

# Detekce cizích předmětů v potravinách mikrovlnným radarem

Skenery pracující v mikrovlnné oblasti dokážou detekovat změny struktury uvnitř materiálu, které nejsou rentgenovými přístroji viditelné. Jednou z oblastí, v nichž se tyto přístroje uplatní, je potravinářství, kde je možné detekovat cizí tělesa v potravinách. Využitím mikrovlnných skenerů v tomto oboru se zabývá Fraunhoferův ústav FHR ve Wachtbergu (SRN).

Většina lidí má určitá očekávání, když si na něčem pochutnávají nebo něco pijí: očekávají, že jídlo nebo pití bude vypadat, vonět a chutnat tak, jak má. A rozhodně neočekávají, že kousnou do něčeho, co do jídla nepatří.

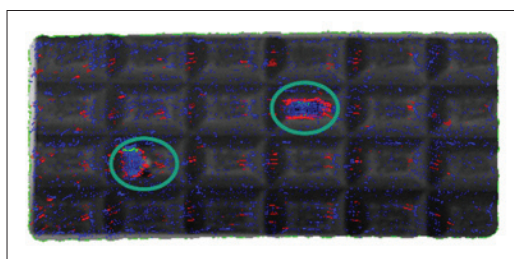
Šťastlivci jsou ti, kteří objevili cizí předmět v jídle dříve, než ho vložili do úst. A ostatní? Jak říká starý vtip: „Co je horší než najít červa v jablku? Najít už jen půl červa.“

V Evropské unii balí a zpracovávají jednotlivci nebo automatické stroje miliony tun potravin. Existuje reálná možnost, že výrobci a dodavatelé potravin nezachytí každý předmět, který do nich nepatří. Když člověk konzumuje jídlo, které obsahuje cizí předmět, může utrpět fyzické nebo emocionální zranění.

Zde jsou některé z nejběžnějších předmětů nalezených v potravinách, často nazývané „špinavý tucet“, a místa, z nichž obvykle pocházejí:

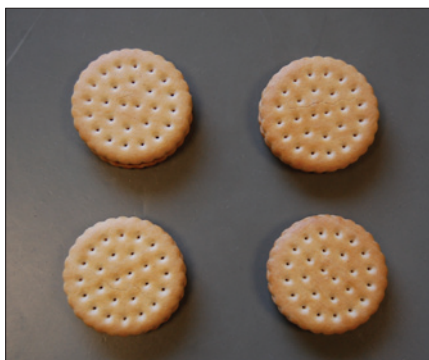
1. **Sklo.** Sklo je špatně vidět a je v různých tvarech a velikostech jedním z nejnebezpečnějších kontaminantů v potravinách. Zdroje: lahve, sklenice, svítidla, nádobí.
2. **Dřevo.** Třísky v ústech, jícnu nebo ve střevěch mohou být vážným problémem. Dřevo v potravinářských výrobcích často pochází z obalů, palet, krabic, stavebních materiálů nebo polního odpadu.
3. **Kameny.** Drsné nebo hladké, malé nebo velké kameny mohou představovat vážné zdravotní riziko. Typické zdroje zahrnují půdu z polí a záhonů nebo stavební materiály.
4. **Kov.** Kousky kovu mohou být ostré nebo toxické (obsah olova nebo rtuti). Mnoho kovových předmětů v potravinách pochází z elektroinstalace a strojů, ale také od zaměstnanců a z venkovních zdrojů.
5. **Šperky.** Šperky (náušnice, přívěsky) nebo doplňky oděvu (knoflíky) v potravinách jsou obvykle důsledkem špatné praxe zaměstnanců.
6. **Hmyz nebo jeho části.** Hmyz a jiní bezobratlí se v potravinách vyskytují velmi často. Může jít o škůdce ovoce a zeleniny nebo se do potravin dostanou při výrobě či nehygienickém skladování.
7. **Izolace a obaly.** Kousky izolace, obalů a jiných nečistot se mohou do potravin dostat během jejich zpracování.

8. **Kosti.** Kosti zvířat by měly být během zpracování masa odstraněny, ale někdy tomu tak není. Nepříjemné jsou hlavně kosti pocházející z hlodavců nebo jiných škůdců.



Obr. 1. Zbytky hliníkového obalu v tabulce čokolády detekované skenerem SAMMI

9. **Plastické hmoty.** Všudypřítomný a nebezpečný materiál v potravinářském průmyslu, plast, může pocházet z obalových materiálů a palet, venkovních zdrojů nebo od zaměstnanců.



Obr. 2. Detekce cizích předmětů v sušenkách

10. **Osobní věci.** Zaměstnanci, kteří nepoužívají správné vybavení, mohou někdy kontaminovat potraviny a nápoje svými osobními věcmi: kapesníky, nedopalky cigaret apod.
11. **Zlomky kulek nebo broky.** V maso zvěřiny mohou zůstat broky nebo fragmenty kulek.
12. **Jehly.** V živočišném průmyslu se jehly používají k podávání léků. Občas, při nedodržení pravidel správné praxe, mohou skončit v konečném potravinářském produktu.

Nalezení cizích předmětů ve velkém počtu balených potravin má negativní vliv na konkrétního výrobce, ale i na celý potravi-

nářský průmysl. Stahování potravin z obchodů a distribučních center je stále velkým problémem. Pro výrobce to nejen znamená finanční poškození, ale takové případy také vedou ke ztrátě důvěry spotřebitelů. Výrobci proto mají velký zájem na kontrole svých produktů, zda neobsahují cizí předměty. V současné době kontaminaci primárně zjišťují s pomocí rentgenových přístrojů, ale ty spolehlivě nezjistí všechny cizí předměty. Přestože mohou snadno identifikovat kovy, často mají potíže s plasty, dřevem a sklem. To znamená, že i přes pečlivou kontrolu stále existuje určité zbytkové riziko pro výrobce a spotřebitele.

Vědci ve Fraunhoferově institutu pro vysokofrekvenční fyziku a radarové techniky FHR (Fraunhofer Institute for High Frequency Physics and Radar Techniques) mohou nyní zajistit větší bezpečnost potravin použitím mikrovlnného skeneru zvaného SAMMI®. Je to samostatné zařízení pro zobrazování v pásmu milimetrových vln – Stand Alone Millimeter Wave Imaging: vzorky mohou být prozářeny a zobrazeny v pásmu milimetrových vln, v tomto případě s frekvencí 90 GHz. Zařízení na stejném principu se používají jako skenery při bezpečnostní kontrole na letištích.

## Měření odchylek kvality na výrobních linkách

Systém SAMMI byl vyvinut ve Fraunhoferově institutu FHR ve Wachtbergu s cílem použít tuto metodu k měření odchylek kvality na vysokorychlostních výrobních linkách. Je také k dispozici jako samostatný přístroj, který lehce odhalí cizí předměty v potravinách, jako např. kousky hliníkového balení v čokoládě (obr. 1) nebo kamínky v sušenkách (obr. 2).

Pro zajištění bezpečnosti v poštovních centrech pomůže SAMMI odhalit výbušniny v dopisech a balíčcích. Jeho použití na letiš-

tích odhalí v příručních zavazadlech nejen kovové, ale i keramické a skleněné nože nebo jiné malé zbraně.

Výsledkem mnohaletého vývoje a miniaturizace obvykle velmi drahé elektroniky a mechaniky je nabízený systém, který je lepší než běžné rentgenové fluoroskopické přístroje, a to i díky atraktivnímu poměru ceny a výkonu a také z důvodu využití neionizujícího záření, protože skener používá velmi krátké rádiové vlny o vlnové délce 3,33 mm.

## Popis skeneru SAMMI

Zařízení obsahuje dva rotující anténní prvky nad prostorem pro vzorek a pod ním. Když je vzorek, např. menší balíček s neznámým obsahem, veden mezi oběma anténami, amplitudy a fázové polohy elektromagnetické vlny se zaznamenávají a zobrazují se v reálném čase na displeji. Kromě toho jsou datové pakety odesílány do vyhodnocovací jednotky prostřednictvím různých dostupných rozhraní. Vyhodnocovacími jednotkami mohou být monitorovací systémy v průmyslovém systému sledování jakosti nebo poplašná centra pro zobrazování hrozeb.

Generování signálu je založeno na přímé syntéze digitálního signálu základní frekvence 1,25 GHz. Tento signál je převeden na 90 GHz pomocí řetězce multiplikátoru a zesilovače. Zobrazené výsledky měření lze průběžně překrývat optickým obrazem měřeného objektu, což usnadňuje lokalizaci případných vad.

## Evoluce a další vývoj skeneru SAMMI

V následující vývojové fázi by SAMMI měl být schopen automaticky rozpoznat dielektrické vlastnosti látek, na jejichž podkladě bude možné vyvodit závěry o složení mě-

řených vzorků. Tato funkce také umožňuje klasifikaci kontaminantů, např. cizích předmětů v potravinách, nebo detekci a identifikaci nebezpečných látek a směsí látek. Na základě klastrového algoritmu jsou dielektrické vlastnosti vzorků zkoumány na podobnost, takže lze cizí tělesa jasně detekovat a zobrazit.

Systém založený na milimetrových vlnách může doplnit již zavedené rentgenové přístroje. Detekuje cizí tělesa, která mohou



Obr. 3. Skener SAMMI pro sledování kvality plastových výlisků

rentgenové techniky snadno přehlédnout – např. sklo, třísky, plasty a dřevo. Není však schopen proniknout do kovů, takže jím nelze např. detekovat potraviny v plechovkách.

Kontrola probíhá následovně: potraviny jsou vloženy na dopravní pás a přepravovány uvnitř zařízení. Vysílací anténa se nad pásem otáčí a vysílá mikrovlny. Pod pásem je přijímá přijímací anténa. Milimetrové vlny jsou specificky tlumeny každou z různých složek v potravinách, které také prodlužují dobu průletu. To umožňuje identifikovat nejen strukturu a složení potravin, ale také sebemenší odchylky od jejich typické charakteristiky, které mohou být způsobeny cizími předměty. Kódování změn různými barvami vytváří obraz vyšetřovaného objektu, na kterém je cizí předmět okamžitě patrný (obr. 1).

Tímto způsobem lze kontrolovat i zabalené zboží, nedestruktivně a bez jakéhokoliv vlivu na jeho biologický obsah.

Další potenciální použití SAMMI v lehkém průmyslu je rovněž velmi atraktivní. Protože jsou milimetrové vlny schopné pronikat nevodivými, dielektrickými materiály, jsou tedy zvláště vhodné pro použití při kontrole kvality a zajištění kvality plastů (obr. 3). Umožňují skenování různých plastových výrobků, kontrolu jejich znečištění, vměstků vzduchu, vnitřní struktury, tvaru, hustoty, homogenity a mnoha dalších charakteristik. Pozoruhodným příkladem je kontrola 3D tištěných komponent, protože jejich kontrola a zajištění jejich kvality budou v budoucnu s ohledem na rychlý rozvoj oblasti 3D tisku stále důležitější.

Skener SAMMI je schopen skenovat plasty, které nejsou v optickém spektru průhledné. Zároveň jsou zviditelněny i ty nejmenší rozdíly ve struktuře materiálu. Jako zobrazovací stolní zařízení v laboratoři běží demonstrátor s prostorem pro skenování o rozměrech 290 × 290 mm. Doba skenování je do 60 s, v závislosti na požadované kvalitě, zatímco hodnoty kontrastu a barev měření amplitudy a fáze lze upravit v reálném čase.

## Výhody SAMMI pro kontrolu kvality 3D výrobků

Fraunhoferův ústav FHR přizpůsobil svůj vysokofrekvenční skenovací systém SAMMI pro analýzu nekovových prostorových tištěných struktur.

3D tisk je pro vývoj moderních komplexních komponent stále důležitější, protože otevírá nové možnosti konstruování. Vysokofrekvenčním zobrazovacím systémem SAMMI mohou inženýři od prvních prototypů kontrolovat kvalitu komponent vyráběných pomocí aditivních procesů a např. ověřit správné gradienty hustoty materiálu.

Protože jde o využití nové metody, bude možné na podkladě získaných zkušeností nalézt další a další možnosti využití v mnoha odvětvích průmyslu, od potravinářství přes zdravotnictví až po speciální úlohy v leteckém a kosmickém průmyslu, které stále více používají nekovové keramické materiály.

[Tisková zpráva Fraunhofer FHR, listopad 2020.]

(Obrázky: Fraunhofer FHR)

(pl)

## ► Posunutí termínu veletrhu Amper

Společnost Terinvest oznamuje, že s ohledem na současnou epidemii covidu-19 a průběžná mimořádná opatření vlády ČR, která omezují pořádání hromadných akcí včetně konání veletrhů, bude

termín veletrhu Amper posunut na 18. až 21. 5. 2021.

„Po předchozím pečlivém zvážení, doporučení odborníků a také průzkumu názorů u řady vystavovatelů jsme shledali, že posun veletrhu na květen je optimální. V tomto ročním období je nižší riziko respiračních onemocnění a podle předběžných zpráv by měla být pro-

očkována riziková skupina obyvatel. Věříme, že nový, květnový termín zaručí bezpečný průběh veletrhu bez vážnějších omezení a současně očekávanou návštěvnost,“ uvádí Terinvest.

Redakce časopisu Automa toto rozhodnutí vítá. Posunu termínu veletrhu Amper přizpůsobujeme také ediční plán časopisu. Aktuální verzi najdete na str. 47. (ed)