

**UEFISCDI – Unitatea Executiva pentru Finantarea  
Invatamantului Superior, a Cercetarii, Dezvoltarii si Inovarii**

**Orizont 2020 – Cooperare europeana si internationala**

**Manunet II - INOVARE in procesul de productie**

**Proiect SENS4WINE – Sistem nou automatizat bazat pe  
biosenzori pentru monitorizarea procesului de vinificatie si  
evaluarea riscului alergenice de-a lungul lantului tehnologic  
de productie a vinurilor**

**Partener : EPI-SISTEM SRL Sacele- Jud. Brasov**

**RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC – FAZA 2017**

**Coordonator : Centrul International de Biodinamica**

## CUPRINS

1. OBIECTIVE
2. REZUMAT
3. DESCRIERE STIINTIFICA SI TEHNICA
4. ANEXE
5. PREZENTARE REZULTATE VERIFICABILE ETAPA
6. CONCLUZII
7. BIBLIOGRAFIE

## 1. OBJECTIVE

**Obiectivul principal al proiectului** consta in dezvoltarea si fabricarea unui sistem automatizat de cost scazut, pentru monitorizarea in timp real a etapelor critice din procesul de productie a vinurilor si evaluarea potentialului alergenice al vinurilor de-a lungul intregului lant tehnologic.

Partenerii din consorțiu vor dezvolta, asambla, produce si aplica metode de analiza, senzori si biosenzori, echipamente si tehnologii specifice fiecărui partener pentru a fabrica sistemul automatizat care va include unitati de prelevare, pregatire si analiza a probelor, legate de un sistem de alarma si un sistem SCADA. In colaborare si cu partenerul din Spania (DropSens), partenerii vor dezvolta si adapta noi biosenzori (lizozim, glucoza), senzori pentru determinarea continutului de polifenoli si a caracteristicilor cromatice ale vinurilor, si vor colabora la fabricarea modulelor de analiza si interpretare a datelor care sa includa acesti senzori si biosenzori inovatori impreuna cu senzori clasici (precum cel de temperatura).

Partenerii vor colabora pentru optimizarea si demonstrarea sistemului automatizat la nivel de statie de vinificare, prin montarea acestuia pe un tanc static pentru monitorizarea fermentatiei alcoolice a vinurilor albe si pe un tanc rotativ pentru monitorizarea macerarii-fermentarii vinurilor rosii in cadrul campaniilor for vinificare 2017-2018. De asemenea, partenerii vor colabora pentru aplicarea unei noi tehnologii de vinificatie la nivel de microvinificare, bazata pe utilizarea lizozimei ca inlocuitor partial al dioxidului de sulf, si urmarirea cantitatilor reziduale de lizozima din vin in etape critice ale procesului tehnologic de producere a vinurilor, prin utilizarea modulului de analiza bazat pe biosenzor de lizozim din cadrul sistemului automatizat.

Obiectivele echipei noastre enuntate in planul de realizare al proiectului si prevazute pentru **etapa 1 – 2017** sunt urmatoarele :

Activitatea 1.1 – Stabilirea arhitecturii sistemului automat pe baza schemei functionale

- Specificatii preliminare sistem automat
- Lista de senzori si echipamente
- Interfata grafica si software

Activitatea 1.2 – Fabricarea sistemului automat de monitorizare a vinificatiei

- Dezvoltarea si integrarea de elemente hardware si software

Activitatea 1.3 – Optimizarea biosenzorilor de glucoza pentru monitorizarea fermentatiei alcoolice a vinurilor

Nota : Rezultatele acestei activitati sunt utile pentru echipa noastra, nu suntem implicati in mod direct.

Activitatea 1.4 – Dezvoltarea modulului de masura si interpretare a datelor pentru glucoza si integrarea sa in sistemul automatizat

- Dezvoltarea modulului de masura si interpretare a datelor

- Integrarea in sistemul automatizat

Activitatea 1.5 – Optimizarea sistemului bazat pe biosenzori de glucoza pentru monitorizarea fermentatiei alcoolice a vinurilor albe la nivel de statie de vinificare

- Optimizarea modulului de prelevare a probelor din tancul de fermentatie
- Optimizarea analizei de glucoza
- Optimizarea masuratorii de temperatura

## 2. REZUMAT

Majoritatea sistemelor de vinificatie controleaza vinificatia prin reglarea unui parametru important: temperatura, Monitorizarea si reglarea temperaturii permit obtinerea de vinuri cu diverse particularitati. Sistemul propus de acest consortiu isi propune realizarea unui sistem mai complex care monitorizeaza mai multi parametrii in timpul vinificatiei. In acest fel sunt oferite informatii suplimentare despre procesul de fermentatie si permit obtinerea unor vinuri de calitate superioara.

Pasii ce au fost urmati in aceasta etapa de catre echipa EPI-SISTEM SRL sunt prezentati in continuare si urmaresc planul de realizare al proiectului descris in contract.

Prima activitate a fost enuntata ca : “ Stabilirea arhitecturii sistemului automat pe baza schemei functionale”. Schema functionala prezentata in propunerea initiala cuprindea mai multe module asamblate intr-o arhitectura tipica.

Modulele principale prevazute sunt urmatoarele:

- Tanc de macerare sau fermentatie
- Unitate de preparare
- Unitate de analiza
- Dataloggere
- Modul de generare alarme
- Modul de supraveghere

Pornind de la toate informatiile de mai sus am procedat la stabilirea unor specificatii preliminare ale sistemului automat. Au fost stabilite specificatii pentru tancul de macerare sau fermentatie, Unitate de preparare, Unitate de analiza, Dataloggere, Modul de generare alarme, Modul de supraveghere.

Dupa o analiza a specificatiilor au fost selectate mai multe variante de echipamente, senzori si accesorii care sa corespunda caracteristicilor solicitate. A fost verificat raportul **pret – performanta – usurinta in dezvoltare si exploatare** si s-a editat o lista de senzori , echipamente si accesorii ce va fi achizitionata in aceasta etapa 2017.

Pentru activitatea de integrare a echipamentelor si de implementare a functionalitatilor conform specificatiei s-a procedat la dezvoltarea unui pachet software.

Am utilizat medii de dezvoltare National Instruments considerate sigure si eficiente in procese de automatizari bazate pe PC sau embedded PC. Marea majoritate a pachetelor software au fost dezvoltate in C – Labwindows/CVI iar pentru o parte din functionalitati au fost utilizate cateva functionalitati Labview.

O parte importanta a softului de control o reprezinta interfata grafica de lucru cu utilizatorul. Au fost urmarite mai multe caracteristici care sa permita utilizatorului sa inteleaga in ce stare se afla sistemul automat si sa ofere informatii cat mai cuprinzatoare despre procesul de fermentatie sau vinificatie.

A urmat a doua activitate denumita “Fabricarea sistemului automat de monitorizare a vinificatiei” in care echipa noastra a preluat toate informatiile documentate anterior si a inceput construirea efectiva a modelului functional. Aceasta activitate a fost impartita pe subactivitati dupa cum urmeaza :

- Montaj rack si cutii de protectie module functionale
- Montaj echipamente
- Cablare elemente componente si module functionale
- Dezvoltare de celule si accesorii specific prin tehnologii Print 3D
- Proiectare de prototipuri bazate pe microcontrollere si ecrane inteligente
- Integrare hardware si software

Standul conceput si realizat a fost completat in cadrul activitatii 1.4 denumite “Dezvoltarea modului de masura si interpretare a datelor pentru glucoza si integrarea sa in sistemul automatizat”. Modulul de masura are in general caracteristicile unui potentiostat in cazul masuratorilor electrochimice si caracteristicile unui spectrometru in cazul caracteristicilor cromatice. In urma evaluarii protocolului furnizat de catre coordonator si a specificatiilor furnizate de catre partenerul extern am identificat oportunitatea utilizarii unui detector amperometric care sa permita conditionarea potentialului din celula si masurarea curentului obtinut intre electrodul de lucru si contraelectrod. Avem in vedere realizarea unui astfel de modul alternative utilizand microcontrollere Analog Devices, Silicon Labs sau Cypress. In aceasta situatie pretul modului de detectie a concentratiei de glucoza va avea un pret scazut ceea ce va scadea costul intregului sistem.

Modulul de masura trebuie completat cu partea de analiza si interpretare a datelor. Scopul principal este de a transforma nivelele de curent obtinute in cadrul protocolului de masura in unitati de concentratie. Aceasta transformare trebuie sa tina cont de dilutie si de masa moleculei de glucoza prezente in standard dar si in mustul aflat in proces de fermentatie.

In functie de perioada de desfasurare a fermentatiei alcoolice dilutia trebuie modificata astfel incat curentii masurati sa se incadreze in domeniul linear al senzorului de glucoza. Evolutia concentratiei va fi evidentiata in timp pentru as fi correlate toate datele obtinute in timpul procesului de fermentatie.

In cadrul acestei activitati s-a realizat si integrarea unui potentiostat disponibil comercial astfel incat sa poata fi evaluate mai corect fiabilitatea sistemului de prelevare , dilutie si injectare a probei in detectorul electrochimic. Acest lucru permite o repetabilitate mai buna si o stabilitate a masuratorilor pentru intreaga perioada de fermentatie. Au fost create premise pentru utilizarea aceluiasi software in mai multe configuratii hardware posibile ceea ce prezinta un caracter ridicat de flexibilitate al sistemului automat. In acest

context s-a constatat ca extinderea domeniului functional al sistemului automat catre alte aplicatii poata fi realizata cu eforturi minime.

In incheierea etapei 2017 s-au efectuat activitati de tip 1.5 – “Optimizarea sistemului bazat pe biosenzori de glucoza pentru monitorizarea fermentatiei alcoolice a vinurilor albe la nivel de statie de vinificare”.

Aceste activitati s-au desfasurat in timpul vinificatiei la INCDVV Valea Calugareasca, Bucuresti si Sacele si au continuat in atelierul firmei in functie de prioritatile stabilite in urma analizei efectuate la intalnirea partenerilor din 25 octombrie 2017.

Optimizarea modulului de prelevare a probelor din tancul de fermentatie a fost efectuata pentru 2017 la vinul alb si a constat din adaugarea unui robinet suplimentar , adaugarea unor filtre pentru evitarea blocarii tuburilor , modificarea formei interioare a paharului de prelevare , micsorarea conectorilor paharului la tubulatura.

Toate aceste modificari au in vedere evitarea blocarii tubulaturii, cresterea fiabilitatii si derularea rapida a determinarilor de glucoza, polifenoli sau cromatice dupa caz.

Optimizarea analizei de glucoza a constat in adaptarea timpilor de injectare la modulul de masurare si interpretare precum si proiectarea si realizarea unei celule de masura in colaborare cu coordonatorul. Avantajul acestor optimizari este reprezentat de scaderea costului de exploatare si minimizarea operatiunilor de intretinere. Se preconizeaza utilizarea unui set de electrozi si consumabile pentru o perioada de 2-3 zile fara interventie umana.

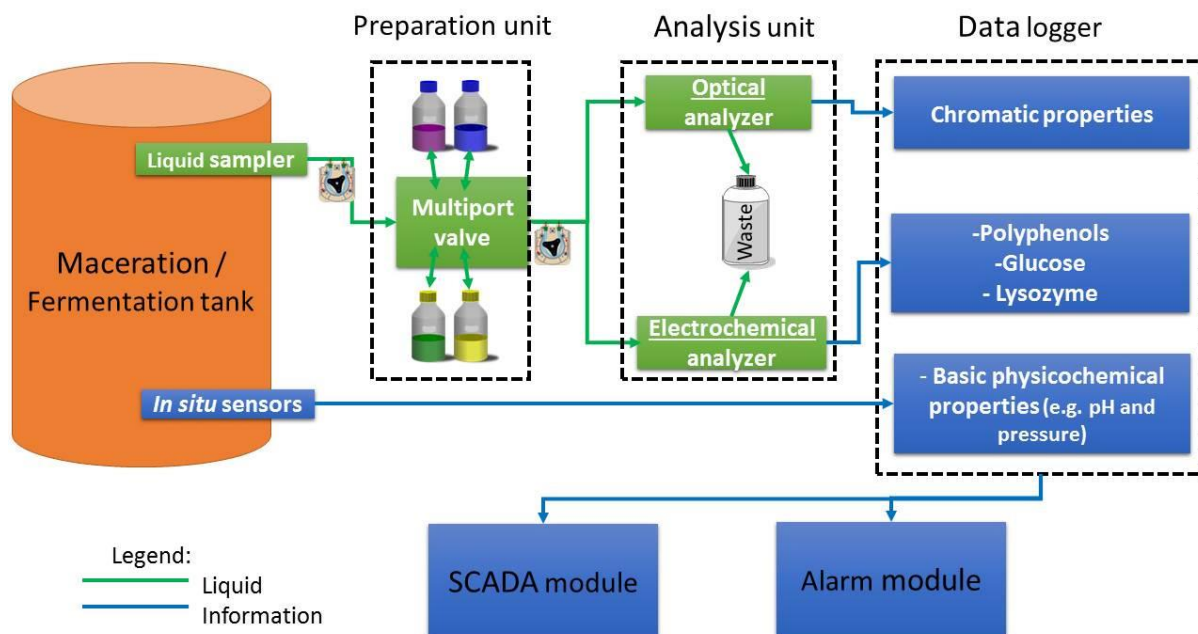
Monitorizarea si controlul temperaturii este foarte important in cazul procesului de fermentatie alcoolica. In acest sens in configuratia initiala s-a utilizat o singura metoda de masurare si inregistrare a temperaturii. Pentru a obtine informatii suplimentare am optimizat masuratoarea de temperature prin modificarea intervalului de esantionare si am adaugat o varianta de back-up si alarmare. Aceasta va fi integrata in sistem cu ocazia vinificatiei din 2018.

### 3. DESCRIERE STIINTIFICA SI TEHNICA

Majoritatea sistemelor de vinificatie controleaza vinificatia prin reglarea unui parametru important: temperatura, Monitorizarea si reglarea temperaturii permit obtinerea de vinuri cu diverse particularitati. Sistemul propus de acest consortiu isi propune realizarea unui sistem mai complex care monitorizeaza mai multi parametrii in timpul vinificatiei. In acest fel sunt oferite informatii suplimentare despre procesul de fermentatie si permit obtinerea unor vinuri de calitate superioara.

Pasii ce au fost urmati in aceasta etapa de catre echipa EPI-SISTEM SRL sunt prezentati in continuare si urmaresc planul de realizare al proiectului descris in contract.

Prima activitate a fost enuntata ca : “Act 1.1 Stabilirea arhitecturii sistemului automat pe baza schemei functionale”. Schema functionala prezentata in propunerea initiala cuprindea mai multe module asamblate intr-o arhitectura tipica.



**Fig. 1 - Schema bloc sistem automat**

Modulele principale prevazute sunt urmatoarele:

- Tanc de macerare sau fermentatie
- Unitate de preparare
- Unitate de analiza
- Dataloggere
- Modul de generare alarme
- Modul de supraveghere

Tancurile de fermentatie existente la partenerul INCDVV Valea Calugareasca au fost selectate in functie de amplasament si de proximitatea fata de tabloul electric. Tancul pentru vinul alb are o capacitate de 50000litrii , o inaltime de 8 metrii avand o gura de aerisire superioara cu un diametru de 50 de cm. Accesul la partea superioara a tancului se face pe o suprastructura metalica si permite amplasarea senzorilor si fixarea cablurilor in apropierea tancului. Postamentul are o inaltime de 40cm si permite dispunerea standului de masura in imediata vecinatate datorita formeii circulare a tancului cu diametru de aproximativ 3.5 metri.

In interiorul tancului se afla sistemul de racire care mentine constanta temperatura fixate de catre tehnolog. Pentru prelevare exista un robinet cu inchidere prin insurubare si avand din constructie garnitura pentru presiuni inalte. Acesta se afla la inaltimea de 150cm fata de nivelul postamentului , 190 cm fata de sol. Tancurile pentru vin alb sunt prevazute cu racorduri rapide pentru pomparea si manipularea mustului cu ajutorul unor pompe trifazice portabile.

Tancurile de vin rosu au mai multe particularitati si sunt semnificativ diferite fata de cele pentru vin alb. O parte din modificarile constructive sunt dictate de tehnologia de obtinere a mustului. Strugurii sunt zdrobiti si se obtine mustuiala. Aceasta este pompata pneumatic spre tancurile amplasate la o inaltime de 4-5 metrii. De retinut ca mustuiala include pe langa must si cojile bobului de strugure care asigura culoare si compusi fenolici. Acestea sunt mentinute in tanc pentru o perioada bine determinata in functie de tipul de vin

vizat a fi obtinut. Avand in vedere aceste cerinte tancurile pentru vin rosu sunt amplasate orizontal si au o capacitate de 10000litri. Acestea au posibilitatea de a se roti in ambele directii pentru a asigura o omogenizare a mustului in timp. Pentru aceste tancuri in miscare operatiunea de prelevare va impune niste solutii ajutatoare astfel incat sa fie efectuate determinarile automate fara a afecta omogenizarea.

Unitatea de preparare prelevare si dilutie se afla in partea inferioara a standului. In varianta initiala standul de automatizare era compus din 3 module principale. In partea superioara era amplasata conectarea la retea 220V si alimentarea cu tensiuni joase de lucru respectiv 5V, 12V, 24V. In zona mediana era amplasata partea de supraveghere si comanda software , partea de actionare a pompelor si valvelor. Zona de lucru cu lichide si reactivi era amplasata in partea inferioara astfel incat in cazul unor scurgeri de lichide sa nu existe riscul unui scurt circuit.

Blocul de conectare la retea si alimentare cu joasa tensiune contine :

- Intrerupator
- Priza suplimentara
- Impamantare la retea
- Sursa alimentare 5V
- Sursa alimentare 12V
- Sursa alimentare 24V

Montajul este facut pe sina DIN cu avantaje de siguranta, flexibilitate, versatilitate si montaj rapid.

Gestiunea cablurilor este executata prin jgheaburi specializate iar racordurile intre blocurile exterioare se realizeaza prin tub flexibil. Cablurile sunt numerotate si etichetate in functie de destinatie si functionalitate.

Modulul de analiza optica si modulul de analiza electrochimica sunt parti importante ale acestui sistem. Pentru modulul de analiza optica partenerul spaniol va furniza solutia tehnica si va pune la dispozitie specificatiile tehnice pentru pregatirea interfetei.

In aceasta etapa am utilizat un detector colorimetric simplu pentru a evalua modificarile cromatice in cazul unor mostre diferite de must sau vin. Se va dezvolta si o parte de software pentru integrarea modulului optic in configuratia sistemului automat.

Modulul de analiza electrochimica este reprezentat de un detector amperometric care permite determinarea concentratiei de glucoza si determinarea continutului de compusi polifenolici. In aceasta etapa am utilizat un detector amperometric commercial pentru determinarea concentratiei de glucoza.

Protocolul de lucru a fost dezvoltat si optimizat de catre coordinator. Protocolul utilizat este prezentat in anexa 4.4 si utilizeaza un sistem electrochimic in flux in care se injecteaza 2 standarde de glucoza care identifica domeniul linear al senzorului utilizat iar apoi proba de analizat. Standardul diluat trebuie sa acopere nivelul de zgomot din sistem iar standardul concentrat este limitat la saturatie astfel incat este controlata limita de detectie prin dilutii sau dilutii succesive. Se realizeaza in acest fel o conditionare a probei la domeniul de intrare al senzorului de glucoza. Aceasta conditionare poate fi realizata automat in cazul in care nu exista limitari de timp de masura sau limitari ale bugetului de reactivi si intretinere cotidiana.

In arhitectura sunt prevazute elemente de masura si memorare – dataloggere – de mai multe feluri. Va fi integrat in sistem un datalogger pentru proprietati cromatice in



scopul de a evalua modificarile aparute in proba de must in timpul procesului de fermentatie alcoolica. Va fi integrat in sistem un datalogger ( detector amperometric cu memorie) pentru determinarea continutului de polifenoli , a concentratiei de glucoza si a lizozimului in scopul de a oferi informatii suplimentare despre procesul de vinificatie. Aceste activitati de integrare vor avea loc in etapele din 2018 si 2019. In etapa 2017 am utilizat un datalogger Labmate disponibil comercial de la firma Fourier/Fourtec. Acest echipament are avantajul ca poate oferi peste 60 de tipuri de senzori cu identificare automata imediata de tip plug-and-play.

Pentru masurarea proprietatilor fizico-chimice a fost utilizat echipamentul mentionat conectat la un senzor de temperatura in suprafata iar senzorul a fost amplasat in exteriorul tancului in vecinatatea robinetului de prelevare a probelor. Solutia utilizata pentru temperatura este compatibila si cu senzorii de Co<sub>2</sub>, pH si presiune fara modificari in ceea ce priveste configuratia hardware. Senzorul de temperatura utilizat a fost de tip "masurare temperatura la suprafata" ceea ce a determinat un offset de temperature de 0.5 grade fata de indicatoarele analogice existente in tancurile de fermentatie la vinul alb.

In etapa 2017 am utilizat potentiostate disponibile comercial si anume sta400 de la Dropsens si PGSTAT204 de la Metrohm Autolab. Pentru utilizarea stat400 a fost realizata o aplicatie de control si masura iar pentru PGSTAT204 se va utiliza pentru moment pachetul NOVA.

Modulul pentru generare de alarme are rolul de a informa factorii de decizie privind vinificatia asupra unor parametri critici. Avem in vedere modificarea rapida a temperaturii, scaderea sau cresterea temperaturii peste nivelul maxim, depasirea nivelului maxim de dioxid de carbon sau de presiune precum si o modificare semnificativa a pH-ului. Se va urmari si evolutia concentratiei de glucoza si emiterea de alarme in cazul in care modificarile sunt majore sau concentratia este foarte scazuta.

Alarmerle generate vor ramane consemnate in sistem si vor fi communicate prin internet sau eventual SMS catre persoanele desemnate. Evaluarea conditiilor de alarma poate fi facuta periodic ceea ce permite o anumita flexibilitate. Alarmerle implementate in aceasta etapa sunt enumerate in anexa 4.5.

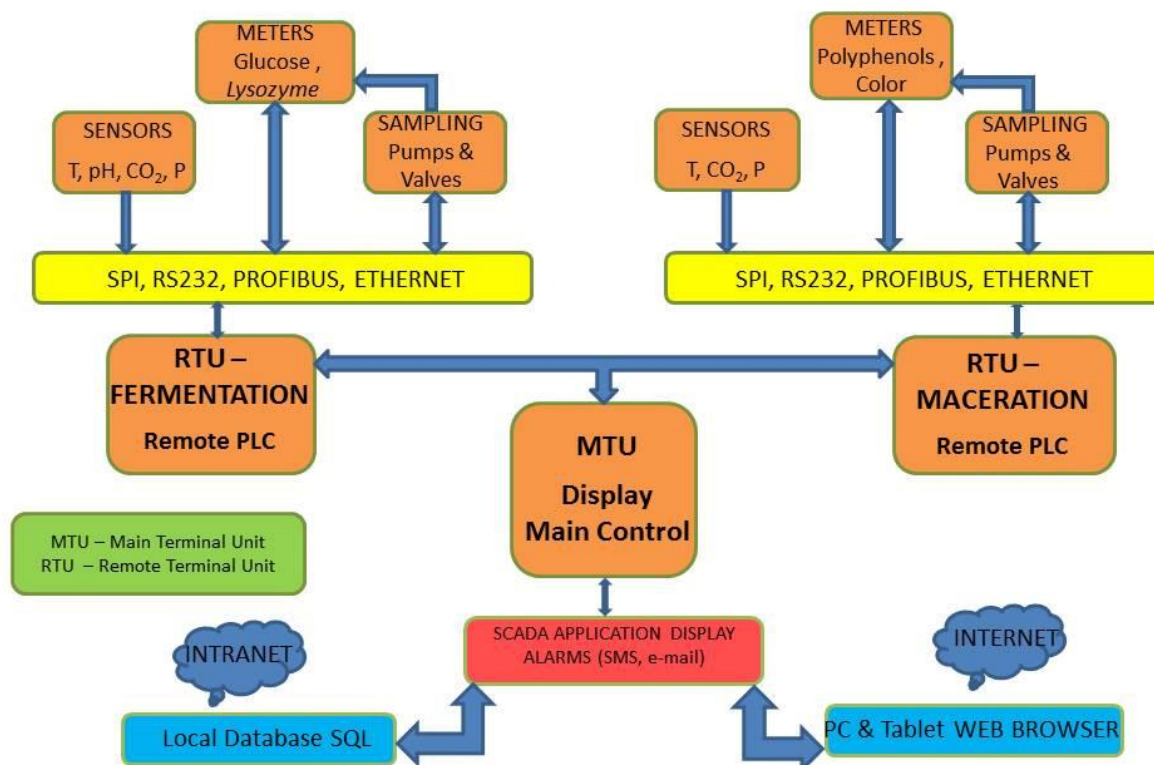
Modul de supraveghere si informare va fi realizat prin integrarea modulelor componente cu elemente de software care sa permita supravegherea de la distanta a parametrilor de functionare a sistemului sis a reprezinte grafic datele masurate pe perioada procesului de vinificatie. Din punct de vedere al configuratiei SCADA unitatea principala MTU este concentrata in INTEL NUC conectat la internet si realizata cu tehnologii National Instruments – Labwindows/CVI. Elementele de comanda remote sunt concentrate in microcontrollerele RT1 si RT2 care asigura utilizarea pompelor si a valvelor ce compun sistemul de prelevare, dilutie si injectare. Unitatile RT1 si RT2 realizeaza si masuratorile analogice pentru parametrii fizico-chimici.

Interfetele utilizate sunt USB si respectiv SPI si asigura comunicatia intre MTU , RT1, RT2 si celelalte unitati de control si masura bazate pe microcontroller. In aceasta categorie se include si detectorul amperometric sau detectorul optic/spectrometric.

Protocolul de lucru este implementat software si asigura masurarea parametrilor fizico-chimici vizati precum si functionarea sistemului. Senzorii au o acuratete cuprinsa intre 1.5% si 2% si au o durata de viata semnificativa astfel incat sa asigure o functionare stabila a sistemului pentru cel putin 2-3 ani fara necesitatea de revizie tehnica. Rezolutia de masura

este de 12 biti si asigura citirea valorilor de pana la 0.5-1% din domeniu. Echipamentele pot functiona in mediul ambiental normal pentru perioada de toamna cu temperaturi pozitive.

Arhitectura tinta a sistemului este cea prezentata mai jos :



**Fig. 2 – Arhitectura sistemului automatizat de monitorizare a procesului de vinificatie**

Pornind de la toate informatiile de mai sus am procedat la stabilirea unor specificatii preliminare ale sistemului automat ( vezi Cap. 4). Au fost stabilite specificatii pentru tancul de macerare sau fermentatie, Unitate de preparare, Unitate de analiza, Unitate de masura cu memorie - Dataloggere, Modul de generare alarme, Modul de supraveghere.

Dupa o analiza a specificatiilor au fost selectate mai multe variante de echipamente, senzori si accesorii care sa corespunda caracteristicilor solicitate. A fost verificat raportul **pret – performanta – usurinta in dezvoltare si exploatare** si s-a editat o lista de senzori , echipamente si accesorii ce vor fi utilizate in aceasta etapa 2017 ( vezi Cap. 4.2).

Pentru activitatea de integrare a echipamentelor si de implementare a functionalitatilor conform specificatiei s-a procedat la dezvoltarea unui pachet software. Am utilizat medii de dezvoltare National Instruments considerate sigure si eficiente in procese de automatizari bazate pe PC sau embedded PC. Marea majoritate a pachetelor software au fost dezvoltate in C – Labwindows/CVI iar pentru o parte din functionalitati au fost utilizate cateva functionalitati Labview.

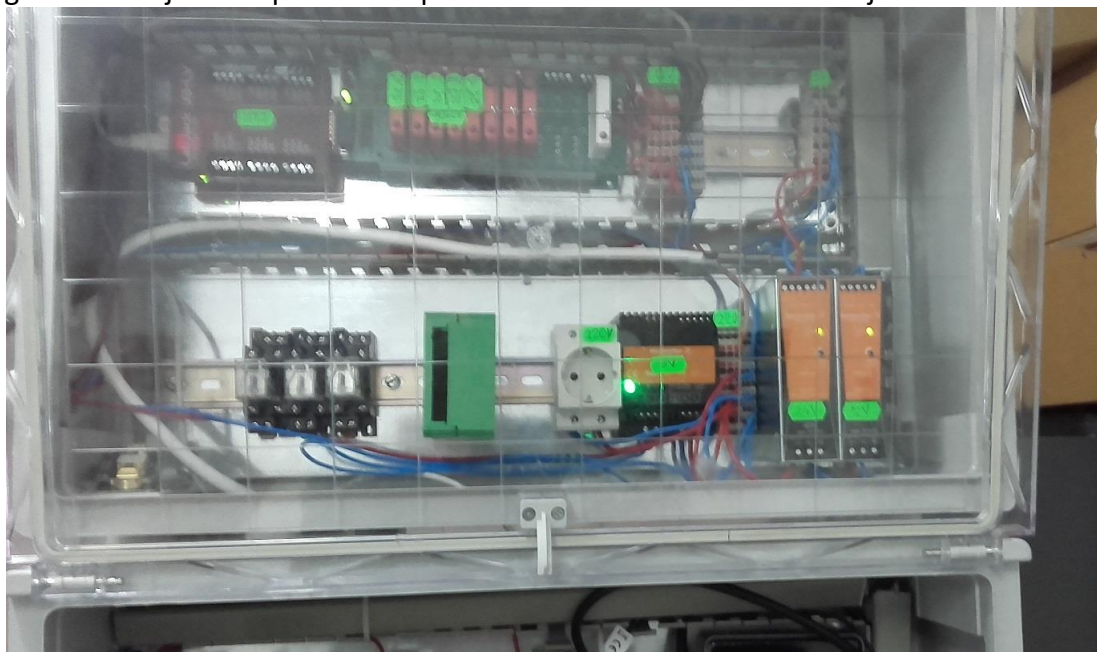
O parte importanta a softului de control o reprezinta interfata grafica de lucru cu utilizatorul. Au fost urmarite mai multe caracteristici care sa permita utilizatorului sa

inteleaga in ce stare se afla sistemul automat si sa ofere informatii cat mai cuprinzatoare despre procesul de fermentatie sau vinificatie ( vezi Cap. 4).

A urmat a doua activitate denumita **“Act 1.2 Fabricarea sistemului automat de monitorizare a vinificatiei”** in care echipa noastra a preluat toate informatiile documentate anterior si a inceput construirea efectiva a modelului functional. Aceasta activitate a fost impartita pe subactivitati dupa cum urmeaza :

- Montaj rack si cutii de protectie module functionale
- Montaj echipamente
- Cablare elemente componente si module functionale
- Dezvoltare de celule si accesorii specific prin tehnologii Print 3D
- Proiectare de prototipuri bazate pe microcontrollere si ecrane inteligente
- Integrare hardware si software

In figura de mai jos este prezentata partea de alimentare si sursele de joasa tensiune.



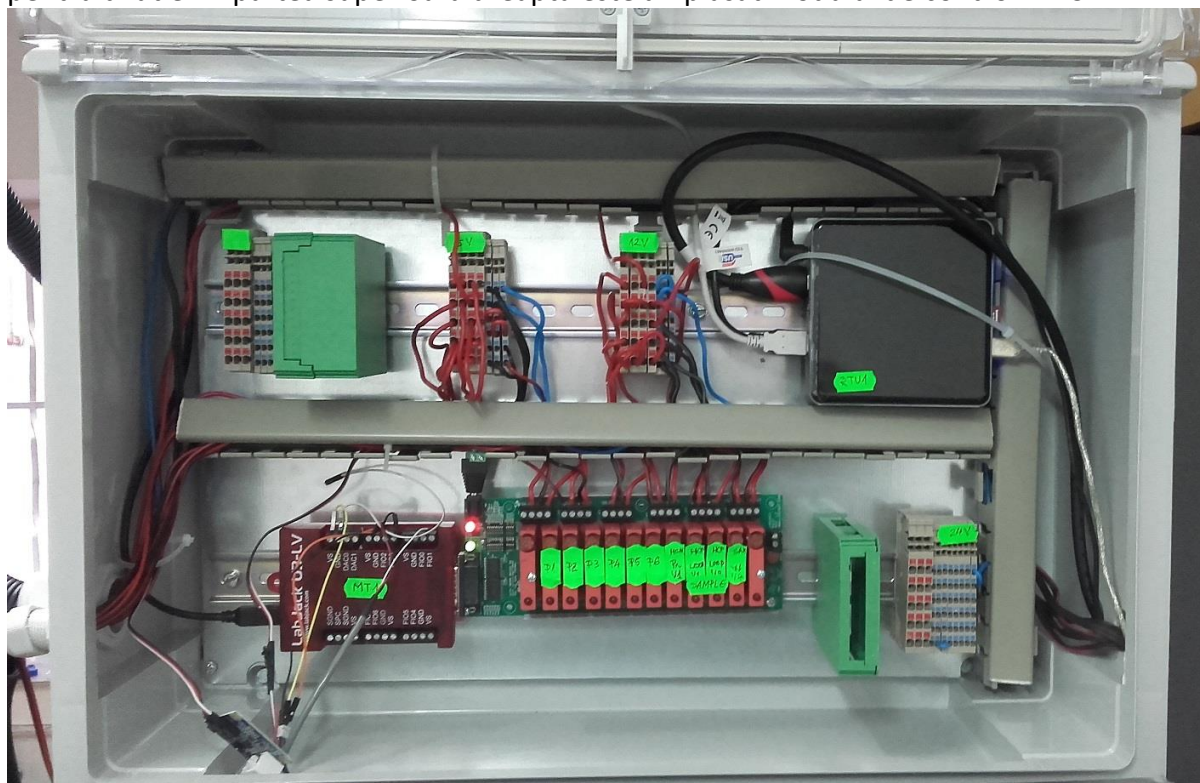
**Fig. 3 – Surse de alimentare 5V,12V, 24V si partea de comanda a valvelor modulului de injectare proba in celula de detectie**

In aceasta sub-activitate , in ciuda timpului foarte scurt cuprins intre semnarea contractului - iulie si procesul de fermentatie alcoolica – septembrie, am realizat un model functional ce a fost utilizat in timpul vinificatiei la vinul alb la **INCDVV Valea Calugareasca in perioada 14 septembrie – 5 octombrie.**

Pe parcursul acestei perioade s-au realizat mai multe actiuni specifice :

- Evaluarea si corectia incidentelor tehnice;
- Evaluarea si corectia incidentelor functionale;
- Optimizarea protocolului de determinare a concentratiei de glucoza in varianta automata;
- Optimizarea elementelor componente ale sistemului : tubulatura, pompe, vase, dilutie;
- Optimizarea si eficientizarea aplicatiei software;

In figura de mai jos este prezentata partea de comanda a pompelor DC si controlul valvelor pentru dilutie. In partea superioara dreapta este amplasat modulul de control MTU.



**Fig. 4 – Partea de comanda a modului de prelevare si dilutie**

Standul conceput si realizat a fost completat in cadrul “ **Act 1.4 Dezvoltarea modului de masura si interpretare a datelor pentru glucoza si integrarea sa in sistemul automatizat**”. Modulul de masura are caracteristicile unui potentiostat ce utilizeaza o metoda amperometrica si este completat de modulele de prelevare , dilutie si injectare proba. In urma evaluarii protocolului furnizat de catre coordonator si a specificatiilor furnizate de catre partenerul extern am identificat oportunitatea utilizarii unui detector amperometric care sa permita conditionarea potentialului din celula si masurarea curentului obtinut intre electrodul de lucru si contraelectrod (specificatii in anexa 4.4). In aceasta etapa am utilizat un potentiostat stat400 de la Dropsens la care am dezvoltat o aplicatie specifica in Labwindows/CVI. Pentru etapa 2018 avem in vedere realizarea unui astfel de modul alternativ utilizand microcontrollere Analog Devices sau Cypress. In aceasta situatie modulul de detectie a concentratiei de glucoza va avea un pret scazut ceea ce va scadea costul intregului sistem.

Modulul de masura este completat cu partea de analiza si interpretare a datelor. Scopul principal este de a transforma nivelele de curent obtinute in cadrul protocolului de masura in unitati de concentratie. Aceasta transformare trebuie sa tina cont de dilutie si de masa moleculei de glucoza prezente in standard dar si in mustul aflat in proces de fermentatie.

In functie de perioada de desfasurare a fermentatiei alcoolice dilutia trebuie modificata astfel incat curentii masurati sa se incadreze in domeniul linear al senzorului de



glucoza. Evolutia concentratiei va fi evidentiata in timp pentru a fi corelate toate datele obtinute in timpul procesului de fermentatie.

In cadrul acestei activitati s-a realizat si integrarea unui potentiostat disponibil comercial astfel incat sa poata fi evaluate mai corect fiabilitatea sistemului de prelevare , dilutie si injectare a probei in detectorul electrochimic. Acest lucru permite o repetabilitate mai buna si o stabilitate a masuratorilor pentru intreaga perioada de fermentatie. Au fost create premise pentru utilizarea aceluiasi software in mai multe configuratii hardware posibile ceea ce prezinta un caracter ridicat de flexibilitate al sistemului automat. In acest context s-a constatat ca extinderea domeniului functional al sistemului automat catre alte aplicatii poate fi realizata cu eforturi minime.

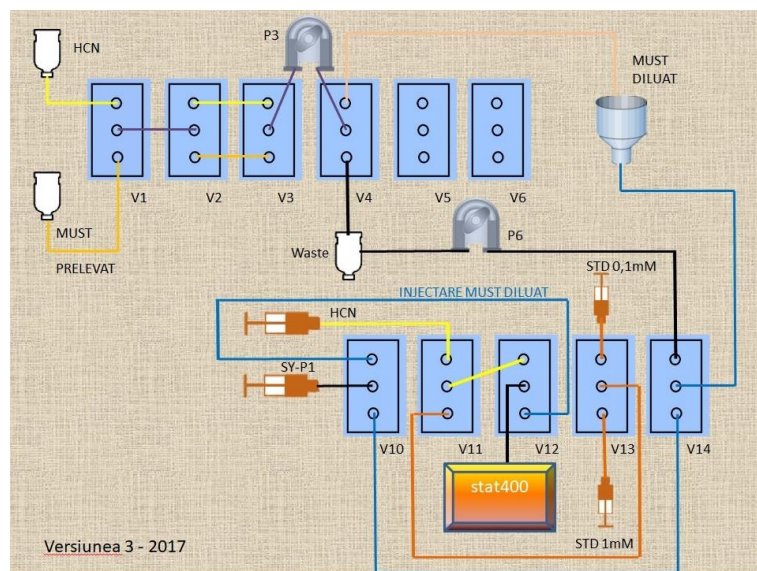
In incheierea etapei 2017 s-au efectuat activitati de tip 1.5 – **“Optimizarea sistemului bazat pe biosenzori de glucoza pentru monitorizarea fermentatiei alcoolice a vinurilor albe la nivel de statie de vinificare”**.

Aceste activitati s-au desfasurat in mare parte la INCDVV Valea Calugareasca in timpul lunilor septembrie si octombrie, in timpul vinificatiei, si au continuat la Sacele si Bucuresti in functie de prioritati.

Optimizarea modului de prelevare a probelor din tancul de fermentatie a fost efectuata pentru 2017 la vinul alb si a constat din adaugarea unui robinet suplimentar , adaugarea unor filtre pentru evitarea blocarii tuburilor , modificarea formei interioare a paharului de prelevare , micșorarea conectorilor paharului la tubulatura.

Toate aceste modificari au in vedere evitarea blocarii tubulaturii, cresterea fiabilitatii si derularea rapida a determinarilor de glucoza, polifenoli sau cromatice dupa caz.

Optimizarea analizei de glucoza a constat in adaptarea timpilor de injectare la modulul de masurare si interpretare precum si proiectarea si realizarea unei celule de masura in colaborare cu coordonatorul.



**Fig. 5 – Arhitectura actuala a modulelor de dilutie si injectare proba**

Modulul de dilutie este compus din 2 filtre, 6 valve , 2 pompe peristaltice , 3 bidoane si tubulatura de legatura. Filtrele au rolul de a proteja tuburile rigide de diametru mic 1/16 sau 1/32 si impiedica obturarea lor cu sedimente provenite din must. Acestea sunt amplasate la intrarea si iesirea din vasul ce contine must proaspat si necesita schimbarea lor

la un interval de 24 ore. Valvele numerotate V1 , V2, V3, V4 asigura crearea a 6 cai de curgere din care 3 sunt principale si le vom descrie in continuare.

Calea nr. 1 presupune un flux asigurat de pompa peristaltica P3 si care asiugura trecerea HCN catre paharul pentru proba diluata prin valvele V1, V2,V3,V4 pe pozitia normal inchis corespunzatoare conectorilor din partea superioara a fiecarei valve. Aceasta este ilustrata cu galben in Fig. 5

Calea nr. 2 asigura un flux al mustului filtrat prin bucla de injectie catre « waste » cu ajutorul comutarii valvelor V1, V2, V3, V4 in pozitia ON corespunzatoare porturilor inferioare. Calea este reprezentata cu verde in Fig. 5 si asigura umplerea buclei de 50 $\mu$ l. Valvele V1, V2 si V3 revin in pozitia OFF si asigura spalarea mustului spre recipientul de reziduuri / waste.

Calea nr. 3 asigura transferul buclei de 50 $\mu$ l de must catre paharul pentru proba diluata cu volumul de 50ml. Acest lucru se face prin comutarea valvelor V2 si V3 in pozitia ON si a valvei V4 in pozitia OFF. Transferul are loc pentru 8 minute iar apoi valvele V2 si V3 revin la pozitia OFF.

Se revine la calea nr. 1 pentru inca 8 minute astfel incat in paharul cu proba diluata sa fie o cantitate de 50ml. In acest fel se asigura o dilutie de 1:1000 iar in situatia in care concentratia scade sub standardul diluat atunci timpul de umplere cu HCF se reduce cu 8 minute.



**Fig 6 – detaliu modul de prelevare, diluare si injectare (wet part)**

La sfarsitul procedurii de injectare paharul cu proba diluata se spala cu HCF si se goleste cu ajutorul pompelor P3 si P6 asigurandu-se ca valva V14 sa fie in pozitia OFF.

Modulu de injectare se compune din 5 valve , 4 pompe siringa , 1 pompa peristaltica , 2 bidoane si detectorul amperometric. Cu ajutorul valvelor V10, V11, V12, V14, V15 se pot asigura cel putin 4 cai de curgere utile.

Cand valvele sunt in pozitia OFF si pompa siringa HCN este pornita se asigura un flux constant de 0.5ml/min prin celula electrochimica, aceasta cale este figurata cu galben. Pentru a alimenta celula cu standarde se folosesc valvele V13 si V11 in pozitia ON iar calea este figurata cu portocaliu. Comutarea valvei V13 in pozitia OFF determina injectarea standardului diluar.

În varianta inițială modulul avea în componență doar pompe peristaltice care puteau asigura o dozare minimă de 500-600μl. A fost redus regimul de lucru al pompelor de la 12V la 5V astfel încât dozarea minimă a ajuns la 200-300μl. Am procedat la introducerea în sistem a pompelor seringă care au o precizie mult mai bună de injectare. Acest lucru a coincis însă cu apariția unor incidente tehnice concretizate în zgomot foarte mare și repetabilitate scăzută. Cauza cea mai probabilă era legată de tubulatură, elementele de legătură – fittinguri și electrod. S-a constatat și că stabilitatea electrodului utilizat în testele preliminare a scăzut în 5 zile la 45,39% (ziua 2 – 80%, ziua 3: 76,3%, ziua 4: 54,33%). Acest lucru presupune intervenția umană cel puțin de 2 ori pe săptămână.

Dupa consultari cu coordonatorul am ajuns la concluzia ca este necesara o alta celula decat cea utilizata – disponibila comercial. Am procedat la design si print 3D pentru realizarea elementelor componente ale unei noi celule. Aceasta va fi utilizabila in primul trimestru din 2018 si va fi mai robusta si fiabila decat cea existenta. Acest lucru a fost demonstrat in perioada 19-26 septembrie cand am folosit un prototip realizat la Centrul de Biodinamica. Un alt aspect semnalat a fost ca reactivii trebuie sa fie proaspat preparati astfel incat sa se mentina un raspuns in curent cat mai scazut iar electrodul serigrafiat sa aiba o viata mai lunga. In timp ionul  $\text{Fe}^{2+}$  se transforma si ajunge  $\text{Fe}^{3+}$  iar HCN va avea o culoare galbena din ce in ce mai pronuntata. Acest lucru se accentueaza cu temperatura.

**Versiunea 4 - 2018**

Avantajul acestor optimizari este reprezentat de scaderea costului de exploatare, cresterea repetabilitatii , cresterea preciziei si minimizarea operatiunilor de intretinere. Se

preconizeaza utilizarea unui set de electrozi si consumabile pentru o perioada de 2-3 zile fara interventie umana.

Monitorizarea si controlul temperaturii este foarte important in cazul procesului de fermentatie alcoolica. In acest sens in configuratia initiala s-a utilizat o singura metoda de masurare si inregistrare a temperaturii. Pentru a obtine informatii suplimentare am optimizat masuratoarea de temperatura prin modificarea intervalului de esantionare la 1 minut si am adaugat o varianta de back-up si alarmare. Aceasta va fi integrata in sistem cu ocazia vinificatiei din 2018.

## 4. ANEXE

**4.1 Specificatii generale sistem** – Sistemul va raspunde la urmatoarele functionalitati :

- Prelevare must – maxim 200ml
- Dilutie must -> rezulta proba de analizat – Dilutie 1:50
- Sistem FIA cu schimbarea mediului de lucru – 3-4 reactivi, 30ml /ora
- Injectare proba – aprox. 5min
- Calcul concentratie – ciclu maxim de 90min – repetabilitate, precizie
- Spalare sistem – ciclu maxim 10 min
- Monitorizare temperatura, presiune , CO2 si pH
- Determinare parametrii cromatici

Sistemul va fi puternic parametrizat astfel incat sa poata fi adaptat unor cerinte diverse ale utilizatorului. In acest fel se asigura flexibilitate ridicata.

Sunt prevazute urmatoarele Module si/sau unitati :

- Modul de Prelevare
- Modul de Dilutie
- Modul de Injectare
- Modul de masura electrochimic
- Modul de masura cromatic
- Modul de masura analogica a parametrilor fizico-chimici
- Modul de alimentare – joasa tensiune

Aceste module vor fi montate pe un stand mobil care permite deplasarea si relocarea intregului sistem in vederea testarii functionale la locul vinificatiei.

Pentru integrarea modulelor componente se va dezvolta un pachet software care va fi structurat dupa cum urmeaza:

- Interfata grafica – realizata pe mai multe nivele pentru acces rapid la informatii
- Subrutina de monitorizare parametrii fizico-chimici
- Subrutina de control pompe si valve – functii de inject , sample , stop all



- Subrutina de masurare electrochimica
- Subrutina de masurare cromatica

Pachetul software va fi realizat in tehnologie NI-Labwindows/CVI si va fi completat cu elemente de Labview acolo unde este cazul (subrutine .VI)



**Fig. 8 – Interfata grafica pentru controlul pompelor si valvelor**

**4.2 Lista de echipamente, senzori si accesorii** – Sunt prezentate in continuare echipamentele si accesoriile preconizate a fi utilizate pentru realizarea sistemului :

1	Valve cu diafragma
2	Valve de presiune ridicata - solenoid
3	Tuburi pentru pompe peristaltice
4	Tuburi de evacuare
5	Pompe peristaltice DC, stepper motor, brushless ptr volume mici si medii
6	Relee de curent continuu si alternativ , putere mica
7	Microcontrollere pentru aplicatii digitale si analogice
8	Surse de alimentare , montaj DIN , 5V, 12V, 24V
9	PC-uri small form factor, monitoare 16:9 si elemente de fixare specifice
10	Accesorii PC, cabluri , interfete, HUB, consumabile
11	Convertoare DC-DC
12	Consumabile

13	Cabluri electrice,
14	Celule electrochimice
15	Senzori, electrozi si electrozi serigrafati
16	UPS APC
17	Module de comanda motoare si/sau pompe
18	Invertoare si/sau variatoare de frecventa
19	Placa achizitie
20	Sticlariie si accesorii de laborator chimic
21	Scule pentru montaj electronic si mecanic
22	Fittinguri, robinete, elemente de montaj si adaptoare ptr furtune sau tevi
23	Standuri, cutii pentru aparatura electrica
24	Spray-uri tehnice , polimeri si adezivi ptr etansare
25	Honeywell Potasium hexacyanoferrate
26	Reactivi de laborator
27	Mic mobilier
33	Imprimanta 3D si materiale SLA,ABS, PET
34	Echipament ptr determinari cromatice
35	Kit de testare polifenoli
36	Filtre
37	Motoare pas cu pas
38	Pompe de tip siringa si accesorii
39	Kit starter pt pompa OEM
40	Pro command siringa
41	Piulite, suruburi, saibe, saibe grover M4, M5, M6, M8, M10
42	Module de testare si prototipaj electronic

Aceasta lista poate fi completata in functie de necesitatile aparute pe parcursul dezvoltarii sistemului automatizat.

#### **4.3 Caracteristicile tehnice ale componentelor utilizate pot fi consultate pe pagina fiecarui producator sau furnizor :**

Unitate de comanda NUC – <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/boards-kits/nuc/kits/nuc7i3bnh.html>

Placa de achizitie –

[https://labjack.com/sites/default/files/product\\_brief/U3-LV%20Product%20Brief%20v1.pdf](https://labjack.com/sites/default/files/product_brief/U3-LV%20Product%20Brief%20v1.pdf)

Senzor temperatura EI-1050 –

<https://labjack.com/support/datasheets/accessories/ei-1022>

Placa de releee – <https://labjack.com/support/datasheets/accessories/rb12>

Relee OPTO 22 – DC , AC , IN/OUT –  
[http://www.opto22.com/site/pr\\_details.aspx?cid=4&item=G40DC5](http://www.opto22.com/site/pr_details.aspx?cid=4&item=G40DC5)

Sursa 5V, 12V, 24V –  
[http://www.farnell.com/datasheets/2236360.pdf?\\_ga=2.162046712.536025788.1511419120-430408896.1483190116](http://www.farnell.com/datasheets/2236360.pdf?_ga=2.162046712.536025788.1511419120-430408896.1483190116)

Senzori pH –  
<http://www.hannainst.ro/Electrozi-pHORP/Electrozi-de-pH-cID1013-pID178.html>

Senzor presiune –  
[http://www.farnell.com/datasheets/2291654.pdf?\\_ga=2.170893924.536025788.1511419120-430408896.1483190116](http://www.farnell.com/datasheets/2291654.pdf?_ga=2.170893924.536025788.1511419120-430408896.1483190116)

Senzor Co2 –  
<https://www.dfrobot.com/product-1549.html>

Pompe DC 12V –  
<http://www.kamoer.com/en/dispro.asp?fid=126&id=583>

Pompe de precizie –  
<http://www.kamoer.com/en/dispro.asp?fid=139&id=609>

Valve 12V Burkert –  
<http://www.burkert.com/en/Media/plm/DTS/DS/DS6126-Standard-EU-EN.pdf?id=DTS0000000000000001000138746ENB>

Valve solenoid 12V-24V – presiune mare –  
<https://www.electricsolenoidvalves.com/1-2-24v-dc-electric-plastic-solenoid-valve/>

#### **4.4 Protocol de lucru pentru determinarea concentratiei de glucoza**

In urma analizei efectuate de coordonator in perioada iulie – august a fost enuntat un protocol de implementat pentru determinarea concentratiei de glucoza din must. Acest protocol a fost discutat cu INCDVV Valea Calugareasca si a fost testat in laborator.

Redam in cele ce urmeaza principalele caracteristici ce vor fi urmarite.

Caracteristici electrod serigrafiat:

- electrod de lucru (carbon, modificati cu glucozoxidaza si hexacianoferat),
- electrod de referinta (Ag)
- electrod auxiliar (carbon).

Detalii protocol :

- Metoda electrochimica : amperometrie la potential constant -  $E_i = -0,025$  V vs. Ref;
- Raspuns in curent ; I range = 10  $\mu$ A,
- Durata - maxim 3 ore
- Flux continuu (0.5 mL/min) solutie de tampon cu mediator
- Tampon Tris- $\text{HNO}_3$  pH=7,2, 0,1 M + hexacianoferat de potasiu (II), 20 mM).
- Bucla de injectie de aprox 170  $\mu$ L
- Probele injectate – minim 3 repetari
- Dilutie proba de must/vin – 1 :250 (1 :500 daca e cazul)
- Domeniul de concentratii de glucoza cuprins intre 0.06-1 mM
- Saturatie senzor la 1 mM glucoza
- Standard concentrat – 1mM
- Standard diluat – 0.06mM
- Rezolutie detector amperometric – 1pA
- Domeniu de curent – 1nA la 10  $\mu$ A
- Domeniu de tensiune – de la -1V la 1 V

#### **Observatie :**

**Dilutia probelor a fost actualizata la 1 :1000 si respectiv 1 :500 la incheierea perioadei de vinificatie si scaderea densitatii sub 1030g/l. Aceste valori ale dilutiei au fost stabilite in raport cu domeniul liniar al senzorului de glucoza.**

Descrierea protocolului – Pentru a efectua determinari ale concentratiei de glucoza din must va fi urmarita urmatoarea procedura :

1. Se porneste sistemul Intel NUC care indeplineste si rolul de MTU in cadrul acestui sistem
2. Se porneste alimentarea pentru blocul de joasa tensiune 5V, 12V, 24 V
3. Se verifica faptul ca blocurile RTU1 si RT2 sunt alimentate – au led-ul verde aprins
4. Se porneste aplicatia Sens4Wine care are o interfata grafica precum cea din figura 10
5. Se verifica parametrii de functionare de pe ecran
6. Se deschid robinetii de siguranta prevazuti in zona de prelevare. Acestia trebuie sa fie minim 2 robineti pentru a permite si prelevarea manuala a probei
7. Se verifica functionalitatile in regim manual : pornire/oprire pompe , comutare valve
8. Se actioneaza butonul SAMPLE pentru a initia deschiderea valvei de prelevare si alimentarea vasului cu must proaspat. Aceasta faza dureaza 30 de secunde pentru a permite trecerea prin filtru a unei cantitati de must de minim 5-10ml
9. Programul continua cu derularea procedurii de dilutie si transfer a mustului diluat. Aceasta faza dureaza intre 10 si 20 de minute si poate fi urmarita pe monitor.
10. Dupa obtinerea mustului diluat se transfera 5ml in pompa siringa , durata acestei operatii fiind de 10 minute
11. Se actioneaza butonul INJECT care asigura injectarea in celula in flux si masurarea curentilor obtinuti. Secventa prevede injectarea la fiecare 300 secunde de HCN, STD0.1mM , STD1mM si proba must diluat iar aceasta se repeta de 3 ori pentru a obtine valori medii ale raspunsului amperometric.
12. Dupa efectuarea acestor etape se calculeaza concentratia rezultata si se afiseaza pe ecran.

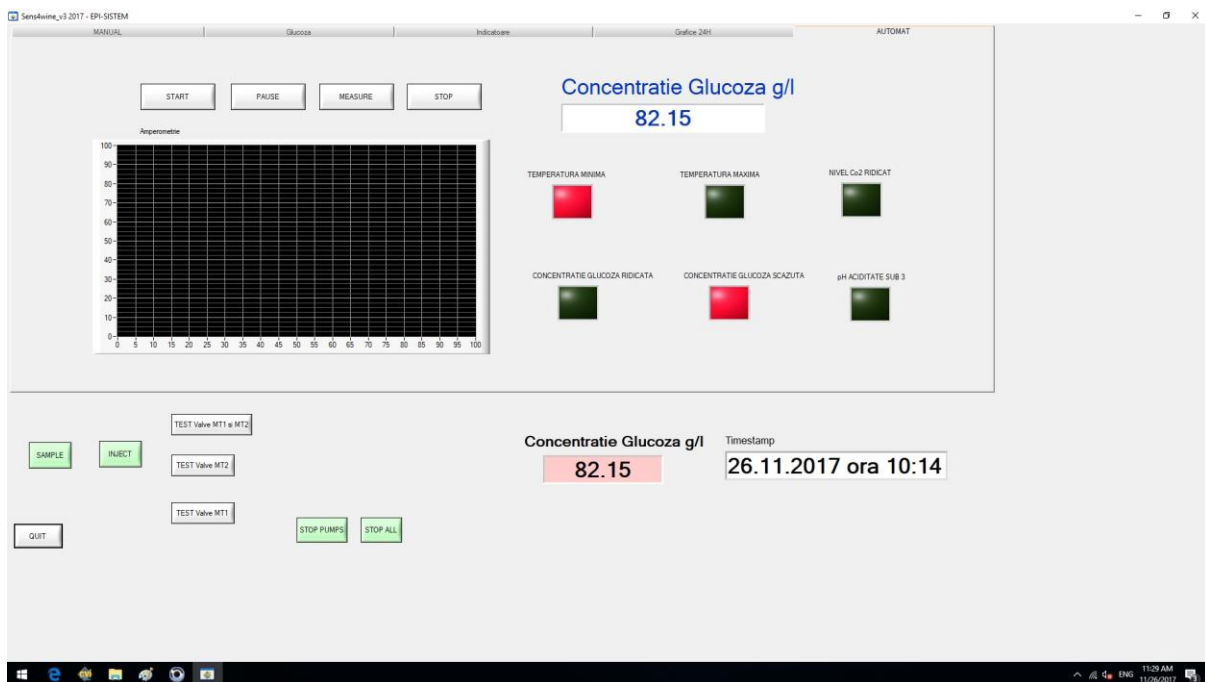
13. Datele masurate sunt salvate intr-un fisier .txt sau .csv si pot fi consultate ulterior sau prelucrate
14. La sfarsitul operatiei de INJECT se procedeaza la spalarea sistemului cu HCN si golirea cailor de curgere utilizand pompele P3 si P6 , eventual PP1 daca este disponibila.

Aceste etape vor fi implementate in sistemul automat si adaptate unde este cazul astfel incat sa raspunda functional la cerintele utilizatorului.

#### 4.5 Alarme implementate

In aceasta etapa au fost implementate urmatoarele alarme in panoul de control MTU:

- Temperatura maxima
- Temperatura minima
- Nivel Co2 mare
- Nivel glucoza peste limita 1mM
- Nivel de glucoza sub limita 0.1mM
- Nivel pH sub 3



Aceste alarme vor fi completate in etapa 2018 si cu alte variabile/conditii critice si vor fi disponibile si in configuratia SCADA. In aceasta etapa ele sunt disponibile doar la nivel de MTU.

## 5. PREZENTARE REZULTATE VERIFICABILE ETAPA

Rezultate verificabile 2017 :

- Specificatii preliminare sistem si lista de componente – prezentate in cap. 4
- Stand – Specificatii si module componente – cap. 4
- Protocol si senzor – document – cap.4
- Modul masura glucoza (hard si soft) – este functional si lucram la optimizari



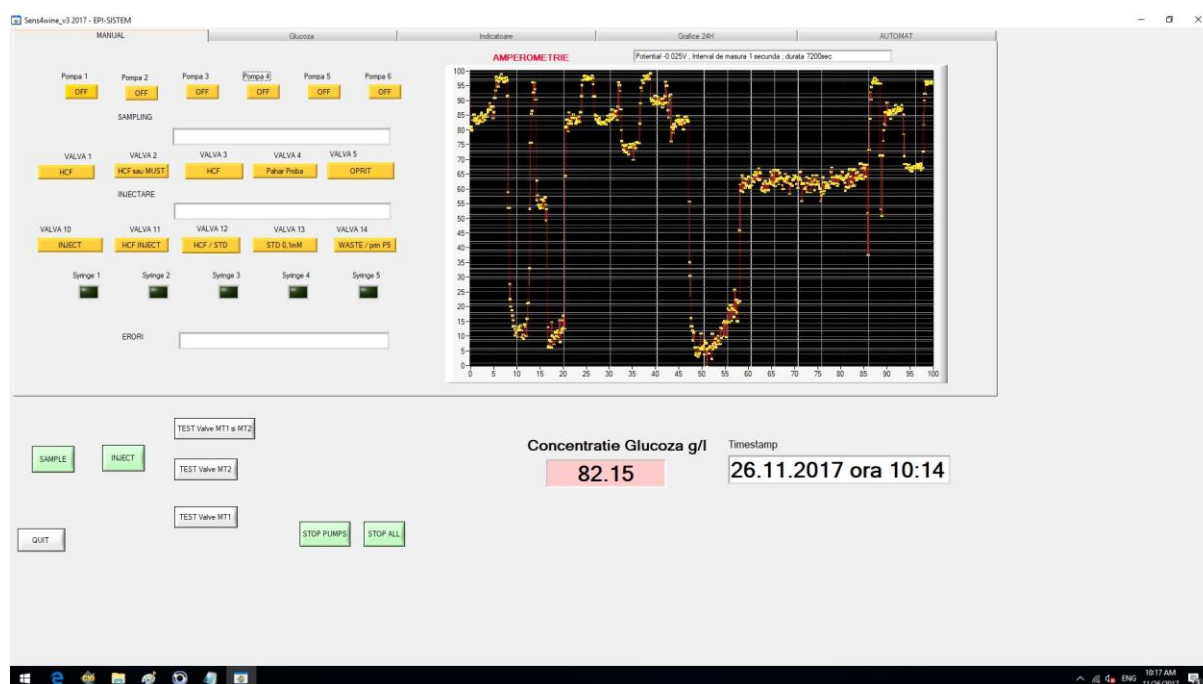
**Fig. 9 Stand Hardware si software**

In aceasta etapa sistemul are o acoperire functionala de 80% si preconizam ca vor fi realizate toate functionalitatile pana in luna iunie astfel incat sa poata fi testat in timpul vinificatiei din septembrie – octombrie 2018.

Am obtinut o repetabilitate de 85% pentru modulul de dilutie si cautam solutii ptr cresterea repetabilitatii peste 90%. In acest moment bucla are aprox. 350  $\mu$ L si va fi micșorata pana la 100  $\mu$ L.

Precizie de dozare pentru pompele peristaltice este de 0.5ml si vom optimiza sistemul ptr a obtine o precizie de dozare de 0.1ml. Pentru pompele siringa precizia de dozare este de 0.001ml si lucram la imbunatatirea protocolului de comanda pentru pompele bidirectionale.

Din punct de vedere al aplicatiei software prezentam varianta actuala de software care ajuta la determinarea concentratie de glucoza si permite exploatarea sistemului in regim manual sau automat.



**Fig. 10 – Detaliu din aplicatia software de determinari electrochimice si concentratie**

Sunt evidentiata in aceasta etapa masuratorile electrochimice , parametrii fizico-chimici si sunt accesibile comenzile pompelor si a valvelor in regim manual si automat.

Interfata grafica este structurata sub forma de ecrane multiple ce pot fi consultate pe rand in functie de necesitati. Am evitat structurile arborescente care sunt mai complicate de folosit si necesita o coordonare mai complexa.

Sunt pregatite si alte modalitati de vizualizare ale parametrilor de sistem. Monitorizarea de tip SCADA este in curs de implementare pe platforma locala de la Sacele urmand ca pentru etapa 2018 sa fie definitivata.

Aplicatia are in acest moment 2900 de linii de program si se va extinde pe masura ce acoperirea functionala va fi completa. Se foloseste mediul de dezvoltare Labwindows/CVI.



## 6. CONCLUZII

Etapa 2017 a cuprins o serie de activitati legate de realizarea unui sistem nou automatizat pentru monitorizarea vinificatiei. Activitatile sunt prevazute in planul de realizare al proiectului.

In aceasta etapa , in ciuda timpului foarte scurt cuprins intre semnarea contractului - iulie si procesul de fermentatie alcoolica – septembrie, am realizat un model functional ce a fost utilizat in timpul vinificatiei la vinul alb la INCDVV Valea Calugareasca in perioada 14 septembrie – 5 octombrie.

Modelul functional a evoluat in mod constant iar in prezent el poate fi utilizat in procedura automata pentru prelevarea probei, dilutia ei, injectarea probei diluate in vederea determinarii concentratie de glucoza din must.

Aplicatia software are caracteristici bune de stabilitate si pune la dispozitia utilizatorului date si grafice referitoare la datele masurate in timpul vinificatiei. Sunt create modulele de baza ce stau la baza sistemului de supraveghere, control si informare de tip SCADA.

Pe parcursul acestei etape s-au realizat toate obiectivele propuse pentru 2017 :

- A fost stabilita arhitectura sistemului si au fost scrise specificatiile
- A fost realizat modelul functional al sistemului in baza specificatiilor
- A fost optimizat biosenzorul de glucoza si a fost adaptat protocolul de lucru
- A fost dezvoltat si integrat modulul de masura pentru glucoza
- A fost optimizat sistemul hardware si software si eficientizata aplicatia software



**Fig.10 – Standul de masura in varianta initiala septembrie si in varianta optimizata pana in luna noiembrie**



**In concluzie, etapa 2017 a proiectului si-a atins obiectivele si prefigureaza realizarea unui sistem automatizat performant si competitiv. Gradul de inovare / noutate este ridicat iar sub aspect al pretului final estimam respectarea tintei propuse.**

**Etapa 2018 va permite functionalitati extinse si va permite cresterea eficientei si a performantelor sistemului.**

## 7. BIBLIOGRAFIE

Labjack <https://labjack.com/sites/default/files/LabJack-U3-Datasheet-Export-20161024.pdf>

Programare Labwindows/CVI - Getting Started with LabWindows/CVI – October 2010

Ursutiu Doru – Initiere in Labview – Programarea grafica in fizica si electronica  
ISBN : 973-9428-60-6

Cotfas Petru Adrian – Prelucrarea Semnalelor – Aplicatii in Labview – ISBN : 978-973-131-071-8

## 8. RAPORT PRIVIND DEPLASAREA

**Deplasari interne** – in perioada 14 septembrie – 5 octombrie standul a fost mutat/transferat la Valea Calugareasca pentru masuratori pe perioada de vinificatie la vinul alb. Au fost testate functionalitatile sistemului, au fost identificate elementele care vor trebui imbunatatite si au fost optimizati parametrii existenti. S-au stabilit prioritati pentru imbunatatirea pana in luna decembrie a mai multor parametrii legati de prelevare si injectare proba in vederea determinarii concentratiei de glucoza. Au fost revizuite aplicatiile software.

**Diseminare** – Am participat la redactarea unui poster care a fost prezentat la conferinta Priochem 2017 – Editia 13, Bucuresti 25-27 octombrie 2017. „

Titlul acestei lucrari este „Flow injection system integrating a glucose biosensor for monitoring the alcoholic fermentation of wines”.