

Sprečite bolest od neispravne hrane uz pomoć bežičnog merenja temperature i vlažnosti

Nadzor i kontrola temperature skladištenja hrane u svim fazama hladnog lanca je kritični aspekt bezbednosti hrane. Svaki prekid u lancu može dovesti do kvara hrane, rizika od bolesti koje se prenose hranom i neuspeha pridržavanja standardizovanih propisa.

Pomoću nove LoRaWAN tehnologije bežičnih senzora sada je moguće precizno pratiti temperaturu i relativnu vlažnost okruženja u proizvodnim pogonima u skladištima, transportu i u svim ostalim fazama prehrambenog hladnog lanca. Ovaj tekst govori o tome kako adekvatan LoRaWAN sistem može da osigura najefikasniji nadzor hladnog lanca.

Osiguranje bezbednosti hrane pomoću bežične mreže senzora

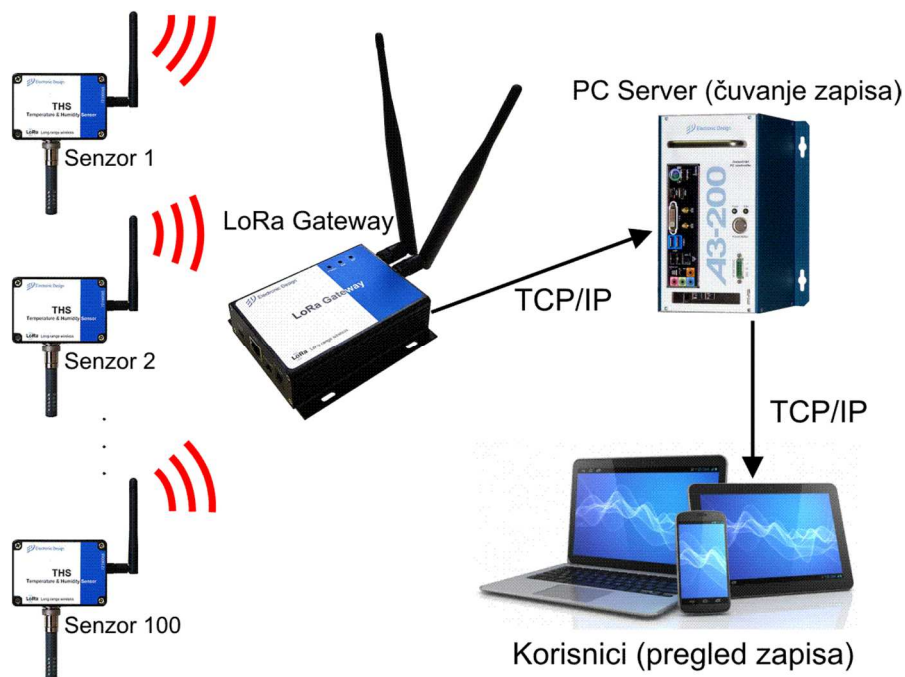
Zbog zdravstvenih i ekonomskih razloga kao i za obezbeđenje usklađenosti sa propisima, industrija hrane i restorani imaju vrlo stroge smernice za bezbednost hrane. Pošto kod nas nema relevantnih podataka, pronašli smo ih kod američkog **Centra za Kontrolu i prevenciju bolesti (CDC)**, koji procenjuje da se 48 miliona Amerikanaca (otprilike jedna od šest osoba) razboli od bolesti koje prouzrokuje nepravilno čuvana hrana svake godine. Takođe, studije iz Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO) iz Ujedinjenih nacija procenjuje da se jedna trećina proizvedene ljudske hrane (otprilike 1,3 milijarde tona) širom svijeta izgubi odnosno pokvari duž lanca nabavke koji se kreće od farmi do postrojenja za preradu, skladišta, maloprodaje, restorana i privatnih kuća (od farme do viljuške).

Postoje stroge smernice prema HACCP (Analiza opasnosti i upravljanje kritičnim tačkama) sistemu. HACCP je globalno prepoznat pristup preventivi na bazi rizika. Pristup koji prema FDA (Američka agencija za hranu i lijekove), rešava sigurnost hrane analizom i kontrolom "biološke, hemijske i fizičke opasnosti kroz sve faze, od sirovine, proizvodnje, prenosa i rukovanja, do proizvodnje, skladištenja, distribucije i potrošnje gotovog proizvoda." Ove smernice primenjuju se na sve faze lanca nabavke prehrambenih proizvoda - od sirovina do isporuke gotovog proizvoda.

Jedan od pet glavnih činioca rizika identifikovanih u **FDA Zakonu o hrani** je nepravilno održavanje temperature. Uz to je (alarmantno), FDA ustanovio da **91% restorana sa punom uslugom nemaju FSMS (sistem kontrole bezbednosti hrane)**.

Nadzor i kontrola temperature skladištenja hrane u celom lancu nabavke odnosno, u daljem tekstu, hladni lanac, je kritičan (i regulisan) aspekt bezbednosti hrane. I sirovi sastojci i kuvani proizvodi moraju se držati na bezbednoj temperaturi kako bi se osiguralo da su bezbedni za upotrebu, a prekid u tom lancu jedan je od najvećih razloga za uništenje hrane. Kad se tražena temperatura ne održava, hrana se mora baciti ili rizikovati širenje bolesti koje se prenose hranom. S obzirom na broj oboljenja koja se prenose hranom i ogromnu količinu hrane koja se baca svake godine, potreba

za strogim sprovođenjem standardizovanih smernica za bezbednost hrane je očigledna.



Metode nadzora

Postoje dve metode za merenje i praćenje temperature - ručno i automatskim putem. Obe metode predstavljaju izazove.

Tradicionalno, praćenje temperature se vrši ručno; neko koristi termometar za proveru temperatura, pa ih evidentira pomoću temperaturene liste. Ne samo da je ovaj priručni proces dugotrajan, već je potencijalno nedosledan i nepouzdan. Potrebno se osloniti na pojedinca da zapravo izvrši zadatak na vrijeme i na korektan način, da pravilno zapiše podatke (bilo da zapisuje u dnevnik / listu ili u tabelu na računaru) i da zna šta treba da postupi ako je temperatura previše visoka ili previše niska. Ljudska greška je jedan od najvećih faktora u HACCP – povezanim neusklađenostima.

Čak i kada se vrši ručni nadzor dosledno i pravilno, tu se samo razmatra trenutna temperatura u vreme merenja. Pri tom se ne prate podaci u realnom vremenu, već se analiza vrši naknadno, proverom temperaturnih zapisa. Takođe se verovatno ne uzimaju u obzir obrasci, recimo ako je temperatura naglo skočila (ili ređe, pala), koliki je skok / pad i koliko dugo je to trajalo. Imati pristup podacima u realnom vremenu i razumevanje potencijalnih obrazaca je presudno za pravilno održavanje hladnog lanca.

U novije vreme nadzor temperature obično se automatizuje korišćenjem bežične senzorske tehnologije za praćenje, menjanje i snimanje temperature u realnom vremenu. Ova automatska metoda može značajno poboljšati bezbednost hrane pružajući kontinuiran i siguran priliv podataka o temperaturi 24 sata dnevno, svakog dana u

godini. Jednom prikupljeni, ovi podaci mogu biti sačuvani na lokalnom računaru ili na Internetu i može im se pristupiti s bilo kog uređaja, priključenog na Internet, pa je moguće preuzimanje ovih podataka u bilo koje vrijeme i sa bilo kog mesta. To omogućava bržu reakciju kad postoji problem u vezi s temperaturom, pa kompanije mogu biti aktivnije u rešavanju problema i time mogu da smanje potencijalnu količinu hrane za otpad.

Glavni izazov s automatskim nadzorom je da pokretanje automatskog sistema može biti komplikovano i skupo iz raznih razloga. Industrija skladištenja hrane / restorana posebno je teško okruženje za bežično povezivanje zbog celog okruženja koje utiče na radio komunikaciju – površine od nerđajućeg čelika, aluminijumski i betonski zidovi i razne druge prepreke za radio signale. Kada se na to dodaju niske temperature i vlažna okruženja koja su tipična unutar hladnjača, komora, zamrzivača i frižidera, a koja mogu izuzetno negativno da utiču na baterije u uređajima. Uz sve to, potencijalna udaljenost između senzora i opreme na koju se prenose podaci može biti još dodatni problem u kompletiranju sistema.

Izbor u nadzoru temperature:

- **Ručni temperaturni nadzor:** Potencijalno nedosledan i nepouzdan, dugotrajan i nedostaju podaci u realnom vremenu. Mnoge komisije i inspekcije više ne uvažavaju ovaj način.
- **Automatski temperaturni nadzor putem bežičnih senzora:** Skupo i komplikovano za postavljanje i održavanje.

Osim teškog i komplikovanog okruženja, kako bi se iskoristili u potpunosti prednosti bežičnih senzora, potrebno je kompletno rešenje od početka do kraja, što zahtijeva tehnološku stručnost i potencijalni razvoj za konkretno nadzorno okruženje hladnog lanca - u rasponu od senzora do premošćivanja prenosa podataka putem gejtveja (uređaj za prijem bežičnih podataka i prosleđivanje na server) do Interneta i na kraju cloud analitiku i servere za obradu samih podataka sa senzora.

U novije vrijeme temperaturni nadzor je obično automatizovan korišćenjem bežične senzorske tehnologije za praćenje, merenje i snimanje temperature u realnom vremenu.

Ova automatska metoda može značajno poboljšati bezbednost hrane pružanjem kontinuiranih i doslednih podataka o kretanju temperature 24h dnevno, svaki dan u godini. Jednom prikupljeni, ovi se podaci mogu snimiti u klaud i pristupiti im s bilo kojeg uređaja koji je spojen na Internet, obezbeđujući preuzimanje ovih podataka bilo kad i bilo gde.

Rešenja za upravljanje hladnim lancem

Zahvaljujući ukupnim prednostima, sistem ili mreža bežičnih senzora je najbolja opcija za nadziranje temperature hladnog lanca. Zahvaljujući pouzdanoj sposobnosti

evidencije i mogućnosti pružanja podataka u stvarnom vremenu na različite načine, sistem koji koristi bežične senzore znatno olakšava restoranima i drugim organizacijama za prodaju hrane da minimizuju gubitak i usklade se s važećim regulatornim agencijama. Kao što je već rečeno, bežični senzori daju podatke u stvarnom vremenu koji se beleže na računaru koji mogu biti na Internetu, što ih čini dostupnim menadžerima i drugim osobama koje donose odluke u bilo kom trenutku i na bilo koji način.

Nekoliko faktora treba uzeti u obzir pri pokretanju sistema upravljanja hladnim lancem. Kompletno rešenje uključuje hardver na industrijskom nivou, poput bežičnih senzora i baznih stanica zvanih "gejtvej", softvera za merenje i monitoring i aplikacije, efikasno povezivanje koje dobro funkcioniše u teškim okruženjima i mrežni provajder usluga s dobrom strategijom izlaska na tržište. Svaki od ovih činilaca ćemo razmotriti u daljem tekstu.

Electronic Design je u poslednjoj deceniji imao veliki razvoj i dosta primena bežičnih mreža u oblastima proizvodnje, skladištenja hrane i lekova, a sve na bazi tada nove **ZigBe** bežične tehnologije. Ova tehnologija je donela značajan napredak u odnosu na mreže senzora koje se povezuju kablom, ali i neke nedostatke jer ovaj sistem zahteva dodatne rutere i kordinate, pa ne retko i koncentratoru što ga čini komplikovanim i manje pouzdanim.

Novi trend poslednjih par godina je LoRa i LoRaWAN (Mreža dugog dometa) i ona je izuzetno robusna tehnologija koja nadmašuje alternativne tehnologije za uređaje koji rade na baterije u izazovnom okruženju hladnog lanca. Ova tehnologija omogućava uređajima koji rade na baterije s malim naponom da bežično komuniciraju na velikim udaljenostima (prema proizvođačima čipova: 2-3 km u urbanim sredinama i 6-10 km u ruralnim sredinama, - realno i ovde testirano, ipak nešto skomnije, ali za mnoge primene i više nego što je potrebno).

LoRaWAN postiže svoju otpornost na interferencije i svoje komunikacione osobine na velikoj daljini uz upotrebu „chirp“ (cvrkut) radio modulacije, koja se decenijama koristi u vojnim i svemirskim primenama. LoRaWAN je jedinstvena i po tome što se može koristiti na javnim ili privatnim mrežama. Mogućnost implementacije na privatnoj LoRaWAN mreži povoljna je iz nekoliko razloga, uključujući:

- **Lokacija** – područje, odnosno okruženje od interesa za postavljanje mreže nema javnu LoRaWAN mrežu (kod nas postoji ali potrebno je to praktično dokazati ili bar se raspitati kod provajdera).
- **Udaljena ili nepristupačna mesta senzora** - Ako trebate da rasporedite senzore na izuzetno udaljenim područjima ili u teško pristupačnim područjima (poput dubokih podzemnih prostorija), javna mreža možda neće biti dostupna.
- **Veliko područje implementacije** - Ako je vaš plan implementacije vrlo velikog broja LoRa senzora, korišćenje sopstvene LoRaWAN mreže može da smanji ukupne troškove, što znači da se ne mora plaćati mesečna pretplata.
- **Sigurnost** - Izbegavanje javnog LoRaWAN operatera i korišćenje vlastite privatne mreže omogućava vam da svoje podatke potpuno kontrolišete.

Senzori i gejtveji

LoRa bežični senzori automatski prikupljaju podatke koji su vam potrebni kako biste osigurali pravilno održavanje temperature i/ili vlažnosti. Da bi se osiguralo precizno i kontinuirano nadgledanje, bežični senzori se mogu konfigurirati za prenos podataka onoliko često koliko je potrebno da zadovolje specifične potrebe hladnog lanca. Senzori šalju gejtveju merenja samo prema potrebi, izuzetno su štedljivi i mogu izdržati godinama na jednoj bateriji, čime se osigurava minimalna potreba za održavanjem. Kombinacijom bežičnih senzora i LoRaWAN gejtvej-a, može se formirati mrežu koja će pokriti više lokacija hladnog lanca. Ovu mrežu možete lako konfigurirati i nadzirati pomoću pametnog telefona, tableta ili bilo kojeg drugog uređaja koji odgovara vašim potrebama.

Nakon što gejtvej primi podatke o izmerenim vrednostima sa senzora putem LoRaWAN-a, on može da koristi veliko propusne mreže (poput Wi-Fi-ja, LAN-a, ili mobilne mreže) za prenos senzorskih podataka preko IP-a do servera. Jedan gejtvej može opsluživati stotinak senzora i, kombinirajući ove bežične senzore s pridruženim gejtvejom (i LoRaWAN mrežom), možete stvoriti jeftin, jednostavan, automatski sistem. Ugradite baterije, priključite kablove i vaš sistem radi. Uz ovu jednostavnu upotrebu, menadžeri restorana, radnici u industriji hrane, radnici u kontroli kvaliteta i ostalo povezano osoblje ne trebaju da budu stručnjaci za senzore ili bežičnu vezu.

Za prijem merenja temperature i relativne vlažnosti u vašoj aplikaciji, trebaće vam usluga centralne mreže za upravljanje uređajima i sigurno usmeravanje podataka nakon što ih gejtvej primi. Na našem prostoru koliko nam je poznato imamo samo jednog LoRaWAN provajdera, ali je lako moguće da se pojavi još neki pa u tom slučaju treba sprovesti analizu kod izbora dobrog mrežnog provajdera:

- **Jednostavnost integracije** - koliko su složeni i dobro definisani API-ji provajdera za povezivanje s aplikacionim kladom, na primjer Microsoft Azure ili AWS?
- **Prevenција zaključavanja** - koliko je jednostavno promeniti provajdera nakon raspoređivanja usluga?
- **Fleksibilnost i skalabilnost implementacije** – da li upravljati sopstvenom infrastrukturom ili radije tražite uslugu sa hostom? Možete li opslužiti više regija i koji su zahtevi dostupnosti?
- **Model cijene** – da li se plaća po povezanom gejtveju ili po registrovanom uređaju? Kako se model uklapa s modelom plaćanja, za 10, 100 ili 1000 uređaja?
- **Sigurnost** - koja su sigurnosna pravila kupca? Kome je dopušteno da upravlja sigurnosnim ključevima?
- **Ugovori i podrška usluge** – koji nivo usluga može da se postigne s kojim možete da se postignete nivo usluge prema svojim kupcima?

Odabir pravog mrežnog provajdera je vrlo važan za rešenje nadzora hladnog lanca. Na primjer, The Things Network je besplatna i dobro dokumentirana usluga koja pruža okosnicu za vaše rešenje za hladni lanac temeljen na LoRaWAN. Oni takođe nude

uslužni nivo preduzeća za velike i složene implementacije s visokim zahtevima dostupnosti i imaju opsežne rezultate u području praćenja hladnog lanca.

Nabavka

Kao što je prethodno navedeno, očigledno je da je nadziranje i kontrola temperature skladištenja hrane u svim fazama hladnog lanca presudan aspekt bezbednosti hrane. Činjenica da je nepravilno čuvanje hrane (vreme i temperatura) jedno od glavnih neusklađenosti kako za brzu hranu, tako i za restorane sa punom uslugom, ovo dodatno naglašava. Robusna LoRaWAN tehnologija omogućava bežičnim senzorima da bolje odgovore zahtevnim okruženjima koja se nalaze u firmama za isporuku hrane u svim fazama prehrambenog lanca od drugih sistema, kao što su ZigBee, Wi-Fi ili LAN.

Da biste u potpunosti iskoristili prednosti svojih bežičnih senzora, potreban vam je zaokružen sistem za upravljanje podacima koje daju vaši senzori... sistem koji uključuje čuvanje podataka, analizu i vizualizaciju podataka po potrebi.

Ukratko, za postizanje najefikasnijeg sistema nadzora hladnog lanca trebaće vam sledeće:

- Najbolji bežični senzori i gejtvjeji koji mogu podneti vaše teško i izazovno okruženje za skladištenje hrane (na primer rad na -40°C)
- Tehnološka stručnost ili iskusan tim koji će vam pomoći da razvijete, prilagodite i koji će podržati ceo vaš sistem
- Najsnažnija tehnologija za osiguranje povezivanja i doslednosti u vašem zahtjevnom sistemu hladnog lanca
- Provajder mrežnih usluga sa čvrstom strategijom prelaska na tržište kako bi vaš zadatak bio lakši, jeftiniji i efikasniji

Prednosti LoRaWAN tehnologije:

Prevazilazi druge tehnologije u okruženju hladnog lanca

Signali dobro prodiru kroz debele zidove i različite građevinske materijale

Funkcionalnost dugog dometa – do 5 km (spolja)

Mala potrošnja energije, uređaji mogu trajati godinama na jednoj bateriji

Nisko opterećenje radio spektra

Jeftin (npr. Od 90 do 220€ u zavisnosti od tipa i preciznosti senzora)

Bezbedan – 128-bitna enkripcija od početka do kraja

O Electronic Design LoRaWAN rešenjima

Senzori i gejtveji Electronic Design-a idealan su izbor za primenu u hladnom lancu. Naš asortiman tehnološke ekspertize uključuje mrežu visokih performansi i pouzdanosti, LoRaWAN povezivanje i decenije iskustva u senzorskoj tehnologiji koja pruža neuporedive mogućnosti u industriji hladnih lanaca. Kombinujte standardne senzore i gejtveje odmah, ili prilagodite rešenje kako biste zadovoljili vaše specifične zahteve.

Senzori

Naši TRH senzori se mogu koristiti u različitim konfiguracijama, već prema posebnim potrebama primene. TRH senzori koriste litijum-tionilske baterije koje mogu da rade u punom industrijskom opsegu od **-40 do +85°C**, za razliku od drugih baterija koje su vrlo osetljive na temperature ispod 0°C i preko 40°C. Mali i robusni oblik senzora sa eksternom sondom obezbeđuje vrhunske performanse i fleksibilnost. Pri tom obezbeđuje IP65 zaštitu od vode, prašine i hemijskih agensa za bateriju i radio sistem. Jedini izloženi deo koji mora da bude izložen je senzorski element u sondi, radi merenja relativne vlažnosti. Ipak, i on je zaštićen mehaničkim filtrima, zaštitnim lakom i polupropusnom teflonskom membranom. Zahvaljujući tome ovo je najbolje zaštićen senzor za relativnu vlažnost. Takođe, imamo ugovore sa laboratorijama za etaloniranje, ispitivanje tačnosti senzora ukoliko postoje zahtevi za sertifikatima o tačnosti. TRH senzori zahtevaju Electronic Design-ov gejtvej za rad. Za razliku od njih, nova serija

LWS senzora će moći da radi sa bilo kojim LoRaWAN gejtvejom. Trenutno pregovaramo sa proizvođačima gejtveja kako bismo obezbedili svojim korisnicima najnižu cenu ovih, inače malo skupih uređaja.

Gejtveji

Electronic Design-ovi gejtveji dokazano rade u teškim okruženjima za radio talase, kao što su industrijske kuhinje i čelični frižideri i zamrzivači, a da pri tome ne ugrožavaju troškove ili sigurnost. Obezbeđujemo tehničku podršku i servis u Srbiji od straneiskusnih inženjera. Stalno radimo na unapređenju gejtveja i projektovanju mreža prema zahtevima korisnika. Upotrebom ED-ovog gejtveja i VTP µSCADA softvera na PC računaru, obezbeđujete kontrolu podataka od senzora do osobe koja vrši nadzor, bez uticaja drugih provajdera.

