

**Tehničko rešenje:**

FUNKCIONISANJE MREŽE NIRS UREĐAJA ZA KONTROLU  
KVALITETA ŽITA U REPUBLICI SRBIJI

**Autori tehničkog rešenja:**

1. Mr Milica Pojić, Institut za prehrambene tehnologije  
u Novom Sadu
2. Dr Jasna Mastilović, Institut za prehrambene  
tehnologije u Novom Sadu

**Za koga je tehničko rešenje rađeno:**

Labteh DOO, Beograd i MC Labor, Beograd

**Korisnik tehničkog rešenja:**

Vlasnici NIRS uređaja u mreži

**Godina kada je tehničko rešenje urađeno:**

2010. godina

**Način verifikacije rezultata:**

Akcionni odbor mreže NIRS uređaja za Republiku Srbiju

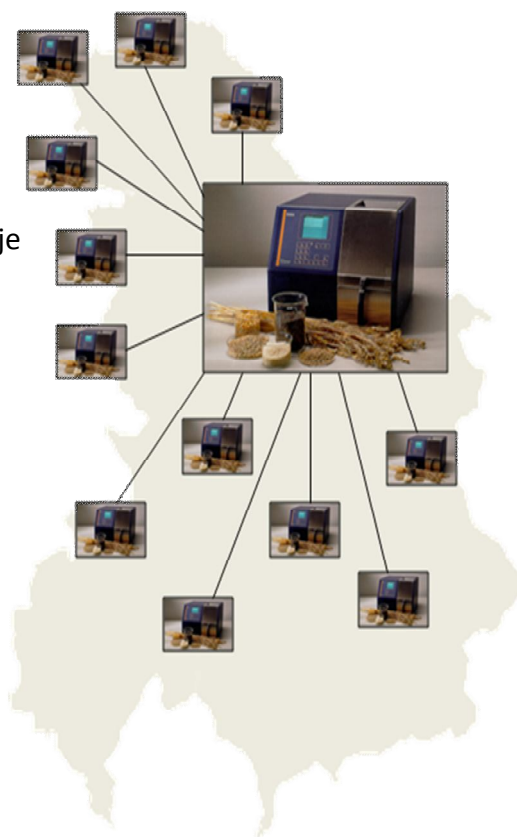
**Način korišćenja tehničkog rešenja:**

Sistem javnih skladišta za poljoprivredne proizvode

**Recenzije eksperata iz oblasti tehničkog rešenja:**

Milan Đakov, Kompenzacioni fond Republike Srbije i Vlado Kovačević, Ministarstvo  
poljoprivrede šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije (u Prilogu)

**Napomena:** Tehničko rešenje je formulisano u skladu sa *Pravilnikom o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača*, a tekstualna dokumentacija je urađena po analogiji sa dokumentacijom za prijavu patenta (*Uputstvo o načinu sastavljanja prijave za zaštitu pronalaska*)



## **1 OBLAST TEHNIKE NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOSI**

Pronalazak se odnosi na način funkcionisanja svojevrsne merne infrastrukture za kontrolu kvaliteta žita na prijemu žita u skladišne prostore, u skladu sa Zakonom o javnim skladištima za poljoprivredne proizvode i podzakonskom regulativom. Mernu infrastrukturu čine uređaji koji kvalitet žita (sadržaj vode, sadržaj proteina i dr.) određuju merenjem intenziteta propuštenog zračenja iz bliskog infracrvenog dela spektra (NIRS uređaji), od kojih su svi locirani na teritoriji Republike Srbije i povezani u mrežu.

## **2 TEHNIČKI PROBLEM**

Prednost primene NIRS uređaja u laboratorijskoj i u industrijskoj praksi je prepoznata od strane određenog broja preduzeća koja se bave skladištenjem i preradom žita na teritoriji Republike Srbije. Međutim, ono što karakteriše njihovu primenu su nestandardizovani postupci kontrole i izrade kalibracionih modela koji su često uzrok dobijanja neusaglašenih i nekozistentnih rezultata ispitivanja. S obzirom da u našoj zemlji primena ove analitičke tehnike nije zakonski uređena, potrebno je definisati zahteve, parametare i metodologiju potrebnu za demonstriranje njene pogodnosti za nameravanu primenu, kao i definisanje odgovornosti i ovlašćenja organizacija i institucija na ovom zadatku, što je ovim tehničkim rešenjem rešeno.

## **3 STANJE TEHNIKE**

Metodi zasnovani na bliskoj infracrvenoj spektroskopiji su u svetu široko prihvaćeni za ispitivanje kvaliteta žita na prijemu u skladišne prostore s obzirom da pružaju mogućnost istovremenog dobijanja rezultata za nekoliko relevantnih parametara kvaliteta, povećavaju brzinu i efikasnost ispitivanja, kao i pružaju visok nivo tačnosti. Stoga su dobijeni rezultati od velikog značaja za prihvatanje odgovarajućih isporuka pšenice, razvrstavanje žita po kvalitetu i kontrolu kvaliteta žita u prometu. Suštinski zahtev koji mora biti zadovoljen prilikom primene NIRS metode je isti nivo tačnosti na svim prijemnim mestima. To se postiže uspostavljanjem sistema kontrole kvaliteta pšenice kroz mrežu NIRS uređaja, čime se postiže poverenje u analitičke rezultate, uniformna kontrola kvaliteta, transparentnost na svim nivoima, kao i objektivnost svih subjekata uključenih u proizvodnju, promet i preradu pšenice.

## **4 IZLAGANJE SUŠTINE TEHNIČKOG REŠENJA**

Ovim tehničkim rešenjem se definiše način funkcionisanja mreže NIRS uređaja za ispitivanje kvaliteta žita, u cilju obezbeđenja metrološke sledljivost rezultata ispitivanja kvaliteta žita (Slika 2), nesmetanog funkcionisanja sistema javnih skladišta, definisanja zajedničkih interesa subjekata uključenih u sistem mreže, kao i ravnomerne raspodele trškova unapređenja i domena rada mreže. Na taj način se stvaraju preduslovi za omogućavanje kontrole kvaliteta i razvrstavanja žita na prijemu u skladišne prostore, uspostavljanje sistema koji omogućuje

vrednovanje žita po kvalitetu, unifikaciju tržišta i unapređenje kvaliteta finalnih proizvoda na bazi žita.

## **5 DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA**

Strukturu mreže NIRS uređaja za Republiku Srbiju čine Akcioni odbor mreže, referentna laboratorija, kalibracioni centar i administrativni centar, između kojih su podeljeni odgovornosti i ovlašćenja vezana za funkcionisanje mreže (Slika 1).

### **5.1 Akcioni odbor mreže**

Opštu odgovornost za funkcionisanje i organizaciju mreže snosi Akcioni odbor mreže, čiji su članovi korisničke grupe unutar mreže (vlasnici NIRS uređaja), predstavnici Referentne laboratorije, Administrativnog i Kalibracionog centra, i/ili državnih organa (predstavnici ministarstva nadležnog za poslove poljoprivrede, Kompenzacionog fonda Republike Srbije i druga pozvani lica). Odgovornosti i ovlašćenja Akcionog odbora mreže se odnose na definisanje i preispitivanje domena rada mreže<sup>1</sup>, preispitivanje zajedničkih potreba za razvojem novih kalibracija<sup>2</sup> i naručivanje razvoja novih kalibracija, odobravanje potrebnih podešavanja kalibracija i rekalkibracija na osnovu statističkih izveštaja Referentne laboratorije. Takođe, Akcioni odbor mreže vrši i permanentan nadzor nad radom mreže i o tome izveštava ministarstvo nadležno za poslove poljoprivrede, Kompenzacioni fond Republike Srbije i drugim lica po odluci Akcionog odbora. Akcioni odbor mreže snosi i finansijsku odgovornost funkcionisanja NIRS mreže.

Mandat članova Akcionog odbora traje 4 godine, uz napomenu da isto lice može biti ponovo birano u članstvo ovog organa. Akcioni odbor bira predsednika i zamenika predsednika iz reda svojih članova, na mandat od 4 godine, uz napomenu da isto lice može biti ponovo birano na ovu funkciju. Akcioni odbor radi i odlučuje na sednicama, koje se održavaju po potrebi, a najmanje jednom tromesečno. Sednice saziva predsednik, a u njegovoj odsutnosti zamenik predsednika na osnovu prispelih izveštaja Referentne laboratorije, Administrativnog centra, ili Kalibracionog centra i na inicijativu najmanje 3 člana Akcionog odbora, ili najmanje 5 vlasnika NIRS uređaja, ili ministarstva nadležnog za poslove poljoprivrede, ili Kompenzacionog fonda Republike Srbije. Sednice Akcionog odbora mogu se održavati ako u njegovom radu učestvuje obična većina članova, a odlučuje se javnim glasanjem pri čemu se odluke donose većinom glasova.

### **5.2 Vlasnici NIRS uređaja**

Opštu odgovornost za validaciju stabilnosti merenja NIRS uređaja snosi svaki pojedinačni vlasnik NIRS uređaja. Validaciju stabilnosti merenja svih sastojaka u svim proizvodima koji ulaze u domen rada Mreže svakodnevno sprovodi svaki od Vlasnika NIRS uređaja, na bazi merenja kontrolnog uzorka. Rezultati merenja se elektronskim putem dostavljaju Administrativnom

---

<sup>1</sup> Skup svih aplikacionih modela nad kojima se u mreži obavlja nadzor.

<sup>2</sup> Jednačina na osnovu koje se rezultati NIRS metoda prevode u traženi rezultat – sadržaj sastojka od interesa ili funkcionalno svojstvo ispitivanog uzorka.

centru jednom mesečno. Da bi mreža nesmetano funkcionisala vlasnici NIRS uređaja moraju da poštuju odredbe funkcionisanja mreže i ne mogu samoinicijativno vršiti promene, ili brisanje kalibracija i aplikacionih modela<sup>3</sup> koji su u domenu rada mreže. Ukoliko se sa centralnim upravljačkim računarom povezuju putem modemske veze, Vlasnici NIRS uređaja obavezni su da obezbede telefonsku liniju na mestu postavljanja uređaja koja će sve vreme biti slobodna za potrebe komunikacije centralnog upravljačkog računara sa uređajem, kao i pristup tehničkim licima koja uspostavljaju mrežnu komunikaciju, kontrolišu i otklanjaju tehničke smetnje u radu Mreže.

### **5.3 Referentna laboratorija**

Opštu odgovornost za validaciju (potvrdu) tačnosti merenja centralnog NIRS uređaja tzv. master uređaja snosi Referentna laboratorija<sup>4</sup>. Referentna laboratorija pored toga što mora biti akreditovana za ispitivanja svih sastojaka u svim proizvodima koji ulaze u domen rada Mreže, mora da obezbedi centralni NIRS uređaj tzv. master uređaj, koji podleže svim aktivnostima vezanim za upravljanje radom Mreže, kao i svi drugi uređaji u Mreži. Validacija tačnosti merenja master uređaja vrši se poređenjem rezultata ispitivanja dobijenim standardnim laboratorijskim metodima sa rezultatima NIRS merenja dobijenih na master uređaju. Za potrebe validacije tačnosti merenja master uređaja u toku svake godine, za svaki sastojak i za sve proizvode koji su u domenu rada Mreže, Referentna laboratorija je u obavezi da uporedno ispita onoliki broj uzoraka koji je definisan odlukom Akcionog odbora za aktuelnu godinu. Izveštaj o obavljenim uporednim merenjima za potrebe validacije tačnosti master uređaja se podnosi Akcionom odboru mreže. Obavezna validacija tačnosti merenja za svaki od proizvoda obavlja se nakon početka žetve, odnosno berbe svakog od proizvoda uključenih u domen rada Mreže, na bazi seta od najmanje 20 uzoraka. Referentna laboratorija o obavljenim uporednim merenjima za potrebe validacije tačnosti merenja podnosi izveštaj Akcionom odboru Mreže. Referentna laboratorija je u obavezi da svake godine demonstrira valjanost standardnih laboratorijskih metoda koje primenjuje na bazi provere certifikovanih referentnih materijala, i/ili uključivanja u međulaboratorijska poređenja. Takođe, Referentna laboratorija priprema set uzoraka za validaciju reproduktivnosti NIRS merenja po uređajima namenjenih Administrativnom centru. Set kontrolnih uzoraka se sastoji od 10 uzoraka mase cca. 2 kg za svaki od proizvoda iz domena rada Mreže, odabranih tako da ravnomerno pokrivaju čitav opseg merenja za sastojke uključene u domen rada Mreže. Kontrolni uzorci se pakuju u zatamnjene posudame sa šlifovanim zatvaračima, ili plastične kontejnere za uzorke i čuvaju na sobnoj temperaturi.

### **5.4 Administrativni centar**

Opštu odgovornost za validaciju (potvrdu) reproduktivnosti merenja po NIRS uređajima u mreži snosi Administrativni centar<sup>5</sup>. Validaciju reproduktivnosti NIRS merenja po uređajima uključenim u Mrežu (standardizacija), sprovodi Administrativni centar za sve NIRS uređaje, u toku drugog

<sup>3</sup> Skup svih kalibracija prihvaćenih u Mreži za potrebe ispitivanja pojedinih proizvoda

<sup>4</sup> Laboratorija Instituta za prehrambene tehnologije u Novom Sadu - Laboratorija za tehnologiju, kvalitet i bezbednost hrane, FINSLab

<sup>5</sup> Udruženje za nauku i tehnologiju žita sa sedištem u Novom Sadu

kvartala svake godine uz korišćenje seta kontrolnih uzoraka pripremljenih u Referentnoj laboratoriji. Po potrebi validacija reproduktivnosti merenja po uređajima uključenim u Mrežu, se može obaviti i vanredno u toku godine po odluci Akcionog odbora Mreže. Validacija reproduktivnosti merenja po NIRS uređajima u mreži obavlja se u Administrativnom centru u koji vlasnici NIRS uređaja u Mreži, u prethodno definisanom terminu, donose svoje uređaje, gde se obavljaju merenja na kontrolnim uzorcima. Na osnovu statističke obrade dobijenih rezultata merenja, utvrđuje se da li su rezultati merenja na uređajima u okvirima kontrolnih granica, a NIRS uređaj koji daje statistički značajno različite rezultate merenja se dovodi na nivo ostalih umreženih uređaja. Rezultati validacije reproduktivnosti merenja po uređajima uključenim u Mrežu su sadržani u izveštaju koji Administrativni centar podnosi Akcionom odboru Mreže. Pored toga, Administrativni centar je odgovoran za nadzor validacije stabilnosti merenja, koje sprovodi svaki pojedinačni vlasnik NIRS uređaja.

U nadležnosti administrativnog centra je izvršavanje podešavanja postojećih kalibracija, na osnovu odluka Akcionog odbora mreže, kao i preuzimanje i distribucija novih kalibracija od Kalibracionog centra. Uzimajući u obzir sve navedeno, Administrativni centar izdaje potvrdu o rezultatima merenja za sve NIRS uređaje u Mreži koji ispune uslove validacije tačnosti, reproduktivnosti i stabilnosti.

Ukoliko su uređaji u mrežu sa centralnim upravljačkim računarom povezani putem modemske veze, Administrativni centar je odgovoran za održavanje baze podataka i za komunikaciju sa instrumentima unutar mreže. U tom slučaju, Administrativni mora da poseduje raspoloživ računari na kome je instaliran softver za upravljanje mrežom, kao i obučene saradnike za rad na softveru za upravljanje mrežom.

### **5.5 Kalibracioni centar**

Kalibracioni centar Mreže obavlja aktivnosti vezane za unapređenje postojećih i razvoj novih kalibracija NIRS uređaja u Republici Srbiji. Poslovi kalibracije NIRS uređaja u Mreži NIRS uređaja za Srbiju su povereni stručnom timu proizvođača NIRS uređaja<sup>6</sup> povezanih u mrežu. Predstavnici zastupnika proizvođača NIRS uređaja za Srbiju koji su povezani u Mrežu, čine Kalibracioni centar.

## **6 LITERATURA**

1. Pravilnik o uslovima u pogledu skladišnog prostora za prijem, čuvanje i isporuku poljoprivrednih proizvoda, opreme za merenje količine i utvrđivanje kvaliteta poljoprivrednih proizvoda koji se skladište, vrednosti osnovnih sredstava koja nisu opterećena hipotekom ili drugim založnim pravom, u zavisnosti od vrsta poljoprivrednih proizvoda koji su predmet uskladištenja, kao i pokazatelja finansijskog poslovanja koja moraju da ispunjavaju javna skladišta, Službeni glasnik RS 41/09
2. Zakon o javnim skladištima za poljoprivredne proizvode, Službeni glasnik RS 41/09

---

<sup>6</sup> Foss Analytical, AB, Danska i Chopin, Francuska

3. Budai, J., Fuko, J. (1999). Proficiency testing and certified reference material as a basis for standardisation of near infrared/near infrared transmittance methods. In A. M. C. Davies, A. Garrido-Varo (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Near Infrared Spectroscopy*, pp. 69-73. Chichester: NIR Publications
4. Pierce, R. O., Funk D. B., Brenner, C. A. (1996). Applying near infrared spectroscopy to the needs of US grain inspection. In A. M. C. Davies, P. C. Williams (Eds.), *Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference on Near Infrared Spectroscopy*, pp. 451-456. Chichester: NIR Publications.
5. Majcen, N., Taylor, P. (2004). Case study of the effectiveness of a distributed metrology infrastructure for chemical measurements: supporting measurements for the regulated content of protein in wheat in Slovenia. *Accreditation and Quality Assurance*, 9, 485-487.
6. Tseng, C., Wang, N., Kangming, M. (2003). A successful story of an Internet enabled NIR system. In A. M. C. Davies, A. Garrido-Varo (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy*, pp. 27-31. Chichester: NIR Publications.
7. Dzupin, R., Hurburgh, C. R., Roussel, S. A. (2003). Improvement of prediction speed and accuracy with internet enabled networking software. In A. M. C. Davies, A. Garrido-Varo (Eds.), *Proceedings of the 11th International Conference on Near Infrared Spectroscopy*, pp. 33-40. Chichester: NIR Publications.
8. Büchman, N., Josefsson H., Cowe, I. (2001). Performance of European artificial neural network (ANN) calibrations for moisture and protein in cereals using the Danish near infrared transmission network. *Cereal Chemistry*, 78, 572-577.
9. Büchmann, N., Runfors, S. (1995). The standardisation of Infratec 1221 near infrared transmission instruments in the Danish network used for the determination of protein and moisture in grains. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 3, 35-42.
10. Büchmann, N. (1996). Near infrared networking – the ultimate control. In A. M. C., Davies, P. C. Williams (Eds.), *Near Infrared Spectroscopy: The Future Waves. Proceedings of 7<sup>th</sup> International Conference on Near Infrared Spectroscopy*, pp. 479-483. Chichester: NIR Publications.
11. Fearn, T. (2001). Standardisation and calibration transfer for near infrared instruments: a review. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 9, 229-244.
12. Cowe, I. A., Shenk, J. S., Westerhaus, M. O. (1999). The effect of ISI standardisation on the performance of Infratec instruments. In A. M. C. Davies, A. Garrido-Varo (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Near Infrared Spectroscopy*, pp. 197-203. Chichester: NIR Publications.

13. Pojić, M., Mastilović, J., Runfors, S. (2004). Standardizacija brzih metoda za kontrolu kvaliteta žita. *Žito hleb*, 31, 285-292.
14. Büchmann, N. (1999). Development of global near infrared transmission calibrations for moisture and protein in cereals using artificial neural networks and very large data sets. In A. M. C. Davies, A. Garrido-Varo (Eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Near Infrared Spectroscopy*, pp. 231-236. Chichester: NIR Publications.
15. NIR Technology Australia (2001). Calibration Transfer and the Master/Slave Relationship, Cropscan 2000G/2000B, Technical Note 01

## **Apstrakt**

Tehničko rešenje se odnosi na način funkcionisanja merne infrastrukture za kontrolu kvaliteta žita na prijemu u skladišne prostore u skladu sa Zakonom o javnim skladištima za poljoprivredne proizvode i podzakonskom regulativom. Merna infrastruktura sačinjena je od uređaja koji rade na principima bliske infracrvene spektroskopije lociranih na teritoriji Republike Srbije i povezanih u mrežu. Odgovornosti i ovlašćenja vezana za nesmetano funkcionisanje mreže su podeljena između tela mreža, i to pojedinačnih vlasnika NIRS uređaja, Akcionog odbora mreže, Referentne laboratorije, Administrativnog i Kalibracionog centra. Odgovornosti i ovlašćenja tela mreže se primarno odnose na validaciju (potvrdu) rezultata merenja primenom NIRS uređaja, kroz sprovođenje aktivnosti validacije tačnosti master NIRS uređaja, validacije reproduktivnosti merenja i validacije stabilnosti merenja, postupke koji su detaljno opisani ovim tehničkim rešenjem. Implementacija kontrole kvaliteta žita kroz mrežu NIRS uređaja obezbeđuje uređenje sistema kontrole kvaliteta žita, poverenje u analitičke rezultate, uniformna kontrola kvaliteta, transparentnost na svim nivoima, kao i objektivnost svih subjekata uključenih u proizvodnju, promet i preradu pšenice.

Tehničko rešenje izradio

Institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu,

Bulevar cara Lazara 1

Novi Sad



## **Abstract**

The proposed technical solution relates to functioning of the measurement infrastructure for cereal quality control at the receiving stage, in accordance with the law of public warehouses for agricultural products. Measurement infrastructure is composed of instruments that operate on the principles of infrared spectroscopy, located in Republic of Serbia and connected in the network. Responsibilities and warranties related to the smooth operation of the network are divided between individual owners of NIRS instruments, the Action Committee, the reference laboratory, calibration and administrative center. The responsibilities of above mentioned organisations are primarily related to the validation of measurement results obtained by using NIRS instruments. The validation of measurement results comprises implementation of activities for confirmation of accuracy of a master NIRS instrument, confirmation of reproducibility of measurements of NIRS instruments connected in the network and confirmation of stability of measurements for each NIRS unit. Within this technical solution, these procedures are described in detail. Implementation of NIRS instruments network provides confidence in the analytical results, a uniform quality control, transparency at all levels, as well as the objectivity of all parties involved in the production, sale and processing of wheat.

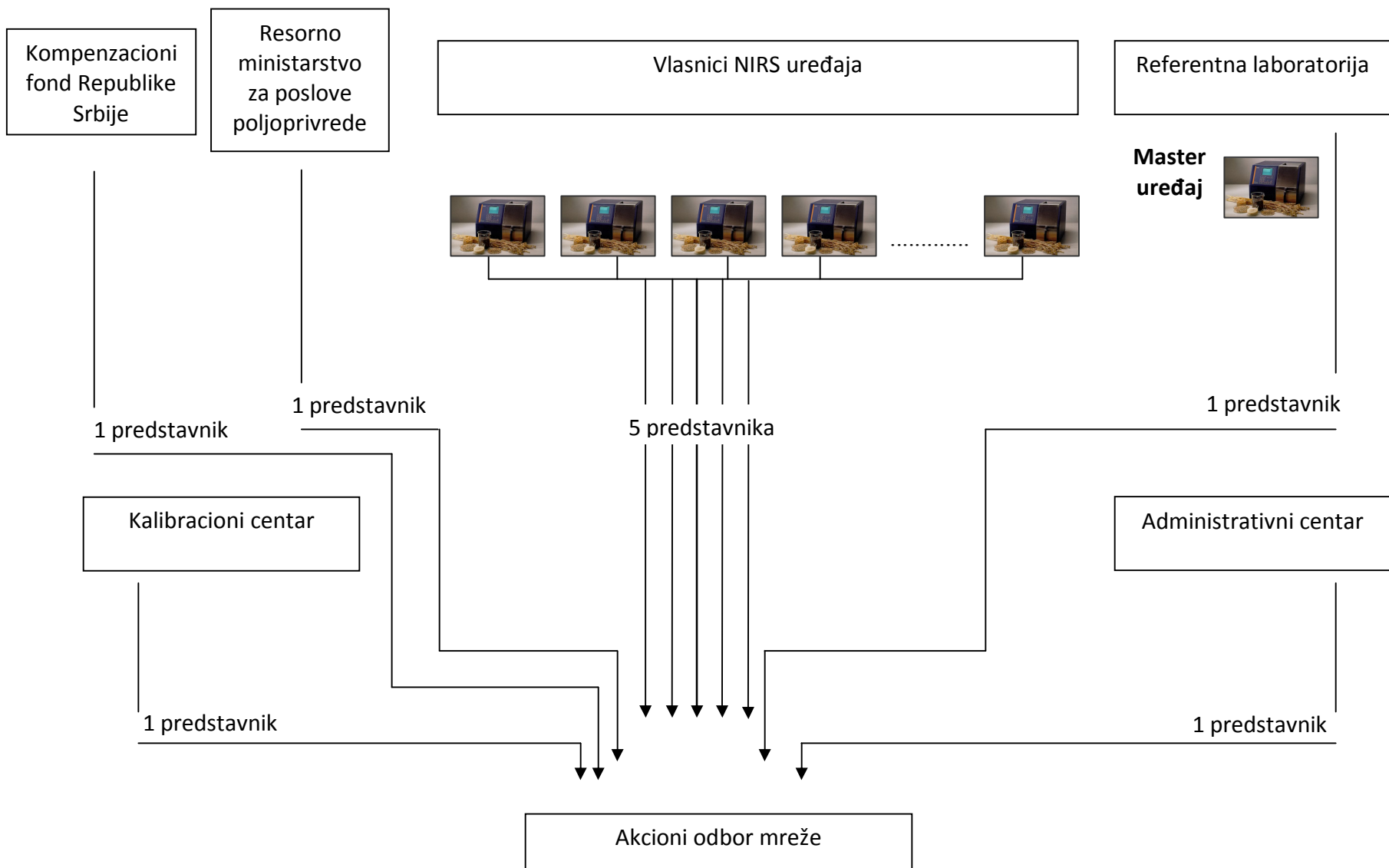
Technical solution created by

Institut za prehrambene tehnologije u Novom Sadu,

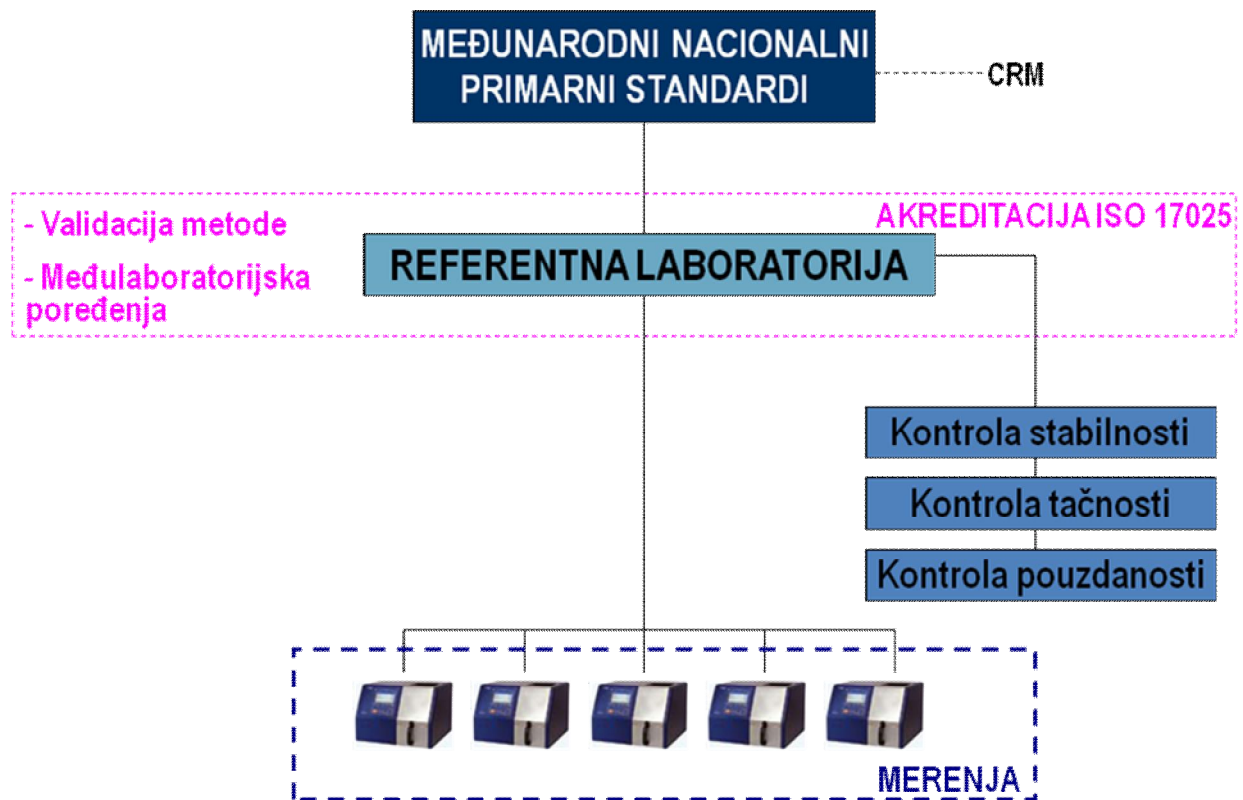
Bulevar cara Lazara 1

Novi Sad





Slika 1 – Struktura mreže NIRS uređaja



Slika 2 – Obezbeđenje metrološke sledljivosti za kontrolu kvaliteta žita u mreži NIRS uređaja