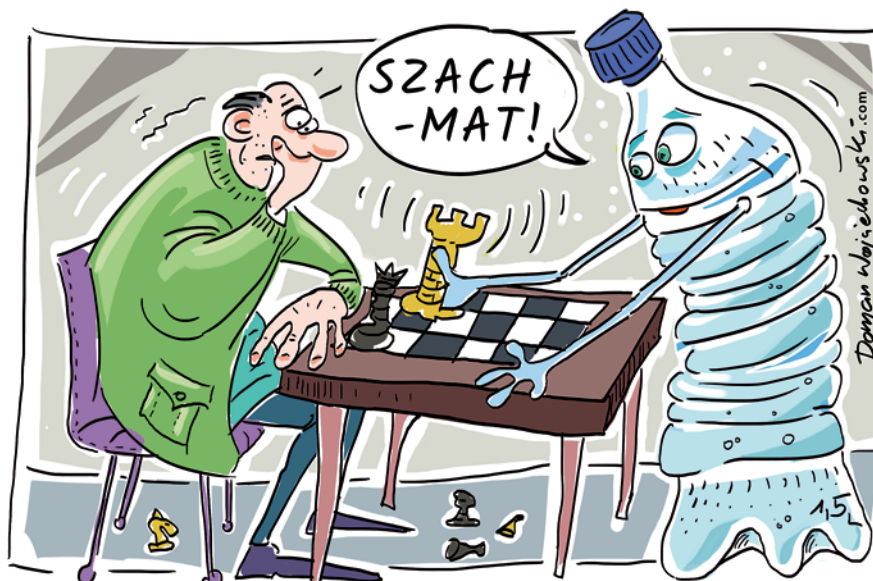
Clarke’a. A co obecnie potrafią te „mądre” tworzywa przybliżyć Marta Lenartowicz-Klik w tekście „Inteligencja nie tylko wśród ludzi”.

Ale, jak to zwykle w życiu bywa – a w przypadku tworzyw sztucznych powoli staje się to regułą – zaleta często zmienia się w wadę. Co prawda jesteśmy zaledwie na początku przygody z materiałami „inteligentnymi”, więc zagrożenia jedynie mającą niewyraźnie na horyzoncie. Ale istnieją. Osobiście obawiam się, że „mądre plastiki” przejmą władzę nad społeczeństwem. Nierealne? Pod artykułem opisującym prace badawcze nad jednostronnie kulooodporną szybą jeden z internautów (misiek12394) po wnikliwej lekturze pokusił się o komentarz: „A tak właściwie to jakie zastosowanie mogłaby mieć taka szybka?”. Jak państwo widzicie, potencjał jest.

Mimo okresu wakacyjnego i futurologicznego charakteru części tekstów, nie uciekamy od rzeczywistości. Mark Victory z ICIS opisuje reakcję europejskiej branży tworzyw na fiskalne „inicjatywy” UE. Czy i kiedy doczekamy się w pełni satysfakcjonującego systemu depozytowego w zakresie opakowań? Zastanawiam się nad tym w rozmowie z Mariuszem Musiałem, dyrektorem zarządzającym firmy Alpla w Polsce. Czas nie pracuje na naszą korzyść. Dzisiaj w Polsce poziom zbiórki butelek PET szacuje się na ok. 50% a dyrektywa SUP nakłada na nas obowiązek selektywnej zbiórki butelek PET w wysokości 77% już w roku 2025. Wydaje się więc, że osiągnięcie założonego przez UE wyniku jest mało prawdopodobne bez systemu depozytowego.

A propos Unii, tej „wymagowanej” wspólnoty. Co można osiągnąć przy jej wsparciu, również w branży tworzyw sztucznych, opowiada dr Józef Richert, dyrektor ds. funduszy europejskich w firmie Konkret Z.R. Trejderowscy.

Życzę przyjemnej lektury.



PLAST ECHO

ISSN 2719-4671
www.plastecho.com

WYDAWCA



Plastech Paweł Wiśniewski
www.plastech.pl

ADRES REDAKCJI

ul. Relaksowa 4
87-100 Toruń
+48 56 6229037
info@plastech.pl

REDAKTOR NACZELNY

Jacek Leszczyński j1@plastech.pl
+48 56 6581510

ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Alicja Dankowska ad@plastech.pl
Agata Mojcner am@plastech.pl

REKLAMA / PRENUMERATA

Krzysztof Tarasiewicz kt@plastech.pl
+48 530 704050

Grzegorz Robinek gr@plastech.pl
+48 530 206666

WSPÓŁPRACA

Fundacja PlasticsEurope Polska
Polski Związek Przetwórców Tworzyw Sztucznych
Bydgoski Klaster Przemysłowy
Plastics Recyclers Europe
Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur
i Kształtek z Tworzyw Sztucznych

Druk

Nakład: 1750 egz.
ECHO Sp. z o.o.
ul. Kowalewska 5A
87-122 Grębocin

Redakcja zastrzega sobie prawo do redagowania nadanych materiałów. Redakcja nie zwraca materiałów niezamówionych i nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Publikacja jest wysyłana do zarejestrowanych subskrybentów.

NR 4-2020 / 4

WRZESIEŃ 2020

SPIS TREŚCI

ECHA BRANŻY 05

GŁOS BIZNESU

Branża opakowań apeluje o ekoprojektowanie 11

Zwrot w kierunku zwrotnych butelek PET 14
Rozmowa z Mariuszem Musiałem,
dyrektorem zarządzającym Alpla Poland

Opakowania aktywne i inteligentne 18
Rozmowa z Beatą Pyś-Skrońską,
dyrektorką biura Polskiej Izby Opakowań

Polimery inteligentne w medycynie 22
Rozmowa z dr. hab. Andrzejem S. Swinarew

Fundusze UE jako wsparcie dla innowacji 26
Rozmowa z dr. Józefem Richertem z firmy
Konkret Z.R. Trejderowsky sp.j.

Powłoki jako metoda zabezpieczania powierzchni 30
Rozmowa z dr. hab. inż. Moniką Madej

TONACJA RYNKU

Zastosowania materiałów porowatych
pochodzenia biologicznego 32

Polimery biodegradowalne
pochodzenia naturalnego 36

Unijny „podatek” od plastiku:
zróżnicowane reakcje rynku 42

Inteligencja nie tylko wśród ludzi 46

BRZMIENIE OTOCZENIA 51

MATERIAŁ PARTNERA

Układy plastyfikujące wtryskarek 56
Część 3 / 3

Innowacje w recyklingu XXI wieku 60

Kolorowe tworzywa ABS w ofercie
Plastoplan Polska Sp. z o.o. 62

GAMA DOSTAWCÓW 64

KOŃCOWY AKORD

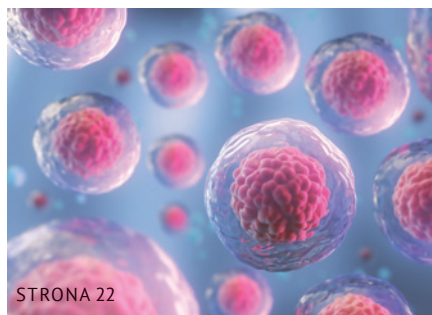
Polietylenowy most w Tatarstanie 66

Plastikowe pieniądze 68

Po ciemnej stronie mocy 70



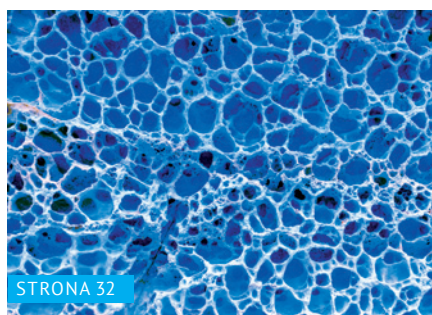
STRONA 14



STRONA 22



STRONA 26



STRONA 32



STRONA 36

I TEGOROCZNE TARGI PLASTPOL BĘDĄ KRÓTSZE

Zarząd Targów Kielce poinformował, że w oparciu o analizę bieżącej sytuacji podjął decyzję o skróceniu XXIV Międzynarodowych Targów Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych i Gumy Plastpol. Wydarzenie odbędzie się w dniach od 6 do 8 października 2020 r.

Jak podaje Ministerstwo Zdrowia, w Polsce codziennie notuje się kilkaset zakażeń koronawirusem. Jednak krajowa gospodarka nie może trwać w przedłużającym się stanie zamrożenia. Istotnym zaś elementem pobudzenia jej do życia jest właśnie organizacja targów i wystaw. Jest to zarazem sygnał gotowości do poprawy sytuacji rynkowej w branży przetwórstwa tworzyw sztucznych i gumy.

Mając na uwadze obecną skomplikowaną sytuację, organizatorzy targów podjęli szereg działań, aby wydarzenie zorganizowane w skróconym terminie odbyło się



na najwyższym poziomie. W trosce o bezpieczeństwo zarówno gości, jak i pracowników Targów Kielce, na terenie ośrodka wystawienniczego wprowadzono szereg zasad sanitarnych. Oprócz obowiązku zakładania ust i nosa, zachowania dystansu

społecznego i odkażania często dotykanych elementów infrastruktury, uruchomiono także kabiny do automatycznej dezynfekcji i pomiaru temperatury ciała.

I LANXESS WPROWADZA LINIĘ BIOLOGICZNYCH PREPOLIMERÓW ADIPRENE GREEN



Koncern Lanxess opracował nową gamę prepolimerów polieterowych MDI zawierających odnawialne, biologiczne surowce. Produkty sprzedawane pod marką Adiprene Green mogą zastąpić istniejące prepolimery polieterowe na bazie surowców kopalnych w produkcji bardzo trwałych elastomerów poliuretanowych (PU).

Celem opracowania Adiprene Green było stworzenie szeregu biologicznych prepolimerów, które umożliwią producentom poliuretanów wytwarzanie komponentów przy zmniejszonej emisji CO₂. W zależności od systemu możliwa jest redukcja tej

emisji o 20–30% w porównaniu z prepolimerami z surowców mineralnych, dzięki zastosowaniu polioli polieterowych na bazie skrobi. Udział surowców pochodzenia biologicznego waha się w przedziale od 30 do 90%, w zależności od zakładanej twardości. Jednocześnie zachowane zostaną istniejące możliwości przetwarzania PU, a właściwości końcowego elastomeru poliuretanowego będą podobne do elastomerów polieterowych na bazie surowców mineralnych lub nawet lepsze.

– Do roku 2040 chcemy stać się neutralni z perspektywy wpływu na klimat, dlatego coraz mocniej angażujemy się w działania służące realizacji tego celu. Pierwsze duże projekty są już w toku. Dzięki produktom Adiprene Green klienci także skorzystają na naszych dążeniach do neutralności klimatycznej – podkreśla Markus Eckert, dyrektor jednostki biznesowej Lanxess Urethane Systems.

Prepolimery Adiprene Green są łatwe w obróbce – przetwarza się je dokładnie tak samo, jak konwencjonalne prepolimery. Nie są konieczne żadne modyfikacje w zakresie obróbki materiału, temperatury procesu czy proporcji mieszania. Ponadto profil reaktywności i czas opróżniania formy wtryskowej są podobne do właściwości prepolimerów polieterowych na bazie surowców kopalnych.

W reakcji z 1,4-butanodiolem można uzyskać szereg elastomerów PU o twardości od 40 Shore A do 60 Shore D. Ponieważ rozwiązanie PU jest uniwersalne, Adiprene Green może być mieszany ręcznie lub maszynowo. Prepolimery mogą być ponadto przetwarzane przy użyciu katalizatorów Vibracat koncernu Lanxess. Produkty z linii Adiprene Green dobrze nadają się do wymagających zastosowań, takich jak rolety, koła, tuleje zaciskowe lub opony niepneumatyczne.

I INDORAMA VENTURES PRZEJMIŁ IMP POŁOWAT

Koncern Indorama Ventures (IVL) poinformował, że jego spółka zależna Indorama Netherlands BV podpisała 3 sierpnia br. warunkową umowę zakupu 100% akcji polskiej firmy IMP Połowat, należącej do grupy przedsiębiorstw Industrie Maurizio Peruzzo.

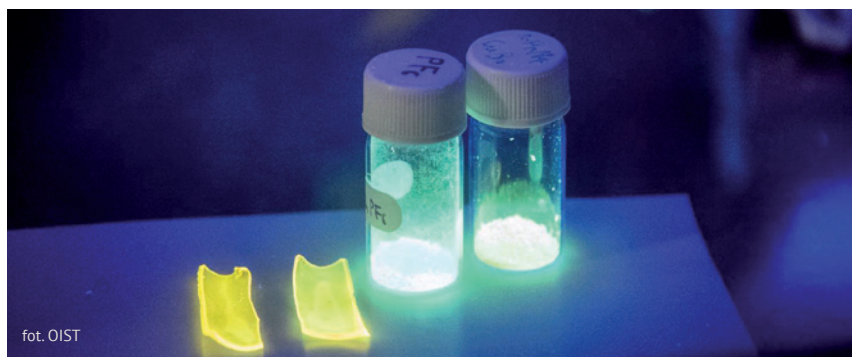
Spółka IMP Połowat z siedzibą w Bielsku-Białej powstała w 2000 r., a jej głównym przedmiotem działalności jest przerób odpadowych butelek PET na płatki PET. Składa się z dwóch zakładów produkcyjnych zlokalizowanych w Bielsku-Białej oraz Łęczycy i posiada łączną zdolność przerobu do 33 tys. ton butelek PET rocznie.

Przejęcie IMP Połowat wpisuje się w strategię IVL, której celem jest zwiększenie zdolności recyklingu do 750 tys. ton do 2025 r. Oczekuje się, że transakcja zostanie sfinalizowana w trzecim kwartale 2020 r., pod warunkiem uzyskania zgody organów regulacyjnych.



Indorama Ventures Public Company Limited, założona przez indyjskiego biznesmena Alope Lohia, to jeden ze światowych potentatów przemysłu petrochemicznego. Firma rozpoczęła swoją działalność w 1994 r., a jej siedziba znajduje się w Bangkoku. Obecnie spółka posiada 119 zakładów produkcyjnych w 33 krajach na 6 kontynentach.

I NOWY POLIMER ŚWIECĄCY PO ROZCIĄgniĘCIU



Naukowcy z Okinawa Institute of Science and Technology Graduate University (OIST) stworzyli „inteligentny” polimer świecący po rozciągnięciu. Badacze mają nadzieję, że wykorzystają nowy związek do pomiaru stopnia zużycia materiałów stosowanych w przemyśle maszynowym i budowlanym. Japończycy opracowali polimer poprzez włączenie kompleksów miedzi – struktur utworzonych przez połączenie atomów miedzi z cząsteczkami organicznymi (zawierającymi węgiel) – do polibutyloakrylanu. Polimer ten należy do poliakrylanów, czyli organicznych związków chemicznych powstałych w wyniku polimeryzacji pochodnych kwasu akrylowego i kwasu metakrylowego. Poliakrylany są wykorzystywane do produkcji włókien chemicznych, światłowodów, klejów oraz farb i lakierów.

Kompleksy miedzi, które łączą ze sobą łańcuchy polibutyloakrylanu, w naturalny sposób świecą po wystawieniu na działanie światła ultrafioletowego – jest to właściwość znana jako fotoluminescencja. Z kolei kiedy polimer jest rozciągany, kompleksy miedzi emitują światło z większą intensywnością, co przypomina działanie mechoforu – molekuly, która zmienia kształt, a wraz z nim i kolor (na czerwony) w momencie gdy przerwanie ulega jedno z jej czterech wiązań. Jednak mechofony, które wykorzystują ten mechanizm, mają poważne ograniczenia.

– Do przerwania wiązania chemicznego potrzebna jest stosunkowo duża siła, więc mechofor nie jest wrażli-

wy na niewielkie naprężenia – mówi dr Ayumu Karimata, jeden z autorów projektu badawczego – Ponadto proces przerwania wiązania jest często nieodwracalny, dlatego też czujniki naprężenia mogą być użyte tylko raz.

Związki opracowane przez badaczy z OIST są natomiast wrażliwe już na znacznie mniejsze naprężenia, reagując szybko i odwracalnie. Umożliwiają one bardzo czułe wykrywanie naprężeń mechanicznych nawet przy małych wartościach odkształcenia (<50%) i naprężenia (<0,1 MPa), poprzez odwracalne zmiany intensywności luminescencji. Taka czułość przewyższa wcześniej zgłaszane systemy oparte na klasycznych organicznych mechoforach.

W artykule opublikowanym w „Chemical Communications” naukowcy poinformowali, że po rozciągnięciu folia polimerowa natychmiast pojaśniała i ściemniała po powrocie do stanu pierwotnego. Mimo iż przed japońskim zespołem jeszcze długa droga, dr Karimata ma nadzieję, że istnieją duże szanse aby dzięki wynalazkowi stworzyć w przyszłości „wykrywającą” naprężenia farbę akrylową. Mogłaby być ona stosowana jako powłoka dla różnych konstrukcji, takich jak mosty lub ramy samolotów i samochodów.

– Farba wykrywająca naprężenia umożliwiłaby wczesne wykrycie punktów, w których występują stany naprężenia i mogłaby pomóc w zapobieganiu uszkodzeniom konstrukcji – dodaje naukowiec.

I LODY MAGNUM W OPAKOWANIACH Z CERTYFIKOWANEGO rPP OD FIRMY SABIC

Producent mrożonych deserów Magnum ogłosił wprowadzenie na rynek ponad 7 mln pojemników na lody wykonanych z polipropylenu (rPP) opartego na certyfikowanych surowcach odnawialnych. Two-
rzywo jest efektem inicjatywy Trucircle firmy Sabic, która wykorzystuje materiały pochodzące z recyklingu.

Magnum jest pierwszym producentem lodów wykorzystującym tworzywa sztuczne pochodzące z odzysku. Nowe pojemniki zostały opracowane w ramach współpracy pomiędzy firmami Unilever i Sabic. W odpowiedzi na oczekiwania konsumentów dotyczące wytrzymałości opakowań do lodów, Sabic opracował nowy materiał PP do pakowania mrożonej żywności. Surowce z recyklingu firmy Sabic wykorzystują jako wsad pokonsumenckie mieszanki tworzyw

sztucznych, które są poddawane recyklingowi chemicznemu i następnie używane do produkcji nowych, nadających się do odzysku pojemników.

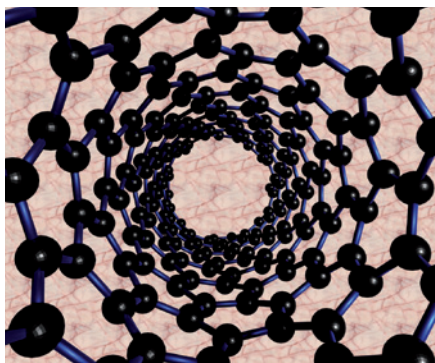
– Czujemy dumę z tego, że jesteśmy pierwszą marką lodów na świecie, która stała się pionierem tej przetomowej technologii – mówi Julien Barraux, wiceprezes Global Magnum.

Do końca 2020 r. Magnum zużyje ok. 160 tys. kilogramów certyfikowanych tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu. Jest to element globalnego zobowiązania firmy Unilever do zmniejszenia o połowę zużycia pierwotnych tworzyw sztucznych przeznaczonych na opakowania i zwiększenia wykorzystania materiałów pochodzących z odzysku do 2025 r.



W skład nowych rozwiązań Trucircle wchodzi polimery Sabic pochodzące z chemicznego recyklingu zmieszanych odpadów z tworzyw sztucznych, biopolimery oraz polimery poddane recyklingowi mechanicznemu i rozwiązania materiałowe przeznaczone do recyklingu. Bezpieczeństwo całego łańcucha wartości w zakresie „okrągłych” polimerów Sabic potwierdzone jest certyfikatem ISCC Plus.

I INNOWACYJNY SPOSÓB ŚLEDZENIA NANOMATERIAŁÓW TECHNICZNYCH



Zaprojektowane i wytworzone przez ludzi nanomateriały techniczne (*engineered nanomaterials*, ENM), posiadają szereg zalet. Przykładowo, w opiece zdrowotnej mogą one pomóc w dostarczaniu leków do niedostępnych miejsc ciała, a w przemyśle być stosowane jako dodatki zwiększające trwałość środków chemicznych. Innowacyjna metoda ich znakowania mogłaby pomóc naukowcom lepiej zrozumieć potencjalne zagrożenia z nimi związane.

– ENM są trudne do wykrycia w złożonych tkankach biologicznych i środowiskach, dlatego niedostatecznie rozumiemy zagrożenia, jakie mogą stwarzać – mówi Euge-

nia Valsami-Jones, koordynatorka projektu NanoLabels i profesor Uniwersytetu w Birmingham – Dopóki nie będziemy pewni, dokąd te materiały trafiają i jak działają, ich stosowanie będzie ograniczone.

Jednym ze sposobów na zwiększenie wykrywalności ENM jest dodanie znacznika, czyli tzw. etykiety. Niestety można przy tym zmodyfikować materiał pod względem jego zachowania środowiskowego i biologicznego. Z tego powodu znaczniki mają okrojone zastosowanie w nanobezpieczeństwie. Aby podnieść poziom ich przydatności, w ramach projektu NanoLabels opracowano innowacyjne techniki znakowania, które mogą umożliwić śledzenie ENM w ich naturalnym środowisku.

– Stworzyliśmy strategię, która może zostać wdrożona w przemyśle w celu ułatwienia m.in. oceny nanobezpieczeństwa przed wprowadzeniem ENM na rynek – wyjaśnia Valsami-Jones – Po raz pierwszy zastosowaliśmy znakowanie stabilnymi izotopami, aby śledzić przemieszczanie się nanomateriału wewnątrz roślin.

Według badaczki projekt wykazał, że właściwości fizykochemiczne takie jak rozmiar i morfologia nanocząsteczek nie różnią się od cech nanocząstek nieoznaczonych izotopami, co oznacza, że znakowanie się powiodło i może być stosowane w innych badaniach dotyczących śledzenia materiałów. Dzięki metodologii NanoLabels udało się wykryć absorpcję ENM w środowisku, nawet przy bardzo niskim stężeniu.

– Metodologia opracowana w ramach projektu to nasz wkład w tę rozwijającą się dziedzinę badań – stwierdza profesor – Odegra ona również dużą rolę w kształceniu następnej generacji nanonaukowców. Liczymy, że synteza ENM znakowanych stabilnymi izotopami może zostać przetestowana, zmodyfikowana i ustandaryzowana w większej skali. Proces ten może znaleźć zastosowanie w takich sektorach przemysłu, jak uwierzytelnianie materiałów.

Zespół projektu opracowuje obecnie metody znakowania nanomateriałów węglowych: nanorurek węglowych, grafenu i mikroplastików.

I SIERPIEŃ POD ZNAKIEM SŁABEGO POPYTU NA RYNKU GRANULATÓW

W pierwszej połowie sierpnia większość firm pracowała w trybie „urlopowym”; zarówno producenci polimerów jak i przetwórcy tworzyw sztucznych oraz firmy handlowe. W rezultacie popyt był bardzo słaby i zawarto niewiele transakcji. Wszyscy środkowoeuropejscy producenci polimerów odnotowali słaby popyt. Z tego względu wytwórcy polimerów dokonali w drugim tygodniu sierpnia mniejszych korekt cen, głównie w przypadku PP. Pierwotnie planowane podwyżki cen zostały cofnięte lub zastosowano rabaty w celu sprzedaży większych ilości tworzyw.

Zdaniem handlowców, w drugiej połowie sierpnia mimo sezonu wakacyjnego popyt powoli się umacniał, w porównaniu z pierwszą połową miesiąca. Umocnieniu popytu nie towarzyszy jednak wzrost cen, gdyż pozostają one bez zmian od zeszłego tygodnia. Ta stabilność dotyczy również surowców: ropy i nafty, co z kolei nie zapowiada większego wzrostu cen kontraktowych monomerów. Wspomniana stabilność dotyczy także polimerów. W przeciwieństwie do Europy Zachodniej,

skutki ogłoszenia w sierpniu klauzuli *force majeure* w koncernach Total i Ineos nie są odczuwalne na rynkach Europy Środkowej.

Ogólnie sierpień wydaje się słabszy niż zwykle. Można byłoby oczekiwać znacznego ożywienia popytu, gdyby przetwórcy spodziewali się, że ceny wzrosną. Tak się jednak nie zdarzyło. Odnotowano nawet spadek cen HDPE w Polsce w ostatnich dwóch tygodniach sierpnia. W przypadku LDPE zanotowano minimalny wzrost cen. Jednak niektórzy producenci LDPE w sierpniu nadal oferowali go po cenach lipcowych.

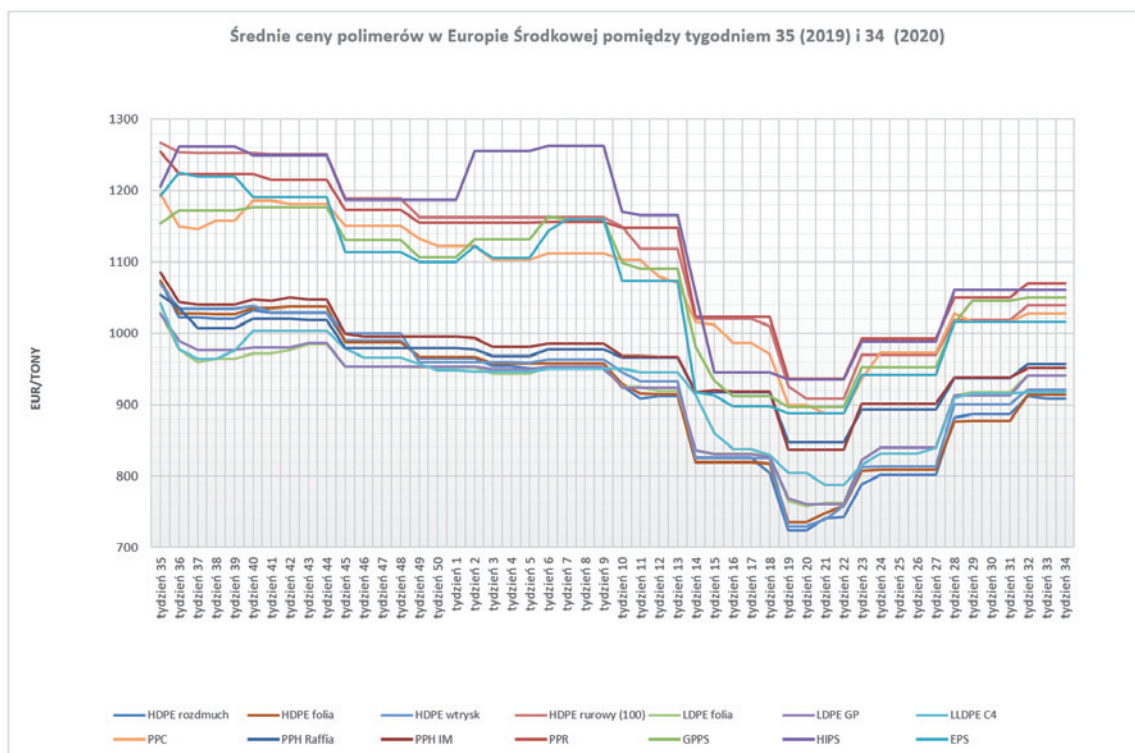
Cena kontraktowa monomeru styrenu wzrosła w sierpniu o 4 euro na tonę. Główni producenci PS w Europie Zachodniej próbują podnieść ceny, jednak przetwórcy w Europie Środkowej postanowili przeczekać okres wakacyjny i baczniej przyrzeć się ofercie wrześniowej.

Na podstawie aktualnych danych nie oczekuje się znaczącego wzrostu cen ani monomerów, ani polimerów, chociaż

prawdopodobny jest on w przypadku etylenu i monomerów styrenu. Jeśli chodzi o monomer propylenu, należy się liczyć z efektem spekulacyjnym. Ze względu na wspomniane już przestoje w Total i Ineos, ceny spotowe PP wzrosły w Europie Zachodniej. Czy producenci monomerów chcą korzystać ze zwiększonego *spreadu* cen polipropylenu? Jeśli tak, spodziewany jest wzrost wartości monomeru propylenu (C3), którego skali nie można jeszcze przewidzieć. Jednak biorąc pod uwagę przestoje w Stanach Zjednoczonych (BTP, Formosa i Dow) ceny C3 na światowym rynku mogą wzrosnąć.

Z tego względu możliwy jest znaczny wzrost ceny monomerów w przedziale 20–50 euro na tonę, głównie propylenu (C3), natomiast we wrześniu prawdopodobna jest mniejsza zmiana ceny w przypadku etylenu (C2) i monomeru styrenu (SM) nawet do 30 euro na tonę.

Źródło: myCEPPI



THE SUCCESSFUL
**CENTRAL EUROPEAN
PLASTICS MEETING**
SERIES WILL CONTINUE TO
BE YOUR BEST PARTNER...

//NETWORKING
//KNOWLEDGE
//PARTY

**ADVANCING REGIONAL REINFORCEMENT FOR OUR
SUSTAINABLE FUTURE AT A UNIQUE LOCATION**

**KONFERENCJA ZOSTAŁA PRZEŁOŻONA NA WIOSNĘ 2021 R.
DATA I MIEJSCE WYDARZENIA
ZOSTANĄ OGŁOSZONE WKRÓTCE**

I „CZYSTOŚĆ PLUS” – ZMIANY W SYSTEMIE GOSPODARKI ODPADAMI



Wiceminister klimatu Jacek Ozdoba przedstawił 19 sierpnia propozycje resortu w zakresie zmian w systemie gospodarki odpadami. Program nazywa się „Czystość Plus”. Wśród modyfikacji zapowiedzianych w środę przez przedstawiciela resortu znalazła się m.in. propozycja zwolnienia z obowiązku ustanowienia zabezpieczenia roszczeń dla odpadów magazynowanych selektywnie i przyjętych do procesu recyklingu przez posiadacza odpadów prowadzącego proces recyklingu. Ponadto nowe przepisy przewidywać będą możliwość złożenia zażalenia na postanowienie komendanta powiatowego (miejskiego) Państwowej Straży Pożarnej w zakresie spełnienia wymagań ochrony przeciwpożarowej, aby umożliwić przedsiębiorcom usunięcie braków stwierdzonych podczas kontroli i dalsze prowadzenie działalności.

– Ta branża jest niezwykle potrzebna, szczególnie jeżeli chodzi o rozszerzoną odpowiedzialność producenta i obieg zamknięty – przypomniał Ozdoba. Dodał również, że wspomniane zabezpieczenia nie będą już wymagane, gdyż dla recyklerów tworzywa sztuczne, czyli surowiec wykorzystywany w ich działalności, stanowi wymierną wartość.

– Od wielu miesięcy postulowaliśmy do ministerstwa o złagodzenie tych przepisów dla zakładów recyklingu. Większość odpadów, które przyjmujemy do zakładów ma wartość dodatnią i są dla nas surowcem do produkcji. Ustanowienie dodatkowych zabezpieczeń dla naszej branży było krzywdzące i nieadekwatne do zagrożenia. Bez recyklingu branża gospodarki odpadami nie będzie rozwijać się zgodnie z GOZ, dlatego popieramy zapowiedzi ministra; jednak z obowiązku powinny być zwolnione jedynie firmy recyklingowe – komentuje propozycje ministerstwa Szymon Dziak-Czekan, prezes Stowarzyszenia „Polski Recykling”.

Celem ustanowienia takiego zabezpieczenia roszczeń miało być pokrycie kosztów wykonania zastępczego, które mogłyby powstać w związku z nieprawidłowościami w gospodarowaniu odpadami. Owe „nieprawidłowości” to najczęściej pożary składowisk odpadów. Branża recyklerów od dawna głośno protestowała przeciw-

ko łączeniu jej z patologiami dotyczącymi utylizacji śmieci. Jej przedstawiciele wielokrotnie przypominali rządzącym, że odpady tworzyw to surowiec, który może z powodzeniem wrócić do obiegu. Minister Ozdoba zapowiedział zwiększenie kar finansowych w kodeksie wykroczeń za śmiecenie do kwoty 5 tys. złotych oraz zwiększenie odpowiedzialności karnej (do 8 lat pozbawienia wolności) za porzucanie odpadów niebezpiecznych.

– Chcemy zaostrzyć kary za nieodpowiednie postępowanie z odpadami. Chodzi m.in. o porzucanie ich na terenach publicznych, tj. drogach, placach czy terenach zielonych. Podwyższone kary, wraz z udoskonalonymi metodami identyfikowania sprawców, pozwolą na ograniczenie tego typu negatywnych zachowań – podkreślił Jacek Ozdoba.

Ministerstwo proponuje również zwiększenie stawki za odbiór odpadów dla nieruchomości niezamieszkałych oraz możliwość indywidualnego rozliczania mieszkańców z opłaty śmieciowej (bez odpowiedzialności zbiorowej). Jak poinformował minister, gmina która zapewni samodzielnie lub we współpracy z właścicielem nieruchomości możliwości techniczne identyfikacji, który lokal w budynku wielorodzinnym segreguje odpady, a który nie, będzie mogła zastosować znacznie bardziej sprawiedliwe rozliczanie opłat według lokali, a nie według właściciela całej nieruchomości. Jak zauważył minister Ozdoba, najbardziej medialną propozycją stanie się prawdopodobnie zmiana sposobu selektywnej zbiórki odpadów z 5 frakcji na 3. Jego zdaniem powrót do segregacji odpadów na 3 frakcje będzie ułatwieniem dla mieszkańców.

– Łatwiej segregować w domu jeśli zamiast 5 są 3 kubły – powiedział Ozdoba, przyznając zarazem że ewentualna zmiana sposobu segregacji będzie musiała zostać zaakceptowana przez ministerstwo. Będzie to uwarunkowane osiągnięciem przez gminę odpowiednich poziomów recyklingu i selektywnej zbiórki.

Podczas konferencji prasowej zaprezentowano również propozycję utrzymania metodologii obliczania poziomów recyklingu przez gminy, obowiązującej w 2019 r. Zdaniem ministra Ozdoby pozwoli to na oszczędzenie poważnych kwot. Z kolei określenie stopniowych racjonalnych poziomów recyklingu dla gmin ma uchronić samorządy przed „terapią szokową”. Prawo wspólnotowe ureguluje nową metodę obliczania recyklingu i ponownego użycia względem ogólnej masy wytwarzanych odpadów dopiero w 2025 r., ustanawiając poziom na 55%. Obecnie gminy osiągają według tej metody poziom ok. 20%, dlatego już od 2021 r. obowiązywać będzie nowa metoda, a poziomy będą sukcesywnie i stopniowo rosnąć (2021 r. – 25%, 2022 r. – 30%, 2023 r. – 35%, 2024 r. – 45%) do wymaganego w 2025 r. poziomu 55%.

BRANŻA OPAKOWAŃ APELUJE O EKOPROJEKTOWANIE

Krajowa Izba Gospodarcza (KIG) wspólnie z przedstawicielami przemysłu opakowaniowego przygotowała opracowanie „Środowiskowe aspekty projektowania opakowań”, mając na uwadze nowe wymagania UE związane z pakietem gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), konieczne zmiany prawne dotyczące gospodarowania odpadami oraz trwającą dyskusję na temat ostatecznego kształtu polskiego systemu rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP). Publikacja zawiera eksperckie rekomendacje w zakresie ekoprojektowania dla podstawowych grup opakowaniowych tj. aluminium, stali, papieru, szkła oraz tworzyw sztucznych.

– Opakowania to duże wyzwanie dla zrównoważonej produkcji i konsumpcji. Z jednej strony są nam niezbędne do transportu i dystrybucji produktów, z drugiej ich cykl życia jest szalenie krótki. Obecnie nie istnieje opakowanie idealne, które w 100% wpisałoby się w koncepcję GOZ. Dlatego ten sektor wymaga systemowego podejścia, współpracy, wykorzystania symbiozy gospodarczej. Jednym z rozwiązań powinna być implementacja różnego rodzaju cyrkularnych modeli biznesowych, które pomagają w zamykaniu obiegów, przynosząc wymierne korzyści nie tylko dla środowiska, ale i dla budżetu przedsiębiorstwa – zwraca uwagę dr inż. Agnieszka Szynk z Instytutu Innowacji i Odpowiedzialnego Rozwoju INNOWO.

Opakowania i odpady opakowaniowe mają ogromne znaczenie dla krajowego syste-

mu gospodarki odpadami. Według GUS w 2019 r. na rynek krajowy trafiło z wyrobami 5,5 mln ton opakowań typu B2B oraz B2C. Aktualnie zarówno producenci opakowań jak i wprowadzający na rynek zapakowane produkty stoją przed licznymi wyzwaniami związanymi z implementacją unijnego pakietu GOZ, szczególnie w zakresie ROP. Nowy system ROP będzie łączył przydatność opakowania do recyklingu z kosztami za jego wprowadzenie na rynek. W przypadku opakowań, których recykling jest szczególnie trudny, przełoży się to na 20- lub 30-krotny wzrost opłat dla przedsiębiorców wprowadzających je do sprzedaży. Zgodnie z unijnymi wytycznymi, gospodarowanie odpadami opakowaniowymi nie powinno ograniczać się do ich zbierania i ponownego zagospodarowania. Bardzo istotny jest etap projektowania opakowań z uwzględnieniem kwestii środowiskowych oraz zapewnieniem ich przydatności do recyklingu.

– Wprowadzenie gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) do życia gospodarczego i społecznego w krajach UE jest przesądzone i nieuchronne w najbliższych latach. Ekoprojektowanie jest jednym z filarów GOZ i umożliwia modelowanie całego cyklu życia produktu w sposób korzystny dla środowiska. Opakowania zostały uznane przez Komisję Europejską za jeden z priorytetowych strumieni odpadów, który będzie podlegał systematycznemu ograniczaniu w ramach GOZ. Przewidywane zmiany dotyczą składowania oraz intensyfikacji przygotowań do ponownego użycia, w tym

recyklingu. Temu m.in. ma służyć nowe podejście do rozszerzonej odpowiedzialności producentów (ROP), w tym zwiększenie ich odpowiedzialności finansowej za odpady opakowaniowe powstające z wprowadzanych na rynek produktów w opakowaniach. Dlatego przedsiębiorcy w Polsce winni już dzisiaj wykonać rzetelny audyt produkcyjny (opakowaniowy) stosowanych rodzajów opakowań pod kątem ich przydatności do recyklingu i możliwości zastąpienia niektórych opakowań innymi, dla których recykling nie będzie stanowił problemu.

“ Ekoprojektowanie jest jednym z filarów GOZ i umożliwia modelowanie całego cyklu życia produktu w sposób korzystny dla środowiska ”

Przygotowane opracowanie „Środowiskowe aspekty projektowania opakowań” ma pomóc przedsiębiorcom i innym zainteresowanym w podjęciu najlepszych decyzji. Pozwoli to również na przygotowanie się przedsiębiorców do poważnych zmian w ramach ROP za 2-3 lata, także w zakresie ponoszenia wysokich kosztów realizacji obowiązków odzysku i recyklingu zużytych opakowań – zauważa Krzysztof Kawczyński z Krajowej Izby Gospodarczej.

– „Środowiskowe aspekty projektowania opakowań” to unikalna publikacja, pre-

zentująca ekspercką wiedzę na temat projektowania opakowań z uwzględnieniem ich pełnego cyklu życia. Jednym z omawianych w opracowaniu materiałów opakowaniowych jest metal, posiadający unikalne właściwości jeśli chodzi o przydatność do recyklingu. Opakowania metalowe to w praktyce dwa materiały, czyli aluminium oraz stal. Pomimo pewnych podobieństw wymagają jednak odmiennego podejścia w praktycznie całym cyklu ich życia. Najważniejsze różnice dotyczą oczywiście wytwarzania obu materiałów, projektowania oraz produkcji samych opakowań jak i sposobów ich ponownego zagospodarowania. Interesującą różnicą jest całkowity brak opakowań zbiorczych i transportowych w przypadku opakowań aluminiowych. Z tego powodu organizacja systemów zbierania pustych opakowań aluminiowych wyłącznie od użytkowników indywidualnych to jedyne możliwe rozwiązanie w przypadku tego materiału. Podobieństwa aluminium i stali to selektywna zbiórka do wspólnego, żółtego pojemnika, wysoka wartość surowca oraz możliwość przetwarzania aluminium i stali w nieskończoność bez utraty jakości. Ta ostatnia cecha wpisuje się w szerszą koncepcję materiałów permanentnych. Około 80% stali oraz 75% aluminium wyprodukowanego dotychczas na świecie nadal pozostaje w zastosowaniu – twierdzi Jacek Wodziszewski, prezes Fundacji RECAL.

„Przedsiębiorcy mają ostatni moment, by dokonać przeglądów swoich opakowań i podjąć decyzje dotyczące zastąpienia niektórych z nich innymi, bardziej przydatnymi do recyklingu, co pozwoli na uniknięcie poważnych kosztów za 2-3 lata

– Szkło jest surowcem łatwym w recyklingu. Jeśli uda się je odpowiednio zebrać i oczyścić, można je przetworzyć nieskończoną liczbę razy bez utraty jakości opakowania. Recykling mogą jednak utrudniać dodatki z innych materiałów, np. skomplikowane zamknięcia lub dozowniki. Osoby decydujące o tym, jakie słoje i butelki trafiają w ręce konsumentów powinny zwracać na nie szczególną uwagę. Przykłady rozwiązań ułatwiających i utrudniających recykling podaliśmy w publikacji – mówi Piotr Kardaś ze Związku Pracodawców Polskie Szkło.

– Działalność gospodarcza przedsiębiorców wytwarzających materiały opakowaniowe z papieru i tektury w Polsce prowadzona jest zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. Przedsiębiorcy naszej branży świadomie i odpowiedzialnie realizują dbałość o zachowanie proporcji na płaszczyźnie społeczno-ekonomiczno-ekologicznej. Trwałym fundamentem długookresowych strategii rozwoju branży oraz poprawy jej konkurencyjności rynkowej jest bez wątpienia wzrost jakości i bezpieczeństwa naszych opakowań. Rośnące inwestycje w sektorze badań, a także wdrażanie innowacyjnych rozwiązań w obszarze opakowań z papieru i tektury, pozwalają na sprostanie najnowszym ekotrendom rynku globalnego; odpowiadają również celom budowy modelu gospodarki cyrkularnej w UE. Obserwujemy, że proekologiczna świadomość konsumentów opakowań nieustannie wzrasta, a wraz z nią zwiększa się liczba deklaracji producentów opierająca się o zasadę *zero waste*. Kontynuując realizowany już dzisiaj kierunek działania należy zauważyć, że dynamiczny rozwój gospodarczy w wymiarze globalnym w powiązaniu z potrzebą zaspokojenia rosnącego popytu na żywność i dobra konsumpcyjne spotkać się musi z adekwatnymi wysiłkami producentów opakowań. Rozmiar tego wyzwania przesądzi o konieczności prowadzenia skoordynowanej współpracy międzybranżowej na szczeblu krajowym, w ścisłej relacji z instytucjami odpowiedzialnymi za wyznaczanie priorytetów i celów polityki rozwo-

ju społeczno-gospodarczego oraz polityki środowiskowej; co istotne, z jednoczesnym wykreowaniem instrumentów i mechanizmów gwarantujących ich pomyślną realizację przez sektor biznesu. Z satysfakcją należy stwierdzić, że już dzisiaj w odpowiedzi na inicjatywę wydania użytecznej dla praktyki publikacji o ekoprojektowa-



niu pozytywnie zareagowały różne branże. Żywimy głęboką nadzieję, że zawarte w przewodniku informacje przełożą się na „lepsze jutro” dla nas wszystkich – podkreśla Marzena Bednarczyk ze Stowarzyszenia Papierników Polskich.

– Należy pamiętać, że określenie „tworzywa sztuczne” obejmuje dużą grupę bardzo

zróżnicowanych materiałów. Ich wspólną cechą jest lekkość (mała masa), odporność chemiczna, niska cena, wytrzymałość i możliwość przetwarzania na wiele sposobów. Te cechy predestynują tworzywa do stosowania ich jako materiału konstrukcyjnego opakowań, a dzięki dostępności wielu rodzajów polimerów o różnych wła-



ściwościach projektanci mogą w prawie nieograniczony sposób realizować swoje pomysły, w zależności od wymagań technicznych i potrzeb estetycznych. W ekoprojektowaniu chodzi jednak o to, żeby użyteczne i ładne opakowanie było jednocześnie jak najmniejszym obciążeniem dla środowiska. Projektując z uwzględnieniem wpływu na środowisko należy

wziąć pod uwagę dodatkowe parametry, takie jak możliwość wielokrotnego użytku, możliwość skutecznej segregacji odpadów i przydatność do recyklingu. Obecnie największy nacisk kładzie się na poprawę recyklowalności opakowań foliowych, używanych powszechnie do pakowania świeżej żywności. Prace idą w kierunku uproszczenia wielopolimerowych struktur przy zachowaniu parametrów użytkowych, co powinno skutkować zwiększeniem stopnia przydatności opakowania do recyklingu – przypomina dr inż. Kazimierz Borkowski z Fundacji PlasticsEurope Polska.

Wspomniana publikacja jest branżową inicjatywą na rzecz zebrania i uporządkowania wiedzy oraz oczekiwań w zakresie projektowania opakowań w oparciu o aspekty techniczne, logistyczne, a przede wszystkim środowiskowe. W opracowaniu przedstawiono wspólne rekomendacje producentów opakowań co do możliwości ekoprojektowania zgodnie z ideą GOZ i przydatności do recyklingu.

Jak podkreślają autorzy publikacji, ekoprojektowanie zakłada dodatkowe planowanie i przygotowanie nowego produktu czy opakowania w sposób zgodny z ideą GOZ, a efektem takiego podejścia winny być artykuły, które są łatwe w demontażu oraz intuicyjne w segregacji po całkowitym opróżnieniu ich z zawartości. Na ogół powinny cechować się również wykonaniem z materiału jednorodnego, a w przeciwnym razie dobrze byłoby, gdyby łączone materiały w prosty sposób dawały się rozdzielić, jak również nadawały się w całości do recyklingu bez konieczności ponoszenia wysokich kosztów ich przygotowania. Najlepiej więc, by były wówczas wykonane z materiału, który w znacznej części pochodzi z odzysku.

– Obecnie przedsiębiorcy wprowadzający produkty w opakowaniach łożą w ramach istniejącego systemu ROP na zbiórkę i recykling opakowań ok. 100 mln złotych rocznie – zauważa Krzysztof Kawczyński z KIG – Wstępne szacunki wskazują, że ze względu na konieczność wdrożenia odpa-

dowego pakietu dyrektyw UE związanych z GOZ opłaty te mogą ulec zwiększeniu nawet do kwoty ok. 2–2,5 mld złotych od 2023 r. – dodaje.

Planowane zmiany przełożą się na ponoszone koszty i konkurencyjność produktów w opakowaniach. Przedsiębiorcy mają ostatni moment, by dokonać przeglądów swoich opakowań i podjąć decyzje dotyczące zastąpienia niektórych z nich innymi, bardziej przydatnymi do recyklingu, co pozwoli na uniknięcie poważnych kosztów za 2–3 lata. Najważniejsze decyzje w tym zakresie będą należeć do osób odpowiedzialnych za wybór opakowania w procesie tworzenia produktu.

– Mamy nadzieję, że nasze opracowanie pozwoli przedsiębiorcom wprowadzającym na rynek produkty w opakowaniach lepiej przygotować się do czekających branż w najbliższym czasie zmian regulacyjnych w ramach systemu ROP oraz związanych z tym kosztów, a także umożliwi wdrożenie rozwiązań, które przyczynią się do realizacji wyższych celów recyklingu zgodnych z unijną dyrektywą – stwierdza Jacek Wodzisławski z Fundacji RECAL.

Autorami i partnerami merytorycznymi publikacji pod auspicjami Krajowej Izby Gospodarczej są Fundacja PlasticsEurope Polska – opakowania z tworzyw sztucznych, Fundacja na rzecz Odzysku Opakowań Aluminiowych RECAL – opakowania metalowe, Stowarzyszenie Papierników Polskich – opakowania z papieru, Związek Pracodawców „Polskie Szkło” – opakowania szklane oraz Instytut Innowacji i Odpowiedzialnego Rozwoju INNOWO. Dzięki inicjatywie branży opakowaniowej, do przedsiębiorców, firm zajmujących się recyklingiem, odpowiedzialnej administracji rządowej i samorządowej trafia bezpłatny poradnik z rekomendacjami, które pozwalają na lepsze przygotowanie się do realizacji wysokich celów GOZ w najbliższych latach przy optymalnych kosztach ponoszonych przez zainteresowanych producentów.

ZWROT W KIERUNKU ZWROTNYCH BUTELEK PET

ROZMOWA Z MARIUSZEM MUSIAŁEM, DYREKTOREM ZARZĄDZAJĄCYM FIRMĄ ALPLA W POLSCE

Firma Alpla zajmuje się produkcją opakowań już od ponad 60 lat, a pierwszą dwuelementową butelkę z politereftalanu etylenu opracowała w 1985 r. Obecnie stworzyliście innowacyjną butelkę zwrotną PET, która pozwala na jej wykorzystywanie w systemie butelek wielokrotnego użytku. Czy może pan przybliżyć ten projekt?

Oczywiście. Sama butelka zwrotna z tworzywa sztucznego PET nie jest żadną nowością. Takie artykuły funkcjonują na rynku już od pewnego czasu. Natomiast to, co można uznać za innowacyjne w projekcie zrealizowanym wspólnie z firmą KHS, to waga butelki. Jest ona o 10 gramów lżejsza

od tradycyjnych zwrotnych butelek PET występujących obecnie na rynku. Niezwykle istotne jest także to, że można do niej dodać materiał z recyklatu rPET w ilości do 30%. Kolejną bardzo ważną kwestię stanowi fakt, iż artykuł może być używany w systemie mycia od minimum 15 do 30 razy. No i oczywiście – tak jak w przypadku każdej butelki PET – istnieje opcja poddania go recyklingowi i nadania mu nowego życia. Ponadto projekt ten po raz następny udowadnia, że również butelka wykonana z tworzywa sztucznego może być butelką zwrotną i zwrotność nie jest zarezerwowana tylko dla opakowań szklanych. Warto wspomnieć, że nasza butelka ma zdecydowanie mniejszy wpływ na środowisko niż alternatywne zwrotne opakowanie wykonane ze szkła.

Butelka zwrotna stanowi zaledwie jeden z elementów w pełni opracowanego systemu kaucyjnego. Ministerstwo Środowiska już od 2018 r. wskazywało możliwe scenariusze wprowadzenia takiego systemu dla opakowań. Propozycja ustawowa miała zostać przedstawiona w czerwcu 2020 r., ale powiedzmy sobie szczerze: nic nie wskazuje, abyśmy w najbliższym czasie dogonili w tej kwestii Europę Zachodnią, gdzie takie systemy funkcjonują już od wielu lat.

Ostatnia propozycja w zakresie systemu depozytowego butelek pojawiła się

we wrześniu ubiegłego roku, równoległe z projektem rozszerzonej odpowiedzialności producentów. Z tego co wiemy, w najbliższym czasie Ministerstwo Klimatu ma zaprezentować nową koncepcję ROP i najprawdopodobniej wraz z nią pojawi się również propozycja w zakresie systemu depozytowego. Dla nas jako firmy, która produkuje nie tylko opakowania z tworzyw sztucznych, ale również wytwarza z butelek zbieranych z rynku recyklat rPET nadający się do kontaktu z żywnością, niezwykle istotny jest dostęp do odpowiedniej liczby i jakości butelek, z których później możemy wyprodukować surowiec.

Dzisiaj w Polsce poziom zbiórki butelek PET szacuje się na ok. 50%. Dyrektywa Single Use Plastics nakłada na nas obowiązek selektywnej zbiórki butelek PET w wysokości 77% już w roku 2025. W świetle dyrektywy odsetek ten jest obecnie bardzo niski i osiągnięcie założonego przez UE wyniku wydaje się być mało prawdopodobne bez systemu depozytowego. Tym bardziej, że 4 lata później będziemy musieli zbierać już 90% butelek z rynku.

Jak już wspominałem, dla nas tak naprawdę najważniejszy jest dostęp do odpowiedniej liczby i jakości butelek. Nie chcę powiedzieć, że to w jaki sposób ten system zostanie zorganizowany stanowi



Mariusz Musiał
Alpla Poland

REDUCE

Ograniczenie ilości plastiku
– mniejsza waga

REUSE

Butelka
zwrotna

RECYCLE

Możliwość użycia materiału
z recyklingu (rPET) do jej produkcji

FAKTY O ZWROTNEJ BUTELCE PET



Możliwa do ponownego
użycia/napełnienia
co najmniej 15 razy



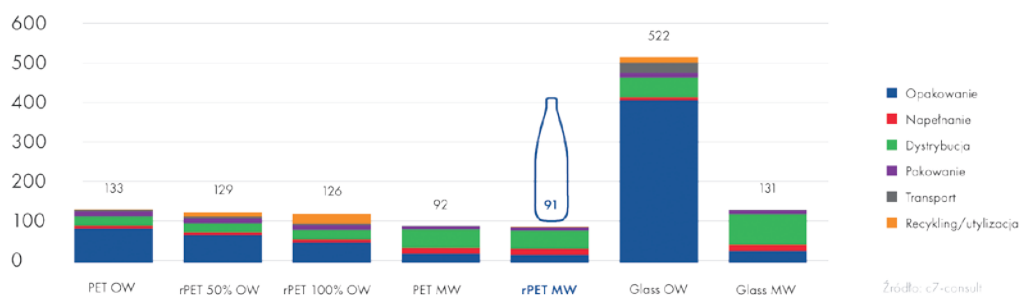
Nadająca się do recyklingu



Nietłukąca się

MNIEJSZY WPŁYW NA ZMIANĘ KLIMATU (CO₂/OPAKOWANIE)

Na przykładzie opakowań 1l dla wód mineralnych



GDYBYŚMY ZAMIENILI TWORZYWA SZTUCZNE NA INNE MATERIAŁY TO:

3,6

razy wzrosłaby
waga opakowań

2,7

razy wzrosłoby
zużycie energii

2,2

razy wzrosłoby zużycie CO₂
(w całym cyklu życia produktu)

Źródło: Denkstatt



sprawę drugorzędną, ale jest wiele propozycji, modeli czy rozwiązań, które funkcjonują w Europie. Jeśli mielibyśmy wprowadzić system depozytowy, kluczowy będzie wybór takiej opcji, która nie tylko zabezpieczy recyklerów w butelki PET, ale również zapewni firmom mającym obowiązek posiadania określonej zawartości recyklatów w butelkach dostęp do tego surowca.

Wróćmy jeszcze do waszego projektu. W ostatnich latach bardzo popularna stała się metoda Life Cycle Assessment (LCA), czyli ocena cyklu życia, której celem jest analiza potencjalnych zagrożeń środowiska. Badania naukowe wykazały, że butelki PET pozostawiają zdecydowanie mniejszy ślad ekologiczny niż butelki

szklane. Narzekamy na plastik, a okazuje się że emisja CO₂ oraz zużycie wody, energii czy też paliw w transporcie są zdecydowanie niższe właśnie w przypadku butelek PET.

Zgadza się. Dwa lata temu zleciliśmy niezależnemu instytutowi analizę wpływu produkowanych przez nas opakowań na środowisko, w porównaniu z materiałami alternatywnymi. Przeprowadzono badania różnego rodzaju opakowań, w tym wykonanych z HDPE, PET, szkła czy kartonu, przeznaczonych dla różnego typu produktów, takich jak wody mineralne, soki, napoje, mleko oraz chemia gospodarcza. W większości przypadków wpływ na środowisko opakowań z tworzyw sztucznych

był mniejszy, niż tych wytworzonych z materiałów alternatywnych.

Oczywiście są i wyjątki – jeśli chodzi np. o piwo, najlepszym rozwiązaniem jest butelka szklana zwrotna. Jednak już w zakresie wody mineralnej jednorazowa butelka PET, która znajduje się obecnie pod dużą presją społeczną, wykazuje zdecydowanie mniejsze oddziaływanie na środowisko niż jednorazowa butelka szklana, m.in. pod kątem takich parametrów jak emisja CO₂, zużycie wody czy energii.

Co ciekawe, wpływ na środowisko wspomnianej jednorazowej butelki PET jest porównywalny do tego wywieranego przez jednolitową zwrotną butelkę szklaną.

Dodanie recyklatu do butelki PET powoduje, że wpływ ten staje się jeszcze mniejszy. Zdecydowanym liderem jest jednak zwrotna butelka PET, której oddziaływanie na środowisko jest znacznie mniejsze niż analogicznej butelki szklanej.

W konsekwencji tego typu badań Unia Europejska postanowiła zmienić swoją filozofię i odejść od modelu gospodarki linearnej na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym, w której jak najdłużej będą wykorzystywane poszczególne surowce. Stanowi to oczywiście pewnego rodzaju wyzwanie dla przemysłu, który działał do tej pory w realiach poprzedniej gospodarki. Co musi zrobić branża opakowań z tworzyw sztucznych, aby skutecznie wpisać się w ten nowy model?

Bardzo ważnym elementem gospodarki o obiegu zamkniętym jest recykling. Alpla już od 2013 r. posiada w Polsce zakład, który produkuje rPET do kontaktu z żywnością. W ostatnim czasie zwiększyliśmy moce wytwórcze fabryki do poziomu 30 tys. ton recyklatu rocznie. Dzięki recyklingowi możemy zużywać mniej surowców pierwotnych, czyli bardziej dbać o środowisko. Aby proces był efektywny, konieczny jest odpowiedni system zbiórki opakowań z rynku, o czym już wspominałem. Na tym polu, zarówno w Polsce jak i w innych krajach, jest jeszcze wiele do zrobienia.

Równie ważnym elementem jest „projektowanie dla recyklingu”, dzięki któremu opakowania staną się jak bardziej przyjazne dla odzysku. Chodzi m.in. o to, aby nie używać w produktach komponentów, które taki proces będą utrudniały. W przypadku butelek PET są to np. etykiety PVC. Współpracując z naszymi klientami widzimy, jak wiele zaawansowanych prac prowadzi się w kierunku projektowania takich opakowań, które jak najbardziej będą nadawały się do recyklingu i zwrotu, tak by można było nadać im kolejne życie.

Tym bardziej, że w dobie coraz większej świadomości ekologicznej to zaangażo-

wanie poszczególnych sektorów gospodarki w działalność prośrodowiskową przestało być już traktowane jako chwyt reklamowy. Zdaje się nawet, że jest to obecnie konieczność i firmy, które nie akcentują takich działań, same skazują się na negatywny PR. Dotyczy to zwłaszcza firm z branży przetwórstwa tworzyw sztucznych. Jakie działania podejmujecie państwo w tym kierunku?

Alpla już od dłuższego czasu angażuje się w szereg inicjatyw proekologicznych. W ramach Fundacji Ellen MacArthur podpisaliśmy Global Commitment w którym zobowiązaliśmy się, że do 2025 r. wszystkie nasze opakowania będą nadawały się do recyklingu oraz że w 2025 r. zawartość surowców przetworzonych będzie stanowiła 25% całości wykorzystywanych przez nas materiałów. Wspieramy też różnego rodzaju projekty, jak np. The Great Bubble Barrier, w ramach którego na rzekach budowane są specjalnego rodzaju barierki uniemożliwiające przemieszczanie się śmieci do oceanów.

Od 2017 r. Alpla wspiera projekt Helioz WADI, którego celem jest walka z chorobami przenoszonymi w zanieczyszczonej wodzie, takimi jak cholera czy biegunka. WADI to skrót od „Water Disinfection” i nazwa przyrządu pomiarowego na baterie słoneczne, który umieszcza się na przezroczystych butelkach PET. Ponieważ promieniowanie UV wyjaławia zanieczyszczoną wodę, WADI mierzy jego poziom i przy pomocy zrozumiałych symboli pokazuje, kiedy woda nadaje się do picia.

Od 2018 r. Alpla jest mecenasem jednego z projektów w Indiach. Nasza firma sponсорuje również dwie organizacje non-profit walczące z zanieczyszczeniem oceanów. Fundacja The Ocean Cleanup wydobywa odpady z mórz przy pomocy specjalnych urządzeń, zaś Fundacja Waste Free Oceans zbiera odpady z tworzyw sztucznych w morzach i na wybrzeżach, a następnie przetwarza je na tzw. plastik oceaniczny. W tym celu współpracuje z przedsiębiorstwami, które wytwarzają z niego nowe

produkty. Alpla jest Złotym Członkiem Waste Free Oceans.

W Polsce przystąpiliśmy do paktu na rzecz zrównoważonego wykorzystania tworzyw sztucznych; dodatkowo 5 czerwca, kiedy to przypada Dzień Ochrony Środowiska, w każdym z naszych zakładów organizujemy akcję sprzątania otaczającego terenu.

Na zakończenie chciałbym zapytać, jaka przyszłość czeka pana zdaniem branżę butelek PET?

Myślę, że jeśli społeczeństwo będzie dokonywać swoich wyborów patrząc na fakty – co odnosi się zarówno do konsumentów, producentów jak i rządzących – to dostrzeże, że obecnie nie ma lepszego rozwiązania dla wód, napojów, soków czy mleka niż opakowania PET. Uważam więc, że chociażby z tego powodu będą one jeszcze przez dłuższy czas funkcjonowały na rynku. Jednak stało się też tak, że zalety którymi charakteryzują się opakowania z tworzyw sztucznych – przede wszystkim trwałość i lekkość – są dziś odbierane jako swego rodzaju wady. Widzimy zdjęcia pływających wysp śmieci i niestety można w nich znaleźć również butelki PET. Z kolei opakowania z tworzyw alternatywnych, np. ze szkła, którego waga jest spora, najczęściej toną i po prostu ich nie widać. A my generalnie mamy to do siebie, że jak problemu nie widać, to po prostu uważamy że go nie ma. Dlatego też plastik ma obecnie tak złą passę.

Biorąc pod uwagę kierunki wyznaczone przez dyrektywę Single Use Plastic, czyli np. zwiększenie zawartości recyklatów w butelkach, eksperci dostrzegają że to jest dobre rozwiązanie. Trzeba tylko we właściwy sposób postępować z opakowaniem: nie wyrzucać go do rowu, nie palić w piecu, tylko wrzucić do żółtego worka, a my z przyjemnością taką butelkę odbierzemy, przerobimy na recyklat i damy jej kolejne życie.

Rozmawiał: Jacek Leszczyński

OPAKOWANIA

AKTYWNE I INTELIGENTNE

ROZMOWA Z BEATĄ PYŚ-SKROŃSKĄ, DYREKTORKĄ BIURA POLSKIEJ IZBY OPAKOWAŃ

Przemysł opakowaniowy rozwija się bardzo intensywnie, a związane jest to głównie z zaawansowaną technologią, która umożliwia badania nowych typów opakowań na całym świecie. W wyniku tego powstają nowe generacje opakowań, które pozwalają utrzymać (a nawet poprawić) jakość pakowanego produktu, co jest niezbędnym walorem szczególnie w przemyśle spożywczym.

Doskonałym przykładem są tu opakowania aktywne i inteligentne, o czym rozmawiam z Beatą Pyś-Skrońską (dyrektorką biura Polskiej Izby Opakowań). Utworzona w 1994 r. Izba jest organizacją zrzeszającą producentów opakowań oraz materiałów opakowaniowych, a także wytwórców maszyn i urządzeń dedykowanych dla tej branży.

Pani Dyrektor, zacznijmy od suchej definicji. Według Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 450/2009 z dnia 29 maja 2009 r. opakowania inteligentne są definiowane jako „materiały i wyroby, które monitorują stan opakowanej żywności lub jej otoczenia”. Nie tylko zresztą monitorują, lecz również „dostarczają użytkownikowi informacji na temat stanu żywności”. Tyle ustawa, a co tak naprawdę kryje się za tymi sformułowaniami?

Nazwa „smart packaging” lub „sprytne opakowania” jest używana do określania opakowań inteligentnych, ale często i zbiorczo: zarówno dla opakowań inteligentnych, jak i aktywnych. Opakowania inteligentne wyposażone są we wskaźniki monitorujące określone parametry atmosfery wewnątrz i na zewnątrz opakowania w celu informowania o stanie chronionego produktu, a także umożliwiające śledzenie produktu w łańcuchu logistycznym oraz przekazujące konsumentowi w czytelny sposób informacje o produkcie. Wskaźniki te mogą być umieszczone wewnątrz opakowania (np. w formie saszetki), bezpośrednio na nim, bądź na jego etykiecie.

Głównym celem tego typu opakowań jest dostarczenie użytkownikowi informacji o produkcie, jego stanie jakościowym i bezpieczeństwie oraz o zmianach lub nieprawidłowościach występujących w trakcie przechowywania i dystrybucji żywności, bez potrzeby otwarcia samego opakowania. Wskaźniki mogą nas powiadomić o przekroczonym terminie ważności, o rozszczelnieniu lub otwarciu opakowania, o zachodzących wewnątrz niego lub w samym produkcie niepożądanych zmianach (np. rozwoju drobnoustrojów) lub o przerwaniu łańcucha chłodniczego, gdy produkt został rozmrożony i ponownie

zamrożony. Wskaźniki występują głównie w postaci indykatorów barwnych, które poprzez zmianę koloru identyfikują zmianę warunków panujących w opakowaniu.

Opakowania inteligentne mogą również przekazywać informacje niezwiązane bezpośrednio ze stanem zapakowanego produktu, ale poszerzające wiedzę o nim samym – np. poprzez umieszczenie na opakowaniu lub etykiecie kodów QR umożliwiających pozyskanie dodatkowych danych dzięki powiązanym aplikacjom. Takie rozwiązania stosowane są często w celach marketingowych. Opakowania mogą być też wyposażone w chipy RFID, które pozwalają na identyfikację produktu oraz śledzenie jego drogi od wytwórcy do konsumenta.

Jakie wskaźniki stosowane są najczęściej?

Do grona najpopularniejszych należą wskaźniki warunków otoczenia (temperatury, czasu, wilgotności) oraz zawartości gazów, tj. tlenu lub dwutlenku węgla. Temperatura i czas to czynniki mające największy wpływ na powstawanie niepożądanych zmian w produkcie, natomiast skład gazów jest informacją o zachodzących wewnątrz opakowania procesach. Wskaźniki czasu i temperatury TTI (*time*

**Beata Pyś-Skrońska**

Polska Izba Opakowań

temperature indicators) szerokie zastosowanie znajdują w przypadku produktów spożywczych, zwłaszcza mrożonych, gdzie istotne jest utrzymanie stałej określonej temperatury wyrobu. Zasadą działania wskaźników TTI jest reakcja chemiczna lub enzymatyczna, powodująca modyfikację barwy wskaźnika w przypadku zmiany temperatury żywności na inną niż wymagana. Po rozmrożeniu produktu znacznik zmienia kolor informując, że zawartość opakowania była nieprawidłowo przechowywana lub transportowana. Wskaźniki TTI występują zazwyczaj w postaci różnego typu naklejek lub etykiet znajdujących się na zewnątrz opakowania. Stosuje się je także na opakowaniach produktów przeznaczonych do odgrzewania w kuchenkach mikrofalowych, informując o podgrzaniu produktu do właściwej temperatury oraz na puszkach i butelkach napojów dla wskazania odpowiedniego schłodzenia produktu. W tym przypadku najczęściej stosuje się wskaźniki oparte na barwnikach termochromowych.

Popularnym rozwiązaniem są wskaźniki monitorujące zmiany w składzie gazów wewnątrz opakowania. Powstawanie lub modyfikacje składu i stężenia poszcze-

gólnych gazów pozwalają na oszacowanie świeżości i bezpieczeństwa produktu, a także szczelności opakowania. Najczęściej stosowane są indykatory zawartości tlenu i dwutlenku węgla (CO_2 powstaje w trakcie procesów życiowych bakterii i pleśni), rzadziej zaś pary wodnej, etanolu, siarkowodoru albo innych gazów. Informacje o zachodzących procesach również występują zazwyczaj w postaci zmian barwy.

W przypadku opakowań inteligentnych istnieje także możliwość zastosowania wskaźnika świeżości. Jego rolą jest kompleksowe kontrolowanie atmosfery wewnątrz opakowania w czasie rzeczywistym. Działanie takich wskaźników opiera się na reakcji zawartych w nich składników z wydzielającymi się w trakcie rozkładu substancjami będącymi wynikiem przemian zachodzących w produkcie.

Kolejną grupę stanowią opakowania wyposażone w biosensory. Biosensory to urządzenia złożone z bioreceptora, który ma możliwość rozpoznawania m.in. enzymów, antyciał lub kwasu nukleinowego, co umożliwia informowanie użytkownika o rozpoczynających się w opakowaniu procesach gnilnych lub rozwoju mikroorganizmów. Wykrycie zanieczyszczenia patogenami sygnalizowane jest zazwyczaj zmianą koloru wskaźnika. W takiej sytuacji niezależnie od daty przydatności jesteśmy w stanie ocenić, czy produkt nadaje się do spożycia, bo być może był niewłaściwie przechowywany i mimo odległego terminu ważności nastąpiły w nim już niepożądane zmiany.

Czym od opakowań inteligentnych odróżniają się opakowania aktywne?

Opakowania aktywne, w przeciwieństwie do opakowań inteligentnych, mają nie tyle informować o produkcie, co realnie na niego oddziaływać. W wyniku reakcji chemicznych, fizycznych i biologicznych aktywnie zmieniają one warunki panujące wewnątrz opakowania w celu przedłużenia okresu przydatności do spożycia

(poprzez np. niszczenie lub hamowanie wzrostu drobnoustrojów występujących w żywności) oraz zachowania wyjściowej jakości i właściwości sensorycznych żywności. Podnoszą więc również jej bezpieczeństwo.

W jaki konkretnie sposób działają opakowania aktywne?

Opakowania te wykorzystują zdolność określonych substancji do oddziaływania na produkt i środowisko w opakowaniu. Wśród opakowań aktywnych najczęściej wyróżnia się dwie grupy: absorbery, czyli opakowania pochłaniające substancje z żywności oraz emiterzy, czyli opakowania wydzielające substancje do żywności. Tego rodzaju opakowania mogą zawierać składniki aktywne wewnątrz opakowania (np. w formie saszetek), na powierzchni lub w swojej wielowarstwowej strukturze.

Do najpopularniejszych rozwiązań stosowanych w opakowaniach aktywnych możemy zaliczyć pochłaniacze zapachów, pochłaniacze tlenu (mające na celu absorpcję lub usunięcie tlenu z atmosfery wewnątrz opakowania, co pozwala m.in. na hamowanie rozwoju pleśni, drożdży i bakterii tlenowych oraz przeciwdziałanie zmianom barwy), pochłaniacze i emiterzy CO_2 (odpowiedzialne za hamowanie wzrostu mikrobiologicznego oraz zapobieganie pęcznieniu opakowań) czy regulatory wilgotności oraz konserwanty i substancje bakteriobójcze.



Wskaźniki TTI szerokie zastosowanie znajdują w przypadku produktów spożywczych, zwłaszcza mrożonych, gdzie istotne jest utrzymanie stałej określonej temperatury wyrobu



Wszystkie funkcjonalności, które pani wcześniej wymieniła dla laika mogą kojarzyć się wręcz z magią. Ale mówimy przecież o faktach. Takie opakowania produkowane są już od jakiegoś czasu.

Tak, opakowania aktywne i inteligentne istnieją na rynku od ponad 30 lat. W pierwszej kolejności rozwiązania tego typu wprowadzono w Japonii, następnie w USA, a później w Europie. Późniejsze upowszechnienie na rynku europejskim wynikało głównie z obowiązujących regulacji prawnych, które na obszarze Starego Kontynentu były znacznie bardziej restrykcyjne i dotyczyły potencjalnej mi-

gracji substancji aktywnych do produktu. Obecnie ten typ opakowań można spotkać już na całym świecie.

Przykładem opakowania inteligentnego może być etykieta firmy Cryolog, nakładana bezpośrednio na kod kreskowy. Zawiera ona mikrobiologiczną próbkę, która ma za zadanie monitorować świeżość produktu. Jeśli będzie on źle transportowany, przechowywany, bądź minie okres jego przydatności, próbka kontrolna wybarwi się i stanie się nieprzejrzysta, uniemożliwiając odczytanie kodu – a tym samym zakup produktu. Z kolei firma Mapex wraz z Uniwersytetem Warszawskim

włączyła się w prace nad stworzeniem nowatorskiego systemu etykietowania żywności w ramach unijnego programu EIT Food Smart Tags. Smart Tags, nazywane także inteligentnymi wskaźnikami, mogą być umieszczane na opakowaniu. Oprócz podstawowych informacji o produkcie, po odpowiednim dostosowaniu mogą również monitorować jego jakość i bezpieczeństwo.

W przypadku opakowań aktywnych z wykorzystaniem popularnych absorberów, można przytoczyć przykład polskiej firmy POMONA, która produkuje saszetki „Eten” pozwalające na pochłanianie ety-



lenu z otoczenia. Umieszczenie saszetek w opakowaniu z owocami lub warzywami sprzyja spowolnieniu dojrzewania oraz umożliwia wydłużenie czasu przechowywania i transportu np. jabłek bez utraty ich świeżości. Dzięki temu jabłka z Polski mogą być eksportowane nawet do najdalszych zakątków świata. Opakowania aktywne wykorzystuje się także w procesie podgrzewania potraw. Technologię tego typu opracował m.in. producent puszek HotCan. Pojemniki te mają dwuwarstwową strukturę – potrawa przechowywana jest w wewnętrznym pojemniku, który okala szczelna saszetka z wodą, pod nią zaś umieszczono granulat

grzewczy. Po przekłuciu saszetki w wyznaczonych miejscach i potrząśnięciu puszką, w jej wnętrzu dochodzi do reakcji chemicznej, której wynikiem jest wydzielanie ciepła i podgrzanie potrawy.

A jak wygląda to w Polsce?

W Polsce, jak i całej Europie, rośnie zarówno rynek opakowań aktywnych jak i inteligentnych. Daleko nam jeszcze do krajów takich jak Stany Zjednoczone, Japonia czy Korea Południowa gdzie tego typu rozwiązania są bardzo popularne, ale coraz częściej możemy je spotkać także w naszych sklepach.

Według analiz rynku, w przypadku opakowań inteligentnych największym zainteresowaniem cieszą się rozwiązania zwiększające interaktywność opakowań, jak kody QR, które są umieszczane bezpośrednio na opakowaniu lub etykiecie. Dzięki indywidualnym kodom, konsumenci mogą łatwo uzyskać informacje dotyczące produktu. Używając czytnika w swoim telefonie są automatycznie przekierowywani do strony internetowej, która zawiera dodatkowe informacje. Jest to proces stosunkowo prosty i niedrogi dla wytwórcy, wygodny dla konsumenta i często używany w celach marketingowych.

W polskich sklepach możemy również spotkać, najczęściej w ramach akcji sezonowych, opakowania napojów, które dzięki wykorzystaniu barwników termochromowych informują konsumenta poprzez pojawienie się stosownego symbolu na opakowaniu, że napój został schłodzony do sugerowanej przez producenta temperatury.

W jakim kierunku podążać będzie rozwój rynku opakowań? Czego możemy spodziewać się w przyszłości?

Obecnie w kierunkach rozwoju opakowań, a zwłaszcza opakowań do żywności, możemy zauważyć dwa główne trendy. Trend *convenience* oraz trend ekologiczny. Trend *convenience*, związany z rosnącym

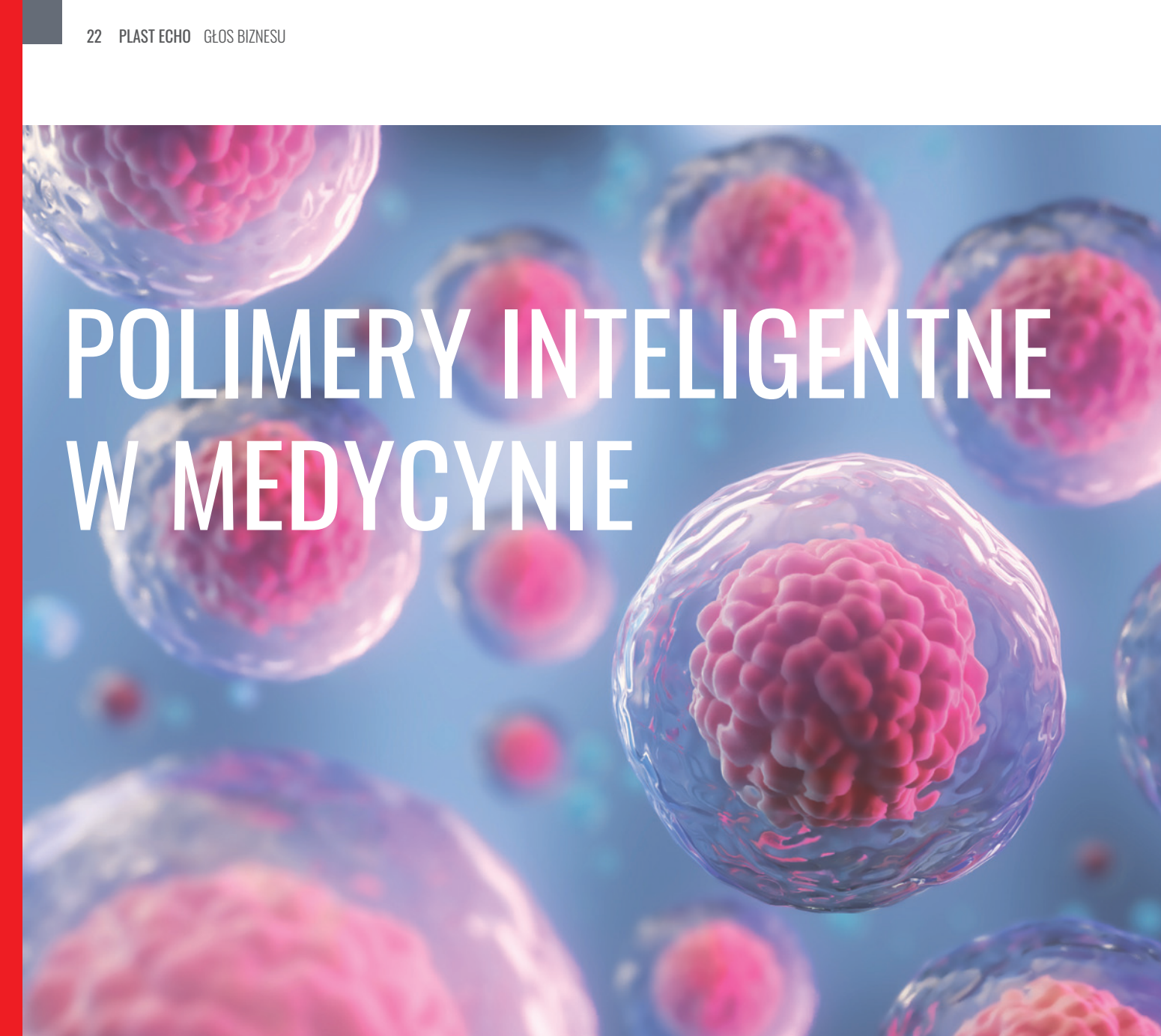
zapotrzebowaniem na wygodę zakupów, charakteryzuje się dostosowaniem i tworzeniem opakowań jak najbardziej przyjaznych użytkownikowi. Konsumenci potrzebują mniejszych porcji przygotowanych do konsumpcji, łatwych w przewożeniu, umożliwiających dłuższe utrzymanie świeżości i przechowywania towaru. W tym trendzie duże szanse rozwoju mają opakowania aktywne i inteligentne.

Z drugiej strony, trend ekologiczny zachęca do możliwie największego uproszczenia opakowań oraz wyboru materiałów najbardziej przyjaznych środowisku, nadających się do wielokrotnego użytku lub recyklingu. Im mniej elementów zawiera opakowanie oraz im bardziej jest jednorodnie materiałowo, tym łatwiej możemy je po wykorzystaniu przetworzyć czy poddać recyklingowi. Coraz bardziej istotne staje się więc ekoprojektowanie opakowań. Wyposażenie opakowań w dodatkowe elementy, czy to informujące o stanie produktu czy na niego wpływające, może (choć nie musi) utrudniać późniejszą segregację lub recykling opakowania. Same te elementy po wykorzystaniu również stają się odpadem.

Opakowania aktywne i inteligentne mają też swoje „ekologiczne” plusy. Dzięki nim transport, przechowywanie i dystrybucja produktów są usprawnione, zmniejszone zostają też straty towaru w łańcuchu logistycznym. Opakowania inteligentne i aktywne w dużym stopniu pomagają przedłużyć trwałość produktów i ograniczyć marnowanie jedzenia.

Chwilowo, według raportów analityków, w branży opakowań przeważa trend *convenience*, ale kwestie klimatyczne i środowiskowe coraz bardziej wpływają na ustawodawstwo unijne i krajowe, co będzie miało swoje konsekwencje również w podejściu do opakowań. Otwarte pozostaje jednak pytanie, jak zachować równowagę między wygodą a ekologią.

Rozmawiał: Jacek Leszczyński



POLIMERY INTELIGENTNE W MEDYCYNIE

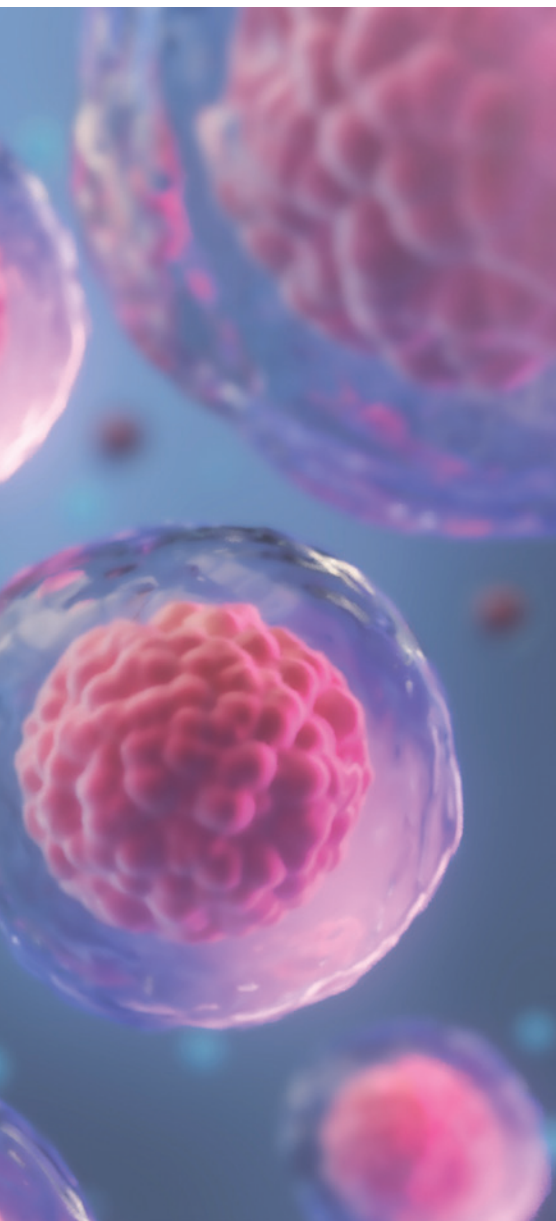
ROZMOWA Z DR. HAB. ANDRZEJEM S. SWINAREW, PROFESOREM UNIwersYTETU ŚLĄSKIEGO

Panie profesorze, czym dokładnie są polimery inteligentne?

„Inteligentne” polimery można zdefiniować jako te, które reagują dużymi zmianami właściwości na małe bodźce fizyczne lub chemiczne. Modyfikacje te mogą mieć różne formy i zachodzić w roztworze, na powierzchni lub w ciele stałym. Można także łączyć inteligentne wodne systemy polimerowe z biocząsteczkami, aby uzyskać dużą rodzinę polimerów, które inteligentnie reagują.

Pojęcie inteligentnych materiałów zostało po raz pierwszy zastosowane w przypadku stopów metali pod koniec lat 30-tych XX w., praktycznie zademonstrowane ok. 10 lat później, a wykorzystane komercyjnie w 1965 r. Dopiero w połowie lat 70-tych XX w. rozpoczęto systematyczne badania nad inteligentnymi żelami polimerowymi. Inteligentne materiały włókniste po raz pierwszy opatentowano w Japonii, dla przedzwyrodzajnej z pamięcią kształtu oraz dla tkanin termochromowych, które zmieniały kolor wraz ze zmianą temperatury.

W ostatnich latach materiały reagujące na bodźce i wrażliwe na różne wyzwalacze, zwane również materiałami inteligentnymi, stanowiły wyzwanie dla naukowców – zwłaszcza w projektowaniu ukierunkowanych biomateriałów do określonych zastosowań. Zainteresowanie inteligentnymi polimerami zwiększyło się przy opracowywaniu szerokiej gamy interesujących biomateriałów: kontrolowanych systemów dostarczania leków DDS, diagnostyki i terapii różnego typu schorzeń (w tym raka), rusztowań inżynierii tkankowej, czujników



ślądują zdolność tkanek oraz materiałów biologicznych do adaptacji i odnowy.

Czy medycyna i aplikacje medyczne są realnym rynkiem zastosowania polimerów inteligentnych?

Oczywiście, coraz większe wysiłki wkładane są w rozwój nowych materiałów zawierających fosfor i/lub azot, możliwych do wykorzystania w zastosowaniach biomedycznych. Atrakcyjne właściwości posiadają np. polifosfoestry (biodegradowalny szkielet, rozpuszczalność w wodzie, zdolność do derywatyzacji strukturalnej atomu fosforu itp.). Główny obszar zainteresowań w zakresie stosowania polifosfoestrów to m.in. DDS, czyli dostarczanie genów, hydrożelowe opatrunki na rany skórne, a także wykorzystanie w inżynierii komórkowej i tkankowej. Dużo pracy wkłada się również w hydrożele poli(alkoholu winylowego) – fosfoestru i siarczanu chondroityny. Należy też zwrócić uwagę na rosnące zainteresowanie nanowłóknistymi membranami poliiimidowymi otrzymywanymi metodą elektroprzędzenia, jak również wytwarzaniem nanocząstek złota/nanowłókien poliiimidowych tą samą interesującą techniką alternatywną. Kompozyty nanocząstek złota/nanowłókien poliiimidowych zbadano pod kątem ich aktywności biologicznej i potencjalnych zastosowań biomedycznych. W związku z tym cytotoksyczność przygotowanych nanokompozytów została oszacowana przy użyciu linii komórkowych preosteoblastów. Uzyskane wyniki zalecają te nanokompozyty ze złota i poliimidu do zastosowań biomedycznych jako powłoki przeciwbakteryjne.

Warte wspomnienia są także mikro- i nanocząstki oparte na polisacharydach wrażliwych na pH i temperaturę, jako ważne narzędzia kontrolowanego dostarczania leków. Układy w postaci cząstek przygotowuje się z natywnych polisacharydów wrażliwych na pH, takich jak kwas alginowy, kwas hialuronowy, pektyna (grupy karboksylowe) i chitozan (grupy aminowe). Co godne uwagi, polisacharydy które nie zawierają tych grup mogą stać się wrażliwe

na pH w wyniku chemicznych modyfikacji obfitych grup hydroksylowych (karboksylacja, sukcyloilacja i szczepienie polimerów wrażliwych na pH).

Ponieważ natywne polisacharydy same w sobie wykazują bardzo ograniczoną wrażliwość na temperaturę, opisano wstawianie termoczułych polimerów do polisacharydów. Najważniejszymi polimerami, które są w stanie wywołać wrażliwość termiczną polisacharydów, są poli(N-izopropylakryloamid), poloksamer, poliwinylkaprolaktam i poli(L-laktyd). W wielu pracach opisywane są transformacje natywnych i modyfikowanych polisacharydów w mikro- lub nanocząstki przy użyciu dużej liczby metod, takich jak sieciowanie zawiesiny, żelowanie jonowe, samoorganizacja, dializa i nanoprecypitacja, odparowywanie/usuwanie rozpuszczalników itp. Te nośniki w postaci cząstek są w stanie transportować duże ilości leków w żądane miejsce i uwalniać je z odpowiednią szybkością, gdy zmienia się pH i/lub temperatura.

Jaki typ materiałów inteligentnych wykorzystywany jest najczęściej w przypadku leczenia uszkodzeń kostnych i na czym polega ich działanie? Czym muszą się one charakteryzować, by optymalnie spełniać swoje zadanie?

Przywrócenie funkcjonalności kości *ad integrum* po urazie nadal stanowi główny cel w opracowywaniu biomateriałów kostnych, nawet jeśli na rynku znajduje się już wiele różnych materiałów. Ważną kategorią tworzyw przeznaczonych do naprawy uszkodzonej kości są kompozyty na bazie biopolimerów i syntetycznych apatytów. Białka lub polisacharydy naśladują strukturę organicznej części kości, podczas gdy podstawione fosforany wapnia lub syntetyczne apatyty naśladują strukturę części nieorganicznej. Materiały o różnych kształtach, takie jak błony, wielowarstwowe arkusze, włókna, gąbki, żele, pasty, mikrosfery, nieregularne cząstki, krążki i cylindry powinny być dobrze zintegrowane w miejscu złamania kości i muszą mieć

i siłowników, urządzeń do bioseparacji itp. Polimery te mogą podlegać szybkim i odwracalnym modyfikacjom fizycznym lub chemicznym, takim jak reakcja na działanie bodźców zewnętrznych lub wewnętrznych: temperatury, światła, pola magnetycznego lub elektrycznego, ultradźwięków, pH, procesów redoks lub obecności niektórych biocząsteczek (glukozy, enzymów). Podjęto wiele wysiłków, aby zapewnić specyficzność, biokompatybilność, biodegradowalność i wysoką skuteczność takich inteligentnych biomateriałów w celu poprawy jakości ich życia. W nanomedycynie jednym z celów jest opracowanie inteligentnych materiałów, które replikują i na-

określone właściwości. Kompozyty można wytwarzać nie tylko poprzez odpowiedni dobór składników, ale także dobierając parametry syntezy tak, aby morfologia, wielkość i właściwości fizykochemiczne pozwoliły na włączenie określonych pierwiastków, takich jak zasady bioaktywne, komórki kostne czy czynniki wzrostu do naprawy kości.

Alifatyczne, semialifatyczne i aromatyczne polimery typu amidów i imidów tworzą dwie pokrewne rodziny syntetycznych, biokompatybilnych i biostabilnych lub biodegradowalnych polimorficznych związków makrocząsteczkowych, które są realnie interesujące w dziedzinie biomedycyny. Te typy polimerów zapewniają doskonałe właściwości termiczne i mechaniczne oraz dają wiele możliwości przetwarzania i funkcjonalizacji, aby spełnić kilka złożonych wymagań aktualnych zagadnień biomedycznych. Materiały te wykorzystywane są w różnych zastosowaniach, m.in. w podłożach komórkowych z mikrowzorem, włóknach biomedycznych, materiałach przeciwbakteryjnych, szwach, cewnikach, nośnikach do kontrolowanego uwalniania leków, implantach medycznych, aplikacjach interaktywnych DNA, terapii genowej, inżynierii tkankowej oraz czujnikach neuronalnych i elektrokardiograficznych.

A w jaki sposób inteligentne powłoki polimerowe mogą skutecznie przyczynić się do naprawy takiego narządu jak skóra?

Kwestie dotyczące skóry są niewątpliwie bardzo ważne dla medycyny. Powłoki białkowe są nakładane na szereg powierzchni biomateriałów. Zastosowania powierzchni obejmują np. procesy wykorzystujące metody fotochemiczne do generowania powierzchni hydrofilowych. Z biegiem czasu opracowano różne strategie modyfikacji powierzchni, ponieważ odpowiedź biologiczna na urządzenia jest w dużej mierze kontrolowana przez chemię powierzchni i strukturę materiału. Uzyskanie syntetycznych, półsyntetycznych i naturalnych polimerów umożliwiło wytwarzanie takich urządzeń jak plastry do zastosowań

medycznych, a wszystko to dzięki znalezieniu optymalnej kompatybilności między składnikami syntetycznymi (poliester) i naturalnymi (kolagen, albumina surowicy bydlęcej [BSA], żelatyna) – w ten sposób powstały chociażby plastry do regeneracji skóry.



Każdy z nas w codziennym życiu i pracy ociera się o polimery inteligentne. Polimery te są na tyle skuteczne, że zauważamy je dopiero wtedy, gdy coś przestaje działać prawidłowo

Jak zagadnienie biologicznych procesów transportowych wiąże się z praktycznym wykorzystaniem polimerów inteligentnych? Co trzeba wziąć pod uwagę podczas ich projektowania ukierunkowanego na ten rodzaj zastosowania?

Procesy transportowe w systemach biologicznych są prawdziwym wyzwaniem, ponieważ wiążą się z ogromnymi korzyściami w badaniu, zapobieganiu, leczeniu, a nawet optymalizacji i projektowaniu implantów, sztucznych organów oraz instrumentów testujących i badawczych. Biologiczne znaczenie procesów transportowych zaczyna się od cząsteczek, różnych narządów komórkowych i komórek, a kończy na tkankach i narządach. Innym bardzo ważnym aspektem jest skład, kształt i struktura wszczepianych implantów i urządzeń. W naturze transport odbywa się przez płyny poprzez adwekcję i dyfuzję. Transfer masy występuje wszędzie w przyrodzie, a także w ludzkim ciele. W rzeczywistości w organizmie transport masy zachodzi przez różne typy błon komórkowych w zmiennych warunkach fizjologicznych. Wewnątrz złożonego systemu transfer masy może być obsługiwany przez

wiele sił napędowych. W procesie transportu masy przez komórkę istnieje wiele różnych mechanizmów, za pomocą których cząsteczka może dyfundować lub może być przemieszczana przez szereg białek błonowych. Transport bierny, transport aktywny, procesy endocytarne, transport porów, modele persorpcji i transferu masy to tylko niektóre z tematów, które są w dzisiejszych czasach szeroko badane.

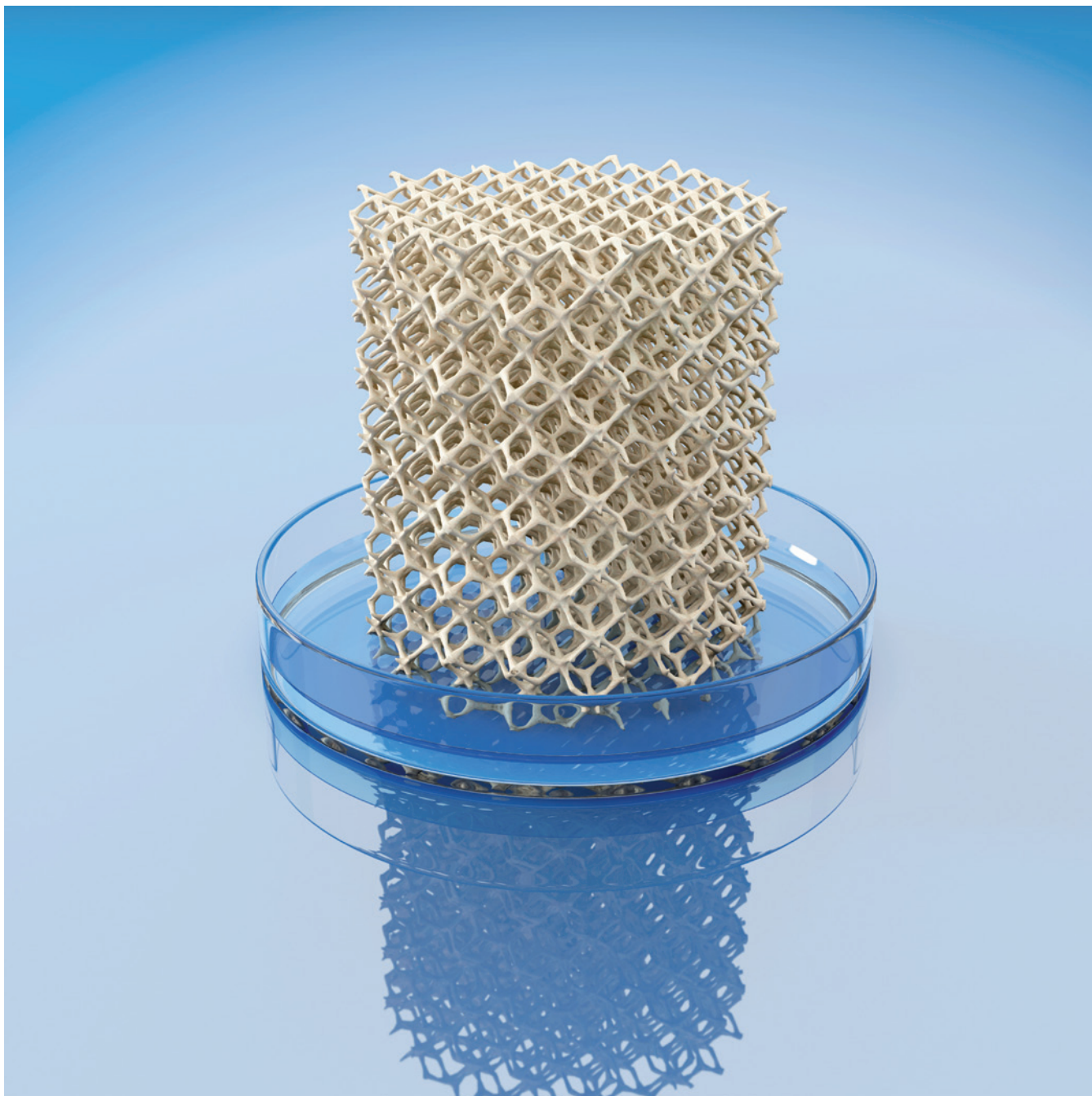
Czy materiały inteligentne znajdują zastosowania także poza medycyną?

Oczywiście. Szczególną uwagę poświęcano swego czasu polimerom przewodzącym (elektroaktywnym), piezoelektrycznym, polimerom z pamięcią kształtu, a także kompozytom złożonym z osnowy polimerowej i piezoelektrycznej ceramiki lub magnetycznych cząstek, pod kątem ich zastosowania m.in. w przemyśle lotniczym, budownictwie, marynarce oraz wspomnianej już wcześniej medycynie.

Na początku rozmowy wspominał pan o tkaninach...

Tak, jest to również szeroko rozwijana gałąź, zarówno w badaniach jak i w przemyśle. Przykładem są tkaniny wodoodporne o regulowanej oddychalności, które można wytwarzać przy użyciu inteligentnych polimerów, takich jak polimery z pamięcią kształtu (SMP). W tych systemach przeniesienie pary wodnej jest inteligentnie kontrolowane przy niewielkim przenoszeniu ciepła i pary w niskich temperaturach oraz wyższym w wysokich temperaturach.

Jednym z szeroko stosowanych SMP jest PU, którego powłoka w niższych temperaturach absorbuje wodę i znajduje się w stanie napężniałym, podczas gdy w temperaturach wyższych niż temperatura przejścia powłoka ma mikropęknięcia otwierające się ze względu na stan zapadnięcia, co skutkuje dużym strumieniem dyfuzyjnym cząsteczek wody. Oprócz SMP, polimery wrażliwe na temperaturę takie jak poli(N-tert-butyloakryloamid-ran-akryloamid), mogą być nakładane na podłoża



tekstylne działające w oparciu o efekt pęcznienia/odpęczniania, co skutkuje mniejszym i większym rozmiarem porów dla przepuszczalności pary wodnej.

Kolejna grupa inteligentnych polimerów zdolnych do wytwarzania właściwości zarządzania wilgocia/temperaturą to materiały o przemianie fazowej (PCM). Paroprzepuszczalne, wodoodporne tkaniny poddane obróbce PCM mają właściwości regulujące temperaturę, aby chronić użyt-

kownika przed ciepłem lub wodą. Włączanie PCM do tekstyliów opiera się głównie na metodach kapsułkowania. Mikrokap-sułkowany rdzeń/powłoka oktadekan/melamina/formaldehyd zostaje osadzony na tkaninie nylonowej, dając właściwości paroprzepuszczalne i hydrofobowe z komfortowym efektem termoregulacji.

A czy w swoich badaniach prowadzonych na co dzień także styka się pan z polimerami inteligentnymi?

Każdy z nas w codziennym życiu i pracy ociera się o takie materiały. Zaczynają one stanowić naszą codzienność i ułatwiać nam życie. Polimery te są na tyle skuteczne, że zauważamy je dopiero wtedy, gdy coś przestaje działać prawidłowo. To już nie przyszłość – to teraźniejszość.

Rozmawiała: Agata Mojcner



FUNDUSZE UE JAKO WSPARCIE DLA INNOWACJI

ROZMOWA Z DR. JÓZEFEM RICHERTEM, DYREKTOREM DS. FUNDUSZY EUROPEJSKICH W KONKRET Z.R. TREJDEROWSCY SP.J.

W latach 2014–2020 Unia Europejska przeznaczyła dla naszego kraju 82,5 mld euro. Rozdzielenie tych kwot stanowi potężne zadanie organizacyjne. Aby proces przebiegał sprawnie, powołano system instytucji zajmujących się przyznawaniem dotacji oraz weryfikacją prawidłowości wydawania pieniędzy. Projekty unijne w znaczący sposób pomagają przedsiębiorstwom, które poprzez inwestycje, opracowanie i wdrażanie innowacyjnych produktów lub usług czy też współpracę z jednostkami badawczo-rozwojowymi zdobywają nowe rynki i ulepszają swoje produkty.

O tym, jak wygląda wsparcie unijne w branży przetwórstwa tworzyw sztucznych, na co należy zwracać uwagę przy aplikowaniu o fundusze i co dzięki nim można zrobić, rozmawiam z dr. Józefem

Richerthem, dyrektorem ds. funduszy europejskich w firmie Konkret Z.R. Trejderowscy sp.j. Przedsiębiorstwo specjalizuje się w wytwarzaniu wszelkiego rodzaju folii ochronnych, izolacyjnych czy paroizolacyjnych dedykowanych szeroko rozumianej branży budowlanej – od budownictwa mieszkaniowego, aż po wielkohałową produkcję przemysłową. W ofercie firmy znajduje się również bogata gama folii specjalistycznych. Konkret jest czołowym wytwórcą folii o ograniczonej palności, jak i tych z barierą termiczną.

Co dokładnie oznacza pojęcie wsparcia prowadzenia przez przedsiębiorstwa prac B+R?

Wsparcie obejmuje realizację przez firmę badań; głównie przemysłowych lub eksperymentalnych prac rozwojowych w celu

stworzenia nowych lub istotnie ulepszonych rozwiązań, łącznie z przygotowaniem prototypów doświadczalnych oraz instalacji pilotażowych. Innym rodzajem pomocy jest z kolei wsparcie inwestycji w infrastrukturę B+R kierowane do przedsiębiorstw (w tym do MŚP), obejmujące tworzenie oraz rozwój tej infrastruktury poprzez przeznaczanie nakładów finansowych na aparaturę, sprzęt, technologie i inne niezbędne elementy służące tworzeniu innowacyjnych produktów i usług. Dzięki temu w firmach mogą powstawać działy badawczo-rozwojowe i laboratoria.

Brzmi pięknie.

Owszem, jednak droga do uzyskania dofinansowania nie jest prosta. Przedsiębiorcy muszą mierzyć się z wieloma problemami – zarówno w trakcie pisania wniosku kon-

kursowego, jak i podczas realizacji samego projektu. Już na etapie aplikowania jednostki finansujące zwracają uwagę przede wszystkim na kondycję firmy, tj. jej historię, przepływy pieniężne oraz potencjał niezbędny do realizacji danego projektu, który może zostać zweryfikowany np. poprzez ocenę kompetencji zawodowych personelu zarządzającego lub realizującego dany projekt. Jeśli chodzi zaś o kwestie merytoryczne, muszą przyznać że instytucje finansujące kładą obecnie mocny nacisk na innowację. I tu coraz częściej spotykamy się z oczekiwaniami innowacyjności projektu już nie na skalę danego przedsiębiorstwa, ale nawet na skalę międzynarodową. Oczywiście mile widziane jest potwierdzenie tej innowacyjności zgłoszeniem patentowym, udokumentowanym raportem z opracowanej technologii *know-how* lub rzetelnie przygotowaną agendą badawczą z zakresu prac B+R.

W programie ramowym Horyzont 2020 wyciągnięto wnioski z okresu programowania 2007–2013, w którym wiele projektów zaraz po zrealizowaniu trafiło na półkę. Nawet jeśli były to wartościowe pomysły, często cechowały się nieracjonalnością z ekonomicznego punktu widzenia. Unia Europejska zwróciła na to uwagę. Dzisiaj kontrolerzy bardzo solidnie sprawdzają, czy projekt był realizowany zgodnie ze złożonym wnioskiem o dofinansowanie i treściami umowy podpisanej z jednostką współfinansującą oraz czy zakończył się faktycznym wdrożeniem a wskaźniki jego rezultatów były realizowane w sposób założony w harmonogramie rzeczowo-finansowym. Brak prawidłowej realizacji projektu, a także założonego wdrożenia może zatem skutkować koniecznością zwrotu całej kwoty dotacji wraz z karnymi odsetkami.

Czy w ramach projektów unijnych wymagana jest współpraca pomiędzy jednostkami badawczymi a przedsiębiorcami?

We współpracy z jednostkami badawczymi realizowane są głównie przedsięwzięcia finansowane przez Narodowe Centrum

Badań i Rozwoju. Jeśli chodzi o projekty innego typu, wśród wymogów formalnych nie ma obowiązku kooperacji z jednostką naukową, choć jest to w niektórych przypadkach mile widziane.

Czy oznacza to, że polskie przedsiębiorstwa zaczynają już dysponować na tyle dużym potencjałem w sferze badawczo-rozwojowej, aby samodzielnie realizować projekty innowacyjne?

Na przykładzie firmy Konkret mogę powiedzieć, że tak. Jednakże wymogiem jest tutaj posiadanie zaplecza badawczo-rozwojowego, własnego laboratorium wyposażonego w odpowiedniej klasy sprzęt technologiczny umożliwiający wiarygodne przeprowadzenie założonych prac. W innym przypadku nieodłączna jest współpraca z jednostką naukową, gdyż przedsiębiorca chcący wykazać innowacyjność musi udokumentować wiarygodność uzyskanych wyników badań. Oczywiście my również współpracujemy z renomowanymi jednostkami naukowymi. Nasze laboratorium jest ściśle dostosowane do profilu produkcji firmy, zaś szeroki zakres realizowanych prac często wymusza prowadzenie badań w innych wyspecjalizowanych placówkach. Dobierając partnerów ze świata nauki kierujemy się zarówno potencjałem danej jednostki, jak i posiadaną przezeń aparaturą. Niezwykle istotny jest również czas oczekiwania na realizację zleconych usług.

Tu muszę dodać, że w ostatnim czasie współpraca z placówkami badawczymi uległa poprawie. Jeszcze kilka lat temu mieliśmy do czynienia ze zderzaniem się odrębnych systemów myślowych. W przypadku przedsiębiorcy wynik zrealizowanego przezeń projektu weryfikuje rynek. Mówiąc krótko – efektem jest wymierny wynik finansowy. Badacz zaś (nawet jeśli okazało się, że „tego nie można było zrobić”) zawsze mógł opublikować wyniki swojej pracy w czasopiśmie naukowym i uzyskać z tego tytułu niezbędne mu punkty. Broń Boże, nie chcę tu nikogo krytykować. Wydaje mi się po prostu, że przez długie lata



Józef Richert

Dyrektor ds. funduszy europejskich w Konkret Z.R. Trejderowsky sp.j.

musieliśmy borykać się w tej sferze z pozostałościami poprzedniego systemu.

Na co powinni zwrócić uwagę przetwórcy tworzyw sztucznych w przypadku realizacji projektów unijnych?

Unia Europejska bardzo silnie promuje trend wydłużania cyklu życiowego surowców i zamykania ich w tzw. pętli. Krótko mówiąc, odchodzimy od modelu „wyprodukuj – użyj – wyrzuć” na rzecz modelu „wyprodukuj – użyj – poddaj recyklingowi”. Wydaje mi się zatem, że jest to podstawowa rzecz, na którą należy zwrócić uwagę przy aplikowaniu o dotację unijną. Jeśli przedsiębiorca nie weźmie pod uwagę aspektu ekologicznego – szczególnie obecnie, w tak złym dla tworzyw sztucznych okresie – to wniosek zapewne nie spotka się z przychylnością oceniających go ekspertów.

Kilka lat temu poprzez innowację zastąpiliśmy jeden materiał innym, o lepszych właściwościach. Nie było to trudne przy tak dynamicznie rozwijającej się branży tworzyw sztucznych i dokonaniach naukowym w zakresie inżynierii materiałowej, nanotechnologii, itp. Dzięki temu przybywało nowych, coraz bardziej wyrafinowanych materiałów skrojonych pod konkretne zastosowania. Obec-



nie, kiedy wyroby z tych surowców trafiają na składowiska, poziom ich skomplikowania staje się rzeczywistym problemem w kontekście ewentualnego recyklingu. Dlatego innowacyjny pod względem funkcjonalności materiał dodatkowo musi być jeszcze ekologiczny (może poza zastosowaniami medycznymi, gdzie kłopot związany z odzyskiem nie jest tak istotny). I to jest podstawowy priorytet.

Firma Konkret posiada doświadczenie w realizacji projektów innowacyjnych, prawda?

Zgadza się. Przy wsparciu unijnym stworzyliśmy solidne zaplecze badawczo-rozwojowe, co pozwoliło nam opracować technologię produkcji folii budowlanych o lepszych właściwościach mechanicznych oraz użytkowych, przy jednoczesnym wykorzystaniu mniejszej ilości surowca. W ramach Regionalnego Projektu Operacyjnego dla województwa kujawsko-pomorskiego wdrożyliśmy nowe technologie wytwarzania folii polietylenowej metodą wytłaczania specjalistycznych folii wielowarstwowych. Możemy również pochwalić się pozytywnym zakończeniem projektu z poddziałania 3.2.1. Badania na Rynek i rozpoczęciem nowego procesu produkcji bezzapachowego regranulatu i folii

w oparciu o innowacyjną technologię Contalen Odour Free. Jego innowacyjność polega na odpowiednim doborze elementów składowych ciągu technologicznego oraz parametrów pozwalających uzyskać bezzapachowy regranulat o wyższych właściwościach technicznych od wariantu standardowego, pochodzący z odpadów komunalno-selektywnych.

Obecnie realizujemy również projekt z poddziałania 3.2.1. Badania na Rynek polegający na opracowaniu i wdrożeniu nowatorskiej metody (o roboczej nazwie ACP) produkcji polietylenu z odpadów pokonsumenckich, pozwalającej na uzyskanie surowca wtórnego o właściwościach zbliżonych do tworzywa pierwotnego oraz zmniejszającej liczbę odpadów nieużytecznych powstających w procesie recyklingu. W wyniku tego projektu oferta firmy rozszerzy się o kolejne innowacyjne wyroby: regranulat Contalen ACP oraz wytłaczaną z niego nową gamę specjalistycznych folii ACP.

Czy to wasza autorska technologia? Jak wypada ona w porównaniu do tego, co mogą zaoferować inni producenci regranulatów?

Prekursorem i autorem projektu mającego na celu wprowadzenie innowacyjnej tech-

nologii ACP jest sam prezes firmy, pan Zbigniew Trejderowski. Myślę, że w tej kwestii naprawdę mamy powody do dumy. W Polsce technologia ta nie jest jeszcze stosowana, zaś na świecie wiadomo zaledwie o kilku jej wykorzystaniach; tam jednak proces jest wciąż w fazie zaawansowanych badań, podczas gdy my możemy już stosować go na skalę przemysłową.

Jaka jest wartość tego projektu?

Cały projekt zamyka się w kwocie ok. 28 mln złotych, zaś dofinansowanie z UE wynosi prawie 10 mln złotych. W jego ramach została nabyta specjalnie zaprojektowana przez nas linia produkcyjna; powstała również hala magazynowo-produkcyjna z zapleczem socjalnym na potrzeby instalacji tejże linii oraz składowania surowców i wytworzonych wyrobów.

Rozmawiał: Jacek Leszczyński

Dr n.t. Józef Richert jest absolwentem Wydziału Chemii UMK w Toruniu. Stopień naukowy doktora nauk technicznych uzyskał na Politechnice Śląskiej. Jest autorem i współautorem ponad 60 publikacji naukowych i 3 zgłoszeń patentowych z dziedziny przetwórstwa i modyfikowania materiałów polimerowych.

Nie wszystko można skopiować...

Plastigo to marka z 20-letnim doświadczeniem w branży Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych, zbudowana wyłącznie na polskim kapitale. Posiada bogatą ofertę produktową, która umożliwia stworzenie kompletnych gniazd produkcyjnych, a oferowane przez Plastigo kompleksowe usługi gwarantują bezpieczeństwo oraz stabilność produkcji.





POWŁOKI

JAKO METODA ZABEZPIECZANIA POWIERZCHNI

ROZMOWA Z DR HAB. INŻ. MONIKĄ MADEJ, PROFESOR POLITECHNIKI ŚWIĘTOKRZYSKIEJ

Chyba każdy z nas trzymał w ręku tzw. patelnię z teflonu. Oczywiście wiemy, że nie jest ona wykonana w całości z tego materiału, tylko pokryta syntetycznym polimerem o handlowej nazwie „Teflon”. I właśnie ten przykład pokazuje, jak ważna jest rola powłok w życiu codziennym.

Polytetrafluoroethylene (w skrócie PTFE) jest syntetycznym polimerem tetrafluoroetylenowym, szerzej znanym pod marką Teflon, której właścicielem jest od roku 1945 firma DuPont. PTFE został przypadkowo wynaleziony w 1938 r. przez Roya Plunketta z firmy Kinetic Chemicals w New Jersey, przy okazji prac doświadczalnych nad freonem; z kolei w roku 1954 francuski inżynier Marc Grégoire wytworzył pierwszą patelnię pokrytą teflonem o nazwie Tefal. Dlaczego teflon zrobił tak oszałamiającą karierę? Bo do patelni nim pokrytej po prostu nic nie przywiera. Ułatwia to życie, prawda? A wyjaśnienie tkwi w budowie cząsteczki PTFE. To długie łańcuchy atomów węgla związanych z atomami fluoru, których połączenie jest tak mocne, że nie pozwala już na wiązanie się z innymi atomami.

Dzisiaj inżynierią powierzchni zajmują się doskonali, wyspecjalizowani badacze, a nauka o powłokach ma związek praktycznie z każdą gałęzią przemysłu. Nie omija również branży tworzyw sztucznych, gdyż z jednej strony pokrywamy powłokami narzędzia do ich przetwórstwa, a z drugiej i je same. Nie zapominajmy, że tworzywa również doskonale sprawdzają się jako powłoki (*vide*: teflon).

Cenionym ekspertem w dziedzinie tribologii, inżynierii powierzchni oraz eksploatacji systemów i biomechaniki jest dr hab. inż. Monika Madej, prof. Politechniki Świętokrzyskiej. Profesor Madej specjalizuje się w obszarze fizycznego i chemicznego osadzania z fazy gazowej, PVD i CVD, w celu poprawy właściwości warstw wierzchnich i powłok podczas eksploatacji systemów tribologicznych. Jest również autorką licznych publikacji naukowych i kierownikiem projektów badawczych z zakresu funkcjonowania warstw wierzchnich i powłok oraz ich oddziaływań ze środkami smarowymi podczas eksploatacji systemów tribologicznych.

Pani profesor, czy rola powłok w przemyśle jest tak ważna, jak chcieliby naukowcy zajmujący się tym tematem?

Powłoki w przemyśle narzędziowym i przetwórstwie tworzyw sztucznych charakteryzują nie tylko doskonałe właściwości mechaniczne takie jak twardość, odporność na ścieranie czy adhezję, ale również stabilność chemiczna. Posiadanie tych cech pozwala na stosowanie ich w systemach tribologicznych, w których wymagany jest niski współczynnik tarcia oraz duża odporność na zużycie przez tarcie, a więc m.in. w przemyśle samochodowym, elektronicznym, lotniczym oraz medycynie. Zaletą jest również fakt, że nie zwiększają one wymiarów pokrywanego detalu – grubość osadzanych warstw waha się w przedziale od kilku nanometrów do kilku mikrometrów. Powłoki stanowią bardzo skuteczne zabezpieczenie antykorozyjne, mają dobre właściwości izolacyjne i ślizgowe, a także w wielu przypadkach dekoracyjne. Opracowanie

technologii nanoszenia powłok ochronnych pozwala rozwiązać cały szereg problemów technicznych i uzyskać znaczne oszczędności materiałowe i ekonomiczne, z jednoczesnym uwzględnieniem działań proekologicznych.

A jaką rolę spełniają powłoki w przetwórstwie tworzyw sztucznych?

Powłoki w branży tworzyw sztucznych znajdują szerokie zastosowanie. Odgrywają one przede wszystkim zasadniczą rolę w ochronie i przedłużaniu życia newralgicznych elementów maszyn i urządzeń służących do przetwórstwa. Z drugiej strony możemy pokrywać również same tworzywa sztuczne. Pamiętajmy, że współczesny przemysł stawia materiałom polimerowym niezwykle wysokie wymagania dotyczące właściwości mechanicznych i tribologicznych. W związku z tym, że dotychczas stosowane tworzywa sztuczne często nie spełniały oczekiwań rynku, podjęto próby kształtowania ich własności użytkowych poprzez wykorzystanie metod inżynierii powierzchni, w tym formowania warstw wierzchnich i powłok, umożliwiających zwiększenie niezawodności oraz trwałości eksploatacyjnej.

Co możemy uzyskać dzięki nanoszeniu powłok?

W przypadku elementów urządzeń, dzięki powłokom możemy znacząco zmniejszyć stopień ich zużycia. Jeśli chodzi np. o formy wtryskowe, to tutaj duże znaczenie ma redukcja adhezji, którą możemy uzyskać właśnie poprzez pokrycie wnętrza formy odpowiednią powłoką. Dzięki temu nie będzie przywierał do niej wtryskiwany materiał. W ostatnich latach rozwój nowoczesnych technologii pozwolił na obniżenie temperatury osadzania powłok do temperatury otoczenia, co umożliwia zastosowanie technologii także w odniesieniu do tworzyw sztucznych. Powierzchnia elementów polimerowych z powłokami charakteryzuje się właściwościami osadzanych metali, związków metali lub ceramiki takich jak: twardość, antybakteryjność i fungistatyczność, odporność na zużycie przez tarcie i korozję, przewodnictwo elektryczne i ciepłe. W efekcie, zastosowanie nowoczesnych technik wytwarzania powłok pozwala na uzyskanie powierzchni o lepszych cechach użytkowych, co przekłada się na wydłużenie czasu pracy systemów oraz zwiększenie trwałości eksploatacyjnej.

Powłoki należy w jakiś sposób trwale nanieść na powierzchnię danego elementu. Za pomocą jakich technik możemy to zrobić?

Obecnie najczęściej wykorzystywane są techniki chemiczne i fizycznego osadzania z fazy gazowej, często wspomagane plazmą w celu obniżenia temperatury, ale od kilku lat coraz powszechniej stosuje się powłoki ALD (Atomic Layer Deposition) uzyskiwane techniką osadzania warstw atomowych. Są one bardzo cienkie, bo jesteśmy w stanie osadzać powłoki o grubości

kilku nanometrów, a wręcz niewidoczne; tworzą jednak bardzo dobrą barierę.

Jak będzie wyglądała przyszłość powłok?

Myślę, że cały czas idziemy w stronę miniaturyzacji i o ile kiedyś wytwarzane były powłoki o grubości do nawet kilku centymetrów, to w tej chwili pracujemy nad warstwami o grubości rzędu atomów, które nadal doskonale spełniają swoje funkcje. W ostatnich latach coraz popularniejsze stają się tzw. powłoki inteligentne, czyli np. warstwy samooczyszczające się, czy samonaprawiające się. Tego typu powłoki znajdują zastosowanie przede wszystkim w medycynie, energetyce, elektronice i przemyśle militarnym – czyli tam, gdzie jakość i funkcjonalność są ważniejsze niż cena. Popularne są powłoki zapobiegające pojawieniu się na pomalowanych powierzchniach bakterii, pleśni, grzybów czy porostów, ale także graffiti, które są zmartwieniem administratorów budynków. Dzięki zastosowaniu wspomnianej już nanotechnologii możliwe stało się też samodzielne naprawianie zniszczeń przez powłokę. Wyroby takie oferują już światowe koncerny. Zewnętrzne warstwy takich powłok potrafią regenerować się, podobnie jak (w dużym uproszczeniu) ludzka skóra.

Jak widać, rozwój nanotechnologii otwiera w dziedzinie powłok ogromne, niezbadane wcześniej możliwości, dając jednocześnie pewność, że przemysł przyszłości bez unikatowych właściwości powłok już się nie obejdzie.

Rozmawiał: Jacek Leszczyński



foto: Oerlikon-Balzers

ZASTOSOWANIA MATERIAŁÓW POROWATYCH POCHODZENIA BIOLOGICZNEGO



DR. HAB. ANDRZEJ SWINAREW

Uniwersytet Śląski

Obecnie syntetyczne polimery, w których łatwo można uzyskać pożądane właściwości zmodyfikowane stosownie do potrzeb, są na ogół wykorzystywane jako substytuty biopolimerów. Stopień rozgałęzienia, masę cząstecz-

dla środowiska ze względu na ich biodegradowalność, nietoksyczność i niskie koszty usuwania. Zastosowanie surowców naturalnych, takich jak np. skrobia, do wypełniaczy w materiałach kompozytowych jest tańsze w porównaniu z wykorzystaniem polimeru syntetycznego. Biopolimery, które zyskały na popularności to m.in. składające się z polisacharydów: skrobia, celuloza, chityna/chitozan, alginian i polisacharydy syntetyzowane z bakterii (wętna, żelatyna, jedwab i kolagen), grzybów i białek zwierzęcych.

Zgodnie z definicją Williamsa biokompatybilność stanowi cechę systemu, a nie materiału. Ponadto biomateriał jest substancją, która została zaprojektowana do interakcji z układami biologicznymi w kontrolowany sposób. Biorąc pod uwagę ich wykorzystanie jako systemów biokompatybilnych, biosurowce te przewyższają konwencjonalne materiały polimerowe w różnych zastosowaniach. Jako systemy biokompatybilne, biomateriały mogą wchodzić w interakcje z różnymi systemami biologicznymi na wiele sposobów, np.

poprzez procesy tkankowe związane z gojeniem rany, komórki docelowe w terapii genowej i komórki macierzyste w bioreaktorach. W wielu produktach technologii medycznej może wziąć udział więcej niż jeden biomateriał, a interakcje między tymi materiałami mogą odgrywać pewną rolę w biokompatybilności.

Biomateriały są szeroko stosowane w wielu aplikacjach ze względu na ich wysoką powierzchnię właściwą, wysoką wytrzymałość właściwą i niską gęstość względną. Nowoczesne technologie zapewniają potężne narzędzia do produkcji porowatych struktur biomateriałów i wzmocnienia naturalnych systemów biosyntetycznych do ukierunkowanych aplikacji. Porowate architektury są uzyskiwane przy użyciu różnych technik, takich jak odlewanie i odparowanie rozpuszczalników, ługowanie cząstek, spienianie gazu, rozdzielanie faz, siatka z włókien, szybkie prototypowanie i liofilizacja.

Porowate matryce biopolimerowe wykorzystuje się w zastosowaniach biome-

kową, podstawniki chemiczne i główne miejsca łańcucha można łatwiej zmienić w syntetycznych polimerach niż w większości biomateriałów. Ograniczenia te sprawiają, że biopolimery są stosunkowo nieatrakcyjne na poziomie handlowym. Jednakże sytuacja społeczno-ekonomiczna wymusza rozszerzenie zastosowania biopolimerów. Kwestie dotyczące dostaw i podwyżek cen ropy oraz zrównoważonego rozwoju skłoniły naukowców do skupienia się na alternatywnych rozwiązaniach i zrównoważonych zasobach. Ponadto, naturalne materiały są przyjazne

acyjnych, takich jak inżynieria tkankowa, kontrola systemów dostarczania leków i gojenia się ran. Są również popularnym kandydatem do badań mikrobiologicznych w zastosowaniach takich jak kapsułkowanie mikroorganizmu w przemysł fermentacyjnym, produkcja żywności probiotycznej, biosorpcja i bioremediacja chemikaliów oraz jako materiał na przeciwdrobnoustrojowe opakowanie żywności. W inżynierii tkankowej rusztowania stanowią ramy do przyłączania komórek, a także migracji. Oprócz biodegradowalności, biokompatybilności i właściwości mechanicznych, porowatość jest również ważnym czynnikiem przy rozważaniu wyboru pożądanego rusztowania do inżynierii tkankowej. Biorąc pod uwagę stabilną i jednolitą porowatą strukturę, przestrajalne rozmiary porów, zwiększone pole powierzchni i właściwości powierzchniowe materiałów porowatych, wielu naukowców podjęło badania w celu opracowania porowatych biopolimerów jako matrycy kontrolowanego dostarczania leków. Porowatość matrycy biopolimerowej jest ważna także w przypadku gojenia się ran, ponieważ umożliwia filtrację komórek i zapewnia wysoką przepuszczalność dla dyfuzji tlenu i składników odżywczych. Znanych jest kilka biopolimerów do kapsułkowania mikrobiologicznego, które w porowatych matrycach zatrzymują mikroorganizmy do oczyszczania wody, produkcji biomolekuł i wytwarzania etanolu.

Nowoczesne technologie zapewniają potężne narzędzia do produkcji porowatych struktur biomateriałów

Kapsułkowanie mikroorganizmów w porowatej matrycy zapewnia szereg korzyści, takich jak odporność na czynnik środowiskowy i zwiększona żywotność mikroorganizmów, czy kontrolowane uwalnianie oraz optymalizacja dostarczania mikroor-

ganizmów (probiotyków) do miejsca działania. Porowate materiały pochodzenia biologicznego zostały także wykorzystane w celu włączenia środków przeciwdrobnoustrojowych do materiałów opakowaniowych przeznaczonych do żywności w celu konserwacji jedzenia. Zapewnia to skuteczny sposób zwalczania mikroorganizmów powodujących psucie oraz patogenów przenoszonych przez żywność.

W poniższym artykule spróbuję pokrótce przybliżyć zastosowania biomedyczne i mikrobiologiczne bioporowatych materiałów porowatych i szczegóły skomplikowanych cech mikroarchitektury porowatych matryc, takie jak porowatość i morfologia porów wytwarzanych różnymi metodami.

I ZASTOSOWANIA BIOMEDYCZNE

Choroba, podobnie jak uraz, może spowodować uszkodzenie tkanek. W takim przypadku leczenie może odbywać się poprzez ich wymianę lub regenerację. Typowo stosowane zabiegi obejmują przeszczepy tkanek z jednego miejsca ciała do drugiego, albo od jednej osoby do drugiej. Główne problemy związane z tymi technikami to chociażby bolesna operacja, wysokie koszty, ryzyko odrzucenia materiału przez układ odpornościowy pacjenta i możliwość przeniesienia infekcji lub choroby z dawcy na biorcę.

Inżynieria tkankowa ma na celu regenerację uszkodzonych tkanek bez ich zastępowania, poprzez połączenie komórek ciała wysoce porowatym biomateriałowym rusztowaniem, które działa jako matryca do regeneracji. Takie rusztowania powinny nie tylko zapewniać biodegradowalność, biokompatybilność i inne właściwości mechaniczne, ale także wysoką porowatość i wzajemnie połączoną strukturę porów, w celu ułatwienia zadowalającej dyfuzji składników odżywczych do komórki w matrycy i na środowisko pozakomórkowe utworzone przez te komórki. Biodegradowalność jest często istotną cechą biomateriału stosowanego w inżynierii tkankowej, ponieważ matryca działa tym-

czasowo w celu tworzenia tkanki w danym miejscu, dopóki naturalna macierz zewnątrzkomórkowa nie rozwinie się wystarczająco. Poza tym rusztowanie powinno ulec rozkładowi na nietoksyczne produkty końcowe, które mogą zostać usunięte naturalnie przez ciało, pozostawiając jedynie nowo utworzoną tkankę. Zbadano wiele technik zaszczepiania komórek, aby poprawić jego wydajność i równomierny rozkład. Inną istotną sprawą jest fakt, iż różne tkanki wymagają rusztowań o określonej porowatości, wielkości porów i wzajemnych połączeniach, ponieważ morfologia porów silnie wpływa na wzrost komórek. Idealne rozmiary porów różnią się dla poszczególnych komórek i tkanek.

Najprostszy sposób zaszczepiania komórek polega na umieszczeniu żądanej ilości komórek w zawieszynie na górze rusztowania i pozwoleniu cieczy na powolne skapywanie do porowatej struktury rusztowania. Po wstępnym zaszczepieniu rusztowanie jest usuwane z płytki hodowlanej i umieszczane w miejscu implantacji na ciele. Gdy komórki rosną, migrują i rozmnażają się, rusztowanie ulega naturalnej degradacji w ciele, pozostawiając nową tkankę.

Indukowane termicznie rozdzielanie faz jest dobrze znaną, prostą i wszechstronną metodą przygotowania porowatych rusztowań. W tej technice roztwór polimeru przygotowywany jest w wysokiej temperaturze, a separację faz uzyskuje się poprzez schłodzenie homogenicznego roztworu. Późniejsze suszenie sublimacyjne rozdzielonego fazowo roztworu polimeru tworzy porowate struktury w wyniku usuwania rozpuszczalnika. Dla przykładu, badacz H. Ma i jego współpracownicy wytworzyli porowate rusztowania z poli(kwasu L-mlekowego) do hodowli naczyń krwionośnych o małej średnicy właśnie poprzez indukowany termicznie rozdział faz. Zaobserwowali m.in. że porowatość i wielkość porów zależała od stężenia polimeru oraz od temperatury separacji faz.

Zamrażanie (*freeze drying*)/liofilizacja to kolejna nieskomplikowana i uniwersalna

technika, którą można zastosować w celu wytwarzania szerokiej gamy rusztowań biomateriałowych. Polega na zamrożeniu materiału, a następnie zmniejszeniu otaczającego ciśnienia, aby umożliwić sublimację obecnej w nim zamrożonej wody. Porowate struktury są tworzone przez kryształki lodu, które sublimują pozostawiając luki lub pory na swoim miejscu. Naukowiec J. Li użył liofilizacji w celu przygotowania porowatych rusztowań chitozanowych do hodowli hepatocytów szczurów.

Zastosowanie nadkrytycznego CO₂ do wytwarzania porowatych rusztowań wzbudziło ostatnio duże zainteresowanie z powodu braku stosowania rozpuszczalników organicznych. Struktura porów i porowatość matrycy rusztowania były skutecznie kontrolowane przez zmianę ciśnienia, nasycenia, temperatury i czasu przetwarzania. Tą metodą przygotowano np. porowate rusztowania przy użyciu kompozytowych biomateriałów (kwasu poli(mleko-koglikolowego)/kwasu hialuronowego/kolagenu) do hodowli komórek osteoblastów.

W systemach kontrolowanego dostarczania leków aktywny środek terapeutyczny jest zintegrowany z matrycą polimerową do uwalniania preparatu z materiału w określony sposób. W zależności od leku, czas jego uwalniania może wynosić od

kilku godzin lub miesięcy do nawet kilku lat. Jeden ze sposobów dostarczania leków w sposób kontrolowany stanowią tzw. hydrożele (sieciowane matryce polimerowe z kilkoma grupami lub domenami hydrofilowymi). Gdy wielkość porów hydrożelu jest większa niż rozmiar cząsteczki leku, współczynnik dyfuzji może być związany z porowatością i krętością hydrożelu. Do hydrożeli o wielkości porów bliższej rozmiarowi cząsteczki leku lub nieporowatych hydrożeli, współczynniki dyfuzji leku są zmniejszone z powodu sterycznej przeszkody łańcuchów polimerowych. W takich przypadkach średnia wolna ilość cząsteczki leku jest zmniejszona, a hydrodynamiczny opór w kierunku leku jest zwiększony, powodując wzrost długości ścieżki dyfuzji leku. Porowate biomateriały jako nośniki do dostarczania leków zostały zaprojektowane przy użyciu naturalnych polimerów, takich jak chitozan, w wyniku ich dobrze udokumentowanej biodegradowalności, nietoksyczności i biokompatybilności.

Porowate materiały są bardzo atrakcyjne jako matryce kontrolowanego dostarczania leków z powodu ich kontrolowanego rozmiaru porów i porowatej struktury. Mikroporowate struktury matrycy polimeru kontrolują przejście między zewnętrzną i wewnętrzną powierzchnią ciała stałego, umożliwiając materiałom wchodzenie

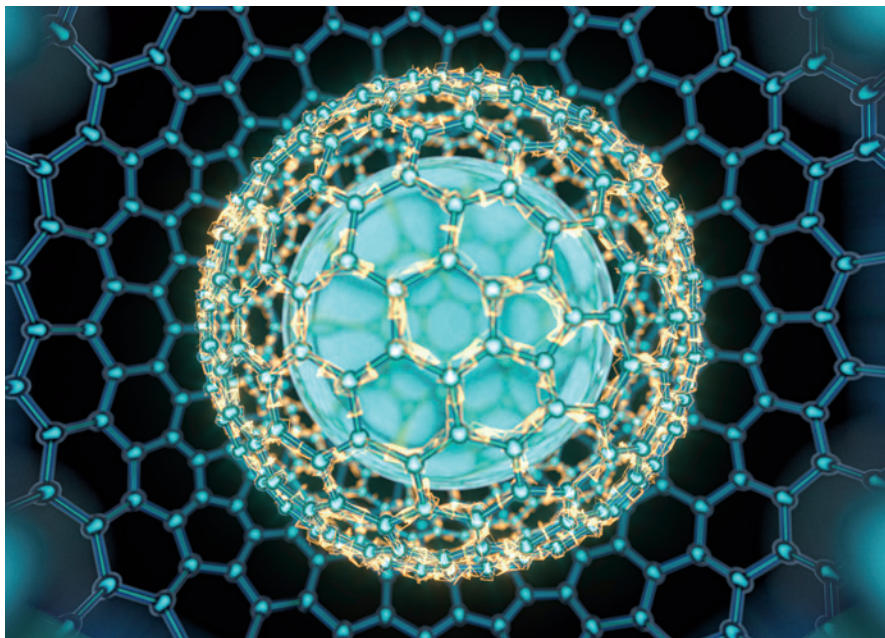
lub wychodzenie z niego. Dla przykładu przygotowano mikroporowate rusztowania z kwasu mlekowego z zastosowaniem zrobotyzowanej techniki dozowania cieczy jonowej w temperaturze pokojowej do dostarczania ampicyliny i cytochromu C.

“ Porowate materiały są bardzo atrakcyjne jako matryce kontrolowanego dostarczania leków ”

Opatrunki są powszechnie stosowane przy gojeniu się ran. Idealny materiał opatrunkowy powinien umożliwiać wymianę gazową, wchłaniać wysięk i toksyczne związki, utrzymywać wysoką wilgotność, zapewniać izolację termiczną, chronić ranę przed skażeniem bakteryjnym, a także być nietoksyczny, łatwy do usunięcia i obsługi, niepowodujący dodatkowych uszkodzeń, nadający się do sterylizacji i wolny od pozostawiania obcych cząstek w ranie. W zależności od wymaganych właściwości, hydrofilowości, stosunku pęcznienia i porowatości oraz degradacji materiału opatrunkowego, kontrola prowadzona jest przy użyciu bioaktywnych hydrożeli w celu regulacji szybkości przepływu płynu z rany, zwiększenia dyfuzji kapsułkowanego leku i ograniczenia uwalniania produktów ubocznych do rany, pomagając odpowiednio w regeneracji tkanek. Różne bioaktywne hydrożele, oparte na chitozanie, kolagenie, kwasie hialuronowym czy alginianie lub biopolimery elastyny można stosować do kontrolowania właściwości materiałów opatrunkowych na rany.

I ZASTOSOWANIA MIKROBIOLOGICZNE

Aby skutecznie unieruchomić mikroorganizmy, matryca musi wykazywać wysoką zawartość chemiczną i stabilność biologiczną, a także cechować się wytrzymałością mechaniczną, dużą powierzchnią, porowatością, odpowiednią przepuszczalnością, dyfuzją i transportem tlenu, niezbędnych składników odżywczych, odpadów metabo-



licznych oraz produktów wydzielniczych. Przemysł piwowarski i winiarski opierają się głównie na mikroorganizmach wytwarzających alkohol w procesie fermentacji. Zamiast korzystania z wolnych komórek, proces fermentacji jest ułatwiony przez unieruchomienie komórki drożdży na kilku materiałach organicznych, takich jak polisacharydy (alginian wapnia, karagen, pektyna), poli(alkohol winylowy), modyfikowany polistyren i modyfikowany polietylen. Doniesiono, że w procesie produkcji wina unieruchomienie komórek na biomateriałach, do których grona można zaliczyć np. alginian, celulozę, karageninę, agar, pektynę, chitozan i żelatynę, przyczynia się do hamowania toksycznego wpływu wytwarzanego etanolu na mikroorganizmy. Unieruchomienie mikroorganizmów poprawia zarówno stan procesu jak i jego przebieg, a także właściwości wyrobu – m.in. jakość jego smaku.

Probiotyki to żywe mikroorganizmy, które zapewniają gospodarzowi korzyści zdrowotne poprzez utrzymanie lub poprawę mikroflory jelitowej. Obecnie istnieje wiele produktów zdrowotnych opartych na probiotykach. Dostępne są na rynku w postaci sfermentowanych wyrobów mlecznych oraz suplementów diety. Bakterie probiotyczne muszą przetrwać w czasie od przetworzenia do spożycia produktu. Muszą być chronione przed warunkami przetwarzania (temperatura, utlenianie itp.), warunkami przechowywania (wilgoć, tlen i temperatura), wysokimi warunkami kwasowymi w żołądku i solami żółciowymi. Techniki kapsułkowania opracowano w celu zwiększenia żywotności tych mikroorganizmów w produktach spożywczych, a także w przewodzie pokarmowym. Macierz zastosowana do enkapsulacji powinna cechować się stabilnością chemiczną, fizyczną i biologiczną podczas procesu produkcyjnego, wystarczającą wytrzymałością mechaniczną, biogodnością, biodegradowalnością, wyższą ładowalnością oraz fizycznymi cechami takimi jak porowatość, ściskanie i pęcznienie. Atrakcyjnymi kandydatami do kapsułkowania są matryce alginianowe, z powodu ich wszechstronno-

ści, biokompatybilności i nietoksyczności. Dla przykładu:

- gdy mikrosfery alginianowe były gęsto obciążone bakteriami probiotycznymi, komórki kapsułkowane wykazały w przybliżeniu 88,75%–98,75% przeżywalności po wystawieniu na działanie symulowanego środowiska żołądkowego

- żelatynizowana skrobia z powłoką chitanową zmniejsza porowatość oraz wyciek komórek kapsułkowanych probiotyków

- octan ftalanu celulozy (polimer pochodnej celulozy) jest fizjologicznie obojętny i można go stosować do kapsułkowania bakterii probiotycznych w celu dostarczenia do przewodu pokarmowego.

Jeśli chodzi o przeciwbakteryjne opakowania do żywności, opracowano przeciwdrobnoustrojowe materiały opakowaniowe o kontrolowanym tempie uwalniania. Stworzenie opakowania przeciwdrobnoustrojowego, przy wykorzystaniu do tego celu polimerów, stanowi wielką próbę osiągnięcia zrównoważonego rozwoju w zastosowaniach do pakowania żywności. Istnieje kilka podejść do wprowadzania środka przeciwdrobnoustrojowego do materiału do pakowania żywności. Jednym z nich jest mieszanie środka w wytłaczarce podczas wytwarzania folii. Przykładem są choćby materiały na bazie celulozy, szeroko stosowane do wytwarzania przeciwbakteryjnych artykułów do pakowania żywności ze względu na ich jadalność, biogodność, właściwości barierowe, nietoksyczność i niski koszt. Badacz M.C. Chen przygotował przeciwdrobnoustrojowe błony metylocelulozowe zawierające chitozan i benzoesan sodu lub sorbinian potasu do badania działania przeciwdrobnoustrojowego na *Penicillium notatum* i *Rhodotomla nibra* (grzyby pleśniowe). Film złożony zarówno z metylocelulozy jak i chitozanu zawierający 4% środka przeciwdrobnoustrojowego był w stanie uwolnić środki przeciwdrobnoustrojowe i wykazywał wyraźną strefę hamowania podczas inkubacji.

W ostatnich miesiącach, ze względu na wystąpienie stanu nadzwyczajnego związanego z pandemią, sorpcyjne porowate materiały organiczne zostały wykorzystane do mikroekstrakcji (SPME) fazy oddechowej pacjentów ze schorzeniami górnych i dolnych dróg oddechowych w kierunku diagnostyki zakażeń wirusowych. W celu maksymalizacji załężenia markerów mikrobiologicznych w zbieranym powietrzu wydechowym porowaty materiał umieszcza się w specjalnie zaprojektowanym uchwycie z zaworami jednodrożnymi. Wykonany z materiału bakteriostatycznego uchwyt umożliwia jednocześnie pobieranie powietrza wydychanego przez pacjenta jak i powietrza z pomieszczenia jako tła, co pozwala na natychmiastowe odjęcie sygnałów zarejestrowanych dla tła z próbki badanej. Diagnostyka taka jest szybka, tania oraz minimalizuje ekspozycję personelu medycznego na analizowany patogen, dlatego jest bardzo obiecująca jako metoda wczesnego wykrywania zakażeń SARS-CoV-2.

**Bakterie probiotyczne
muszą przetrwać
od przetworzenia do
spożycia produktu**

Podsumowując, zalety biomateriałów takie jak biodegradowalność, biokompatybilność czy łatwa dostępność przeważały nad ograniczeniami materiałów syntetycznych do zastosowań w dziedzinach takich jak biomedycyna i mikrobiologia. Nie jest konieczne, aby zmiany wywierające wpływ na życie były urządzeniami zaawansowanymi technologicznie. Czasami najprostszy pomysł może prowadzić do większego postępu niż drogie i skomplikowane technologie – dotyczy to również porowatych materiałów pochodzenia biologicznego. Ujawniane przez nie właściwości prowadzą do wyraźnego wzrostu zakresu ich zastosowania i skuteczności.



POLIMERY BIODEGRADOWALNE POCHODZENIA NATURALNEGO



**JACEK
LESZCZYŃSKI**

Plastech.pl

Większość tworzyw sztucznych produkowana jest z polimerów syntetycznych, pochodzących głównie z przerobu ropy naftowej. Są one bardzo trwałe i co za tym idzie praktycznie nie ulegają rozkładowi w środowisku naturalnym. Wzrastające wraz z rozwojem gospodarki ilości odpadów z tworzyw sztucznych stanowią poważny problem ekologiczny oraz przemysłowy w większości krajów świata. Powoli myślimy też o „uniezależnieniu się” od zasobów ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla kamiennego. Jeśli do tego dodamy coraz mocniejsze naciski społeczne ukierunkowane na zastępowanie wyrobów z tradycyjnych polimerów innymi oraz nowe przepisy prawne, to mo-

żemy mówić o konieczności poszukiwania nowych tworzyw polimerowych o właściwościach biodegradowalnych.

Jedną z odpowiedzi na te problemy może być coraz szersze wykorzystanie polimerów biodegradowalnych pochodzenia naturalnego, które są już stosunkowo szeroko stosowane ze względu na możliwość całkowitego biorozkładu. Cechuje je duża podatność na przeprowadzanie procesu kompostowania, dzięki któremu można (przy pomocy mikroorganizmów, enzymów lub grzybów) doprowadzić niepotrzebny polimer do takiej postaci, która nie będzie zagrażała środowisku. Polimery pochodzenia naturalnego powstają w wyniku złożonych procesów metabolicznych. Można dokonać ich następującego podziału na:

a) poli(nukleotydy) – zaliczane do poliestrów kwasu fosforowego z rybonukleinowymi (RNA) i deoksyrybonukleinowymi

kwasami (DNA); występują one w organizmach żywych

b) poli(węglowodany) – celuloza, skrobia, chityna oraz guma arabska

c) poli(amidy) – zaliczane do białek

d) poli(węglowodory) – kauczuk będący cis-poli(izoprenem).

SKROBIA

Skrobia jest polimerem, który powszechnie występuje w świecie roślinnym, dlatego na skalę przemysłową pozyskuje się ją z nasion, różnego rodzaju korzeni czy bulw. Jest otrzymywana z ziemniaków, kukurydzy, ryżu itp. Oprócz wykorzystania skrobi w sektorze spożywczym, istnieje zapotrzebowanie na środki powodujące jej modyfikację, w tym środki adhezyjne, tworzywa biodegradowalne (ulegające procesowi

fragmentyzacji) oraz dodatki biodegradowalne do tworzyw sztucznych takich jak włókna ze skrobi, folie i wiele innych. Dzięki modyfikacji skrobi uzyskano nową grupę tworzyw i włókien chemicznych, które ulegają biodegradacji lub fragmentacji, czyli procesom przyjaznym dla środowiska naturalnego. Istotny postęp obserwuje się ostatnio w użyciu skrobi w procesie fragmentacji do otrzymywania kwasu mlekowego niezbędnego do produkcji PLA oraz jego kopolimerów. W tym przypadku surowcem jest skrobia kukurydziana.

Skrobia cechuje się budową koncentryczno-warstwową: złożona jest z zewnętrznej warstwy amylopektyn, które posiadają łańcuchy rozgałęzione oraz wewnętrznej, rozpuszczalnej w wodzie amylozy o budowie linearnej. Skrobia ulega całkowitej hydrolizie pod wpływem działania gorących i rozcieńczonych kwasów. W celu otrzymania polimeru o pożądanych właściwościach należy ją poddać odpowiedniej modyfikacji.

W zależności od procesu można otrzymać skrobię plastyczną poprzez poddanie jej termicznej obróbce podczas wytłaczania. Ponadto można uzyskać produkt w postaci żelu, który charakteryzuje się różną lepkością lub rozpuszczalnością. Skrobia jest modyfikowana metodą wytłaczania w temperaturze od 160°C do 175°C przy odpowiedniej zawartości wody. Jeśli do procesu dodana zostanie duża ilość H₂O, wtedy otrzymamy skrobię w postaci żelu. Jeżeli zaś zostanie wprowadzona mała ilość wody, wówczas uzyska się skrobię termoplastyczną. Otrzymana skrobia termoplastyczna jest stosowana do termoformowania kubków oraz tacek i zawiera także dodatki jak gliceryna, woda oraz środki smarne w postaci olejów roślinnych.

CELULOZA

Celuloza jest polimerem o charakterze liniowym glukopiranozy, który występuje najczęściej w przyrodzie. Swoje szerokie zastosowanie zawdzięcza odpowiednim właściwościom, w tym biodegradowalno-



ści. Jest coraz bardziej interesującym surowcem do konwersji, zarówno biologicznej jak i hydrotermicznej.

Wprowadzenie grup karbaminianowych do włókna celulozowego znacznie zwiększa jego podatność na biodegradację. Nawet więcej celulozy zawierają włókna bawełny (aż do 98%), zaś jej zawartość w drewnie dochodzi do 50%. Najczystsza celulozę otrzymuje się poprzez przeprowadzenie procesu ekstrakcji tzw. podwłósia bawełnianego przy udziale alkoholu i eteru. Ma to doprowadzić do usunięcia wszelkich zanieczyszczeń, które występują w charakterze wosków czy tłuszczów. Celuloza znalazła zastosowanie nie tylko w produkcji włókien wiskozowych, ale również przy wytwarzaniu folii.

CHITYNA I CHITOZAN

Chitozan należy do grupy kopolimerów, a w swym składzie zawiera komonomer N-acetylglukozy i aminoglukozy. Jest otrzymywany z chityny, która stanowi główny składnik budowy pancerzy skorupiaków. W wyniku deacetylacji chityny, za pomocą stężonych roztworów alkaliów w podwyższonej temperaturze otrzymuje się chitozan, który jest rozpuszczalny

w wodnych roztworach kwasów, zwłaszcza organicznych.

W budowie chitozanu są obecne grupy hydroksylowe i aminowe, dzięki którym istnieje dużo możliwości jego modyfikacji na drodze różnych procesów chemicznych. Chitozan posiada właściwości użytkowe, a zwłaszcza cechuje się bioaktywnością, biogodnością, biodegradowalnością i nietoksycznością. Charakteryzuje się on również dobrymi właściwościami adhezyjnymi oraz zdolnością do chelatowania i wiązania jonów metali i substancji organicznych.

Mikrokryształiczny chitozan występuje w postaci zawiesiny lub proszku i w porównaniu do niemodyfikowanego chitozanu wyróżnia się wieloma korzystnymi właściwościami (np. lepszą biodegradowalnością czy bioaktywnością). Chityna i chitozan znalazły zastosowanie w przemyśle kosmetycznym, medycynie, rolnictwie oraz podczas oczyszczania wody pitnej.

BIAŁKA

Białka są kopolimerami różnych alfa-aminokwasów połączonych wiązaniami amidowymi. Ich synteza w środowisku naturalnym przebiega w bardzo skompli-



kowanych procesach, które gwarantują ich odpowiednie ułożenie w makrocząsteczkach dzięki udziałowi różnych enzymów. Proteiny dość łatwo ulegają biodegradacji pod wpływem proteaz, które wywołują hydrolizę wiązania amidowego. W skład budowy białek wchodzi 26 aminokwasów połączonych ze sobą w różnej kolejności.

Masa cząsteczkowa białek zależy od ich pochodzenia i waha się od kilkunastu tysięcy do kilku milionów. Proteinę, która znalazła zastosowanie jako tworzywo włóknotwórcze, jest zawarta w mleku kazeina. Kazeinę otrzymuje się z odtłuszczonego mleka, w temperaturze 40°C, przy pomocy podpuszczki (jest to enzym pochodzący z błony śluzowej żołądka cieląt).

I KAUCZUK NATURALNY

Kauczuk naturalny, który ulega biodegradacji pod wpływem grzybów z grupy *Penicillium*, jest pozyskiwany z drzew *Havena Brasiliensis* w postaci mleczka kauczukowego, czyli tzw. lateksu. Mleczko to poddawane jest procesowi płukania, a następnie suszenia. Kolejnym etapem jest koagulacja pod wpływem kwasu octowego lub mrów-

kowego, albo odparowanie wody w strumieniu gorącego powietrza. Otrzymany polimer posiada średnią masę cząsteczkową mieszczącą się w przedziale od 200 tys. do 500 tys., zaś liczba jednostek monomeru wynosi ok. 5 tys.

Kauczuk, który występuje w postaci surowego koagulanta jest zbyt miękki, dlatego przeprowadza się utwardzenie poprzez ogrzewanie z siarką. Utworzenie wiązania węgiel-siarka doprowadza do utwardzenia i usztywnienia polimeru.

Otrzymany kauczuk naturalny, który występuje w postaci stałej lub w formie zatężonego lateksu, znalazł zastosowanie w wyrobie różnego rodzaju gum bądź ebonitu. Przeprowadzone badania naukowe nad degradującym wpływem enzymu wyizolowanego z *Xanthomonas* wykazały, że naturalny kauczuk w postaci lateksu biodegraduje poprzez wbudowanie tlenu.

I POLILAKTYD

Kwas mlekowy (Lac) jest najprostszym kwasem organicznym, który zawiera asymetryczny atom węgla. Występuje on

w postaci dwóch enancjomerów L-Lac oraz D-Lac. Można go otrzymać także w wyniku fermentacji mlekowej odpadowych produktów przemysłu spożywczego: ziemniaków, kukurydzy, buraków cukrowych, używając takich bakterii jak: ziarniaki paciorkowce (rodzaje *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*), tetrody (*Pediococcus*) oraz pałeczki (*Lactobacillus* i *Bifidobacterium*). Racemiczny kwas mlekowy można również uzyskać za pomocą klasycznej syntezy chemicznej z półproduktów odnawialnych (aldehid octowy, etanol), bądź półproduktów, które są pozyskiwane z węgla (acetylen), czy też ropy naftowej (etylen). Laktyd (LA) otrzymuje się podczas procesu dwuetapowej syntezy.

Można wyróżnić dwa główne kierunki zastosowań PLA. Pierwszy z nich obejmuje wytwory powszechnego użytku, a drugi to specjalistyczne wykorzystania w medycynie. Wyroby powszechnego użytku z PLA to głównie pojemniki i folie opakowaniowe, folie ogrodnicze, produkty jednorazowego użytku oraz elementy wyposażenia wnętrz. Bioresorbowalne implanty i nici chirurgiczne, klamry, klipsy, maski chirurgiczne, opatrunki, kompresy, odzież personelu



medycznego, produkty farmaceutyczne oraz materiały higieny osobistej stanowią główny obszar medycznych zastosowań PLA.

I POLI(HYDROKSYMAŚLAN), POLI(KWAS 3-HYDROKSYWALERIANOWY)

Bardzo interesującą grupą poliestrów są polimery otrzymywane z podstawionych beta-hydroksykwasów. Uzyskane polimery są produkowane przez bakterie w odpowiednich warunkach. Do najważniejszych polimerów należy poli(hydroksymaślan) – PHB. Wyizolowano go po raz pierwszy w 1925 r. jako materiał zapasowy, wytwarzany oraz gromadzony przez bakterie *Bacillus megaterium*, aczkolwiek produkują go również inne bakterie, np. z grupy *Alcaligenes eutrophus*. Poliester ten można otrzymać syntetycznie w wyniku reakcji polimeryzacji beta-propiolaktanu, albo podczas procesu polimeryzacji fermentacyjnej glukozy.

Poli(hydroksymaślan) ma dobre właściwości fizyczne oraz mechaniczne, częściowo nawet porównywalne do właściwości polipropylenu. Otrzymany PHB jest kruchy

i sztywny, posiada dość wysoki stopień krystaliczności, a także jest trudny w przetwórstwie, ponieważ jego temperatura topnienia wynosi 170°C i jest o 10°C niższa od temperatury rozkładu termicznego, co uwiadamia się małym wydłużeniem przy zerwaniu. Niestety charakteryzuje się on również dość małą odpornością chemiczną. Można przeprowadzać modyfikację PHB, ponieważ posiada on zdolność do mieszania się z poliwęglanami i poliamidami. Jest też podatny na wprowadzenie plastifikatorów bądź dodawanie substancji, które wpływają na zmianę stopnia krystaliczności. Zmniejszenie stopnia krystaliczności powoduje zaś zwiększenie giętkości materiału opakowaniowego.

Większe zainteresowanie wzbudziły kopolimery kwasu hydroksymaślowego (HB), które w wyniku kopolimeryzacji blokowej z kwasem hydroksywalerianowym (HV) doprowadzają do powstania kopolimeru PHB/V. Na skalę przemysłową kopolimery te są produkowane przez bakterie *Alcaligenes eutrophus* w procesie fermentacyjnym z glukozy (90%), kwasu propionowego (8%) i soli mineralnych (2%). W momencie gdy kopolimer zostanie zgromadzony w ko-

mórkach jako materiał zapasowy i osiągnie 80% „suchej masy bakterii”, zostaje wyodrębniony dzięki procesowi ekstrakcji z komórek, gdzie następnie jest przeprowadzany proces oczyszczania, a otrzymany biopolimer poddany jest granulacji.

Tworzywo to znajduje zastosowanie w produkcji folii, kubków, tacek oraz przy wytwarzaniu butelek do wyrobów kosmetycznych bądź farmaceutycznych. Badania przeprowadzone w różnych warunkach potwierdzają jego biodegradowalność. Szybkość rozkładu jest uzależniona ściśle od parametrów otoczenia, aktywności bakterii oraz od samego kształtu polimeru.

W ostatnich latach dokonał się znaczący postęp w dziedzinie produkcji biodegradowalnych materiałów polimerowych. Cały czas prowadzone są badania nad tym, aby otrzymywane polimery posiadały najlepsze właściwości, a ich wytwarzanie na skalę przemysłową było bardziej ekonomiczne.

fot. DiFOLD



I BUTELKA ORIGAMI

Firma DiFOLD zaprojektowała składaną butelkę wielokrotnego użytku o nazwie Origami Bottle, wykonaną z elastomeru termoplastycznego (TPE). Rozłożony wyrób ma 21 centymetrów wysokości i przekątną dna 7,6 centymetra, zaś złożony – 5,5 centymetra wysokości. Do butelki można wlewać tak płyny zimne jak i ciepłe, ponieważ jest ona przystosowana do wykorzystania w szerokim zakresie temperatur: od -30°C do 100°C . Jej żywotność wynosić ma co najmniej 5 lat, a po upływie tego czasu będzie mogła zostać poddana recyklingowi. Koszt butelki origami o pojemności 0,75 litra to 39 dolarów.



I ENERGIA Z PRZETWORZONEGO PLASTIKU

Naukowcy z Uniwersytetu Kalifornijskiego Riverside opracowali technologię uzyskiwania z plastikowych butelek po napojach nanomateriału nadającego się do magazynowania energii, przeznaczonego do zastosowania w bateriach. PET, z którego produkuje się znaczną część butelek tworzywowych, zamieniany jest w porowate nanostruktury węglowe w procesie złożonym z kilku etapów – m.in. rozpuszczania, wytwarzania mikroskopijnych włókien polimerowych oraz suszenia.

Powstałe kondensatory magazynują nieco mniej energii od baterii litowo-jonowych, jednak w porównaniu z nimi ładują się znacznie szybciej, co może być przydatne w wielu rodzajach zastosowań. Naukowcy pracujący nad projektem wierzą, że nadaje się on do przyszłego wprowadzenia na rynek, jak również że może okazać się kolejnym istotnym krokiem na drodze do tego, by odpady PET były powtórnie wykorzystywane zamiast trafiać na wysypiska lub do oceanu.



Amerykańska firma TechniSoil wykorzystuje plastikowe butelki do budowy nawierzchni drogowej. Asphalt zmieszany z tworzywem sztucznym cechuje się znaczną odpornością na pęknięcia i nawet 3-krotnie większą trwałością od wariantu używanego standardowo. Technologię zastosowano podczas remontu autostrady w Kalifornii, gdzie do budowy milowego fragmentu jezdni wykorzystano materiał pochodzący w przybliżeniu ze 150 tys. butelek.



Sieć hipermarketów Carrefour rezygnuje z jednorazowych opakowań plastikowych dla swoich artykułów piśmienniczych i akcesoriów szkolnych. Produkty te mają być odtąd pakowane w karton, co pozwoli na zaoszczędzenie ponad 40 ton plastiku w skali roku. Decyzja firmy wynika głównie ze zobowiązań podjętych w 2019 r. w ramach paktu dotyczącego ograniczenia plastiku i upowszechnienia gospodarki o obiegu zamkniętym.



Grand Hotel Villa Castagnola w Lugano świętuje swoje 135-te urodziny. Z tej okazji jego zarząd podjął decyzję o przyjęciu bardziej proekologicznej postawy. Jednym z działań jest zastąpienie plastiku jednorazowego, obecnego na terenie hotelu w postaci butelek, pojemników na przybory toaletowe itp., tworzywem pochodzącym w 100% z recyklingu. Dzięki temu wyeliminowano z użytku już ok. 50 tys. artykułów nienadających się do odzysku.



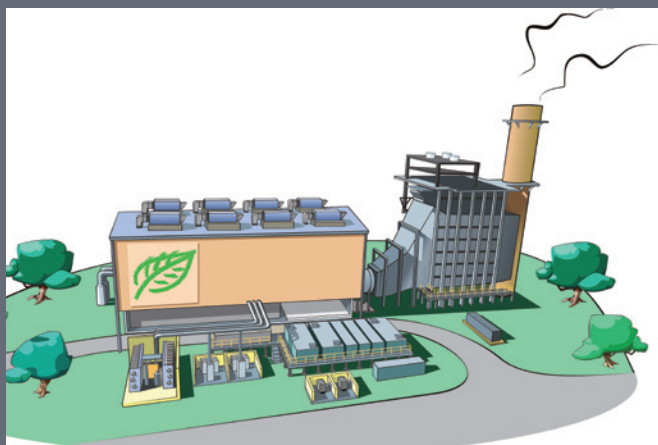
Według badań naukowców z australijskiego Flinders University, Malediwy to najbardziej zanieczyszczony mikroplastikiem region świata. Tak wokół wyspy Naifaru, gdzie wyniki pomiarów okazały się najwyższe, jak i w innych rejonach kraju ilość mikrotworzywa obecnego w nadmorskim piasku oscylowała w granicach od kilkudziesięciu do ok. 1 tys. cząstek na kilogram próbki. Na Naifaru wartość ta wyniosła zaś blisko 1,13 tys. cząstek na kilogram.

AUSTRALIA: NOWE PRZEDSIĘWZIĘCIE W ZAKRESIE RECYKLINGU

W Albury-Wodonga powstanie wkrótce nowy zakład recyklingu, który ma znacząco przyczynić się do zwiększenia skali odzysku tworzyw sztucznych na terenie Australii. Budowa, której inicjatorami są firmy Pact Group Holdings Ltd., Cleanaway Waste Management Ltd. i Asahi Beverages, będzie miała nie tylko duże znaczenie ekologiczne, ale i społeczne – dzięki niej powstaną bowiem nowe miejsca pracy. Warto wspomnieć, że część obiektu będzie zasilana energią słoneczną.

Zgodnie z przewidywaniami, w ciągu roku zakład ma przetwarzać równowartość ok. 1 mld butelek PET o pojemności 0,6 litra. Pozyskany surowiec wtórny wykorzystywany będzie do wytwarzania nowych butelek, pojemników i innych opakowań, przeznaczonych głównie do przechowywania artykułów spożywczych. Oczekuje się, że dzięki placówce skala recyklingu w Australii wzrośnie o blisko 70%.

Inne istotne korzyści płynące z uruchomienia zakładu wiążą się ze zmniejszeniem zużycia pierwotnego plastiku (na poziomie lokalnym i krajowym), liczby odpadów tworzywowych wysyłanych poza granice państwa, a także wartości dotyczących importu plastiku pochodzącego z recyklingu.



Prace budowlane mają rozpocząć się jeszcze w tym roku, po uzyskaniu wszystkich wymaganych zezwoleń. Obiekt, którego ogólna wartość wyniesie ok. 45 mln dolarów, zostanie oddany do użytku najprawdopodobniej do końca grudnia 2021 r.

W przedsięwzięcie, określane mianem Circular Plastics Australia (PET), będą zaangażowani wszyscy jego inicjatorzy. Za zbiórkę, sortowanie i dostarczanie plastiku do recyklingu odpowiadać ma Cleanaway Waste Management, wiedzę techniczną i ekspertyzę zapewni Pact Group Holdings, zaś Asahi Beverages będzie nabywać przetworzony plastik w celu jego wykorzystania w swoich artykułach.



Sieć Aldi wprowadza do testowej sprzedaży torby do pakowania świeżych owoców i warzyw, wykonane w 100% z plastiku z recyklingowanych butelek. Torby dostępne będą początkowo w 10 marketach na terenie Irlandii, a cena jednej sztuki ma wynosić 0,49 euro. Jest to kolejny etap realizacji firmowego programu redukcji liczby plastikowych opakowań i zwiększenia stosowania tych, które wykonano z materiałów pochodzących z recyklingu.

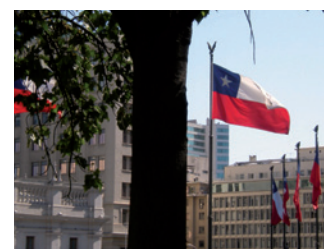


fot. Joerg Schwalfenberg

Firmy Alpla i KHS Group stworzyły butelkę o pojemności litra wykonaną w 35% z rPET. Jest ona przeznaczona do stosowania w systemach zwrotnych, które myją butelki przez ponownym napełnieniem. Pojemnik cechuje znaczna odporność na substancje żrące, dzięki czemu czyszczenie nie wpływa negatywnie na jego wygląd i jakość. Jak twierdzą przedstawiciele firmy, możliwe jest też wykonanie wariantu zawierającego 50% rPET.



Microsoft planuje do 2030 r. stać się firmą zero-waste. W tym celu zamierza wybudować na terenie swoich oddziałów centra recyklingu, które przyczynią się do odpowiedniego zagospodarowania odpadów w postaci starych serwerów i innych elementów zaliczanych do grona tzw. e-waste. Obecnie w Amsterdamie działa pilotażowe Microsoft Circular Center – do 2025 r. spodziewa się wzrostu ponownego użycia sprzętu do poziomu 90%.



W Chile wprowadzono całkowity zakaz używania plastikowych toreb. Jest to pierwszy kraj Ameryki Łacińskiej, który zdecydował się na zastosowanie takiej restrykcji. Prawo zabraniające plastikowych reklamówek weszło w życie w roku 2019, lecz na początku dopuszczało pewne wyjątki. Zgodnie z danymi Greenpeace, spośród państw Ameryki Południowej to Chile wytwarza najwięcej odpadów plastikowych w przeliczeniu na mieszkańca.

UNIJNY „PODATEK” OD PLASTIKU: ZRÓŻNICOWANE REAKCJE RYNKU



MARK VICTORY

ICIS

Unijna opłata w wysokości 800 euro za tonę odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych, uchwalona przez Radę Europejską 21 lipca br. i mająca zacząć obowiązywać od 1 stycznia 2021 r., spowodowała gwałtowny wstrząs na rynku – zarówno ze względu na swoją wysokość, jak i krótki

termin pozostały do wejścia w życie. Początkowe reakcje, chociaż zróżnicowane, natychmiast zaowocowały pytaniami odnoszącymi się do sposobu naliczania opłaty, jej umiejscowienia w łańcuchu dostaw i tego, czy próby refundowania kosztów przez rządy nie spowodują rozbieżności pomiędzy poszczególnymi krajami członkowskimi w kwestii regulacji dotyczących tworzyw sztucznych.

Opłata w wysokości 0,80 euro za kilogram odpadów opakowaniowych z tworzyw nie-

nadających się do recyklingu będzie wnoszona do budżetu unijnego przez wszystkie państwa członkowskie od 1 stycznia 2021 r.

Składki krajowe zostaną obliczone przez Komisję Europejską w oparciu o istniejące obowiązki sprawozdawcze wynikające z dyrektywy 94/62/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych oraz decyzji wykonawczej Komisji (UE) 2019/665 z dnia 17 kwietnia 2019 r. Zgodnie z dyrektywą,



państwa członkowskie przekazują wymagane dane dotyczące opakowań z tworzyw sztucznych i recyklingu. Informacje te są publikowane na stronie internetowej Eurostatu.

Opłata zostanie wykorzystana do sfinansowania funduszu odbudowy UE po epidemii koronawirusa i będzie pobierana na poziomie państw członkowskich. Nie stanowi ona podatku, lecz jest tak zwyczajowo określana ze względu na fakt, że będzie uiszczana na szczeblu państwo-

wym, a nie przez osoby fizyczne czy korporacje. Poszczególne kraje mogą jednak dążyć do odzyskania kosztów tej opłaty poprzez opodatkowanie. Rada Europejska nie zaproponowała żadnych opcji odnośnie do pokrycia kosztów opłaty, zatem będą one zależeć od każdego z państw. Wszystkie kraje członkowskie będą mogły zastosować własne rozwiązania dotyczące refundacji kosztów, co może prowadzić do powstania potencjalnych rozbieżności regulacyjnych.

Kluczowym pytaniem, jakie zadaje sobie branża tworzyw sztucznych pozostaje to, w jaki sposób państwa dokonają implementacji nowych przepisów do ustawodawstwa krajowego. Niektóre podmioty z zadowoleniem przyjęły decyzję Rady Europejskiej, ponieważ ich zdaniem może ona zachęcić do zwiększenia wskaźników recyklingu, a także do przekazania odpowiedzialności za metodę wdrażania tego rozwiązania poszczególnym rządům. Inne podmioty wyraziły jednak obawy związane z rozbieżnościami regulacyjnymi i wynikającymi z nich potencjalnymi trudnościami w handlu transgranicznym.

– Co się stanie, gdy wyślemy towar do Wielkiej Brytanii? A co, jeżeli wyślemy towar do Niemiec? Kto poniesie koszty? Nie zrozumcie nas źle, nie mamy nic przeciwko wprowadzeniu opłaty; po prostu nie rozumiemy, w jaki sposób ten system będzie funkcjonował w praktyce – zastanawiają się recyklerzy.

Ponadto branża jest zdania, że wprowadzenie opłaty w niewielkim stopniu przyczyni się do likwidacji zarówno braków w infrastrukturze jak i barier prawnych, które ograniczają zdolność rynku do zwiększania ilości recyklatów nadających się do pakowania produktów spożywczych. Istnieje również ryzyko, że obowiązek uiszczania opłaty może zachęcić do częstszego sięgania m.in. po opakowania szklane i tekturowe.

– Przejście z tworzyw sztucznych na szkło nie rozwiązuje problemu. Myślę, że ta de-

cyzja podporządkowana jest celom politycznym, ale czy jest to właściwe podejście i dobry krok? Zobaczymy, co zrobią poszczególne kraje. Uważam że dodatkowe opłaty za plastik, czy zmiana opakowań na te wykonane z innych materiałów nie są najlepszym możliwym wyjściem – stwierdza jeden z głównych producentów opakowań.

Wiele firm i instytucji żywi obawy, że projekt ustawy nie rozwiąże problemu niedoborów w infrastrukturze zbiórki odpadów, a krótki termin wdrożenia nie daje państwu członkowskiemu wystarczająco dużo czasu na wprowadzenie w życie przepisów w przemyślany sposób. Pojawiły się również głosy, że z powodu braku odpowiedniej infrastruktury do zbiórki odpadów koszt wszelkich potencjalnych podatków dotyczących tworzyw sztucznych będzie przerzucany na konsumenta dopóty, dopóki recykling chemiczny nie dojrzeje i nie zapewni wystarczającej ilości materiału, aby zaradzić kłopotom związanym z niedoborami.

Specjaliści zapewniają, że wiele będzie zależeć od działań podjętych przez dany kraj. Istnieje potencjalne ryzyko, że finalnie i tak kosztami zostanie obciążony konsument, w związku z czym opłata nie będzie rodzić zachęty do podnoszenia poziomów zbiórki i jakości sortowania lub wykorzystania większej ilości materiałów z recyklingu w produktach.

Niektórzy podkreślają, że przy zastosowaniu dzisiejszych technologii pozwalających na zużycie naprawdę niewielkich ilości surowca w przeliczeniu na jedno opakowanie, koszt tego ostatniego wzrośnie zaledwie o 1–2 eurocenty za sztukę. A taka kwota może bardzo łatwo zostać przeniesiona na konsumenta.

– Opłata w wysokości 800 euro za tonę odpadów wydaje się być górą pieniędzy, ale jeśli opakowanie waży 20 gramów, to przestaje to robić wrażenie – uważają europejscy wytwórcy regeneratów.

BIOMIMETYKA

SZTUKA KOPIOWANIA NATURY

Postęp cywilizacyjny nie byłby możliwy bez nowoczesnych materiałów o coraz bardziej wyrafinowanych właściwościach. Bez nich nie byłoby samolotów, implantów i telefonów komórkowych. Ich stały rozwój sprawia, że żyje nam się ciekawiej, bardziej komfortowo, bezpieczniej i dłużej. W XXI w. naukowcy jeszcze lepiej rozumieją materię, w której pracują. Choćby dlatego, że mogą zobaczyć atomy, z których jest zbudowana. Zjawiska zachodzące w skali nano wykorzystują więc w skali makro. Te sukcesy nie wzięły się znikąd. Jest to w dużej mierze zasługą biomimetyki, która jest sztuką kopiowania rozwiązań będących codziennością świata przyrody. To co próbujemy osiągać, Natura wymyśliła już eony temu. Miejmy tylko nadzieję, że przyroda nie upomni się o prawa autorskie...

I KRYSTAŁ AQUAMANA

W 2014 r. naukowcy z Uniwersytetu Południowej Danii przy współpracy z badaczami z Uniwersytetu w Sydney opracowali materiał magazynujący tlen w sposób analogiczny do gąbki nasiąkającej cieczą. Potencjał surowca sprawdzi się przede wszystkim podczas nurkowania, ponieważ dzięki jego wykorzystaniu czas możliwy do spędzenia pod wodą ulegnie znacznemu wydłużeniu.

Tak zwany „kryształ Aquamana”, stanowiący połączenie kobaltu z solami organicznymi, cechuje się bardzo dużą chłonnością i może znacząco zwiększyć pojemność butli tlenowych. Ponadto, wielokrotne poddawanie cykлом pochłaniania i oddawania tlenu nie powoduje utraty jego jakości czy wystąpienia w nim uszkodzeń. Jedynym problemem jest trudność syntezy substancji na skalę przemysłową. Warto zaznaczyć, że materiał zdolny jest również do pobierania tlenu bezpośrednio z wody – np. tej otaczającej nurka.



I KEVLAR

Kevlar to lekki i niezwykle wytrzymały materiał polimerowy należący do grupy aramidów. Został wynaleziony w laboratoriach firmy DuPont. Wytrzymałość zawdzięcza układowi następujących po sobie ugrupowań aromatycznych i wiązań amidowych tworzących przyległe, warstwowe, uporządkowane struktury o dużej sztywności. Kevlar jest ponad 5 razy lżejszy od stali, a jego gęstość wynosi 1,44 g/cm³. Pojedyncze włókna materiału posiadają wytrzymałość na rozciąganie na poziomie 3620 MPa. Zachowuje on swoje właściwości w zakresie temperatur od -200°C do 245°C, nie przewodzi prądu elektrycznego i charakteryzuje go niska przewodność cieplna. Przy zetknięciu z ogniem kevlar nie topi się i nie kapie, ale ulega rozkładowi w temperaturze ok. 500°C, bez wydzielania substancji toksycznych. Materiał początkowo dostępny tylko dla wojska i lotnictwa, dzisiaj znajduje się w wielu przedmiotach codziennego użytku, chociaż najczęściej kojarzy się on z kamizelkami kuloodpornymi.



KAMIZELKA KUŁOODPORNĄ Z POLSKI

Istotą wynalazku jest wypełnienie kamizelki specjalną cieczą, która potrafi zmienić swój stan skupienia z płynnego w stały w ułamku sekundy. Płynna, kuloodporna substancja powstała dzięki współpracy naukowców z Politechniki Warszawskiej, Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia i Instytutu Technologii Bezpieczeństwa Moratex oraz Massachusetts Institute of Technology.

Mieszanka nanocząsteczek krzemu i glikolu polietylenowego zachowuje się jak oleista ciecz. Jej cząsteczki posiadają niewielki ładunek powierzchniowy, więc lekko się odpychają i dzięki temu są równomiernie rozłożone. Jeśli jednak szybko poruszający się obiekt dostarczy im energii, natychmiast formują silne wiązania chemiczne i zmieniają się w sztywne ciało stałe.



POWIERZCHNIE SUPERHYDROFOBOWE

Połyskliwe skrzydła żyjącego w Amazonii motyla z gatunku *Morpho menelaus* wyglądają na gładkie i płaskie. W rzeczywistości pokryte są one dachówkowo ułożonymi nanobłaskami zawierającymi pigmenty. Morpho podczas lotu w deszczu utrzymuje czystość oraz suchość skrzydeł ze względu na ich własności hydrofobowe – spadające krople czyszczą je z kurzu i innych zabrudzeń, jednocześnie ich nie moczając. Charakterystyczna budowa skrzydeł tego owada sprzyja kierunkowej adhezji wody z ich powierzchni, która zaliczana jest do grona superhydrofobowych. Co więcej, ześlizgujące się z motyla krople zabierają ze sobą szkodliwe zanieczyszczenia czy zarodniki.

Występujące w naturze powierzchnie tego typu stały się inspiracją do stworzenia powłok superhydrofobowych, które nie przyjmują wilgoci w stopniu ekstremalnym – krople wody toczą się po nich niczym szklane kulki.



fot.: Spc. Brandon Best

JEDNOKIERUNKOWA SZYBA KUŁOODPORNĄ

Pierwsze szyby kuloodporne stosowane były już w czasach II wojny światowej. Podstawowym typem są te, które między płytami zwykłego szkła zawierają folię z poliwęglanu. Zatrzymują one kule wystrzelone z obu stron.

Inżynierowie specjalizujący się w balistyce opracowali szyby, które powstrzymują ostrzał z jednej strony, jednocześnie pozwalając atakowanemu na odpowiedzenie ogniem. Jednokierunkowa szyba składa się zazwyczaj z dwóch warstw – kruchej na zewnątrz i elastycznej od „bezpiecznej” strony. Kula wystrzelona z zewnątrz zderza się z pierwszą, kruchą warstwą niszcząc ją. Powoduje to gwałtowne zaabsorbowanie energii kinetycznej pocisku i jej rozprzestrzenienie na większej powierzchni. Spowolniona kula zatrzymywana jest wtedy na części elastycznej. Z kolei pocisk wystrzelony od „wewnątrz” najpierw uderza w elastyczną warstwę przebijając ją, a następnie rozbija tę kruchą, która nie stanowi już dla niego utrudnienia.



fot.: Derkarts / CC BY-SA



INTELEGENCJA NIE TYLKO WŚRÓD LUDZI



**MARTA
LENARTOWICZ-
KLIK**

Sieć Badawcza
Łukasiewicz – Instytut
Inżynierii Materiałów
Polimerowych
i Barwników

kurzu. Jeden z obecnych naukowców bierze do ręki rewolwer i kieruje go w stronę niewielkiej, przezroczystej płytki. Strzela.

Przenieśmy się na chwilę do starego laboratorium pełnego książek, kolb i retort. Powietrze przesycone jest zapachem chemikaliów, a przez brudne okna z trudem przedostają się promienie słońca i tańczą na unoszącym się ze starych inkunabułów

Kula robi w płytce sporą dziurę. Głowy uczonych pochylają się nad zniszczonym materiałem i w tym momencie, jak za dotknięciem czarodziejskiej różdżki, dziura zaczyna się zasklepić.

Nikt jej nie dotknął, uczeni nadal stoją bez ruchu. W panującej w laboratorium ciszy powierzchnia płytki się wygładza, a pęknięcia znikają. Po kilku minutach po dziurze nie zostaje najmniejszy nawet ślad – materiał samoistnie się naprawił. Jednak dziś ta scenka, niczym żywcem wyjęta z powieści *science fiction* okresu romantyzmu, nie wzbudza w nas już żadnych emocji. Domyślamy się, że za fakt samonaprawienia się płytki nie odpowiada żadna

magia, a właściwości materiału z którego ją wykonano. Cóż to więc za materiał i skąd wie, że należy się naprawić? Czy możemy powiedzieć, że jest „inteligentny”?

Ale czy określenie „inteligentny materiał” może dziwić jeszcze w czasach, w których powszechnie używamy pojęcia „sztuczna inteligencja”? Pojęcia, które już na dobre zdomowało się w naszym języku? Tym bardziej, że większość z nas miała już z takimi materiałami do czynienia; co więcej, wielu z nas używa „inteligentnych materiałów” na co dzień i nawet o tym nie wie. W ciągu ostatnich dziesięcioleci nastąpił gwałtowny rozwój materiałów wspomagających nasze codzienne życie. Począt-



o inteligentnych polimerach, od analiz rozpoznawczych do wiedzy bardziej zaawansowanej, połączonej z metodami wytwarzania materiałów dojrzałych do wykorzystania w praktyce. A praktyka czyni mistrza. Jeszcze kilkanaście lat wstecz ideę samoregenerujących się przedmiotów lub powierzchni można było spotkać wyłącznie zagłębiając się w powieściach i filmach *science fiction*. Wielu z nas widziało film Jamesa Camerona *Terminator 2: Dzień sądu*. W tym obrazie z 1991 r. Arnold Schwarzenegger stawiał czoła wystanemu również z przyszłości, okrutnemu i precyzyjnemu w działaniu T-1000, którego cechą była zdolność do widowiskowej samoregeneracji. Stąd zapewne nazwa jednego z polimerów, o którym mowa będzie później.

Na dzisiaj materiały samonaprawiające się to już nie tylko śpiewka przyszłości i filmy – to rzeczywistość. Materiały reagujące na pęknięcia, ubytki powierzchniowe czy wygięcia są już testowane w laboratoriach i produkowane na całym świecie. Naukowcy z różnych dziedzin inżynierii materiałowej ciągle dążą do tego, aby mechanizm „samouzdrawiania” materiałów był jak najbardziej podobny do analogicznych sytuacji w przyrodzie (np. gojenie się skóry, zrastanie się złamanych kości). Zresztą w większości przypadków inteligentne materiały naśladują organizmy żywe właśnie poprzez zdolność adaptacji.

W literaturze istnieje mnóstwo przykładów inteligentnych materiałów-polimerów. Jednak znaleźć takie, które mają faktycznie praktyczne zastosowanie już nie jest tak łatwo. Przeglądając źródła wybierałam takie przykłady, aby można było w miarę łatwo zrozumieć sens stwarzania takiego inteligentnego polimeru czy kompozytu, gdyż możliwość praktycznego zastosowania to najważniejsze kryterium w każdej dziedzinie.

Istnieje wiele różnych określeń na materiały inteligentne, tj. *smart materials*, *intelligent materials*, *adaptive materials*, *multi-functional materials*. W literaturze naukowej rozróżnia się już pojęcia *smart materials*

i *intelligent materials*. Drugi rodzaj obiektów jest zdolny do reagowania na bodźce zewnętrzne przez istotną zmianę swych właściwości dla pożądanej i skutecznej odpowiedzi na te bodźce. Idąc schematem i myśleniem informatycznym: materiał inteligentny powinien spełniać funkcję czujnika (sensora), procesora i „urządzenia” uruchamiającego – aktuatora (przekazującego uzyskany efekt), a jednocześnie właściwości te powinny wykazywać cechy sprzężenia zwrotnego (*feed back and feed forward*). I to wszystko musi być spełnione. Natomiast pojęcie „smart” ogranicza się do uzyskania efektu zmiany właściwości pod wpływem działania bodźców zewnętrznych w sposób przewidywalny. Ważne jest uzyskiwanie efektu w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego.

“ Materiały samonaprawiające się to już nie tylko śpiewka przyszłości i filmy – to rzeczywistość ”

Jakie powinny być materiały inteligentne? Jak już wspomniałam, powinny one wykazywać zdolność do reagowania na bodźce zewnętrzne przez istotną zmianę właściwości dla uzyskania żądanej i skutecznej odpowiedzi na te bodźce. Praktycznie wygląda to tak, że materiały mogą występować samodzielnie lub stanowić pewien składnik struktury konstrukcyjnej lub funkcjonalnej. Materiał inteligentny powinien spełniać jednocześnie rolę sensora, analizatora i przetwarzacza informacji, działając na zasadzie pętli sprzężenia zwrotnego, a ponadto wykonywać polecenia wysyłane z analizatora. I to jest dopiero umiejętność. Materiały tego typu znajdują obecnie zastosowanie niemal w każdej dziedzinie nauki czy techniki, a liczba ich potencjalnych wykorzystania w każdym aspekcie gospodarczym i społecznym nadal rośnie. Innowacyjne funkcje inteligentnych materiałów są w wielu przypadkach odpowiednikiem naturalnych zachowań organi-

kowo skupiono się na metalach i materiałach ceramicznych. Wraz z rozwojem wiedzy o tworzywach sztucznych okazało się, że to właśnie ich właściwości pozwoliły tym ostatnim zyskać miano naprawdę inteligentnych materiałów. Szczególne zainteresowanie budziły badania nad wydłużeniem czasu eksploatacji i żywotności materiałów polimerowych oraz kompozytowych, które zmieniły standardowe wyobrażenia na temat tworzyw. Zgodnie z nimi, tradycyjne tworzywa sztuczne zwykle kojarzyły się z tanimi, wizualnie efektownymi detalami, lecz o niskiej jakości.

Dostępne wyniki badań wskazują na różny stopień zaawansowania wiedzy

zmów żywych. Przechodząc do konkretnych – w czym i jak taka inteligencja może się przejawiać? Poniżej mały przegląd tego, co wprawdzie piszczy.

Okulary fotochromowe, których wielu z nas używa, są tu chyba najlepszym przykładem. Fotochromizm polega na zmianie koloru materiału pod wpływem światła, a jego podstawę fizyczną stanowi przemiana fazowa materiału pod wpływem zaabsorbowanego promieniowania. Czyli w danym materiale zmienia się także współczynnik załamania, jego stała dielektryczna i stała absorpcji. W okularach tych zmiana natężenia światła (bodziec) zmienia transparentność szkła (odpowiedź materiału). Można powiedzieć, że szkło równocześnie „wykonuje pomiar” natężenia światła i zmienia swoje właściwości w wyniku tego pomiaru. Na podobnej zasadzie działają przyciemniane lusterka w samochodach: pod wpływem pola elektrycznego można zmienić ich transparentność (elektrochromizm). Aby to uzyskać, zazwyczaj powleka się je inteligentnym, elektrochromowym polimerem.

Innym przykładem inteligentnych polimerów są polimery elektrostrykcyjne, czyli takie które odkształcają się przy przyłożonym polu elektrycznym. W przypadku polimerów jonowych nie jest wymagane wysokie napięcie, aby uzyskać stosunkowo duże odkształcenie. Jednak do prawidłowego działania wymagają one wilgotności, ponieważ działają na zasadzie dyfuzji jonów i dlatego też zwykle zamykane są w szczelnych opakowaniach. W przeciwieństwie do nich polimery elektronowe nie wymagają powłok ochronnych, bo przewodzą prąd elektronowy, jednak potrzebują przyłożenia pola elektrycznego – czyli w praktyce wysokich napięć.

Spore zainteresowanie budzą polimery z pamięcią kształtu (SMP), czyli materiały mające zdolność powracania do zaprogramowanej formy po odkształceniu. Powrót do pierwotnej postaci zazwyczaj jest wywołany przyłożeniem odpowiedniej temperatury, ale może być to też pole elek-



ODWZOROWANIE KSZTAŁTU

Wyjmij skorupę z pleca, włóż buty wewnętrzne i poleć klientowi, aby założył buty i stanął w nich na na chłodzącej macie Memory Fit. Zapnij klamry (najlepiej, jak się da) i poproś klienta, aby stał nieruchomo przez 2 minuty – w tym czasie buty dostosują się do kształtu jego stóp i „zapamiętają” to odkształcenie.



Firma Atomic wykorzystuje pamięć kształtu pianek w celu idealnego dopasowywania się butów narciarskich do kształtu stopy i łydki

Źródło: atomic.com

tryczne, magnetyczne lub światło. Czasami polimery tego typu są zdolne do utrzymania nawet 2 czy 3 kształtów. Przykładem SMP są termoplastyczne poliuretany dla których temperatura zeszklenia może wynosić od -70 do 70°C , wytwarzane przez Mitsubishi Heavy Industries czy Nagoya R&D Center w Japonii. Zjawisko pamięci kształtu może też być wykorzystywane w elastycznych piankach poliuretanowych o porowatości otwartej, prasowanych i przechowywanych w temperaturze znacznie niższej niż T_g poliuretanu. Po ogrzaniu do temperatury wyższej od T_g pianka powraca do pierwotnych wymiarów.

Polimery SMP znalazły zastosowanie m.in. jako czujniki temperatury, w medycynie natomiast jako inteligentne szwy chirurgiczne, które po nałożeniu samoczynnie zacieśniają się na zeszywniętą ranę. W robotyce często stosuje się je jako materiał do warstwy miękkiej w uchwytach. W budownictwie wykorzystywane są rozszerzające się pianki do izolacji okien. Polimery z pamięcią kształtu znajdują także swoje zastosowanie w przemyśle tekstylnym, a potencjalna możliwość użycia

PODGRZANIE

Wyjmij ze skorupy buty wewnętrzne i umieść skorupę w plec Memory Fit Atomica na 5 minut (domyślna temperatura, czyli 117°C).



SCHŁODZENIE

Umieść wokół butów chłodzące nakładki Memory Fit. Schładzaj buty przez 5 minut, aby zakończyć i utrwalić proces dopasowania Memory Fit.

w zderzakach samochodów budzi spore zainteresowanie. Chyba każdy chciałby mieć zderzaki, które odkształcone wrócą do pierwotnego kształtu po ogrzaniu. Amerykańska DARPA (Agencja Zaawansowanych Projektów Badawczych w Obszarze Obronności) pracuje nad samolotem, który zmieniałby swój kształt w powietrzu dzięki tego typu materiałom.

Inżynierowie z Technicznego Uniwersytetu w Karlsruhe we współpracy z firmą Evonik Industries wytworzyli polimer, który szybko potrafi się naprawić pod wpływem inicjującego bodźca: światła, ciepła lub kontaktu z określoną substancją chemiczną. Do naprawy nie potrzeba katalizatorów czy dodatkowych materiałów. W ciągu 5 minut w temperaturze 50 – 120°C taka polimerowa sieć naprawia się, wracając do poprzedniego kształtu. Co więcej, jej właściwości mechaniczne pozostają niezmienione, a nawet – jak pokazały testy – poprawiają się w wyniku pierwszej naprawy.

Niektóre polimery poza pamięcią kształtu tworzą struktury samonaprawiające się. Wizja mechanizmu samouzdrawiania się

materiałów jest analogiczna do tego, jaki istnieje w przyrodzie (np. zrostanie się złamanej kości, gojenie ran itd.) i opiera się na natychmiastowej reakcji na uszkodzenie bez (lub przy minimalnej) ingerencji człowieka. Głównym założeniem przy projektowaniu materiałów samonaprawiających jest to, aby po regeneracji były one w stanie odzyskać swoje pierwotne właściwości mechaniczne, albo chociaż mogły ograniczyć ich pogorszenie wywołane mikropęknięciami. „Wyleczenie” może nastąpić autonomicznie lub być aktywowane zewnętrznym bodźcem, np. temperaturą bądź promieniowaniem. Autonomicznie działające materiały samonaprawiające nie potrzebują zewnętrznego impulsu, gdyż samo uszkodzenie staje się bodźcem do napraw.

Naukowcy z Hiszpanii zaprezentowali pierwszy elastomer, który potrafi naprawić się samodzielnie bez działania zewnętrznego czynnika. Elastomer nazwany „terminatorem” złączył się z powrotem w jedną całość po przecięciu go na pół żyłką. Elastomer ten opiera się na reakcji aromatycznych siarczków, aktywnych w temperaturze pokojowej. Sieć elastomerowa przypomina rzezy i wykazuje wydajność regeneracji powyżej 90% w ciągu 2 godzin. Ponadto jest odporna na rozciąganie. Prowadzone są też badania nad samonaprawiającymi się materiałami na bazie żywicy epoksydowej, do której wprowadza się mikrokapsułki zawierające substancje „lecnicze” w postaci monomerów, katalizatorów i inicjatorów. Jeśli materiał pęka, to pękają również mikrokapsułki a wydobywająca się z nich ciecz wypełnia wolną przestrzeń powstałą na skutek uszkodzenia, zaś pod wpływem katalizatora następuje polimeryzacja monomeru i związanie z powierzchniami mikropęknięcia. Tak otrzymane samoleczące się kompozyty osiągają ponad 80% swoich pierwotnych właściwości i mogą być stosowane np. do otrzymywania inteligentnych powłok posiadających zdolność samorzutnego zasklepiania rys i uszkodzeń. Niezależnie od zastosowanego mechanizmu, idea i proces samonaprawiania otwiera nowe

możliwości w projektowaniu niezawodnych materiałów, co może przyczynić się do ogromnej rewolucji technologicznej chociażby w projektowaniu elementów konstrukcyjnych. Niewątpliwą zaletą takiego mechanizmu samonaprawy jest fakt, iż proces uzdrawiania może być powtarzany wielokrotnie.

Polimery mogą też współpracować z innymi materiałami, dając nowe rozwiązania. Dobry przykład to fibroina – białko jedwabiu, które umożliwia ochronę biomolekuł w taki sposób, że można je drukować w technologii druku atramentowego. Fibroina pełni w tym przypadku funkcję kołunu. To odkrycie pozwoli na rozwój inteligentnych biosensorów rozprowadzanych w roztworze jedwabiu.

Inżynierowie z Tufts zaprezentowali rękawiczki, które wskazują, że zostały skażone. Po kontakcie z bakteriami *E.Coli*, napis który na nich wydrukowano zmienia kolor. Wykorzystano do tego PDA – polidiacetylen rozpuszczony w roztworze jedwabiu. Technologia ta może być w przyszłości użyta również do produkcji inteligentnych bandażów, które będą potrafiły leczyć skomplikowane zranienia.

Kolejny innowacyjny i inteligentny pomysł to pokrycie szklanych kapilar polimerowym hydrożelem, co drastycznie zmienia sposób, w jaki siły kapilarne wciągają wodę do małych struktur. Siły kapilarne to te, które wciągają wodę i płyny do rurki, słomki czy ręczników papierowych. W rurkach pokrytych hydrożelem ulega to zmianie – roztwory wodne są wciągane do rurki, blokują się i znowu są wciągane, a cały proces się powtarza. Dzięki temu woda propaguje z prawie stałą prędkością i napełnienie kapilary może być znacznie szybsze. Zastosowanie pokrycia inteligentnym polimerem mogłoby pozwolić na sterowanie przepływem cieczy: powyżej temperatury przejściowej polimer przestanie absorbować i nowe zachowanie zaniknie. W ten sposób, wykorzystując temperaturę, można sterować przepływem cieczy w kapilarze. Taki przyrząd nadawałby się

do sterowania reakcjami chemicznymi i do precyzyjnego dozowania leków.

Naukowcy z Cambridge połączyli funkcje polimerów w jeden inteligentny materiał o zdolności poruszania, pamięci ruchu i sensoryczności, przypominający żywą tkankę. Jak udało się stworzyć taki hybrydowy, inteligentny polimer? Osiągnięto to poprzez złączenie różnych funkcji w nanoskali, bez syntezy samych materiałów składowych. Przerwy między pojedynczymi elementami są tak małe, że całość reaguje jednolicie i wypełnia zadania pojedynczych komponentów. Komponenty syntezuje się oddzielnie, a potem łączy sekwencyjnie. Po raz pierwszy zaprezentowano materiał inteligentny mający dwie różne funkcje. Jedną z nich wykonywana jest przez jonowo aktywny polimer (i-EAP), który zgina się i pęcznieje pod przyłożonym napięciem, a druga – przez polimer z pamięcią kształtu (SMP) przyrównywany w swojej funkcjonalności do pamięci mięśnia. Połączony materiał znany jest jako przemieszane sieci (*interpenetrating polymer networks* – IPN). Komponenty przenikają się w nanoskali, dzięki czemu istnieją nieprzerwane ścieżki z jednego materiału, które łączą oba końce próbki. Z drugiej strony łączenia – granice faz – też istnieją w nanoskali. W związku z tym taka przemieszana sieć wykazuje odporność na złamanie i pęknięcia, czyli wysoką stabilność mechaniczną. Głównym celem inżynierów pozostało jednak skonstruowanie wielofunkcyjnego mięśnia.

Uogólnienie techniki może otworzyć nowe perspektywy dla jednofunkcyjnych inteligentnych materiałów, gdyż ich połączenie może dać przeróżne kombinacje. Teoria przewiduje możliwość łączenia w całość aż trzech komponentów. W tej metodzie można wybrać z menu opcje, tworząc wielofunkcyjne materiały dostosowane do konkretnych potrzeb. Odkrycie zostanie wykorzystane w robotyce, która coraz więcej inspiracji czerpie z przyrody.

Magnetoreologiczne elastomery należą do jednej z klas materiałów inteligent-

nych, które mogą w wyniku działania pola magnetycznego zmieniać właściwości reologiczne w sposób ciągły, gwałtowny i odwracalny. Ogólnie materiały magnetoreologiczne (MR) bazują na zawiesinie magnetycznie polaryzowalnych cząstek (np. związków żelaza) w niemagnetycznym medium. Do materiałów magnetoreologicznych zaliczamy m.in. ciecze magnetoreologiczne (*Magneto Rheological Fluids* – MRF), które zawierają cząstki o wysokiej gęstości (np. żelazo, ferryt) rozproszone w cieczy – oleju mineralnym lub syntetycznym o niskiej gęstości. A w przypadku elastomerów magnetoreologicznych mamy do czynienia z żelam – czyli ośrodkiem polimerowym, który zastąpił olej. Odpowiedzią cieczy magnetoreologicznej na pole magnetyczne jest przesunięcie granicy płynięcia, zaś w przypadku elastomeru magnetoreologicznego – wzrost modułu elastyczności. Właściwości mechaniczne, w tym moduł i zdolność tłumienia, mogą być modulowane przez pole magnetyczne. Zmiana sztywności materiału w różnych warunkach pracy jest podstawą zastosowań MR jako samoadaptujących się opraw silników czy amortyzatorów. Dzięki wyjątkowym właściwościom materiały te mogą znaleźć szerokie zastosowanie w przemyśle kosmicznym, elektrotechnice, jako urządzenia do tłumienia drgań, w przemyśle motoryzacyjnym do produkcji zawieszek o zmiennej sztywności lub jako sensory i czujniki ugięcia.

Grupa chemików i inżynierów z University of California Los Angeles (UCLA) wynalazła tworzywo sztuczne, które potrafi „naprawić” pęknięcie na elemencie wykonanym z tego tworzywa. Automend – bo taka jest nazwa nowego materiału – jest twardy, przezroczysty i ma postać ciała stałego (w temperaturze pokojowej), a jego właściwości mechaniczne są podobne do posiadanych przez epoksyrezynę. Pęknięcie na jego powierzchni może być wielokrotnie naprawione, po uprzednim podgrzaniu do temperatury ok. 120°C. Po ogrzaniu naprawione pęknięcie jest niewidoczne, a jego wytrzymałość stanowi 60% oryginalnej wytrzymałości (przed uszkodze-



niem). Automend może mieć potencjalne zastosowanie w aplikacjach wojskowych i naukowych, a także w przemyśle. Przepuszcza on fale elektromagnetyczne, co poszerza spektrum jego ewentualnego wykorzystania.

Firma IBM używa technologii wynalezioną na Uniwersytecie Massachusetts, która pozwala budować polimery zdolne do samogrupowania się, przyjmując strukturę o kształcie plastra miodu i wymiarze 20 nanometrów. Takie cząsteczki są później wykorzystywane przy budowie procesorów, jako struktury kompatybilne z dwutlenkiem krzemu. I to nie wszystko – interesujące są także cząsteczki zbudowane na bazie węgla, grupujące się w nanorurki, które mogą być użyte przy produkcji tranzystorów. Kolejnym potencjalnym zastosowaniem materiałów samoorganizujących się są wyświetlacze ciekłokrystaliczne, zbudowane na bazie specjalnej odmiany ciekłych kryształów reagujących m.in. na jakiegokolwiek zmiany substancji, w której są zanurzone.

Badania naukowe w obszarze polimerów od blisko 100 lat są siłą napędową postę-

pu cywilizacji, a rozwój przemysłu tworzywo stał się jednym z fenomenów naszych czasów. Badania nad syntezą nowych materiałów polimerowych określane są obecnie mianem „bramy do przyszłości”, gdyż dostarczają coraz bardziej wyrafinowanych materiałów na potrzeby właściwie wszystkich dziedzin technologii i gospodarki.

Do wyzwań współczesnej inżynierii materiałowej należy projektowanie oraz produkcja multifunkcyjnych tworzyw, które posiadają „inteligencję” na poziomie materiałowym. Jak wspomniałam wyżej i warto powtórzyć na koniec – odniesienie do inteligencji materiałowej obrazuje 3 podstawowe funkcje: odczuwanie zmian, przetwarzanie pozyskanych informacji oraz odpowiedź na te zmiany. Prace naukowo-badawcze koncentrują się wokół szeroko pojętych zagadnień związanych z podstawami chemii i technologii polimerów, przetwórstwa i recyklingu polimerów, a także badaniami ich właściwości użytkowych decydujących o zastosowaniach w wielu dziedzinach przemysłu.

I WAŁBRZYSKY RADNI ZNÓW PRZECIWKO PLASTIKOWI

W styczniu tego roku Rada Miejska Wałbrzycha przyjęła uchwałę stanowiącą, że na terenie wszystkich nieruchomości należących do gminy obowiązywał będzie zakaz posiadania, używania, udostępniania oraz sprzedaży plastikowych produktów jednorazowych. Miała ona wprowadzić też na terenie całego miasta zakaz sprzedaży oraz udostępniania klientom toreb na zakupy z tworzywa sztucznego. Po tym jak wojewoda dolnośląski stwierdził w lutym nieważność dokumentu, Wałbrzych odwołał się do Wojewódzkiego Sądu Administracyjnego, ale ten decyzję wojewody utrzymał w mocy.

Jednak wałbrzyscy radni nie składają broni. W czwartek 20 sierpnia Rada Miejska ponownie przyjęła zmodyfikowaną uchwałę ograniczającą używanie w mieście jednorazowego plastiku. Zgodnie z jej zapisami, gminne obiekty i urządzenia użyteczności publicznej zostaną oznaczone jako „Strefa wolna od jednorazowego plastiku”. W tak oznakowanych miejscach będzie obowiązywał zakaz posiadania „w sposób widoczny”, używania, udostępniania oraz sprzedaży produktów jednorazowego użytku z tworzyw sztucznych, takich jak pojemniki na żywność i napoje, sztucze i talerze oraz oczywiście słomki, mieszałka czy patyczki do balonów. Zakaz dotyczyć ma również jednorazowych toreb na zakupy z plastiku.

Zdaniem radnych, wejście w życie tej uchwały pomoże chronić zdrowie mieszkańców Wałbrzycha oraz środowisko, poprzez wykształcanie i preferowanie określonych zachowań osób korzystających z gminnych obiektów i urządzeń użyteczności publicznej, polegających na wyeliminowaniu możliwości widocznego posiadania na tych obiektach wyrobów z tworzyw sztucznych o charakterze jednorazowym. Wymienione działania budzą spory niepokój Polskiego Związku Przetwórców Tworzyw Sztucznych, który stanowczo zaprotestował przeciwko próbom dyskryminacji przedsiębiorców i obywateli.

Związek poinformował, że podejmie każde przewidziane legalnie kroki, by przeciwstawiać się próbom ograniczania praw obywatelskich, które nie wnoszą konstruktywnych wniosków do szeroko toczącej się debaty publicznej na temat gospodarowania odpadami.

„Takie działania są niezgodne z Konstytucją RP i traktatami UE, jak również z szeregiem innych ustaw. W świetle Konstytucji, rada gminy nie może ustanawiać prawa miejscowego, w ramach którego zabrania posiadania i użytkowania substancji, których obrót i użytkowanie jest dopuszczane ustawowo w całym kraju”, głosi stanowisko PZPTS wydane po tym, jak radni Wałbrzycha kolejny raz przyjęli uchwałę o zakazie używania plastiku. PZPTS dodaje, iż podziela motywację Rady Miejskiej Wałbrzycha i Prezydenta

Miasta w kwestii konieczności ochrony środowiska naturalnego i pilnej potrzeby przemodelowania gospodarki odpadami w kierunku Gospodarki Obiegu Zamkniętego.

Zrzeszone w PZPTS podmioty aktywnie działają na rzecz ochrony środowiska. „Jesteśmy przedsiębiorcami, ale też obywatelami, którym leży na sercu dobro wspólne. Konsekwentnie wspieramy działania legislacyjne na szczeblu krajowym i unijnym, mające na celu wzmocnienie systemu zarządzania odpadami i radykalne zwiększenie poziomu recyklingu tworzyw sztucznych. Jesteśmy przekonani, że pokazywany przez RM Wałbrzycha problem nie dotyczy samych tworzyw sztucznych, których zalety są niekwestionowane zarówno jeśli chodzi o znacznie niższy ślad węglowy w porównaniu do innych materiałów (szkło, papier, metal), jak i wszechstronne zastosowania. Problem tkwi w braku efektywnych i stabilnych rozwiązań dla zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych” – piszą przedsiębiorcy w swoim oświadczeniu. Ich zdaniem koncentracja wysiłków na wprowadzeniu systemów segregacji odpadów i ponownego ich użytkowania powinna zastąpić walkę z samymi tworzywami, które mogą być powtórnie wykorzystywane wielokrotnie (po przetworzeniu).



I WZNOWIONO PRACE W RAMACH PROJEKTU TIREC

W laboratoriach Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy wznowiono przerwane z powodu epidemii prace badawczo-rozwojowe w ramach projektu „Rozwój technologii wytwarzania kompozycji polimerowych z recyklatem gumy oponowej w kierunku poszukiwania nowych produktów”. Ponadto Bydgoski Kłaster Przemysłowy, jako lider projektu, zlecił wykonanie badań dotyczących oznaczenia zawartości PAH w gotowych wyrobach i ocenę migracji tych związków, co jest niezbędne do optymalizacji składów kompozycji.

Rozpoczęła się również formalna realizacja zadania WP3, w ramach którego włączyła się do projektu firma ML Sp. z o.o., trzeci konsorcjant. Zadanie to jest niezbędne do podjęcia prac nad wdrożeniem nowego produktu na bazie wytypowanego, nowego materiału polimer-proszek gumy oponowej. Obecne sposoby wykorzystania rozdrobnionej gumy z opon samochodowych są niewystarczające i sprowadzają się głównie do wytwarzania wyrobów o niskich właściwościach mechanicznych, które mogą być poddawane jedynie naprężeniom o niewielkiej wartości. Etap ten obejmuje również poszukiwanie innowacyjnych zastosowań materiału w innych branżach, zgodnie z metodyką Design Thinking.

Projekt pt. „Rozwój technologii wytwarzania kompozycji polimerowych z recyklatem gumy oponowej w kierunku poszukiwania

nowych produktów” o akronimie TIREC jest realizowany z inicjatywy EUREKA i współfinansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Jego celem jest zagospodarowanie odpadów gumowych pochodzących ze zużytych opon samochodowych w postaci napelnacza w kompozycjach polimerowych. Odpad rozdrobniony do postaci proszku gumowego, o średniej wielkości ziarna mniejszej niż 0,5 milimetra, zostanie połączony z tworzywem termoplastycznym za pomocą technologii wtryskiwania oraz z porowatym poliuretanem w technologii odlewania niskociśnieniowego. Skład nowego materiału zostanie poddany optymalizacji pod kątem jego udziału w kompozycji, właściwości mechanicznych oraz zawartości i migracji wielopierścieniowych związków aromatycznych PAH (ang. *polycyclicaromatic hydrocarbons*).

Efektem projektu będzie wykonanie prototypu wyrobu o zastosowaniach masowych przeznaczonych do umacniania gruntów sypkich lub ograniczających obszar samorozsiewania się roślin. Produkt zostanie wytworzony z materiału zawierającego dużą ilość proszku gumy oponowej (zakładane min. 50% masy kompozycji), przy jednoczesnym zachowaniu dopuszczalnych zawartości PAH. Zakończenie projektu planowane jest na koniec kwietnia 2021 r.

I GRUPA ROBOCZA DS. RECYKLINGU W BYDGOSKIM KŁASTRZE PRZEMYSŁOWYM



Rada Europejska na specjalnym posiedzeniu 21 lipca 2020 r. przyjęła ustalenia wprowadzające nowy podatek od opakowań z tworzyw sztucznych niepoddanych recyklingowi. Opłata w wysokości 0,80 euro za kilogram odpadów wejdzie w życie już 1 stycznia

2021 r. i może być dużym obciążeniem dla gospodarek, w których poziom odzysku jest nadal niski. Dla wytwórców produktów z tworzyw podatek ten oznacza konieczność przestawienia się na działania dążące do GOZ i wdrożenia systemu ROP.

Odpowiadając na potrzeby zarówno rynku, jak i przedsiębiorców zrzeszonych w Bydgoskim Kłastrze Przemysłowym, w lipcu 2019 r. została powołana grupa robocza ds. recyklingu, której zadaniem jest przybliżenie członkom Klastra problemów zwią-

zanych z gospodarką odpadami, informowanie o zmianach w prawie oraz działania kooperacyjne wewnątrz stowarzyszenia dotyczące recyklingu.

Grupę tworzą firmy: LUK-PLAST Łukasz Kubczak, Sławomir Kubczak S.C. z Bydgoszczy, która zajmuje się przetwórstwem czystych technologicznie odpadów poprodukcyjnych, m.in. PP, LDPE, HDPE w różnej postaci. PZ MARK-POL Marek Jasiński z Wąbrzeźna, zajmująca się przetwórstwem odpadów tworzyw sztucznych. ML Sp. z o.o., która przetwarza folie poprodukcyjne PP, PE, OPP, BOPP, CAST oraz laminaty tych folii na rolkach i w belkach, zarówno nadrukowanych jak i transparentnych. WW Ekochem Sp. z o.o., zajmująca się odbiorem odpadów: PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, ABS, PC, TPE, TPV, TPO, TPU i innych, ich przetwarzaniem do poziomu przemiału lub regranulatu i wprowadzaniem do ponownego użycia. Nicrometal S.A., która skupuje odpady produkcyjne tworzyw sztucznych, w tym tworzywa techniczne: PC, PC/ABS, PMMA, PA, PBT, PET, PET-G czy poliolefiny: PP, PE, PS. ZELAN Sp. z o.o., aktywnie działająca w dziedzinie prawa związanego z przetwórstwem tworzyw i recyklingiem zarówno na szczeblu regionalnym, jak i krajowym czy międzynarodowym.

RECYCLASS: PROJEKTOWANIE OPAKOWAŃ Z TWORZYW SZTUCZNYCH

Odwrocenie *status quo* w kwestii praktyk zarządzania odpadami pochodzącymi z opakowań plastikowych poprzez nadanie im właściwości umożliwiających ich recykling pozostaje jednym z kluczowych wyzwań. Zdanie UE jest w tym przypadku jasne: do roku 2030 wszystkie wyroby tworzywowe muszą nadawać się do odzysku oraz ponownego użytku. Proces zmian powinien rozpocząć się zwiększeniem ogólnej wartości odpadów, dzięki projektowaniu dla recyklingu. Każdy produkt wprowadzany na rynek powinien być zaprojektowany w sposób adekwatny do przewidywanego końca jego cyklu życiowego oraz kompatybilny z technologiami odzysku. Idea ta stanowi siłę napędową platformy RecyClass, która zrzesza cały łańcuch wartości branży tworzyw sztucznych; w tym producentów surowców, przetwórców, właścicieli marek handlowych, recyklerów i specjalistów w zakresie gospodarki odpadami, dla których recykling jest podstawą strategii zrównoważonego rozwoju. Podmioty te współpracują nad zwiększeniem możliwości recyklingu oraz rozwojem w kierunku GOZ w kontekście opakowań plastikowych.

Jednym z głównych zadań platformy jest opracowywanie opartych na badaniach naukowych wytycznych dotyczących recyklingu, które bazują na Protokołach Oceny Możliwości Recyklingu (Recyclability Evaluation Protocols). Protokoły te proponują standardową metodologię oceny zachowania się opakowania lub innowacyjnej technologii w ramach nowoczesnych procesów recyklingu, w sposób ilościowy i możliwy do obliczenia. Oceny te są kluczowe dla wspierania innowacji mających optymalizować procesy recyklingu, a także weryfikować ich skuteczność. Rezultaty testów stanowią bazę dla ciągłego uaktualniania wytycznych dotyczących projektowania dla recyklingu, z uwzględnieniem najnowszych technologii obecnych na rynku. Wytyczne odnoszą się do specyfikacji każdego typu opakowania i polimeru, aby móc określić czy należy im przydzielić kategorię „pełnej zgodności”, „limitowanej zgodności” czy też „braku bądź niskiej zgodności”.

Protokoły Oceny Możliwości Recyklingu wraz z wytycznymi są wykorzystywane jako zaplecze do przeprowadzania samooceny za pomocą internetowego narzędzia RecyClass, którego zadaniem jest ocena jakościowa poziomu recyklowalności danego opakowania. Po zakończeniu analizy produkt poddany ewaluacji przydzielany jest do odpowiedniej kategorii, odzwierciedlającej jego pełną (kat. A), częściową lub zerową (kat. F) zdolność do recyklingu. Dodatkowo RecyClass instruuje użytkowników odnośnie do sposobów ulepszania najważniejszych kwestii dotyczących procesu projektowania, tak by wykazywał on zgodność z procesami odzysku. W oparciu o te dokumenty i podstawową metodologię recyklingu¹ opracowywane są też certyfikaty zarówno do jakościowej,

jak i ilościowej oceny produktów końcowych. Aby zapewnić maksymalną przejrzystość oraz bezstronność, certyfikacje przeprowadzane są przez akredytowane jednostki i niezależnych audytorów. Potwierdzając w zweryfikowany sposób możliwości recyklingowe, przyczyniają się one do harmonizowania i zwiększania przejrzystości rynku, a także do budowania zaufania wśród branży oraz konsumentów. Każda firma, która chce poddać ocenie swoje plastikowe opakowanie może odwiedzić stronę www.recyclclass.eu.

¹ RecyClass Recyclability Methodology: <https://recyclclass.eu/recyclclass/methodology/>.

PLATFORMA RECYCLASS WSKAZAŁA PIERWSZE JEDNOSTKI CERTYFIKUJĄCE



Platforma RecyClass poinformowała, że Recoup, SUEZ.Circpack, plastship, Circular Analytics, AIMPLAS, Veolia PET Germany GmbH i REDILO są pierwszymi jednostkami certyfikującymi, które będą stosować metodę RecyClass do oceny możliwości recyklingu opakowań z plastiku. Dwudziestu niezależnych audytorów tych firm uzyskało akredytację do wydawania certyfikatów RecyClass Recyclability dla opakowań z tworzyw sztucznych.

– Dzięki tej współpracy dążymy do promowania opartej na badaniach naukowych metody RecyClass jako obiektywnego sposobu oceny możliwości recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych na rynku. Opracowany przez nas projekt wytycznych dotyczących recyklingu ma kluczowe znaczenie, jesteśmy zatem zadowoleni, że cieszy się tak dużym zainteresowaniem – powiedział Paolo Glerean, prezes RecyClass.

Platforma RecyClass opublikowała „Wymagania dla jednostek certyfikujących i audytorów RecyClass” oraz „Systemy i procedury zarządzania jakością RecyClass”. Dokumenty uzupełniają „Metodologię RecyClass” opublikowaną na początku tego roku i ułatwiają obsługę wydawania certyfikatów. Każda firma zainteresowana oceną i certyfikacją możliwości recyklingu swoich opakowań jest proszona o kontakt z jedną z Jednostek Certyfikujących RecyClass wymienionych na stronie internetowej RecyClass.



I KATEGORIE RUR PVC

Przemysłowa historia poli(chlorku winylu) liczy już prawie 100 lat. W tym czasie PVC zyskał trwałą pozycję rynkową i obecnie stanowi podstawę surowcową do wytwarzania rozmaitych tworzyw polichlorowinyłowych. Zakres stosowania tego tworzywa jest tak szeroki, że bez PVC nie może poprawnie funkcjonować wiele dziedzin współczesnej gospodarki, w tym branża wodno-kanalizacyjna.

W sektorze zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków wykorzystywane są 3 rodzaje rur: PVC-U (nieplastifikowany PVC), C-PVC (chlorowany PVC) oraz PVC-O (zorientowany PVC). Oprócz wielu tożsamyh właściwości, takich jak bezpieczeństwo, trwałość, zrównoważony rozwój i możliwość recyklingu, każdy rodzaj PVC ma swoje własne zalety dla różnych zastosowań.

PVC-U

Nieplastifikowany PVC jest produkowany bez dodawania plastifikatorów. Bywa również nazywany sztywnym PVC. Jest to najpowszechniejszy rodzaj poli(chlorku winylu) wykorzystywany w rurach i kształtkach, w tym do transportu wody pitnej i ścieków, odwadniania oraz zastosowań przemysłowych. Rury i kształtki wykonane z PVC-U mają wiele zalet. Są bezpiecznym materiałem do transportu wody pitnej, cechuje je także lekkość i łatwość w obsłudze oraz przystępna cena. Ich właściwości techniczne obejmują wysokie parametry mechaniczne, trwałość, odporność na czynniki chemiczne i promieniowanie UV. Ponadto rury PVC-U posiadają korzystny profil środowiskowy i nadają się w 100% do recyklingu.

C-PVC

PVC-C, czyli chlorowany polichlorek winylu, jest materiałem pokrewnym z PVC-U, jednak dzięki swojej budowie chemicznej posiada wyższą odporność cieplną (do 80°C), dysponując jednocześnie większą wytrzymałością mechaniczną, a także lepszą

trudnozapałnością i odpornością chemiczną. Poza tym PVC-C dziedziczy po PVC-U takie właściwości jak długa żywotność, brak korozji elektrolitycznej, gładkość powierzchni wewnętrznych, jak również brak wpływu na jakość wody do picia. Powyższe cechy sprawiają, że system rurociągów ciśnieniowych z PVC-C stosuje się do warunków silnie korozyjnych, gdzie materiały takie jak stal nierdzewna wykazują krótką żywotność. C-PVC jest też znacznie bardziej plastyczny niż PVC-U. Dzięki temu rury i kształtki z C-PVC są popularne w systemach wodociągowych. Warto także wspomnieć, że nadają się one w 100% do recyklingu.

Właściwości polichlorku winylu (PVC-U) i chlorowanego polichlorku winylu (PVC-C) zadecydowały o ich szerokim zastosowaniu. Mały ciężar właściwy, duża trwałość, odporność mechaniczna, odporność na korozję, a także na różne związki chemiczne, to główne przyczyny wykorzystywania PVC-U oraz PVC-C jako materiału instalacyjnego w budownictwie jedno i wielorodzinnym oraz w obiektach przemysłowych.

PVC-O

PVC zorientowany molekularnie jest wynikiem procesu produkcyjnego, który przekształca amorficzną strukturę nieplastifikowanego PVC w strukturę warstwową. PVC-O zwiększa wiele zalet wynikających z zastosowania PVC-U, takich jak odporność na korozję, zachowanie jakości wody, efektywność kosztowa i możliwość recyklingu oraz równowaga pomiędzy wytrzymałością, sztywnością i elastycznością.

Rury wykonane z PVC-O są szczególnie korzystne jeśli chodzi o wydajność hydrauliczną, plastyczność, rozprzestrzenianie się pęknięć oraz odporność na uderzenia i zmęczenie. Oznacza to, że PVC-O jest doskonałym wyborem dla rur ciśnieniowych do wody pitnej. Tworzywo dobrze nadaje się również do zastosowań takich jak nawadnianie i przesyłanie ścieków, a rury i kształtki z niego wyprodukowane w 100% podlegają recyklingowi.

I CORAZ WIĘCEJ PROJEKTÓW DOTYCZĄCYCH ZWALCZANIA ZAŚMIECENIA MÓRZ



Światowa Koalicja na rzecz Tworzyw (Global Plastics Alliance – GPA) w swoim raporcie (5th Progress Report) opublikowała informacje na temat działań mających na celu walkę z zaśmieceniem środowiska morskiego przez odpady plastikowe. Do początku 2020 r. realizowanych lub zakończonych jest blisko 400 projektów poświęconych temu zagadnieniu. Oznacza to czterokrotny wzrost od roku 2011, kiedy to Światowa Koalicja Organizacji i Stowarzyszeń Przemysłu Sztucznego rozpoczęła swoją działalność.

Projekty obejmują bardzo szerokie spektrum działań – od kampanii edukacyjnych i społecznych oraz międzynarodowych badań naukowych, poprzez akcje sprzątania i porządkowania plaż, aż po inwestycje i rozbudowę systemów zagospodarowania odpadów.

– Rozpoczęliśmy tę ważną inicjatywę prawie 10 lat temu i pracowaliśmy nad zwiększeniem jej zasięgu – powiedział Keith Christman, dyrektor zarządzający ds. rynków tworzyw sztucznych w American Chemistry Council.

Początek inicjatywy datuje się na 2011 r., kiedy to podczas piątej międzynarodowej konferencji poświęconej problematyce odpadów morskich (The Fifth International Marine Debris Conference) która odbyła się w Honolulu na Hawajach, podpisano Deklarację Global Plastics Associations for Solutions on Marine Litter, znaną również jako Global Declaration.

– Na całym świecie producenci tworzyw sztucznych współpracują z instytucjami publicznymi w celu rozwiązania problemu zanieczyszczenia oceanów plastikiem – mówi Callum Chen, sekretarz generalny Asia Plastics Forum (APF) – W ramach APF zrzeszamy również właścicieli marek i producentów tworzyw, aby

wspólnie stawić czoła kwestii zaśmiecania środowiska morskiego. Zachęcamy do dzielenia się najlepszymi praktykami między krajami członkowskimi, tak aby cały region mógł się rozwijać i ulepszać infrastrukturę gospodarki odpadami w celu zmiany obecnej sytuacji.

– Wyzwania dotyczące problemu odpadów tworzyw sztucznych wymagają globalnej współpracy i odważnych działań – powiedziała Virginia Janssens, dyrektor zarządzająca PlasticsEurope – Potrzebujemy silnych partnerstw pomiędzy przemysłem tworzyw sztucznych i wszystkimi zainteresowanymi stronami, zarówno lokalnymi, krajowymi, jak i globalnymi, aby poradzić temu problemowi i opracować innowacyjne, zrównoważone rozwiązania.

Światowy przemysł tworzyw sztucznych zmierza w kierunku obiegu zamkniętego, w którym surowce są przetwarzane i ponownie wykorzystywane w największym możliwym stopniu. Konsorcjum prawie 40 światowych firm utworzyło Alliance to End Plastic Waste. Sojusz, reprezentujący właścicieli marek, producentów i przetwórców tworzyw sztucznych oraz firmy zajmujące się gospodarką odpadami, postawił sobie za cel zainwestowanie 1,5 mld dolarów w ciągu najbliższych 5 lat, aby wspomóc eliminację odpadów plastikowych.

Wiele z tych wysiłków będzie koncentrować się na rozwoju infrastruktury gospodarowania odpadami w celu wychwytywania i ponownego wykorzystania tworzyw sztucznych w tych rejonach świata, w których większość odpadów trafia do oceanów. Sojusz działa w skali globalnej na rzecz promowania infrastruktury, edukacji i zaangażowania, innowacji i działań w zakresie usuwania odpadów.

UKŁADY PLASTYFIKUJĄCE WTRYSKAREK

część 3 / 3



**FILIPP
PÜHRINGER**

Wittmann Battenfeld

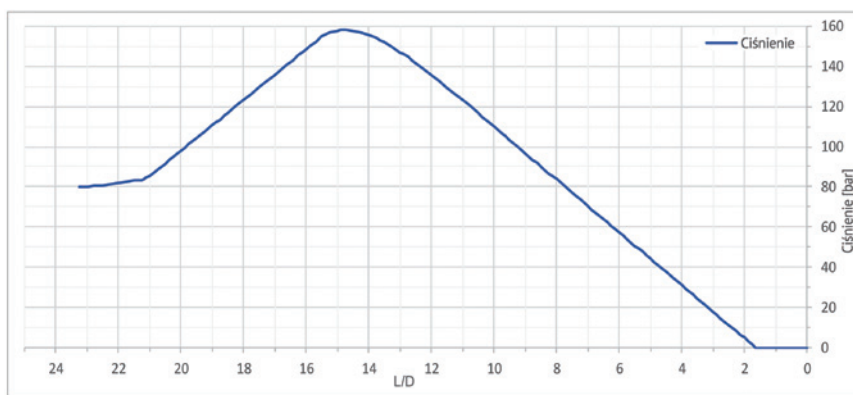
Poprzednie od-
słony publikacji
dotyczyły podstaw
projektowania jed-
nostki plastyfikują-
cej i obliczeń kon-
strukcji ślimaka.
W części 2 przed-
stawiliśmy na przy-
kładzie wybranego
ślimaka obliczenia

dotyczące zachowania wydajności plastyfikacji, zdolności do wytwarzania ciśnienia i procesu topienia materiału. W części kolejnej chcemy przedstawić działania pozwalające na optymalizację konstrukcji ślimaka.

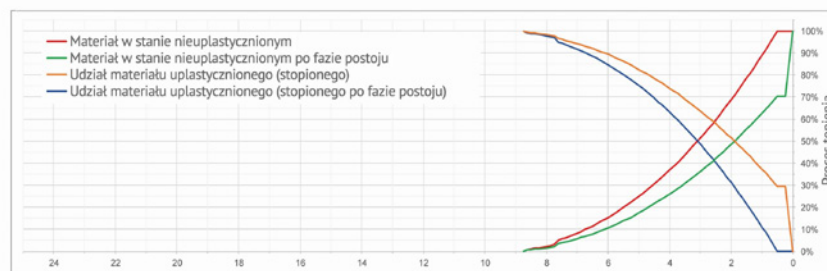
I WYNIKI PIERWSZYCH OBLICZEŃ

Dla opisywanego wcześniej ślimaka uzyskaliśmy średnią prędkość dozowania 12,49 g/s przy ciśnieniu plastyfikacji równym 80 barom i prędkości obwodowej ślimaka 300 mm/s. Ślimak przy powyższych parametrach wykazał wyraźną nadwyżkę zdolności wytwarzania ciśnienia. Przy ciśnieniu plastyfikacji 80 barów ślimak uzyskał szczytową wartość 160 barów. Powinna ona zostać obniżona do ok. 120 barów, w celu ochrony plastyfikowanego materiału przed uszkodzeniem.

Z drugiej strony proces topienia był wyjątkowo pozytywny, ponieważ materiał stopił się już całkowicie po ok. 8D w kierunku transportu. Ważnym aspektem prowadzonych obliczeń optymalizacji ślimaka jest uzyskanie pewności, że tworzywo ulegnie stopieniu i granulki materiału nie przedostaną się w głąb strefy dozowania, czy nawet do obszaru końcówki ślimaka. Materiał pozostający w stanie stałym może powodować uszkodzenie ślimaka lub jego końcówki.



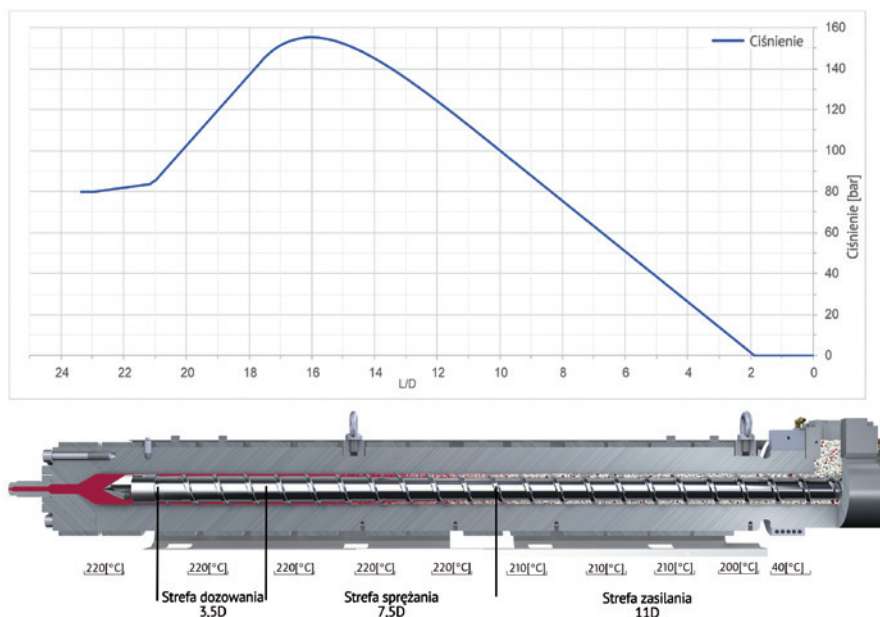
Przebieg ciśnienia wzdłuż ślimaka dla drogi dozowania równej 50 milimetrom



Krzywa topienia ASV dla ślimaka dla drogi dozowania równej 50 milimetrom, pod koniec czasu cyklu

OPTIMALIZACJA GEOMETRII ŚLIMAKA KROK 1 – REDUKCJA DŁUGOŚCI STREFY DOZOWANIA

Pierwszym krokiem optymalizacji powinna być redukcja długości strefy dozowania. Ślimak w strefie dozowania charakteryzuje się stosunkowo płytkimi zwojami. Przy znacznej długości tej strefy może ona powodować wstrzymywanie przepływu materiału i wywoływać efekt płynięcia wstecznego. W badanym ślimaku strefa dozowania wynosiła 5,5D. Dla dalszych obliczeń jej długość zostanie zmniejszona do 3,5D. Jednocześnie dla zachowania stałej długości całkowitej ślimaka 22D wydłużona zostanie strefa sprężania.



Przebieg ciśnienia wzdłuż ślimaka po zmianie długości strefy dozowania

Zmiana długości strefy dozowania wywołała bardzo nieznaczną modyfikację ciśnienia maksymalnego. Jednak ciśnienie szczytowe przesunęło się ku końcówce ślimaka i spadek ciśnienia stał się bardziej gwałtowny. Moment zakończenia topienia materiału przesunął się do 8,9D, a średnia wydajność plastyfikacji wyniosła 13,02 g/s.

Nr	Strefa ślimaka	Długość	Głębokość zwoju	Kąt natarcia zwoju	Liczba zwojów
1	Strefa zasilania	11,0D	5,00	50.00	1
2	Strefa sprężania	7,5D	5,00–2,50	50.00	1
3	Strefa dozowania	3,5D	2,50	50.00	1
4	Końcówka ślimaka	1,96D			

Opis konstrukcji ślimaka po skróceniu strefy dozowania i wydłużeniu strefy sprężania



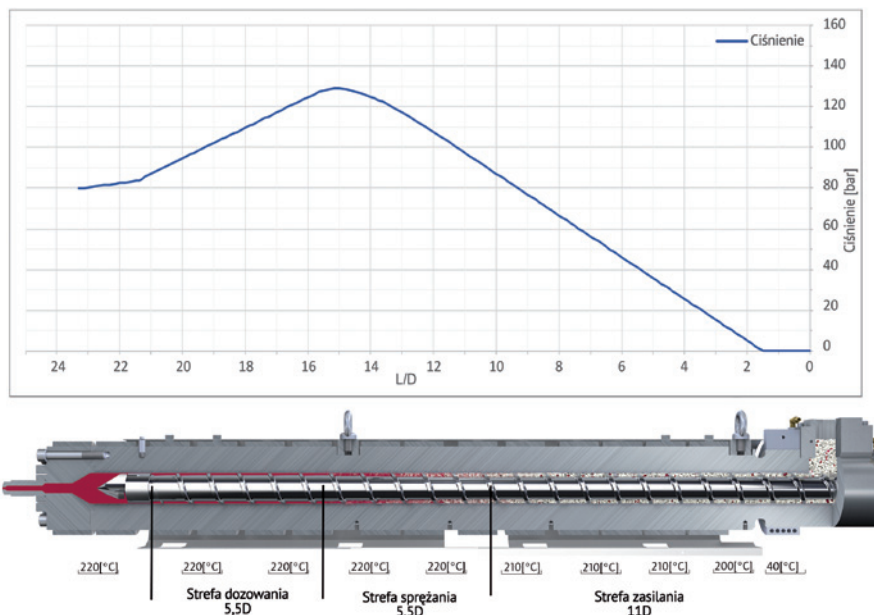
I OPTYMALIZACJA GEOMETRII ŚLIMAKA KROK 2 – ZWIĘKSZENIE GŁĘBOKOŚCI ZWOJÓW ŚLIMAKA W STREFIE DOZO- WANIA

Ponieważ skrócenie strefy dozowania nie przyniosło spodziewanych efektów, w kolejnym kroku zmieniono głębokość zwojów ślimaka w tej strefie. Przed przeprowadzeniem obliczeń wróciliśmy do pierwotnych długości ślimaka, wynoszących odpowiednio: strefa zasilania – 11D, strefa sprężania – 5,5D, strefa dozowania – 5,5D. Pamiętając o zachowaniu współczynnika skoku, możemy dokonać zwiększenia głębokości zwoju o ok. 25%–30%. W przypadku naszego ślimaka wyniosła ona 3,2 milimetra.

Uzyskany przebieg ciśnienia pokazuje znaczącą redukcję ciśnienia szczytowego, które ze 158 barów zostało obniżone na 129 barów. Zwiększenie głębokości zwoju o 28% wywołało więc znacznie bardziej widoczny efekt, niż skrócenie długości strefy dozowania o 36%. Dla ślimaka o zmienionej głębokości zwojów uzyskano wzrost wydajności plastyfikacji do 15,23 g/s, przy przesunięciu punktu zakończenia topienia materiału do 10,4D.

Długość strefy dozowania czy głębokość zwoju ślimaka mogą być zmieniane, podobnie jak i inne parametry konstrukcji: np. długość innych stref czy współczynnik kompresji.

Jeśli badania będą prowadzone dla różnych materiałów, można uzyskać konstrukcję sprowadzoną do wspólnego mianownika, o uniwersalnym zastosowaniu. Takie uniwersalne konstrukcje pod nazwą Uni-



Przebieg ciśnienia wzdłuż ślimaka po zmianie głębokości zwoju o ok. 28%

Nr	Strefa ślimaka	Długość	Głębokość zwoju	Kąt natarcia zwoju	Liczba zwojów
1	Strefa zasilania	11,0D	6,40	50.00	1
2	Strefa sprężania	5,5D	6,40–3,20	50.00	1
3	Strefa dozowania	5,5D	3,20	50.00	1
4	Końcówka ślimaka	1,96D			

Opis konstrukcji ślimaka po zwiększeniu głębokości zwoju

melt są oferowane przez WITTMANN BATTENFELD w standardowym wyposażeniu wtryskarek i charakteryzują się szerokim zakresem zastosowań dla przetwórstwa tworzyw termoplastycznych. W połączeniu z różnymi pakietami ochrony na ścieranie i korozję, ślimaki te spełnią większość wymagań procesu. W przypadkach specjalnych WITTMANN BATTENFELD może pomóc w rozwiązaniu problemów poprzez

stworzenie optymalnej konstrukcji dostosowanej do indywidualnych wymagań.

Przygotowując niniejszą publikację chcieliśmy przedstawić państwu złożoność procesu opracowania konstrukcji i optymalizacji konstrukcji ślimaków. Mamy nadzieję, że omówione fakty pozwolą lepiej zrozumieć proces prowadzony na państwa maszynach.

Grupa WITTMANN z siedzibą w Wiedniu prowadzi działalność na całym świecie. Reprezentowana jest przez 33 przedstawicielstwa, posiada 8 zakładów produkcyjnych zlokalizowanych w 5 krajach. W obecnej postaci funkcjonuje od 1 kwietnia 2008 r., kiedy to WITTMANN przejął austriackiego wytwórcę wtryskarek – firmę BATTENFELD Kunststoffmaschinen GmbH z siedzibą w Kottlingbrunn, powstałą w 1948 r. Z kolei sam WITTMANN został założony w 1976 r. i zajmował się początkowo produkcją rotametrów i termostatów. Kiedy w 1985 r. przedsiębiorstwo zbudowało pierwszego robota CNC, rozpoczęło konsekwentne rozszerzanie swojej oferty w dziedzinie robotyki i systemów sterowania. Połączenie z firmą BATTENFELD doprowadziło do uzupełnienia palety urządzeń peryferyjnych WITTMANN o wtryskarki WITTMANN BATTENFELD. W ten sposób powstało pierwsze przedsiębiorstwo, które może zaproponować przetwórcom tworzyw pełną ofertę wyposażenia.

Wittmann

Battenfeld

enjoy
INNOVATION

Wittmann Battenfeld Polska

05-825 Grodzisk Mazowiecki

Adamowizna. ul. Radziejowicka 108

tel. 0048 22 724 38 07, fax. 0048 22 724 37 99

e-mail: info@wittmann-group.pl, www.wittmann-group.pl



EcoPower
55 – 500 t

www.wittmann-group.com

INNOWACJE W RECYKLINGU XXI WIEKU

Szybki rozwój globalnego przemysłu, wzrost liczby ludności, a także nie do końca prawidłowa gospodarka odpadami tworzywowymi doprowadziły do znacznego zanieczyszczenia środowiska. Sytuacja ta stanowi na dzień dzisiejszy jeden z najważniejszych problemów w kontekście ochrony natury. Większość poruszanych na światowych kongresach zagadnień związanych z zagospodarowaniem odpadów użytkowych jest ukierunkowana głównie na odzysk i zagospodarowanie tworzyw sztucznych. Opracowywane są coraz to nowsze technologie, a także ze względów ekonomicznych i środowisko-

wych w zdecydowany sposób rozwinęły się prace badawczo-rozwojowe związane z zagospodarowaniem tego rodzaju odpadów.

Również firma Konkret Z.R. Trejderowscy podjęła działania w zakresie ochrony środowiska, opracowując nowoczesne technologie procesowe i produktowe z głównym ukierunkowaniem na branżę recyklingu materiałowego. Na tej podstawie w trakcie długoletnich prac badawczo-rozwojowych udało się stworzyć i wdrożyć technologię o nazwie Contalen ACP, przewidzianą do wytwarzania wysokiej jakości surowca wtórnego w postaci regran-

ulatu LDPE oraz folii z pokonsumenckich odpadów polietylenowych pochodzących z selektywnej zbiórki. Na opracowanie tej metody w ramach projektu pn. „Wdrożenie innowacyjnej technologii ACP do produkcji polietylenu z odpadów pokonsumenckich” POIR.03.02.01-04-0013/17 firma Konkret otrzymała dofinansowanie z Działania 3.2.1. Badania na Rynek z Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości, opiewające na kwotę ok. 10 mln złotych.

Przetworzony materiał cechuje się parametrami zbliżonymi do produktów wykonanych z pierwotnego tworzywa oraz znacznie lepszymi od produktów wytworzonych z regranulatu uzyskanego w tradycyjnej technologii. Służy on do wyrobu specjalistycznych bezbarwnych folii budowlanych, ochronnych i innych, w tym opakowaniowych. Opracowana technologia oferuje zupełnie nową jakość surowca z recyklingu pokonsumenckich odpadów polietylenowych oraz możliwość nowych zastosowań w produktach pod kątem własności takich jak: brak żelowania, lepsze właściwości mechaniczne przy statycznym rozciąganiu, lepsza transparentność folii, a także podwyższona barierowość dla pary wodnej (współczynnik oporu dyfuzyjnego S_d).

Dodatkowo materiał ten charakteryzuje się wyższą jakością jeśli chodzi o wygląd wizualny (barwę, połysk i stabilność kształtu), a także polepszonymi właściwościami mechanicznymi i użytkowymi w odniesieniu do produktów tej samej klasy dostępnych na rynku krajowym oraz międzynarodowym. Najnowsze osiągnięcia Konkret sp.j.

Pożyczany parametr	Branża budowlana	Branża opakowań
Polepszona wytrzymałość złącza	TAK	TAK
Polepszona wytrzymałość zgrzewu	TAK	TAK
Obniżenie stopnia żelowania	TAK	TAK
Poprawa transparentności	TAK	TAK
Obniżenie stopnia zamglenia	TAK	TAK
Polepszony opór dyfuzji pary wodnej	TAK	TAK
Polepszone właściwości mechaniczne przy statycznym rozciąganiu	TAK	TAK
Wodoszczelność	TAK	TAK
Odporność na uderzenie	TAK	TAK
Odporność na obciążenie statyczne	TAK	TAK



Zakład Konkret Z.R. Trejderowscy, Wielkie Rychnowo

w postaci badań B+R przeprowadzonych w siedzibie firmy wskazują, że zastosowana technologia wywiera korzystny wpływ na poprawę właściwości użytkowych zarówno regranulatu Contalen ACP, jak i wyrobu gotowego w postaci folii Contalen ACP, zbliżonego do materiału pierwotnego.

Poprawa właściwości mechanicznych i użytkowych jest szczególnie istotna w przypadku zastosowania technologii do

wytwarzania produktów takich jak folie budowlane (w tym paroizolacyjne), a także opakowaniowe. Ważnym czynnikiem jest również pozytywny wpływ środowiskowy związany z wypieraniem surowców pierwotnych przez recyklaty oraz wpisywaniem się w gospodarkę obiegu zamkniętego.

Osiągnięcia firmy Konkret Z.R. Trejderowscy w postaci opracowanej innowacji (zarówno procesowej jak i produktowej) jasno

wskazują, że wykorzystywana technologia pozytywnie oddziałuje na właściwości użytkowe regranulatu i folii ACP, a także na gospodarkę materiałów polietylenowych, które mogą być ponownie poddawane procesowi recyklingu.



Fundusze Europejskie
Inteligentny Rozwój



PARP
Grupa PFR

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



KOLOROWE TWORZYWA ABS W OFERCIE PLASTOPLAN POLSKA SP. Z O.O.

Do produkcji wyrobów gdzie ważna jest wysoka estetyka, wyrazisty kolor i jakość powierzchni, często wybiera się tworzywo ABS. Poza walorami estetycznymi materiał ten ma kilka innych pożądanych cech.

ABS zalicza się do polimerów łatwych w przetwórstwie, a jego okno przetwórcze jest szerokie. Istnieje wiele gatunków tworzywa o zróżnicowanych właściwościach reologicznych, które można odpowiednio dobrać do wyrobu, formy i wtryskarki. ABS jest także wytrzymały, ma dobrą udarność i sztywność. Zawartość kauczuku polibutadienowego w odpowiedniej ilości pozwala uzyskać gatunki tworzywa o docelowych parametrach mechanicznych.

Typowy ABS jest materiałem, który gwarantuje wysoki połysk gotowego wyrobu. By spełnić różnorodne oczekiwania klientów, oferuje się zarówno gatunki o szczególnie wysokim połysku, jak i rodzaje matowe. ABS charakteryzuje się też niską odpornością termiczną. Pewne odmiany tego tworzywa zawierają specjalne do-

datki (*heat boosters*), które podnoszą ich odporność na temperatury powyżej 100°C.

Wyroby z ABS tylko w niewielkiej części są produkowane w kolorze naturalnym. Barwienie tego materiału, wbrew obiegowej opinii, jest procesem dość trudnym. Są tego dwie przyczyny. Jedną to zmienność odcienia tworzywa naturalnego – ABS jest wytwarzany w procesie okresowym i każda szarża ma specyficzną barwę. Jeśli wahania w odcieniu koloru naturalnego są duże, wówczas trudno jest utrzymać stabilność wybarwienia podczas procesu wtrysku z dozowaniem barwnika. Dotyczy to zwłaszcza koloru białego. Problem ten narasta przy stosowaniu tworzywa z różnych źródeł. Drugim istotnym czynnikiem wpływającym na barwienie ABS jest specyfika wyrobów – są to zwykle obudowy składające się z kilku części, gdzie nawet niewielka różnica w kolorze jest natychmiast zauważalna. Niektóre elementy mogą być metalowe (malowane proszkiem), lub wykonane z innego tworzywa (PC, PC/ABS, PS, PP), co dodatkowo utrudnia

dopasowanie koloru. Mając to na uwadze, producenci i przetwórcy chętnie stosują ABS wybarwiony w masie. Materiały zabarwione są oferowane zarówno przez wytwórców polimerów, jak i przez firmy zajmujące się compoundingiem.

Plastoplan Polska Sp. z o.o. oferuje na polskim rynku tworzywa ABS, naturalne i barwione, produkowane przez LG Chem. Ten koreański wytwórca jest ceniony za wysoką jakość, bardzo bogatą ofertę i doskonały serwis. Proponujemy dobór gatunku i koloru na podstawie płytek wzorcowych, fragmentów wyprasek, bądź granulatu innego materiału. Dokładność barw jest bardzo wysoka ($\Delta E < 0,8$), a czas doboru niezwykle krótki. Fabrycznie zabarwione tworzywa LG ABS mają doskonałą powtarzalność koloru i najwyższą jakość. Szeroka oferta materiałów kolorowych obejmuje paletę RAL, wybrane kolory Pantone a także wiele specyficznych barw dobranych według indywidualnych wzorów.



WE COLOR YOUR LIFE!

Plastoplan Polska Sp. z o.o. jest Państwa dostawcą tworzyw sztucznych dla motoryzacji, medycyny, przemysłu elektrotechnicznego, AGD, opakowań i budownictwa. Wspólnie z producentem o ugruntowanej pozycji możemy zaoferować Państwu szeroką ofertę tworzyw, które spełnią Wasze wymagania.

Jesteśmy oficjalnym dystrybutorem LG Chem - wiodącego światowego producenta terpolimerów ABS. Oferujemy tworzywa w kolorze naturalnym oraz tworzywa wybarwione w masie - w kolorach standardowych i specjalnych, wykonanych na życzenie klienta.

Nasz zespół techniczny zajmie się Państwa projektem na wszystkich jego etapach i służy pomocą od momentu projektu wyrobu, przez dobór surowców i narzędzi i parametrów przetwórstwa aż po kontrolę jakości. Własne magazyny, rozwiązania logistyczne oraz doskonale wyposażone laboratorium są w stanie zaspokoić wszelkie potrzeby.

Tworzywo, którego potrzebujesz czeka na Ciebie w naszym magazynie!

Plastoplan Polska Sp. z o.o. | Warszawa | +48 22 295 92 31 | biuro@plastoplan.pl | www.plastoplan.pl

GAMA DOSTAWCÓW



SUROWCE

Tworzywa pierwotne



Besspol Sp. z o.o. Sp. k.
ul. Sokola 10
86-031 Osielsko
tel.: +48 52 381 32 31
handel@besspol.pl
www.besspol.pl



Grupa Azoty ZAK S.A.
ul. Mostowa 30A
47-220 Kędzierzyn Koźle
tel.: +48 77 481 20 00
zak@grupazoty.com
www.oxoplast.com



K.D. Feddersen CEE GmbH
Mariahilferstraße 103/4/62b
A-1060 Wieden, Austria
tel.: +48 795 860 110
dariusz.obarek@kdfeddersen.com
www.kdfeddersen.com



Nexo Plastics Poland Sp. z o.o.
ul. Ruchliwa 15
02-182 Warszawa
tel.: +48 609 114 728
azbucki@nexeoplastics.com
www.nexeoplastics.com



Plastoplan Polska Sp. z o.o.
Aleja Księcia Józefa Poniatowskiego 1
03-901 Warszawa
tel.: +48 22 295 92 31
biuro@plastoplan.pl
www.plastoplan.pl



BRINGS OUT THE BEST IN PLASTICS

Polykemi AB
Bronsgatan 8
271 21 Ystad, Szwecja
tel.: +46 411 797 34
aleksander.kurszewski@polykemi.se
www.polykemi.com



SABIC Poland Sp. z o.o.
Komitetu Obrony Robotników 45A
02-146 Warszawa
tel.: +48 22 4323732
piotr.kwiecien@sabic.com
www.sabic.pl



Textilimpex Sp. z o.o.
ul. Traugutta 25
90-113 Łódź
tel.: +48 42 6361819
sekretariat@textilimpex.com.pl
www.textilimpex.pl

Tworzywa wtórne



J.M. TRADE Jerzy Mróz
ul. Wapienna 6/8
87-100 Toruń
tel.: +48 692 442 940
jm@jmtrade.com.pl
www.jmtrade.pl



ML Sp. z o.o.
ul. Berylowa 7
82-310 Gronowo Górne
tel.: +48 55 2350985
info@mlpolyolefins.com
www.mlpolyolefins.com

BARWNIKI I ŚRODKI POMOCNICZE



Ampacet Polska Sp. z o.o.
ul. Matuszewska 14
03-876 Warszawa
tel.: +48 22 332 35 27
marketing.europe@ampacet.com
www.ampacet.com



Gabriel-Chemie Polska Sp. z o.o.
ul. Obywatelska 128/152
94-104 Łódź
tel.: +48 42 2537355
info@pl.gabriel-chemie.com
www.gabriel-chemie.com

SUROWCE CHEMICZNE



PCC Rokita S.A.
ul. Sienkiewicza 4
56-120 Brzeg Dolny
+48 71 794 2000
products@pcc.eu
www.products.pcc.eu

MASZYNY

Wtryskarki



ARBURG Polska Sp. z o.o.
Al. Jerozolimskie 233
02-495 Warszawa
tel.: +48 22 72 38 650
poland@arburg.com
www.arburg.pl



Asten Group Sp. z o.o.
Bór 77/81
42-202 Częstochowa
tel.: +48 34 3608877
biuro@piastigo.pl
www.piastigo.pl



Dopak Sp. z o.o.
ul. Sokalska 2
54-614 Wrocław
tel.: +48 71 3584000
dopak@dopak.pl
www.dopak.pl



Sumitomo (SHI) Demag Plastics Machinery Polska Sp. z o.o.
ul. Jagiellońska 81/83
42-200 Częstochowa
tel.: +48 34 370 95 40
sdpl.info@shi-g.com
www.poland.sumitomo-shi-demag.eu

URZĄDZENIA PERYFERYJNE



Master Colors Sp. z o.o.
ul. Wędkarzy 5
51-050 Wrocław
tel.: +48 71 3500525
biuro@mastercolors.com.pl
www.mastercolors.com.pl



ENGEL Polska Sp. z o.o.
ul. Ostródzka 50B
03-289 Warszawa
tel.: +48 22 510 3801
info.pl@engel.at
www.engelglobal.com



Wittmann Battenfeld Polska Sp. z o.o.
05-825 Grodzisk Mazowiecki
Adamowizna, ul. Radziejowska 108
tel.: +48 22 7243807
info@wittmann-group.pl
www.wittmann-group.com



Moretto East Europe Sp. z o.o.
ul. Strefowa 8
42-202 Częstochowa
tel.: +48 34 390 36 15
info@morettoeurope.com
www.moretto.com



FENI-TECH S.C.
ul. Rzemieślnicza 12
05-270 Marki
tel.: +48 512 567 464
info@feni-tech.pl
www.feni-tech.pl

WYTŁACZARKI

MASZYNY DO TWORZYW SZTUCZNYCH



POL-SERVICE Jacek Majcher
ul. Budziwojska 90
35-317 Rzeszów
tel.: +48 17 2293456
maszyny@pol-service.pl
www.pol-service.pl

FORMY I AKCESORIA DO FORM



KNARR Vertriebs GmbH
Gunterstraße 31
95233 Helmbrechts, Niemcy
tel.: +48 664 349424
grzegorz.kosznik@knarr.com
www.knarr.com



Hurmak Polska Sp. z o.o.
ul. Kościuszki 5
78-320 Połczyn Zdrój
tel.: +48 503 147 024
jm@hurmak.pl
www.hurmak.pl



WW Ekochem Sp. z o.o. Sp.k.
ul. Akcyjowa 1, Głogowo
87-123 Dobrzejewice
tel.: +48 56 6742005
biuro@wwekochem.com
www.wwekochem.com

OPAKOWANIA



Jokey Poland Sp. z o.o.
ul. Spacerowa 4
47-230 Kędzierzyn-Koźle
tel.: +48 77 4060900
info@jokey.com
www.jokey.com



MAPRO Polska S.A.
ul. Złota 197
42-202 Częstochowa
tel.: +48 887 040 045
biuro@mapropolska.pl
www.mapropolska.pl

URZĄDZENIA DO RECYKLINGU



EREMA Engineering Recycling Maschinen und Anlagen GmbH
Unterfeldstrasse 3
4052 Ansfelden, Austria
tel.: +43 732 31 90 0
erema@erema.at
www.erema.com

WYROBY DLA LOGISTYKI



Georg Utz Sp. z o.o.
ul. Nowowiejska 34
55-080 Kąty Wrocławskie
tel.: +48 71 316 77 60
info.pl@utzgroup.com
www.utzgroup.com

Zainteresowany stałą obecnością w Gamie Dostawców?

Logo, nazwa firmy, adres, telefon, e-mail, strona www, aktywne odnośniki w wersji elektronicznej

Cena rocznego wpisu:
12 wydań x 400 PLN netto

Skontaktuj się z nami:
tel.: +48 530 704050
tel.: +48 530 206666
info@plastecho.pl

Promocja „PREMIERA PLAST ECHO”

Na wszystkie usługi zamówione do końca roku 2020 obowiązuje rabat 50%.

POLIETYLENOWY MOST W TATARSTANIE



**ALICJA
DANKOWSKA**

Plastech.pl

Wieś Jełantowo, powiat niżniekamski, Tatarstan. Mieszkańcy czekali na niego ponad 20 lat. Zanim powstał, chcąc prze- dostać się na drugą stronę rzeki byli skazani na ponad 3-kilometrową

przeprawę ruchli- wym mostem drogowym, a dziś muszą pokonać tylko 95-metrową kładkę dla pieszych. Ów plastikowy, pontonowy most miał swoją premierę w 2019 r., kiedy to połączył prawy i lewy brzeg rzeki Szeszma (dopływ Kamy).

– Mieszkańcy czekali ponad 20 lat na po- jawienie się nowego mostu w miejsce sta- rego – mówi szef osiedla wiejskiego Jełan- towo, Raif Gainutdinow – Zajmowaliśmy się tym problemem od więcej niż dwóch dekad. Rzecz w tym, że niedaleko wioski znajduje się duży most drogowy, a w Je- łantowie jest potrzebna przeprawa tylko dla pieszych, aby można było dostać się z jednej części osady do drugiej bez prze- chodzenia 7 kilometrów. Stary most, który jest również mostem pontonowym, niszczał i stał się bezużyteczny; nie było zaś środków na jego kapitalny remont.

Gainutdinow poinformował, że nowy pon- tonowy most z plastiku został zbudowany dzięki prywatnym inwestycjom, które po- wstały przy pomocy jednego z posłów Rady Państwowej Tatarstanu, który przyciągnął inwestorów po tym, jak zaapelowali do niego mieszkańcy wsi. Koszt konstrukcji mostu wyniósł ok. 2,4 mln rubli.

Jedynym problemem jest to, że nowa prze- prawa jest sezonowa; trzeba będzie ją bowiem usunąć na okres dryfowania lodu i zamarzania rzeki, aby konstrukcja nie uległa uszkodzeniu. Ale Gainutdinow jest pewien, że mieszkańcy wsi wraz ze specja-



listami poradzą sobie z tym problemem – most jest dość łatwy i do rozłożenia, i do montażu.

Według administracji powiatu niżnie- kamskiego, we wsi Jełantowo mieszka 710 osób, z czego ok. 250 na lewym brze- gu rzeki. Jednocześnie na prawym brzegu znajdują się wszystkie obiekty społeczne – szkoła, przedszkole, sklep, punkt me- dyczny, dom kultury, bank, administracja. Aby dostać się z jednej części Jełantowa do drugiej, ludzie musieli niegdyś pokonać odległość aż 3,5 kilometra w jedną stronę.

Nowy most pontonowy jest przeznaczony tylko dla pieszych; składa się z 760 ele- mentów, jego szerokość wynosi 2 metry, natomiast długość – 95 metrów. Może być bezpiecznie użytkowany w temperaturach od –30°C do 40°C. Kładka jest niska, mocna i wyposażona w poręcze, a powierzchnia jej modułów posiada specjalną antypoślizgową powłokę, dzięki której można bez- bezpiecznie się po niej przemieszczać.

Autor zdjęć: Rustan Islamow

Źródło zdjęć: <https://e-nkama.ru>

I NANOCZĄSTECZKI POLIMEROWE A SPOWOLNIENIE ROZWOJU PANDEMII COVID-19

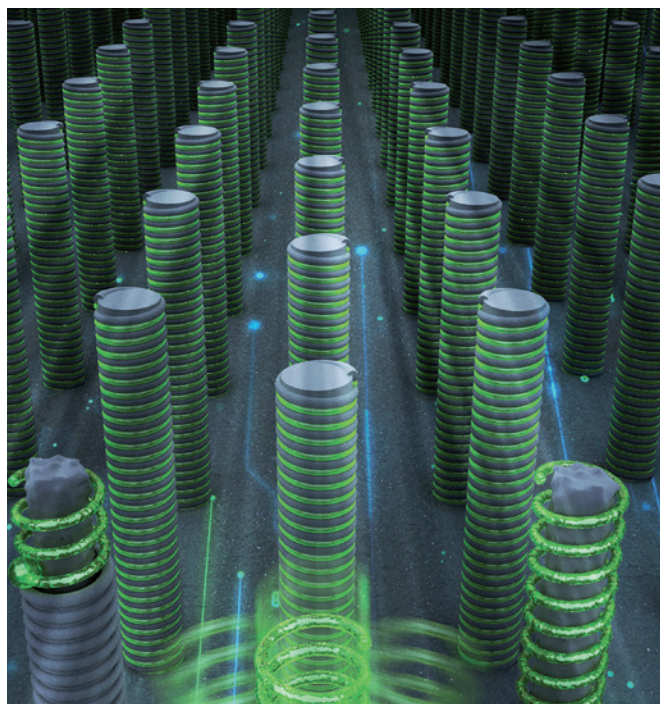
Od 17 listopada 2019 r. w Wuhan wykryto chorobę COVID-19, przekształciła się ona w międzynarodowy kryzys zdrowotny. Do 16 sierpnia 2020 r. odnotowano 21,47 mln przypadków zachorowań, w tym ponad 766 tys. zgonów. Obecnie na świecie w różnej fazie badań jest ponad 165 różnych szczepionek przeciw COVID-19, zaś 30 spośród nich znajduje się w fazie testów na ludziach. Część firm deklaruje, że jest w stanie wyprodukować setki milionów dawek szczepień, które mogą być dostępne już na przełomie 2020 i 2021 r.

11 sierpnia Władimir Putin zaszokował świat ogłaszając, że szczepionka przeciw COVID-19 została zarejestrowana w Rosji, a w planach jest wytworzenie ok. 30 mln szczepionek na własny użytek oraz kolejnych 170 mln do użytku w innych krajach. Szczepionka Sputnik V od 15 sierpnia jest już w produkcji i, jak wynika ze słów przedstawicieli rosyjskiego resortu zdrowia, ma ona zapewnić pacjentom odporność na okres do 2 lat. Światowa Organizacja Zdrowia poinformowała, że nie może doczekać się przeglądu wyników badań klinicznych, podczas gdy zagraniczni eksperci bardzo sceptycznie podchodzą do informacji płynących z Moskwy. Niemieckie ministerstwo zdrowia podało w wątpliwość jakość i bezpieczeństwo Sputnika V, zwracając uwagę na brak danych na temat skuteczności i bezpieczeństwa środka. Rzeczniczka ministerstwa zastrzegła, że szczepionka zostanie dopuszczona do użytku w UE dopiero po przejściu pełnych testów klinicznych.

Naukowcy jednak nie tracą czasu i oprócz prowadzenia prac nad szczepionką badają również szereg innych sposobów na pokonanie koronawirusa. Od samego wybuchu epidemii analizowana jest możliwość wykorzystania nanocząstek w walce z SARS-CoV-2. Zdaniem grupy amerykańskich uczonych z University of California San Diego oraz Boston University School of Medicine, zamiast blokować wirusowi możliwość wejścia do komórki, lepiej jest zaoferować mu inne miejsce, które może zaatakować.

17 czerwca na łamach czasopisma „Nano Letters” badacze opublikowali wyniki testów nanogąbek mogących uniemożliwić wirusowi wnikanie do komórek organizmu zakażonej osoby. Koronawirus „doczepiałby się” do nanogąbki, a tym samym nie wnikałby do komórek ludzkich i nie mógłby się replikować. W tym celu naukowcy z San Diego i Bostonu proponują wprowadzenie do organizmu nanocząsteczek polimeru pokrytego komórkami nabłonka płuc, zawierających receptory ACE2 i CD147, których białka korony SARS-CoV-2 używają do inwazji. Wirus zaatakując taką nanogąbkę i ominię prawdziwą komórkę, przy czym sztuczny twór uniemożliwi mu replikację.

Sama idea funkcjonuje już od kilku lat w świecie naukowym i była proponowana do walki z różnymi wirusami. Wyniki testów przeprowadzonych w Boston University's National Emerging Infectio-



us Diseases Laboratories pokazują, że w warunkach laboratoryjnych metoda może być skuteczna nawet w 93%. Testom poddano też nanogąbki pokryte makrofagami, czyli komórkami również atakowanymi przez SARS-CoV-2. W testach ich skuteczność była porównywalnie duża; potrafiły one ograniczyć potencjał zakaźny koronawirusa o 88%. Badacze z UC San Diego nazywają swój wynalazek nanogąbkami, ponieważ podane w odpowiedniej dawce potrafią „wchłonąć” koronawirusy oraz uniemożliwić ich replikację. Dzięki temu układ odpornościowy jest w stanie samodzielnie zwalczyć intruza. Autorzy metody chcieliby, tak szybko jak to tylko będzie możliwe i bezpieczne, rozpocząć testy z udziałem ludzi.

– Zazwyczaj twórcy leków na choroby zakaźne muszą bardzo głęboko wniknąć w naturę patogenu, by znaleźć jego słabe miejsce, które lek może zaatakować. Nasze podejście jest inne. My musimy wiedzieć tylko, które komórki organizmu są obiektem ataku. Chronimy je, oferując wirusowi całą armię fałszywych celów – tłumaczy prof. Liangfang Zhang, ekspert nanoinżynierii z UC San Diego Jacobs School of Engineering – Kolejnym interesującym aspektem jest fakt, że nawet jeśli SARS-CoV-2 będzie mutował, tak długo jak nie przestanie atakować komórek, które my podrabiamy, nanogąbki powinny być skuteczne. Nie o wszystkich obecnie przygotowywanych lekach czy szczepionkach można to powiedzieć – dodaje Zhang. Jego zdaniem metoda może być skuteczna nawet wobec innej, przyszłej pandemii.

Źródło: *Cellular Nanosponges Inhibit SARS-CoV-2 Infectivity*
Nano Lett. 2020, 20, 7, 5570–5574
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.0c02278>

PLASTIKOWE PIENIĄDZE

Zanim pojawiły się pieniądze, ludzie za różnego rodzaju usług płacili sobie wszystkim, co mogło mieć jakąkolwiek wartość dla wymieniających się stron: zwierzęcymi skórąmi, muszlami, koralikami itd. Do najcenniejszych środków płatniczych należała też sól. W średniowiecznej Polsce miała ona taką wartość, że sądy wymierzały grzywny liczone w jej kruszczach. Tu właśnie należy szukać korzeni powiedzeń „słona cena” i „słono za coś płacić”. Dziś coraz częściej uiszczamy należności kartami kredytowymi, lecz ta historia wcale ich nie dotyczy.

Przyjmuje się, że w okresie od 9000 do 6000 r. p.n.e. podstawowym środkiem płatniczym było bydło. Wraz z pojawieniem się rolnictwa, zaczęto również stosować zboże jako standardową formę handlu wymiennego. Za twórców monet historycy uznają Fenicjan, którzy prawdopodobnie jako pierwsi opanowali wytop i produkcję wyrobów z brązu. Inni powiadają, że pierwsze monety pochodzą z VII w. p.n.e. i wykonane zostały z elektum, czyli stopu złota i srebra. Tę działalność przypisuje się cywilizacji greckiej, a konkretnie mieszkańcom Lidii położonej na zachodnich wybrzeżach Azji Mniejszej, czyli na terenie dzisiejszej Turcji. Pierwszą angielską monetę zwaną pensen wprowadził anglosaski król Offa w 790 r. I to właśnie Anglosasom zawdzięczamy najbardziej rozpoznawalny symbol oszczędzania jakim jest... świnka. A stało się to za sprawą językowych wygibasów. Poddani angielskich królów zwykli przechowywać monety w glinianych stojakach, których jedna odmiana miała staroangielską nazwę *pygg*. Z kolei staroangielska świnka (*picga*) z biegiem czasu zmieniła się w *piggy*. Niemal jednakowe brzmienie tych wyrazów sprawiło, że w XIX w. pewien brytyjski garncarz postanowił połączyć oba elementy i tak narodziła się funkcjonująca do dziś świnka skarbonka.

Za twórców pierwszych banknotów uważa się Chińczyków, którzy w czasach dynastii Han (ok. 118 r. p.n.e.) wprowadzili do obiegu rodzaj weksli wykonanych ze skóry jelenia. Były one wymienne na kruszec, a ich ważność była ograniczona do 3 lat. W Europie papierowe pieniądze pojawiły się 700 lat później. Otóż Szwedzi wymyślili, by do obowiązującej waluty opartej na złocie i srebrze włączyć miedź. Poniekąd zostali do tego zmuszeni, gdyż po licznych wojnach prowadzonych w XVII w. dwóch pierwszych kruszców im, mówiąc krótko, „nieдостаowało”. Pomysł wydawał się znakomity, bowiem miedzi w Szwecji było pod dostatkiem. System waluty kruszczowej polegał jednak na tym, że wartość metalu z którego wykonana była moneta powinna odpowiadać jej nominałowi. A ponieważ miedź była tania, powstałe w ten sposób „monety” (zwane platmyntami) miały monstrualne rozmiary i ważyły ok. 20 kilogramów. Dlatego w 1668 r. powstał Szwedzki Bank Państwowy, w którym obywatele mogli deponować swoje

platmynty. W zamian instytucja wydawała im pokwitowania, które w każdej chwili mogli wymienić na kruszec.

Pierwsze polskie banknoty zawdzięczamy Tadeuszowi Kościusce. To właśnie on, pod wpływem doświadczeń amerykańskich i francuskich, zdecydował się na taki sposób sfinansowania insurekcji w 1794 r. Dla wczesnych dziejów pieniądza papierowego charakterystyczne było to, że emitowano głównie banknoty wysokich nominałów. Zakładano, że będą z nimi mieli do czynienia raczej ludzie zamożni, tzn. umiejący czytać. Dla biedniejszych zaś rezerwowano raczej bilon. Dopiero w XX w. zauważono, że ze względów psychologicznych nie jest dobrze, kiedy najwyższe nominały banknotów opiewają na sumy niedostępne dla większości obywateli – dlatego dziś przestrzega się zasady, że największy nominał nie powinien przekraczać poziomu średniej płacy; co oczywiście nie ma żadnego wpływu na zmniejszenie ludzkiej chęci posiadania. Szybko zorientowano się, że jednym z najprostszych sposobów zdobycia „mamony” (słowo wywodzące się od aramejskiego *ma'mon*, oznaczającego zysk) jest wyprodukowanie banknotów na własny rachunek.



Historia fałszerstw jest tak długa, jak historia pieniądza. Najstarszego z nich miał dokonać Polikrates – władca wyspy Samos. Użył on podrobionych monet do spłaty swojego długu wobec Sparty. W starożytnym Rzymie kara za fałszerstwo była niezwykle wysoka; każdy kto pokusił się na łatwy pieniądz mógł przytłąć to życiem, bowiem oszustów albo palono żywcem, albo rzucono na pożarcie zwierzętom podczas igrzysk. Wyznaczając tak drakońskie kary starożytni szybko zrozumieli, że fałszerze podważają wiarygodność władcy jako emitenta pieniędzy. I postanowili srogo za to karać, co zresztą nie uległo zmianie do dzisiaj – w Polsce podrobienie pieniędzy (art. 310 § 1 k.k.) podlega karze od 5 do aż 25 lat pozbawienia wolności.

W 1588 r. trzeci statut litewski głosił: *Ktoby monetę naszą fałszował, przeprowował, i obrzezywał, tak też mincarze naszy, którzy złoto, srebro i inszą materią należącą i przysłuchującą ku myncy fałszowaliby, zlewali, mieszały ku pożytkowi swemu, a ku szkodzie Rzeczy-*

spolitej: a tegoby się na nich doświadczone, ci mają być na gardle ogniem karani bez miłosierdzia. „Na gardle ogniem karani” oznacza spalenie na stosie. Parającym się podrabianiem pieniędzy groziły też skutki w postaci gotowania w kotle i wlewania do gardła metalu z roztopionych fałszywych monet. Skazanym obcinano także ręce, bądź za pomocą fałszywych stempli wypalano znamiona na twarzy i innych widocznych częściach ciała.

Oczywiście dzisiejsze banknoty to istne dzieła sztuki wykonane za pomocą najnowocześniejszych technologii, również świetnie zabezpieczone. Jednak wadą pieniędzy papierowych jest ich niewielka trwałość; bywa to szczególnie uciążliwe w gorącym i wilgotnym klimacie, gdzie żywotność banknotu dodatkowo się skraca, a dość delikatny materiał jest narażony na uszkodzenia. Dlatego już kilkadziesiąt lat temu firmy produkujące walutę na zlecenie banków centralnych zaczęły eksperymentować z tworzywami sztucznymi. Początki, jak to zwykle bywa, były trudne. W 1980 r. Bank Centralny Haiti wydał banknot o wartości 50 Gourde wydrukowany na podłożu o nazwie Tyvek, wynalezionym już w 1955 r. przez firmę DuPont. Ten szczególny banknot był wynikiem programu rozwojowego zakładającego próbną emisję pieniędzy nowego typu o przedłużonej żywotności. Banknoty na podłożu Tyvek pod względem właściwości fizycznych znacznie przewyższały te produkowane na papierze. Główny problem dotyczył jednak przyczepności farby. W wilgotnym, tropikalnym klimacie pieniądze stawały się wyblakłe, rozmazane i wyglądały jak fałszyfikaty. W skrajnych przypadkach nie było możliwe nawet odczytanie na nich nominału.



Przełomem okazało się stworzenie folii PP orientowanej dwuosiowo (BOPP), co wykorzystała Australia – pierwszy kraj na świecie, w którym plastikowe pieniądze zastąpiły papierowe. W 1988 r. Bank Rezerw Australii (RBA) wydał dziesięciodolarowy, okolicznościowy banknot polimerowy. Zawierał on zarówno pierwsze przezroczyste okna, jak i pierwszy hologram. Dzięki temu był to najlepiej zabezpieczony banknot w tym czasie. Pieniądze z pierwszej emisji nie były jednak bez wad – portret można było łatwo usunąć z folii, a jasny lakier ścierał się z przezroczystego okna. Naukowcom udało się jednak wyeliminować te problemy w kolejnych emisjach. W 1996 r. zdecydowano, że plastikowe banknoty w pełni zdały egzamin i w efekcie zastąpiono nimi dotychczasowe środki płatnicze.

Jedną z podstawowych zalet BOPP była jego zdolność do wykorzystania wszystkich zabezpieczeń, w tym druku offsetowego, typograficznego i sitodruku. Skuteczność niektórych z nich została jeszcze wzmocniona ze względu na efekt synergii uzyskiwany przez gładkie powierzchnie i przezroczyste okna. Rosnąca popularność banknotów polimerowych spowodowała, że w 1996 r. RBA wspólnie z Innovia Films, brytyjskim wytwórcą folii PP, zawiązały spółkę Securency Pty Ltd. Firma ta jest producentem banknotów na podłożu o nazwie handlowej Guardian, które oferuje 16 rodzajów unikalnych zabezpieczeń. Aktualnie pieniądze tego typu są emitowane przez ponad 30 państw, w tym Wielką Brytanię, Meksyk, Wietnam, Nową Zelandię czy Rumunię. Obecnie w obiegu na całym świecie pozostaje już kilka miliardów sztuk banknotów polimerowych. Oczywiście Polacy nie gęsi i swój plastik mają. Pierwszy polski pieniądz polimerowy to banknot kolekcjonerski o nominale 20 złotych, wyemitowany w 2014 r. z okazji setnej rocznicy utworzenia Legionów Polskich.

Jakie są najważniejsze zalety banknotów polimerowych? Mają więcej zabezpieczeń, więc są trudniejsze do podrobienia; pozostają czyste dłużej niż dotychczasowe, nawet jeśli wylejesz na nie kieliszek czerwonego wina; są znacznie trwalsze, mogą więc pozostać w obiegu 2,5 razy dłużej niż ich papierowe odpowiedniki. Co więcej, eksperci zapewniają, że do banknotów tych nie będzie się lepić kokaina. Ta istotna informacja jest niejako komentarzem do wyników badań, z których wynika że na każdym ze znajdujących się w obiegu banknotów znaleziono swego czasu mikroskopijne ilości narkotyku. Badania te odnosiły się do Wielkiej Brytanii, więc nas oczywiście nie dotyczą (może oprócz Warszawy).

Czy mają jakieś wady? Po pierwsze – są z plastiku, a dla wielu osób wystarczy to, aby uznać je za „złe”. Nie można też ich przedrzeć. Powiecie że to zaleta, a nie wada? Otóż niekoniecznie. Po II wojnie światowej Finowie postanowili dokonać częściowej dewaluacji swojej narodowej waluty, która polegała na tym, że banknoty przecinano na pół. Po co? Spieszę z wyjaśnieniem: prawą połówkę składano jako obowiązkową pożyczkę w banku, lewa zaś pozostawała tymczasowo pieniądzem obiegowym posiadającym połowę wartości nominalnej. W ten sposób zyskiwano czas na przygotowanie nowej emisji banknotów. Jeśli zatem przyjdzie komu do głowy reformować system finansowy na sposób fiński, to z pieniędzmi z plastiku będzie to zdecydowanie trudniejsze.

Finowie ogólnie mają dość swobodne podejście do pieniędzy, chociaż zapewne potrafią świetnie je liczyć. W odmiennosci do innych krajów, które na swoich banknotach umieszczają z reguły a to jasnie im panujących, a to rodzimych bohaterów czy uczonych, ci dowcipnisie już przed wojną swoją walutę przyozdabiali grupami... golasów. Tak. Po prostu. No cóż – przypominam, że właśnie kończyć się lato.

Janina O. Lefina

PO CIEMNEJ STRONIE MOCY



**KRZYSZTOF
NOWOSIELSKI**

ML Polyolefins

Obserwując toczącą się w mediach dyskusję na temat tworzyw sztucznych i negatywny wydźwięk komentarzy samozwańczych ekspertów w tej dziedzinie, odnoszę wrażenie że jesteśmy o krok od ogłoszenia, że praca w naszej branży to ciągłe bycie po „ciemnej stronie mocy”. Przez chwilę, zaraz gdy wybuchła pandemia COVID-19 i ludzie docenili wszelkie jednorazowe środki służące higienie osobistej, plastik był bohaterem. Ale sprawy szybko wróciły do smutnej normy...

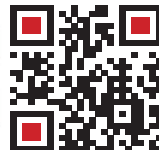
Pewne zachowania wynosi się z domu, więc problem tkwi w wychowaniu i mentalności. *Ad vocem*: nigdy nie mogłem zrozumieć, jak można np. na polu biwakowym zostawić po sobie śmietnik, jeżdżąc w to miejsce rok w rok, a przy kolejnej wizycie narzekać na brud dookoła... Próbuje my walczyć ze skutkami, a nie z przyczyną. Nie docieramy do sedna problemu, nie edukując społeczeństwa i nie ucząc go żyć w czystym otoczeniu. Zamiana słomek z plastikowych na papierowe – może i świetny ruch, ale jeśli ktoś rzuci tę pierwszą koło śmietnika, to z tą drugą postąpi tak samo. Oczywiście dla środowiska będzie to mniej szkodliwe, ale tu nie chodzi tylko o kwestię jego degradacji.

Tworzywa sztuczne towarzyszą człowiekowi od drugiej połowy XIX w., chociaż oczywiście swój rozkwit przeżyły na przełomie wieku obecnego i minionego stulecia. Powstały z potrzeby wydobycia materiałów o niespotykanych w naturze właściwościach użytkowych, a popularność zawdzięczają łatwości, szybkości i niskim kosztom przetwórstwa. Podobnie jak metal, szkło, czy ceramika, po zakończeniu cyklu życia stają się odpadem. I podobnie jak wspomniane materiały, jeżeli nie zostaną powtórnie przetworzone, czy też nie trafią na składowisko odpadów, stanowią zwykłe śmieci, które zanieczyszczają środowisko naturalne. Szkodzące temu środowisku bardziej, niż inne produkty ludzkiej myśli technicznej, ale degradacja ekosystemu nie jest celem ich producentów. To ludzie, w niewłaściwy sposób postępujący z odpadami, przyczyniają się do tego że Ziemia staje się śmietnikiem. I od tego należałoby zacząć dyskusję nad zanieczyszczeniem środowiska.

Owszem, tworzywa sztuczne nie ulegają szybkiej degradacji w warunkach naturalnych, ale każdy śmieć, czy to rzucony na chodnik, czy też wyrzucony na pobocze z pędzącego auta, razi w oczy. Akurat wytwórcy tworzyw o swoje odpady dbają, doskonale znając ich wartość. Stąd ich segregacja i wtórne wykorzystanie bądź sprzedaż. Jasne, część dyscyplinują rygorystyczne przepisy, ale to jednak margines. Problem tkwi gdzie indziej – to społeczeństwa niepotrafiące zadbać o porządek wokół siebie powodują, że spacerując po lesie co chwilę natykamy się na woreczki foliowe, puste szklane butelki, kapsle i inne odpady. O ile w tzw. krajach zachodnich, czy też rozwiniętych sytuacja nie wygląda tak źle – chociaż wciąż nie mogę się nadziwić publicznym śmietnikom wokół których często jest więcej śmieci, niż w samym koszu – to już w wielu państwach rzeczą naturalną jest wyrzucanie odpadów do rzek, które płyną dalej do mórz i oceanów.

Mamy zmierzać w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym, oszczędzając surowce naturalne i wzmacniając cyrkulację już krążących w obiegu gospodarczym materiałów. Nie tylko tworzyw sztucznych, ale także makulatury; choćby po to, by ograniczyć wycinkę lasów. Podstawą do tych działań jest w pierwszej kolejności trafiać do śmietnika, a nie eliminacja kolejnych produktów z rynku. Właściwy zbiór i segregacja śmieci oraz projektowanie produktów w sposób, który pozwoli na odzysk maksymalnie największej masy odpadów są kluczem do sukcesu. Jednak dokonanie tego nie będzie możliwe bez uświadomienia społeczeństwa odnośnie do jego roli w circular economy oraz nauczania ludzi właściwego postępowania. Gdyby np. samorządy z taką samą gorliwością jak za walkę z plastikiem zabrały się za edukację najmłodszych, to byłoby to zdecydowanie bliżej sukcesu.

Sformułowania, które przytoczyłem na wstępie – o „ciemnej stronie mocy”, użyłem podczas ubiegłorocznej konferencji Bezpieczne Opakowanie, wśród przedstawicieli branży opakowaniowej. Gdyby społeczeństwa na świecie były tak samo świadome co do właściwego postępowania z odpadami jak nasze koleżanki i koledzy zajmujący się produkcją wyrobów z tworzyw sztucznych, to wszelkiej maści eksperci i politycy robiący karierę na walce z plastikiem byłoby bezrobotni. Przez 2 dni miałem okazję przysłuchiwać się, w jaki sposób firmy opakowaniowe prowadzą gospodarkę odpadami, projektują swoje produkty w sposób umożliwiający ich recykling oraz maksymalizują odzysk surowców. Pomimo świetnej organizacji pracy, na konferencję dotarli głodni wiedzy i z chęcią wdrażania coraz to nowszych rozwiązań, ewidentnie znajdując się po jasnej stronie mocy...



WORTAL TWORZYW SZTUCZNYCH I OPAKOWAŃ



KATALOG
FIRM



OFERTY
B2B



TARGI
I WYDARZENIA



NAJNOWSZE
WIADOMOŚCI



CENY
TWORZYW



FORUM
DYSKUSYJNE



BIZNES
BEZ
WIRUSÓW

WWW.PLASTECH.PL



WWW.PLASTECH.PL

