

UNIVERSITATEA „TRANSILVANIA” DIN BRAȘOV
FACULTATEA DE INGINERIE ELECTRICĂ ȘI ȘTIINȚA CALCULATOARELOR

DEPARTAMENTUL AUTOMATICĂ ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

Prof.dr.ing. Sorin-Aurel Moraru

Dr. ing. Cătălin Bujdei

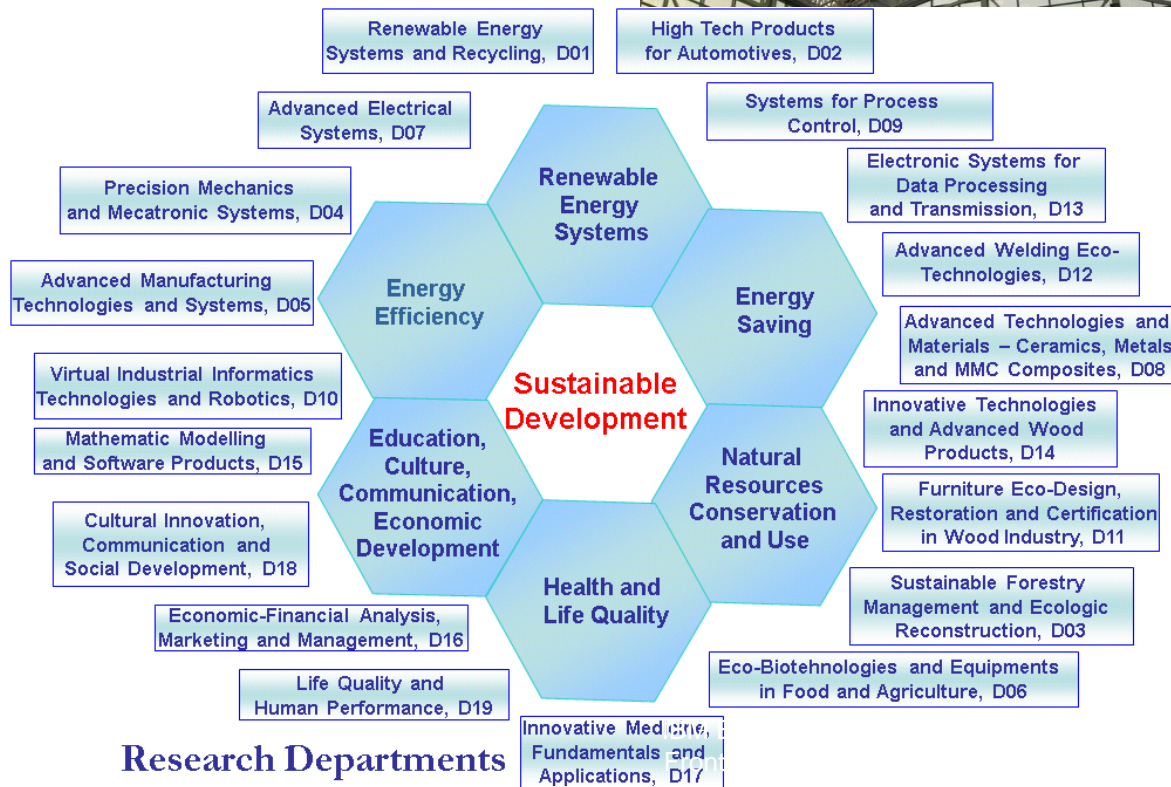
Analiza bazelor mari de date pentru monitorizarea parametrilor ambientali în mediu construit

Institutul de Cercetare/Dezvoltare PRO-DD

*IBM Big Data & Business Analytics - A New Frontier for Innovation and Competitiveness
June 7, 2013, University Transilvania of Brasov*



Institutul de Cercetare / Dezvoltare ICDT – PRO-DD



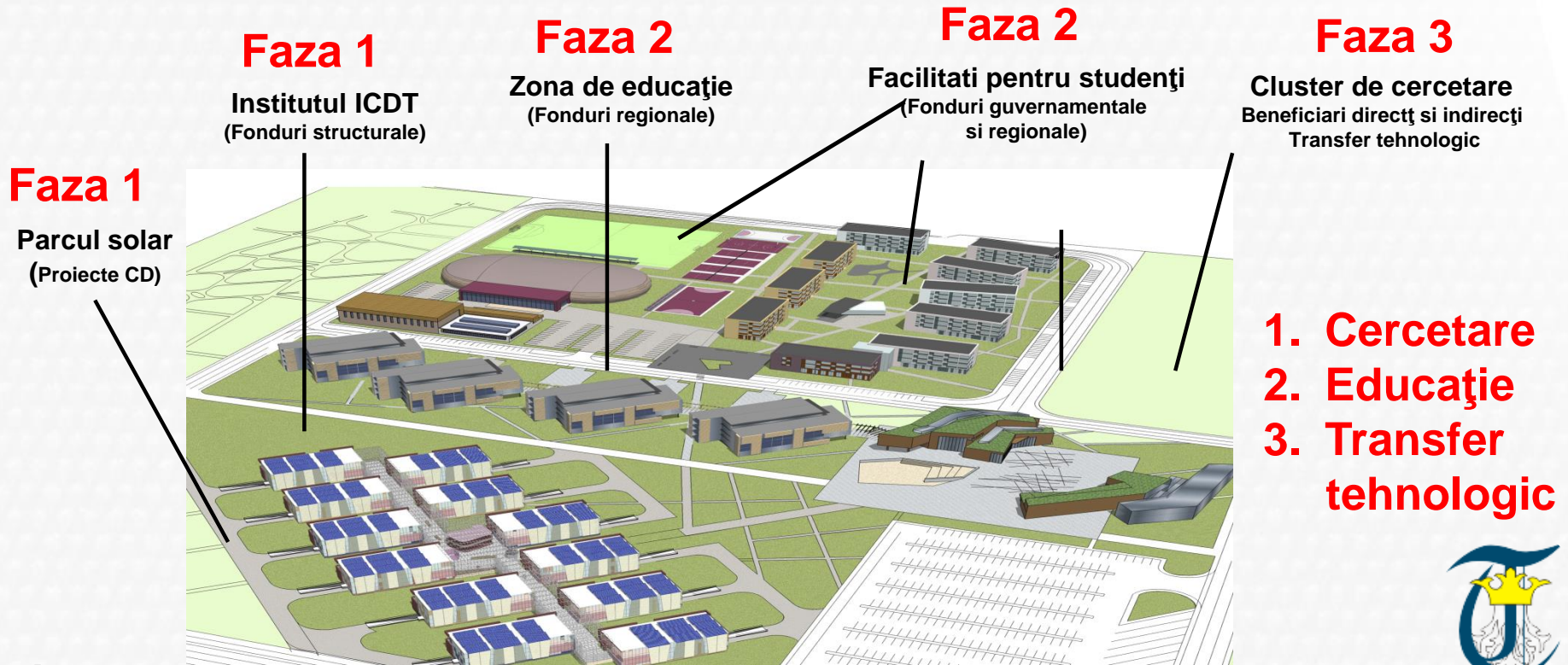
Campusul GENIUS

– Institutul de Cercetare / Dezvoltare:

Produse High-Tech pentru Dezvoltare Durabilă PRO-DD

– O structură inovativă pentru cercetare avansată

– Green, Energy INdependent University Campus *GENIUS*



1. Cercetare
2. Educație
3. Transfer tehnologic



Centrul de date *GREEN*

- Infrastructura proiectată și realizată este compusă dintr-un *Centru de date și o platformă* pentru cuprinderea în rețea, monitorizare și facilitare multimedia croită pentru un număr mare de utilizatori din toate centrele de cercetare din *Institutul PRO-DD*.
- Datorită adoptării unei *arhitecturi orientate pe servicii*, viitoarele dezvoltări sunt posibile fără intervenții majore, putându-se adăuga, configura și reconfigura resurse în regim dinamic în funcție de câte sunt necesare și disponibile.
- Centrul de date *Green* are o arhitectură de tip *cloud-computing* bazată pe o structură *Blade*, orientată pe servicii ce vor fi furnizate cercetătorilor din Institut, profesorilor și studenților din întreaga universitate, altor universități și organizații diverse din regiunea noastră și din țară.

Caracteristicile echipamentelor din Centrul de date *GREEN*

- Numar de procesoare: 29
- Numar de nuclee : 174
- Memorie RAM: 1440 GB
- Memorie video: 6 GB GDDR5
- Capacitate de stocare: 28 TB
- Putere de calcul: aprox. 1 TFlops



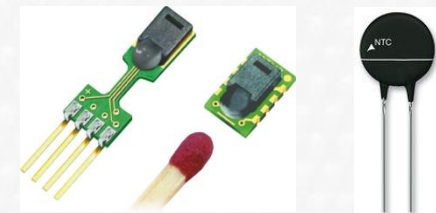
Smarter Buildings: Intelligent Distributed Workspace for Energy Efficiency in the GENIUS Campus – WEEGEN

- Proiect *IBM Share University Research*, 2009-2012
- Dezvoltarea unui model global pentru clădirile și spațiile de birouri ale Institutului de Cercetare-Dezvoltare ICDT-Pro-DD din Campusul GENIUS al Universității Transilvania din Brașov
- Propunerea și proiectarea unei arhitecturi distribuite de achiziție de date și control bazat pe senzori fără fir, actuatori și rețele de calcul pentru a furniza o eficiență energetică crescută, o securitate îmbunătățită, o fiabilitate ridicată și o mentenabilitate economică pentru toate cele 12 clădiri ale Institutului
- Conectarea multiplelor sisteme de control (iluminat, HVAC, surse de energie electrică) și a multiplelor locații - control la distanță via internet și wirelees, alarmare și monitorizare a evenimentelor
- Crearea facilităților de tratare a întregului Institut ca un laborator de studiere a parametrilor construcțiilor și instalațiilor în vederea proiectării, realizării și testării unor soluții de tip BMS – Building Management System

Etape inițiale

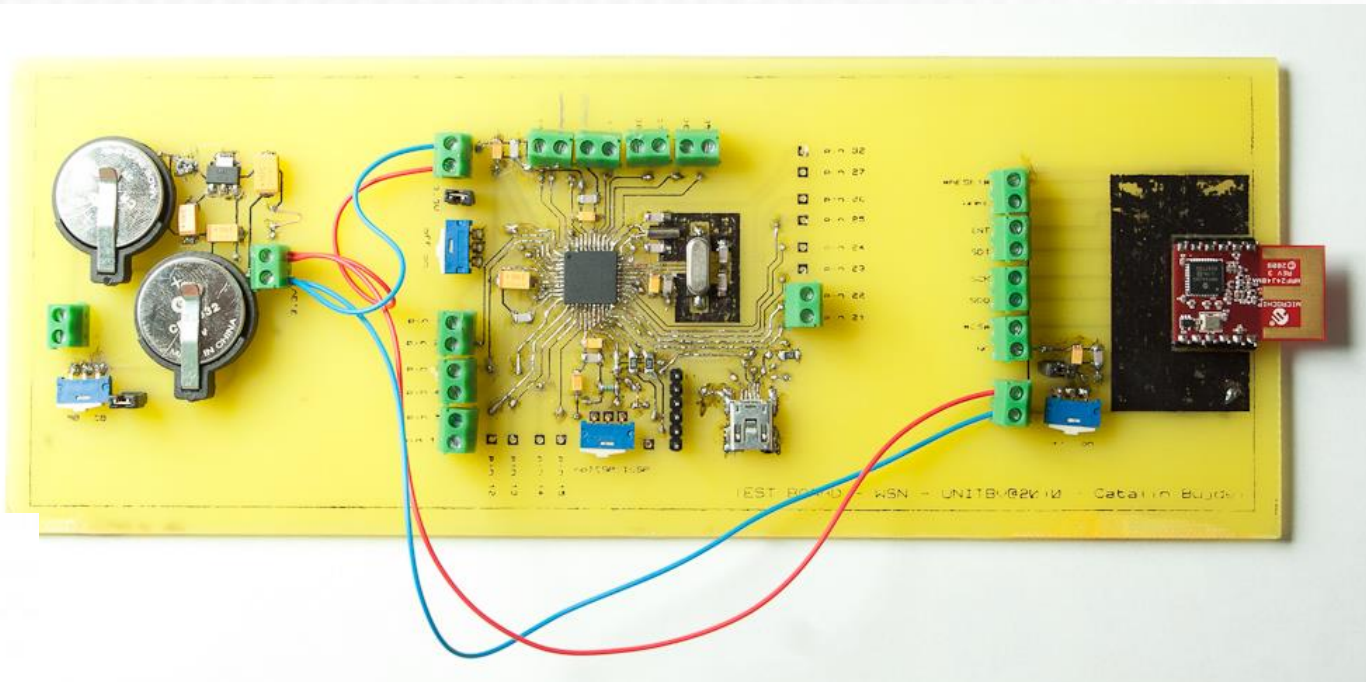


- stadiu actual
- determinarea celor mai utile solutii de implmentare a comunicatiei radio (e.g. Wi-Fi, IRDA, Blueetooth, *DASH 7*, *ZigBee*)
- determinarea celor mai potriviti senzori pentru monitorizarea conditiilor de mediu ambiant (ex. temperatura, umiditate relativa, punct de roua, monoxid de carbon, dioxid de carbon, intensitate luminoasa). 3 aspecte au fost considerate la analiza senzorilor: *precizie*, *consum de energie* si *cost*
- testararea diferitor dispozitive de retea
- crearea de dispozitive de monitorizare si achizitie date, conectabile USB
- senzorii precisi de monoxid/dioxid ce carbon sunt scumpi (ex. o solutie de cost redus ajunge la aprox. 200\$)
- costul este proportional cu performanta senzorilor.



Implementarea dispozitivului de retea

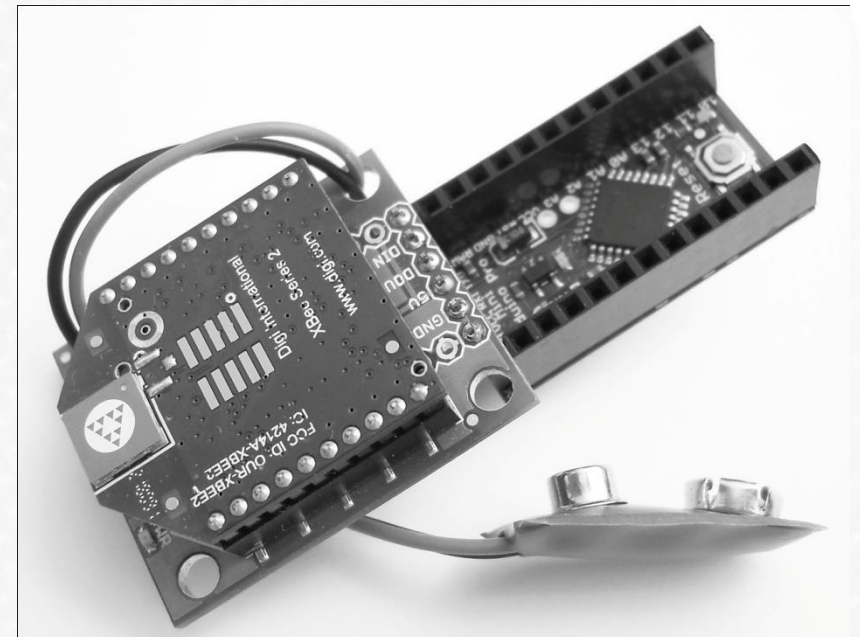
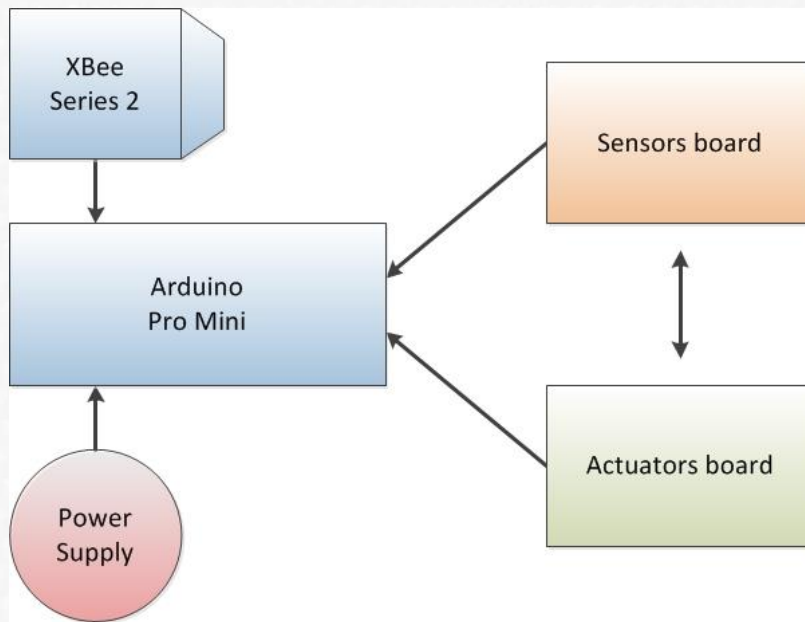
- S-a incercat o implementare de la zero
 - majoritatea dispozitivelor comerciale sunt scumpe si nu prezinta un format general
 - s-a dezvoltat modulul de alimentare cu energie, cel de procesare si modulul radio



-> *concluzia*: timp insuficient pentru a termina tot ce se dorea sa se realizeze, asadar, s-a decis utilizarea unor platforme existente

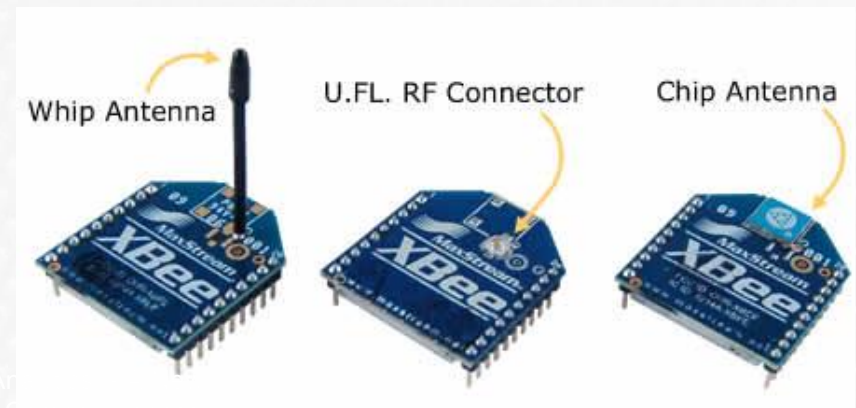
Implementarea dispozitivului de retea

- noua solutie implementata presupunea utilizarea componentelor: Arduino Pro Mini, XBee si a modulelor de extensie cu senzori

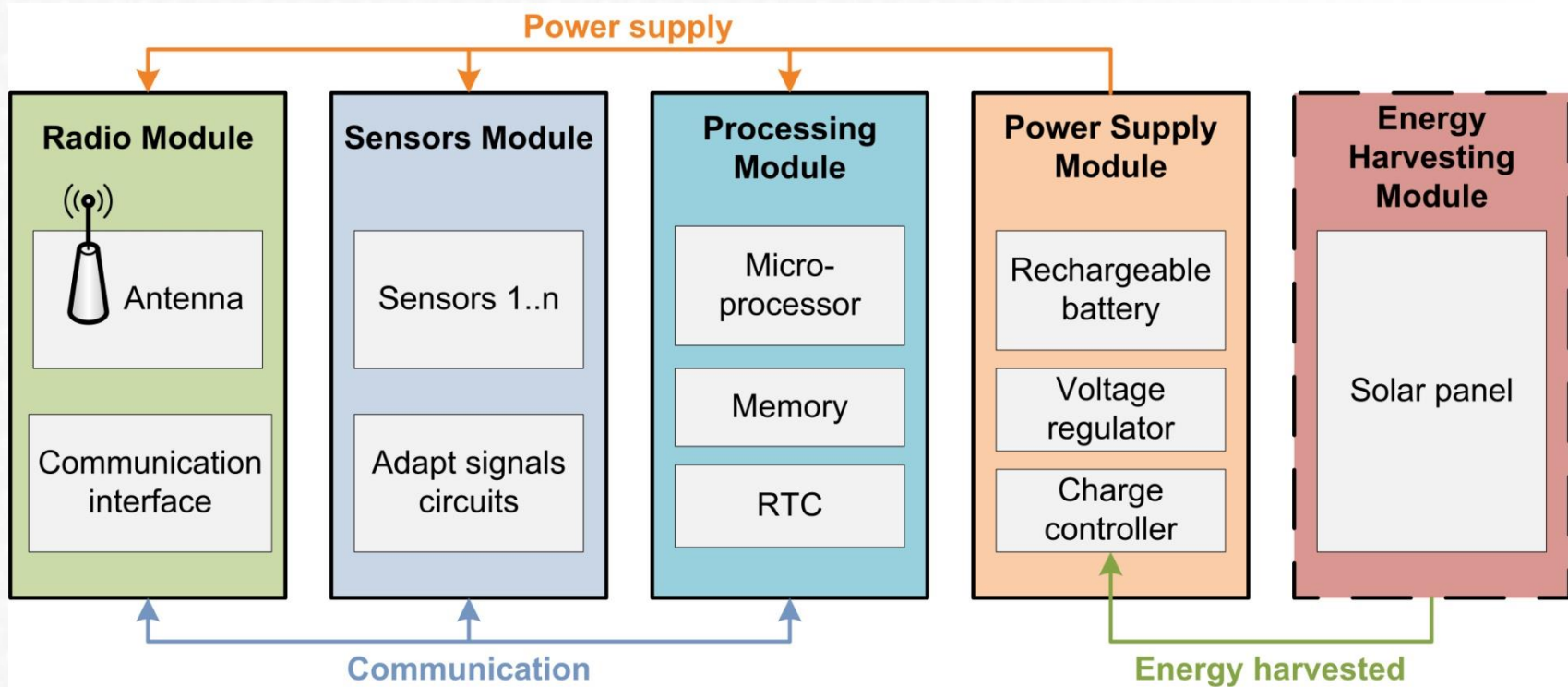


Implementarea dispozitivului de retea

- următoarea soluție se bazează pe utilizarea platformei Seeeduno Stalker v2, Xbee și a modulelor de extensie (prevăzute cu senzori sau elemente de acționare)

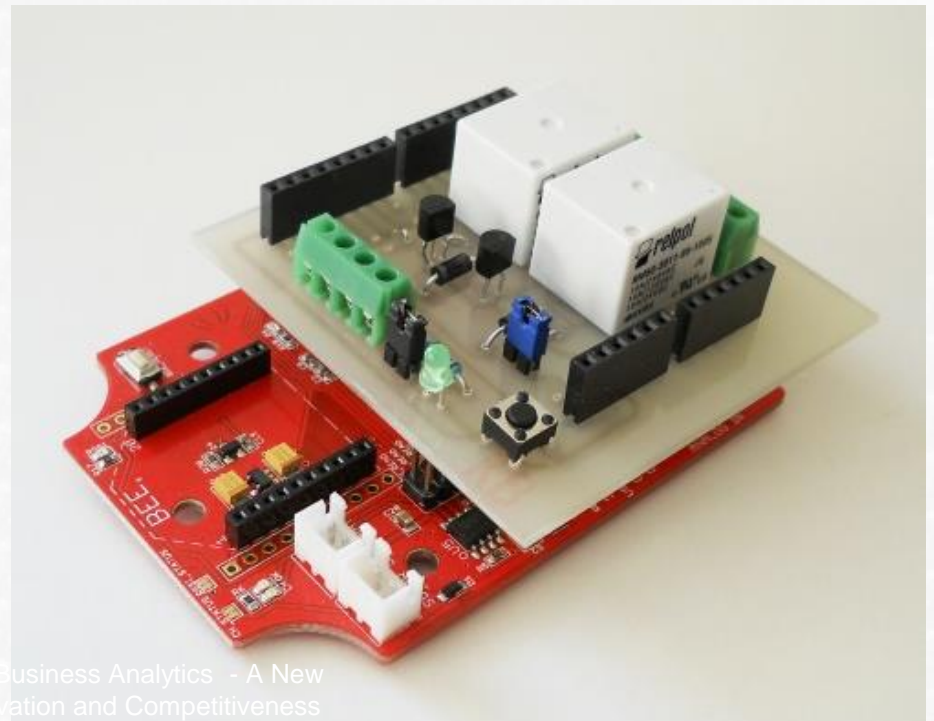
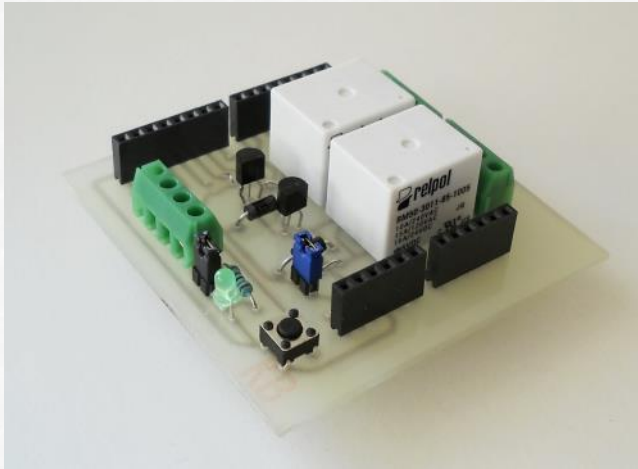


Implementarea dispozitivului de retea



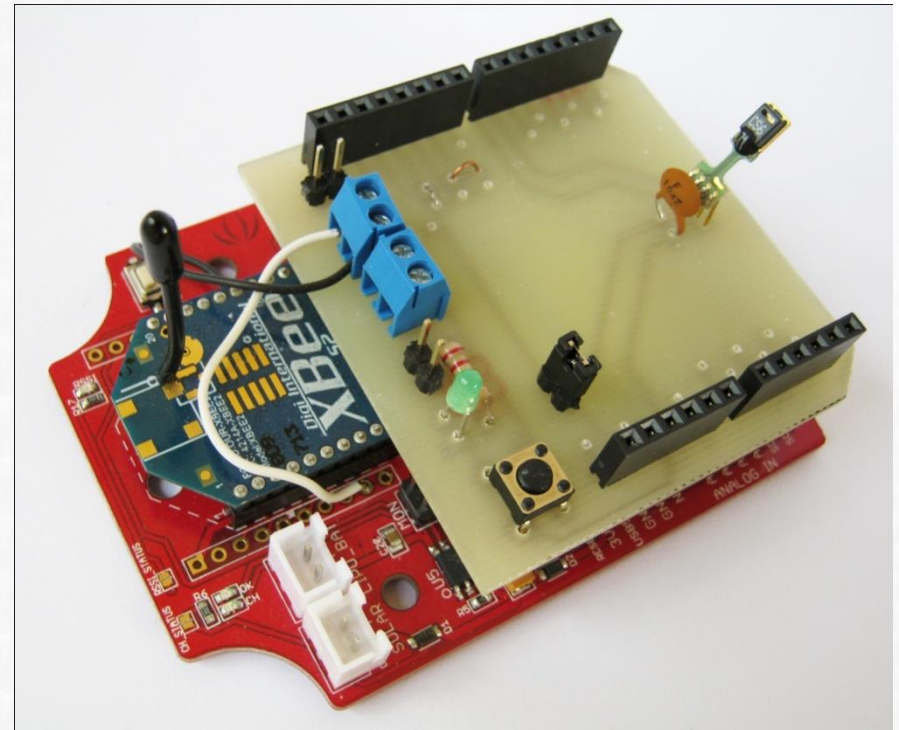
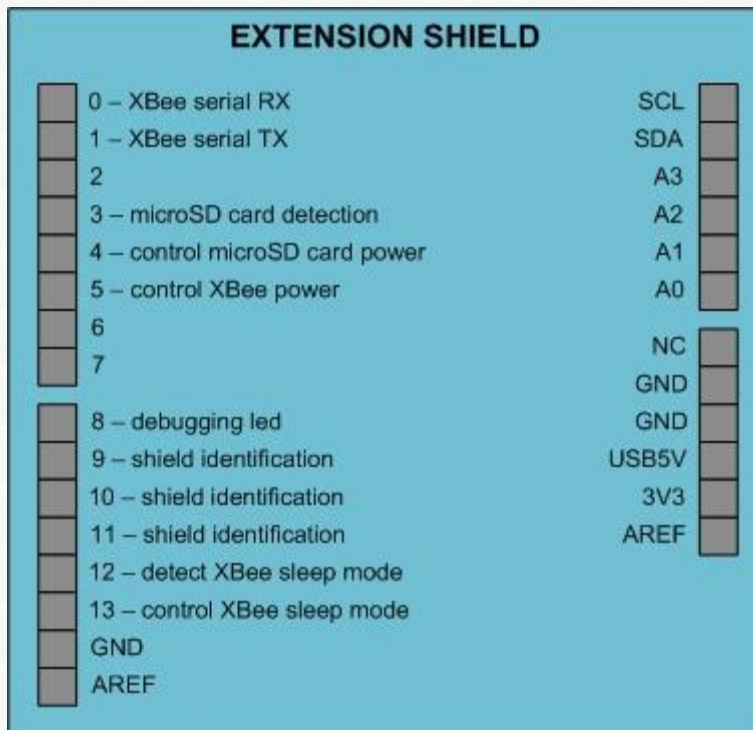
Implementarea dispozitivului de retea

- modul de extensie cu rele: permite comutarea alimentarii cu energie a unor echipamente electrice externe (max. 10A)
- curentul consumat de acest modul de extensie este destul de ridicat (40mA pentru fiecare releu)



Implementarea dispozitivului de retea

- Modul de extensie cu senzori (care se bazeaza pe un format general):
 - SHT71 (temperatura, umiditate relativa);
 - Termistor (temperatura).



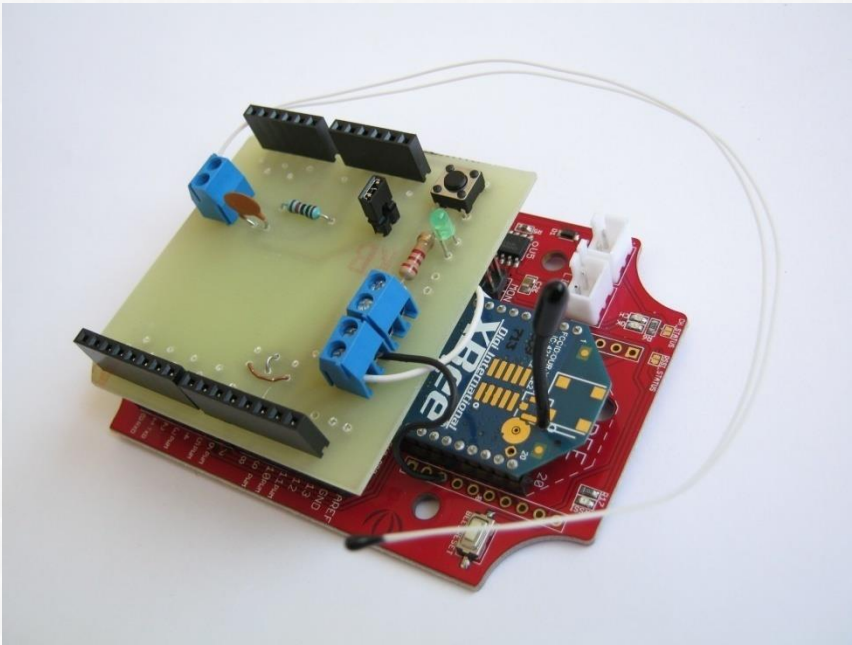
Implementarea rețelei de senzori fara fir

- aproximativ 80 de noduri de retea



Implementarea rețelei de senzori fara fir

- rețeaua a fost distribuita initial intr-o sala de curs din Laboratorul L6



Implementarea rețelei de senzori fara fir

Noduri router



Nod
coordonator

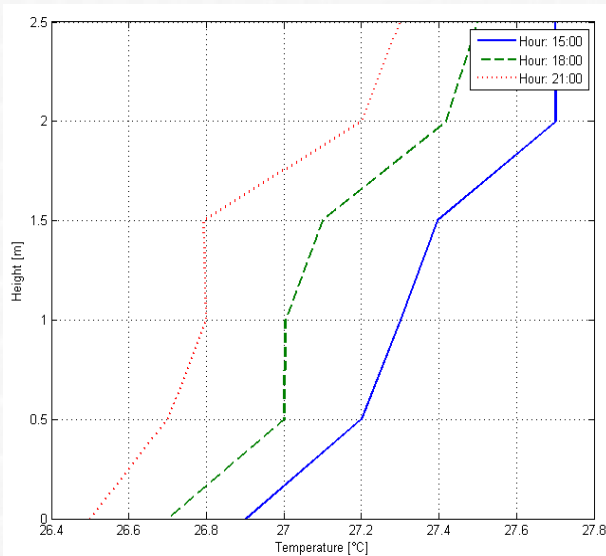
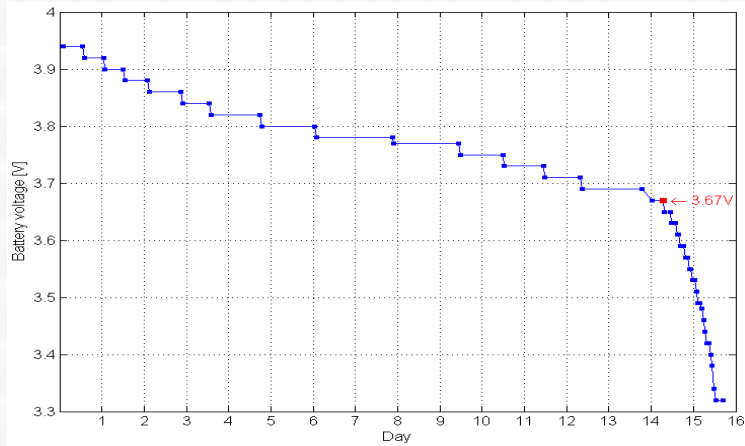


Noduri
terminale

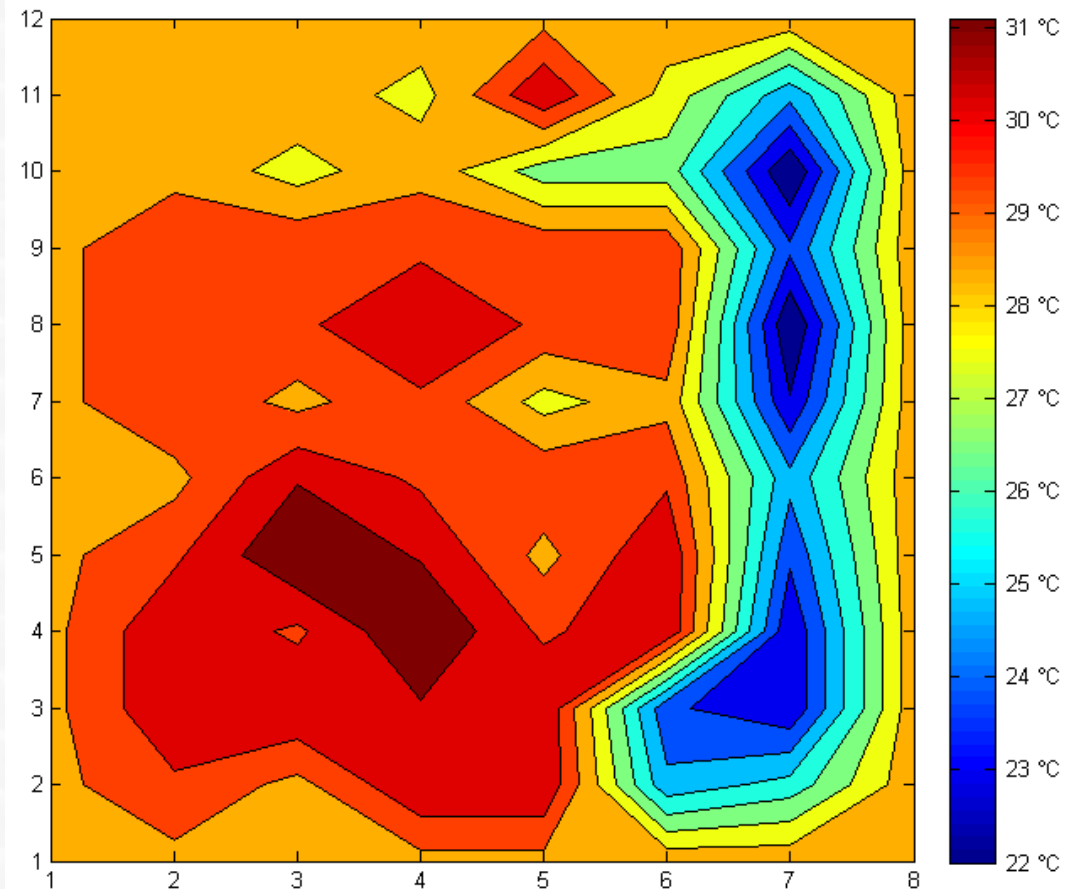


Analize initiale

Consumul de energie



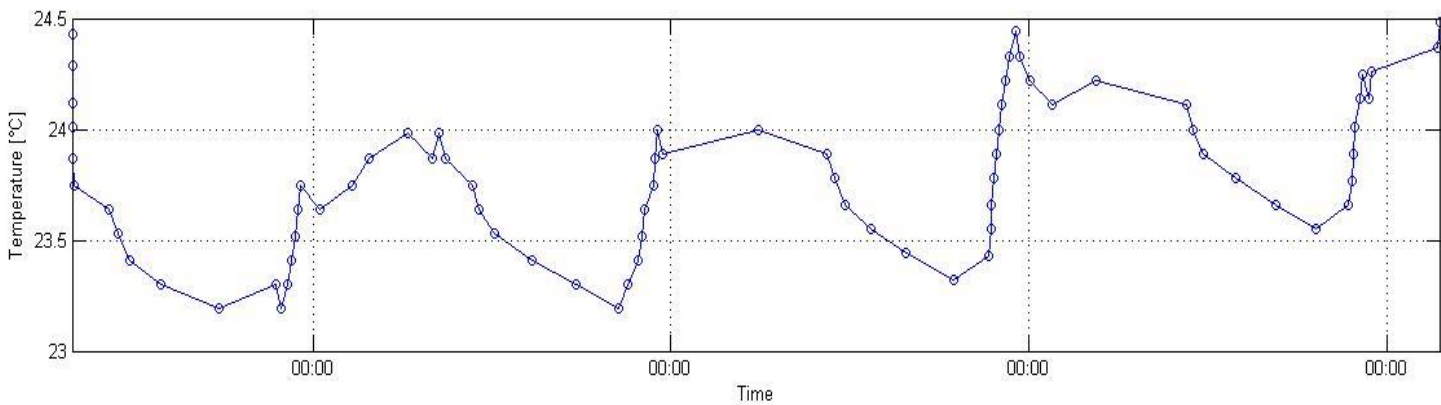
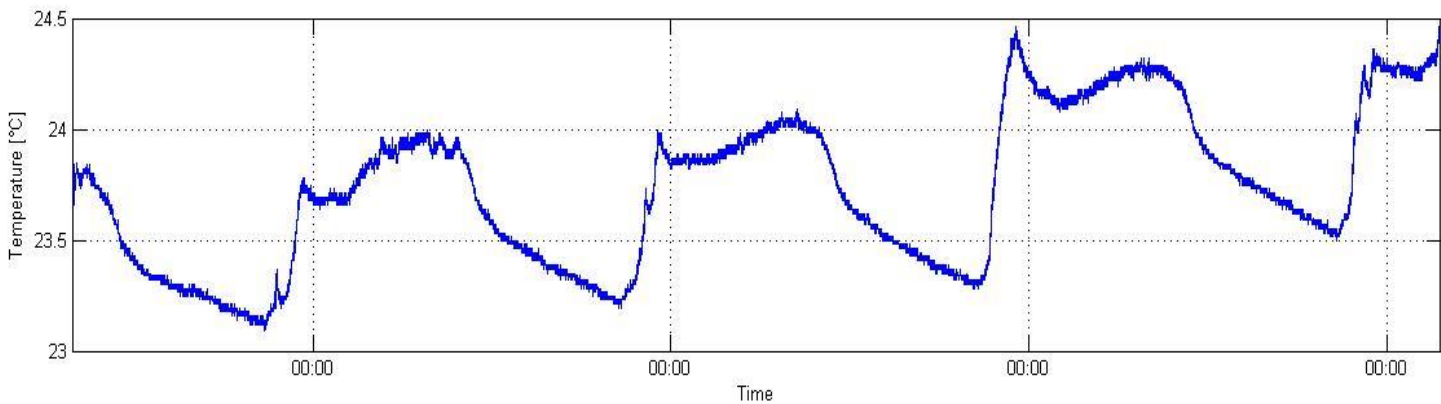
Distributia temperaturii in plan orizontal



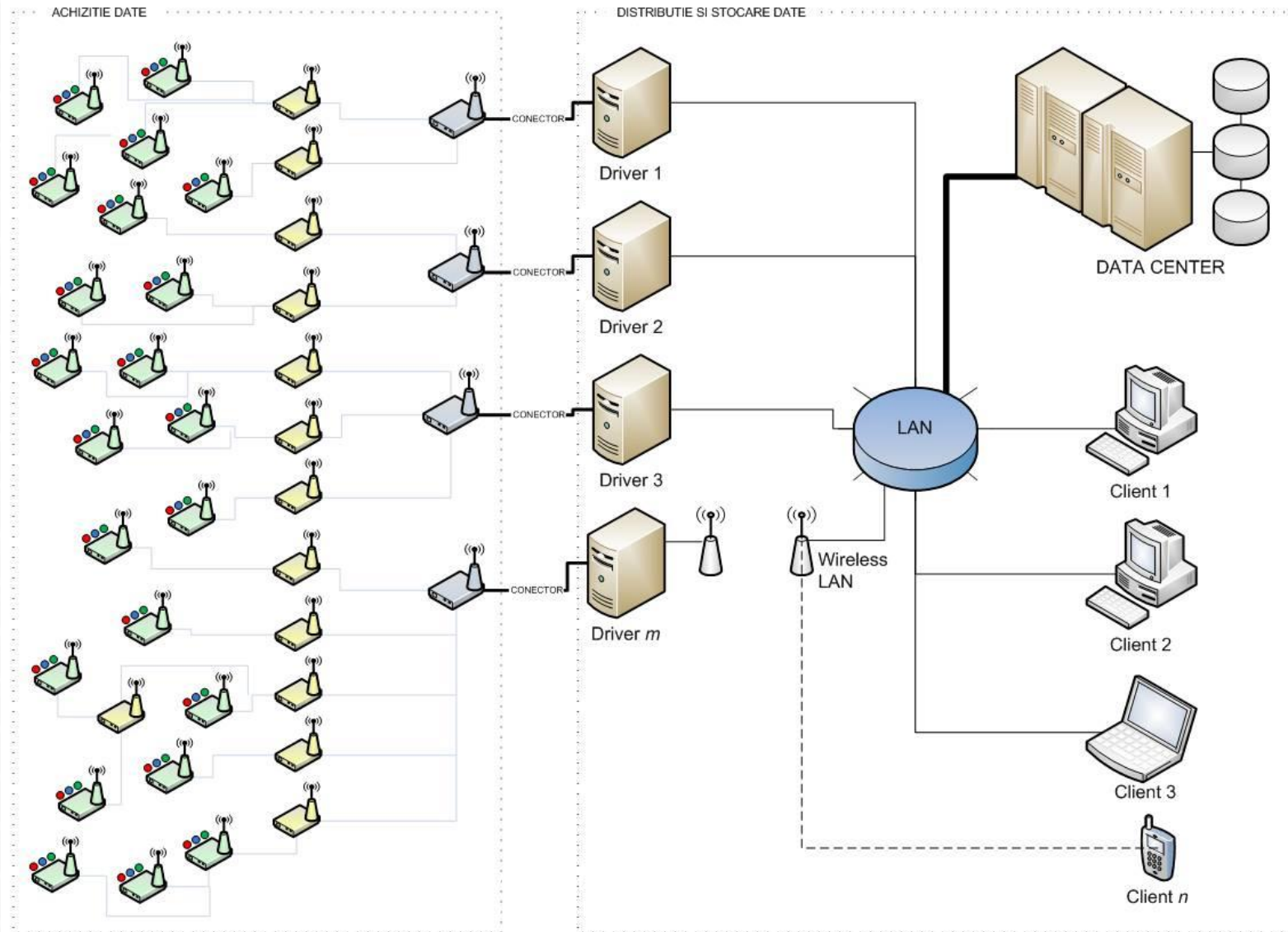
Variatia temperaturii cu inaltimea

Optimizari si procesari de date

- informatia este transmisa doar atunci cand apare o anumita diferenta de valori fata de informatia transmisa anterior

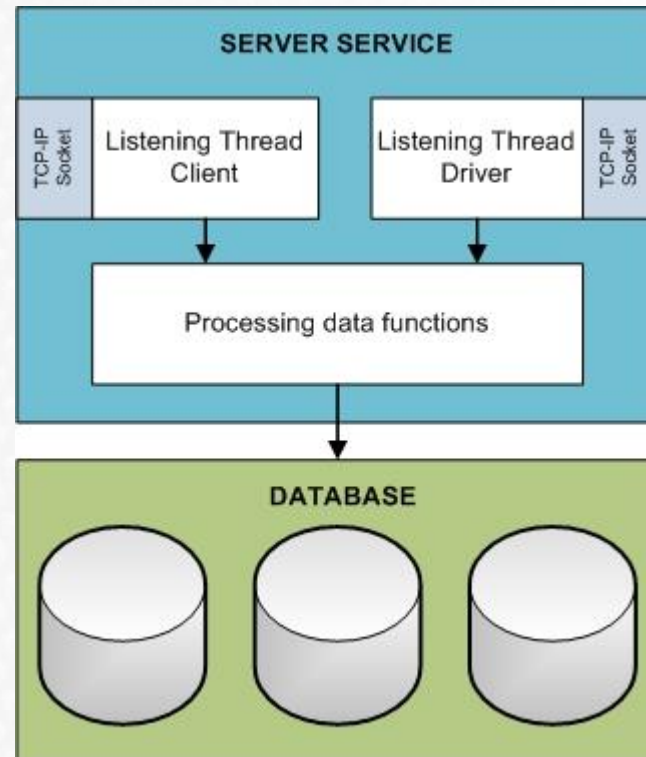
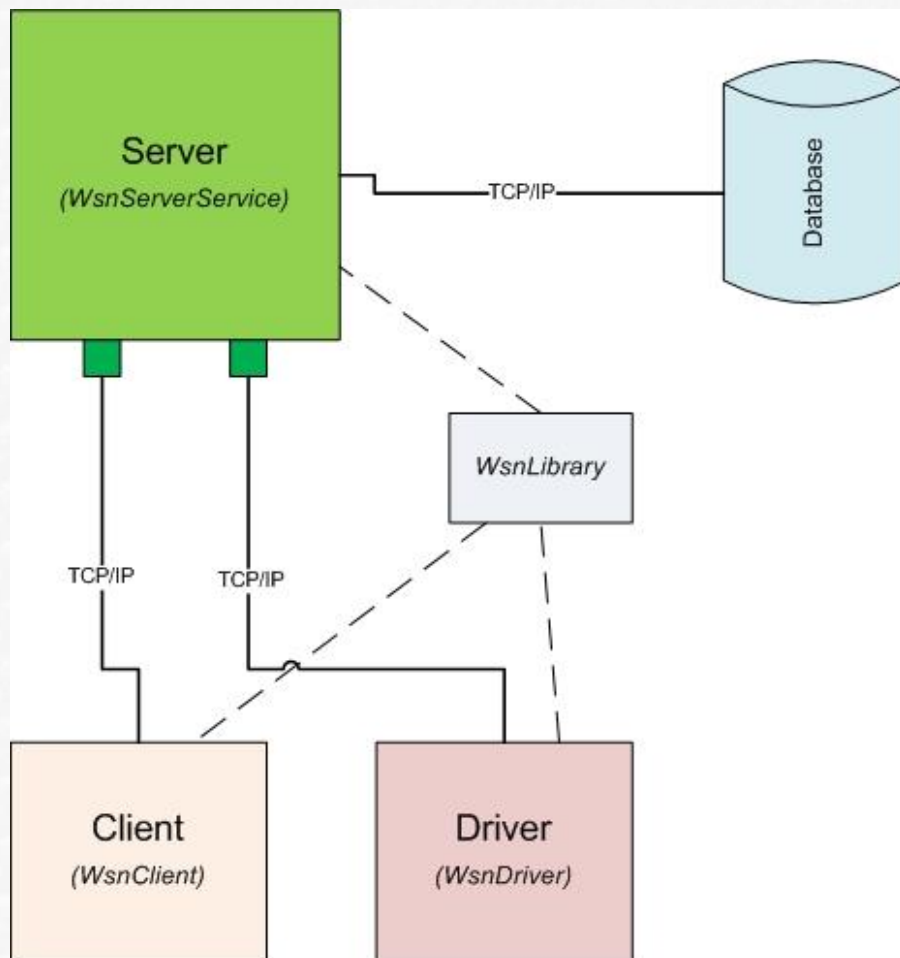


Arhitectura sistemului de monitorizare



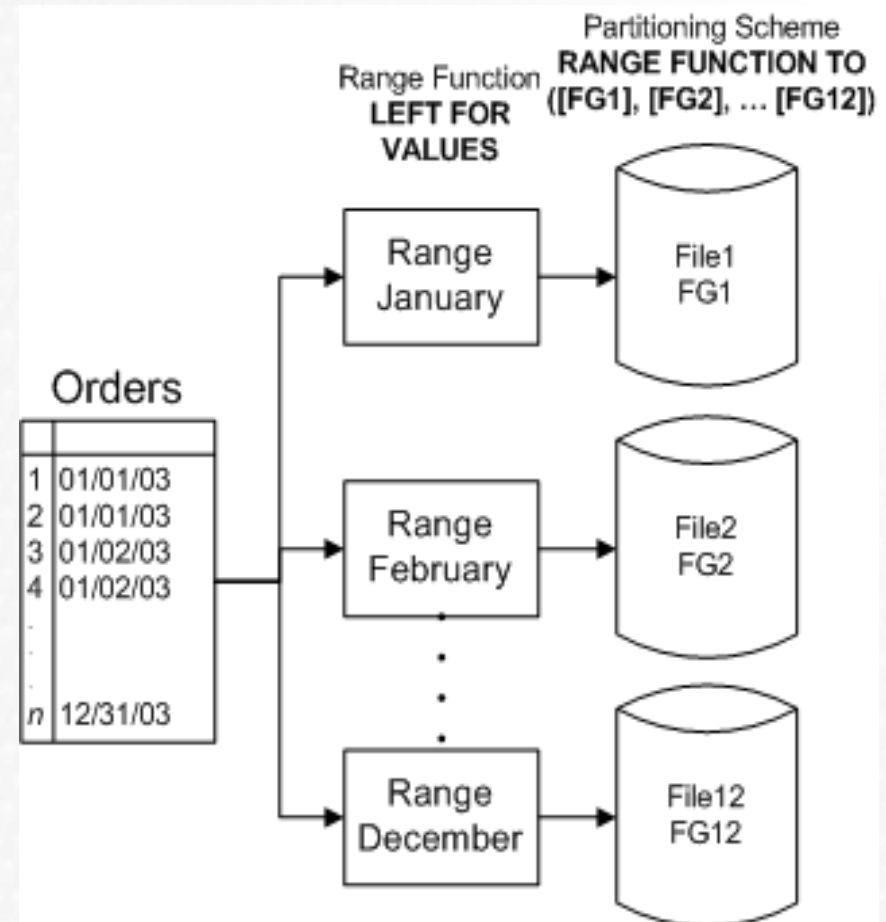
Sistem de monitorizare

- componentele software si conexiunile dintre acestea



Sistem de monitorizare

- Optimizarea bazei de date
 - indecsi, statistici
 - proceduri stocate implementate cu *MsSQL Express Edition* pentru a permite partitionarea bazei de date si preluarea informatiilor corespunzatoare
 - testele efectuate au demonstrat eficienta metodelor implementate
 - acestea pot fi aplicate cu usurinta si pentru alte tipuri de baze de date



Sistem de monitorizare– aplicatia Driver

Wsn Driver - project: Institut PRO-DD

File WSN System Windows Help

Extended PAN ID: 00000000 00000017 Scan channels: FFFF Operating 16-bit PAN ID: 8490 Options ->

Operating PAN ID: 00000000 00000017 Operating channel: 14

Node type	Address 16bits	Parent	Address 64 bits	Node identifier	Firmware	Hardware	Shield type	Battery [V]	Memory	Parameters	AR	Active
coordinator node	0000		0013A200 407762FA	GATEWAY NODE	21A0	1946						
end node	26D3	0000	0013A200 4054F8B4	REMOTE	29A0	1942	none					
end node	B26B	0000	0013A200 4054F903	ROBOT	29A0	1942	none					
end node	A359	0000	0013A200 40695047	TERMINAL 01	29A0	1946	sht71 sensor	3.67	1159	DT: 05/30/2012 13:41:57, T: 27.57 °C, RH: 37.84 %, DP: 11.91 °C		
end node	EB56	0000	0013A200 4071F6C5	TERMINAL 03	29A0	1946	sht71 sensor					
end node	C651	0000	0013A200 4071F723	TERMINAL 02	29A0	1946	sht71 sensor					
end node	3001	0000	0013A200 4071F726	TERMINAL 04	29A0	1946	sht71 sensor	3.58	1159	DT: 05/30/2012 13:41:52, T: 20.47 °C, RH: 54.20 %, DP: 10.89 °C		

Wsn telegrams

Date	Time	Telegram type
05/30/2012	16:41:58	Zigbee Transmit Status (0x8B)
05/30/2012	16:41:58	ZigBee Transmit Request (0x10)
05/30/2012	16:41:58	Zigbee Received Package (0x90)
05/30/2012	16:41:57	Zigbee Transmit Status (0x8B)

Server telegrams

Date	Time	Telegram type
05/30/2012	16:41:58	AddShieldSht11MeasurementResponsePackage
05/30/2012	16:41:58	AddShieldSht11MeasurementRequestPackage
05/30/2012	16:41:54	AddShieldSht11MeasurementResponsePackage
05/30/2012	16:41:54	AddShieldSht11MeasurementRequestPackage

DeliveryStatus 0x00
0x00 = Success; 0x01 = MAC ACK Failure; 0x02 = CCA Failure; 0x15 = Invalid destin...

Date & time	Temp [°C]	RH [%]	DP [°C]
05/30/2012 13:41:57	27.57	37.84	11.91
05/30/2012 13:41:46	30.72	48.40	18.58
05/30/2012 13:41:35	31.75	67.78	25.05
05/30/2012 13:41:24	29.58	65.10	22.32
05/30/2012 13:41:13	20.41	55.27	11.13
05/30/2012 13:41:02	20.43	55.31	11.17
05/30/2012 13:40:51	20.43	55.31	11.17
05/30/2012 13:40:40	20.45	55.47	11.23
05/30/2012 13:40:29	20.43	55.59	11.25
05/30/2012 13:40:18	20.40	55.61	11.22

Temperature

Relative humidity

Dew Point

Battery Voltage

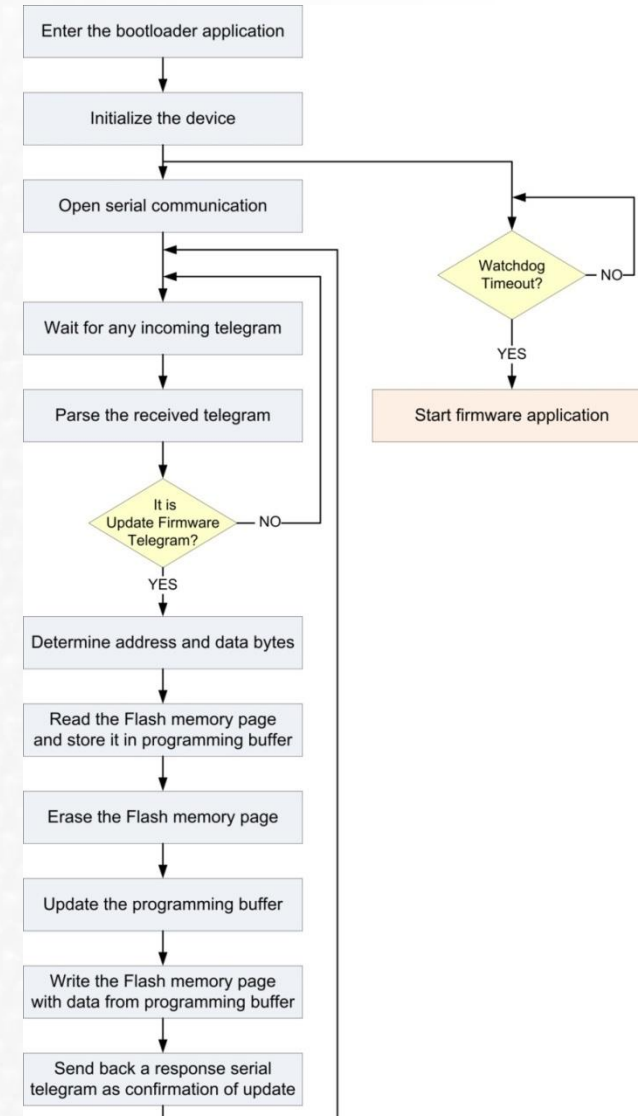
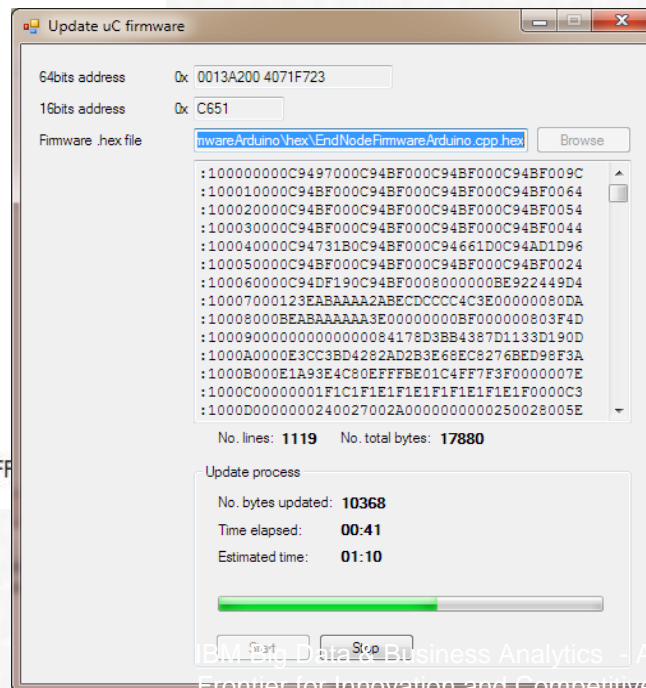
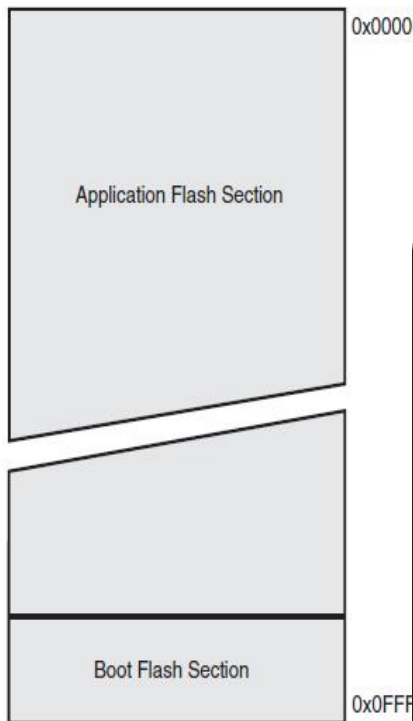
Available memory

Database server: connected Network connection: opened Monitoring and control process: on

IBM Big Data & Business Analytics - A New Frontier for Innovation and Competitiveness

Sistem de monitorizare– reprogramare de la distanta

- procedura este necesara pentru a simplifica procesul de mentenanta



Sistem de monitorizare– reprogramare de la distanta

- Solutie optimizata – utilizeaza un algoritm dedicat pentru reducerea cantitatii de date transferate

Update uC firmware by comparison

Identifier:

64bits address: 0x

16bits address: 0x

Firmwares selection:

Page	CS no.	AO no.	SO no.	Result
1	4676	128	14	Initial: 149 bytes; RMTD: 42 bytes - 28.19%
2	3212	128	1	Initial: 149 bytes; RMTD: 23 bytes - 15.44%
3	1029	128	25	Initial: 149 bytes; RMTD: 56 bytes - 37.58%
4	1054	128	13	Initial: 149 bytes; RMTD: 39 bytes - 26.17%
5	1419	128	19	Initial: 149 bytes; RMTD: 47 bytes - 31.54%

Initial total bytes: **27195** New total bytes: **24350** Result %: **89.54**

CS	Description
1	(100, 127, 100, 127)
2	(125, 126, 124, 125)
3	(126, 126, 124, 124)
4	(124, 126, 105, 107)
5	(125, 126, 105, 106)
6	(126, 126, 105, 105)
7	(126, 126, 103, 103)
8	(126, 126, 95, 95)
9	(126, 126, 91, 91)
10	(126, 126, 87, 87)
11	(126, 126, 83, 83)
12	(126, 126, 71, 71)
13	(126, 126, 63, 63)
14	(126, 126, 59, 59)
15	(126, 126, 55, 55)
16	(126, 126, 51, 51)

AO	Description
1	(T, i = 0, v = 12)
2	(T, i = 1, v = 148)
3	(T, i = 2, v = 151)
4	(C, ix = 0, iy = 0, l = 4)
5	(C, ix = 0, iy = 0, l = 5)
6	(C, ix = 0, iy = 0, l = 6)
7	(C, ix = 0, iy = 0, l = 7)
8	(C, ix = 0, iy = 0, l = 8)
9	(C, ix = 0, iy = 0, l = 9)
10	(C, ix = 0, iy = 0, l = 10)
11	(C, ix = 0, iy = 0, l = 11)
12	(C, ix = 0, iy = 0, l = 12)
13	(C, ix = 0, iy = 0, l = 13)
14	(C, ix = 0, iy = 0, l = 14)
15	(C, ix = 0, iy = 0, l = 15)
16	(C, ix = 0, iy = 0, l = 16)

SO	Description
1	(C, ix = 0, iy = 0, l = 66)
2	(T, i = 66, v = 44)
3	(T, i = 67, v = 38)
4	(C, ix = 92, iy = 68, l = 6)
5	(T, i = 74, v = 56)
6	(T, i = 75, v = 40)
7	(T, i = 76, v = 12)
8	(T, i = 77, v = 148)
9	(T, i = 78, v = 127)
10	(T, i = 79, v = 40)
11	(C, ix = 80, iy = 80, l = 18)
12	(T, i = 98, v = 125)
13	(T, i = 99, v = 36)
14	(C, ix = 100, iy = 100, l = ...)

Update process status

No. bytes updated: **4736** Time elapsed: **00:13** Estimated time: **01:01**

Sistem de monitorizare– aplicatia Client

Wsn Client - project: Institut PRO-DD

File Windows Help

Node type	Node identifier	Shield type
★ coordinator node	GATEWAY NODE	
end node	REMOTE	none
end node	ROBOT	none
end node	TERMINAL 01	sht71 sensor
end node	TERMINAL 02	sht71 sensor
end node	TERMINAL 03	sht71 sensor
end node	TERMINAL 04	sht71 sensor

Selected interval: **custom**

Start date: 5/25/2012

Start time: 1:00:00 AM

End date: 5/25/2012

End time: 7:43:45 AM

Measurements:

- shield
- battery voltage
- available memory

Retrieve data

Shield SHT71 measurements - TERMINAL 01

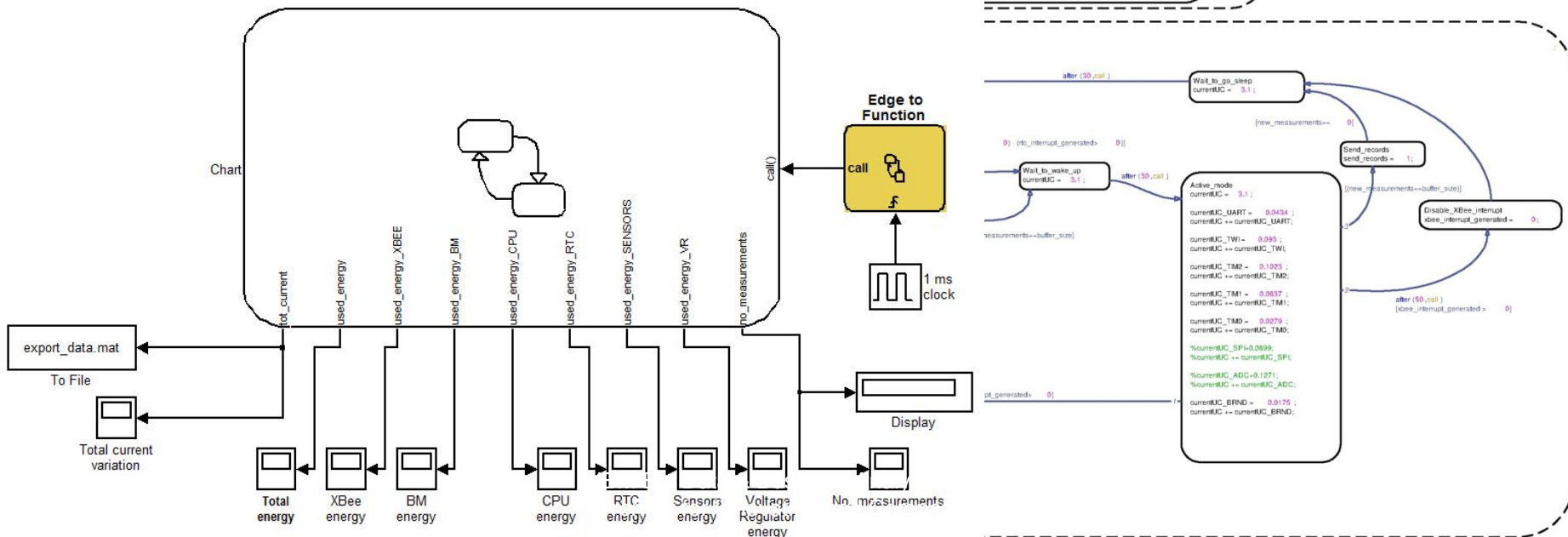
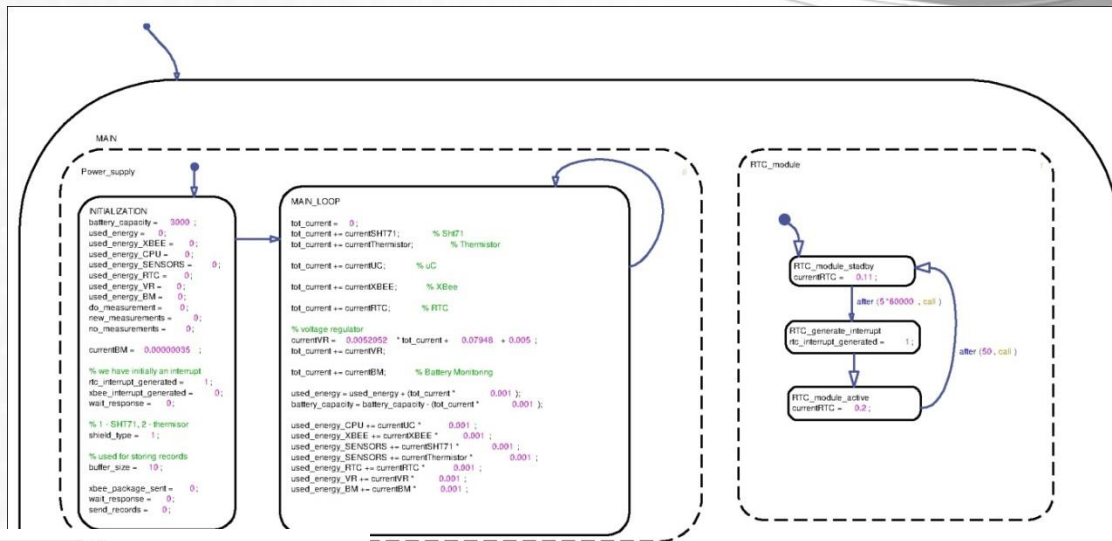
Date & time	Temp [°C]	RH [%]	DP [°C]
05/25/2012 01:03:33	22.72	58.98	14.28
05/25/2012 01:07:34	22.70	59.01	14.27
05/25/2012 01:11:35	22.59	59.30	14.24
05/25/2012 01:15:36	22.68	59.22	14.31
05/25/2012 01:19:37	22.43	59.70	14.21
05/25/2012 01:23:38	22.67	59.16	14.28
05/25/2012 01:27:39	22.66	59.31	14.31
05/25/2012 01:31:40	22.68	59.22	14.31
05/25/2012 01:35:41	22.66	59.28	14.30
05/25/2012 01:39:42	22.55	59.66	14.30
05/25/2012 01:43:43	22.59	59.61	14.33
05/25/2012 01:47:44	22.41	60.16	14.30
05/25/2012 01:51:45	22.55	59.72	14.32
05/25/2012 01:55:46	22.53	59.81	14.32
05/25/2012 01:59:47	22.50	59.87	14.31
05/25/2012 02:03:48	22.62	59.52	14.33
05/25/2012 02:07:49	22.54	59.60	14.27
05/25/2012 02:11:50	22.59	59.73	14.36
05/25/2012 02:15:51	22.50	60.20	14.39
05/25/2012 02:19:52	22.40	60.28	14.32
05/25/2012 02:23:53	22.56	59.81	14.35
05/25/2012 02:27:54	22.47	59.83	14.27
05/25/2012 02:31:55	22.53	59.87	14.34
05/25/2012 02:35:56	22.48	60.08	14.34
05/25/2012 02:39:57	22.52	59.78	14.30
05/25/2012 02:43:58	22.49	60.08	14.35
05/25/2012 02:47:59	22.28	60.44	14.25
05/25/2012 02:52:00	22.47	60.04	14.32
05/25/2012 02:56:01	22.41	60.16	14.30
05/25/2012 03:00:02	22.55	59.69	14.31
05/25/2012 03:04:03	22.57	59.72	14.34
05/25/2012 03:08:04	22.43	60.01	14.28
05/25/2012 03:12:05	22.56	59.75	14.33

Number of records: 100

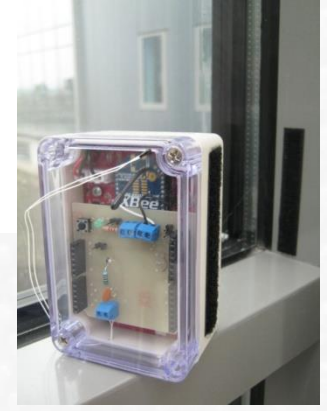
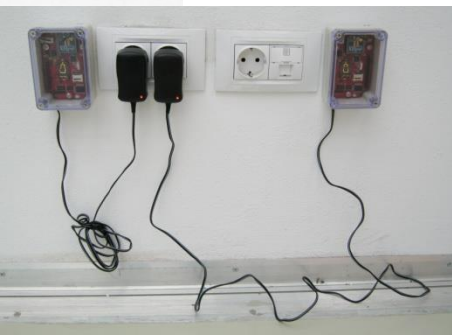
Export to CSV

Database server: **connected**

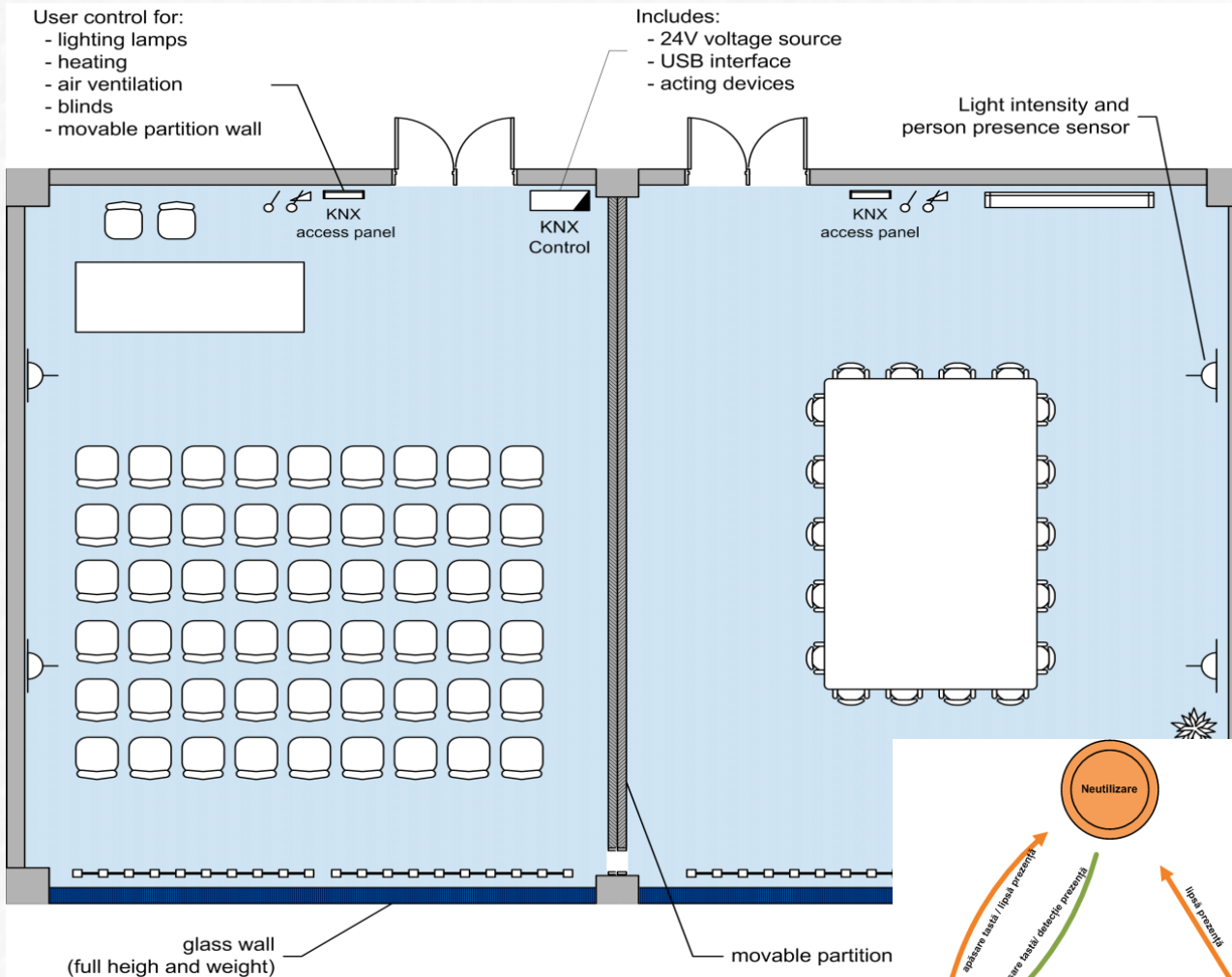
Modelarea software a dispozitivelor de retea



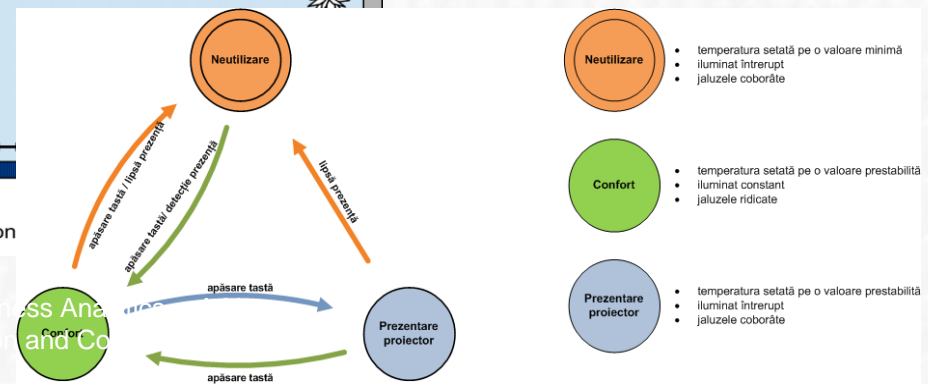
Implementare retea de senzori



Sistem de automatizare KNX

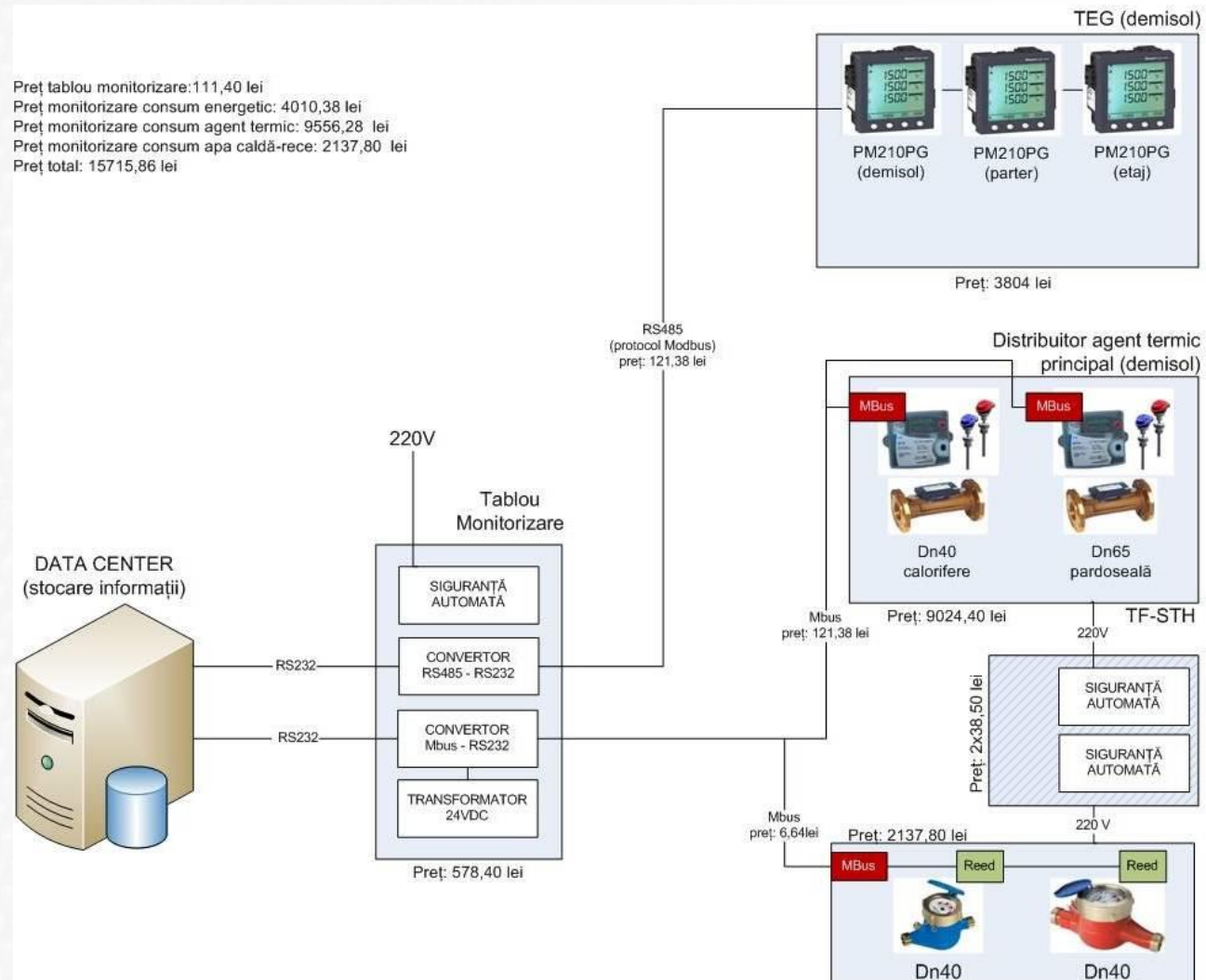


- controlul iluminat
- control incalzire

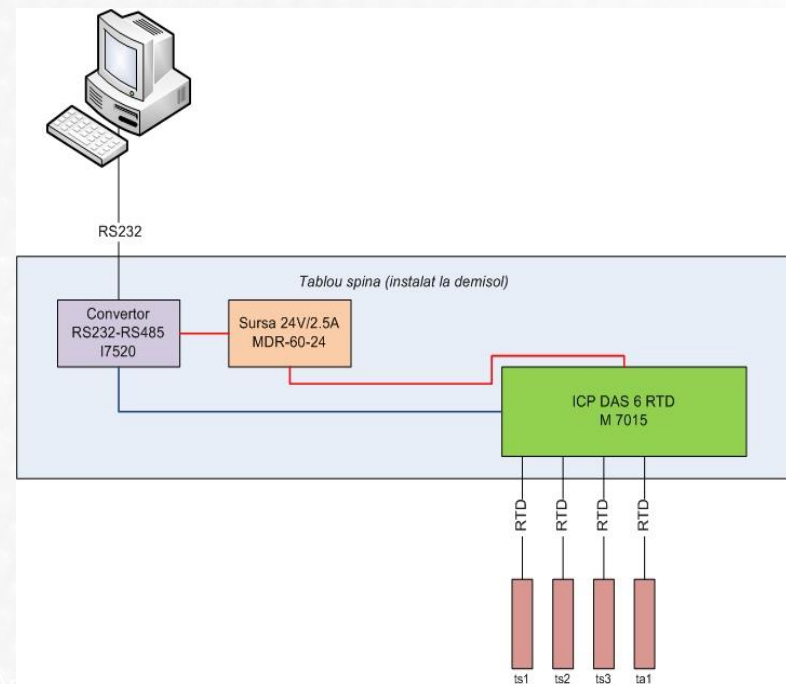
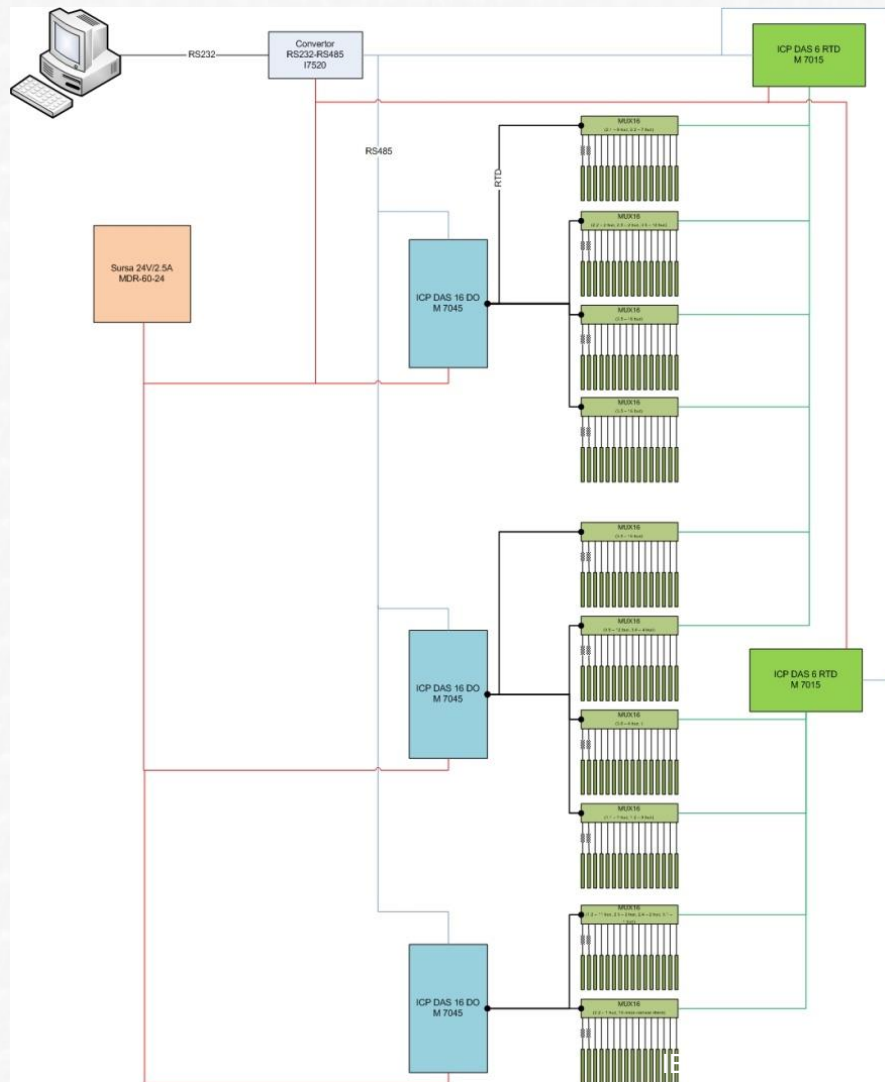


Alte posibilitati de monitorizare

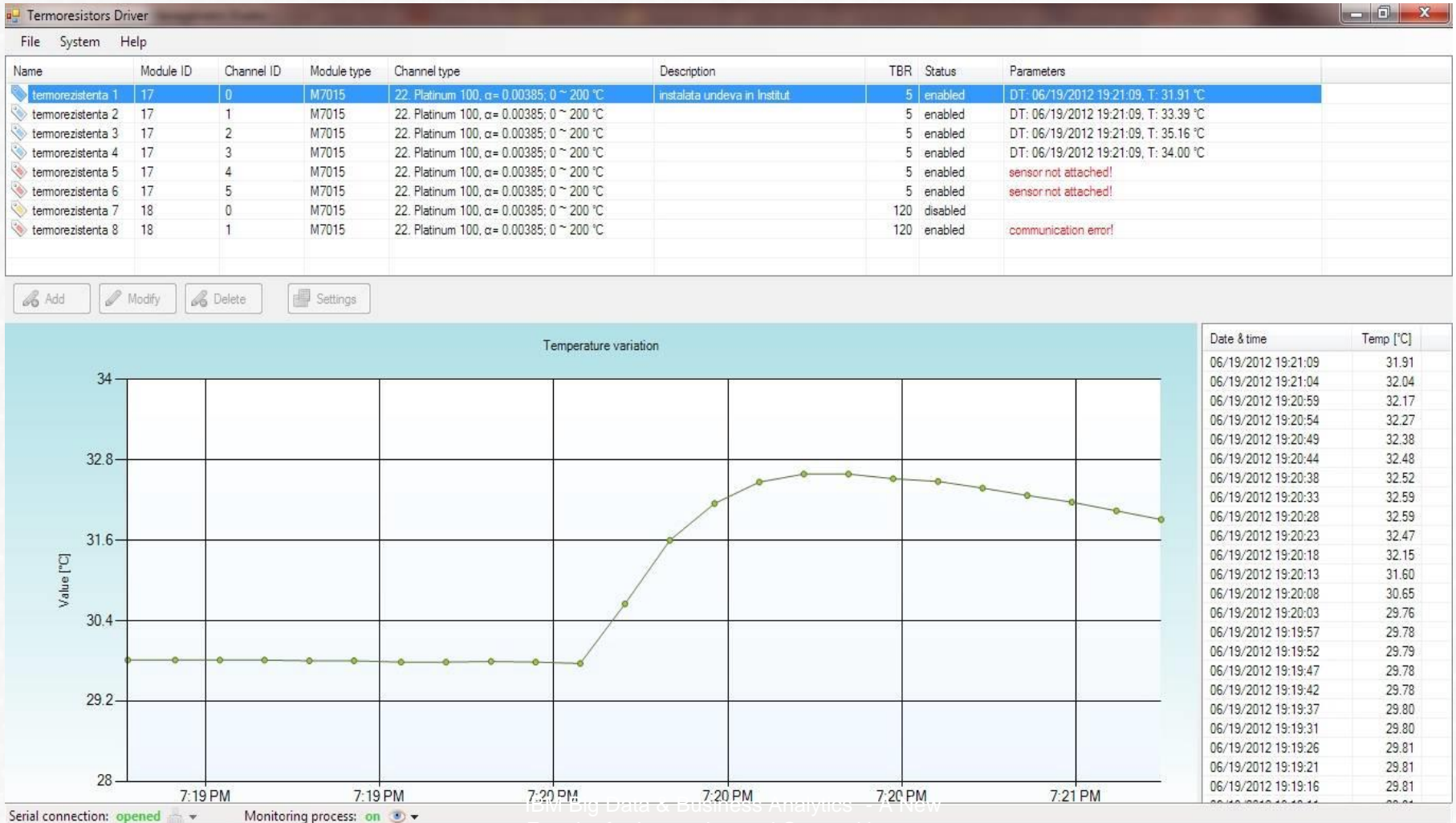
- consumul de energie electrica
- consumul de energie termica
- consumul de apa



Monitorizarea temperaturii din podea

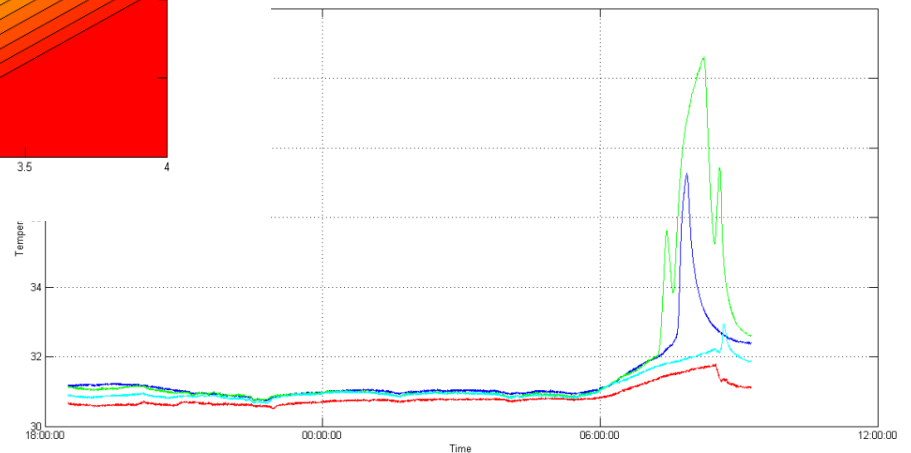
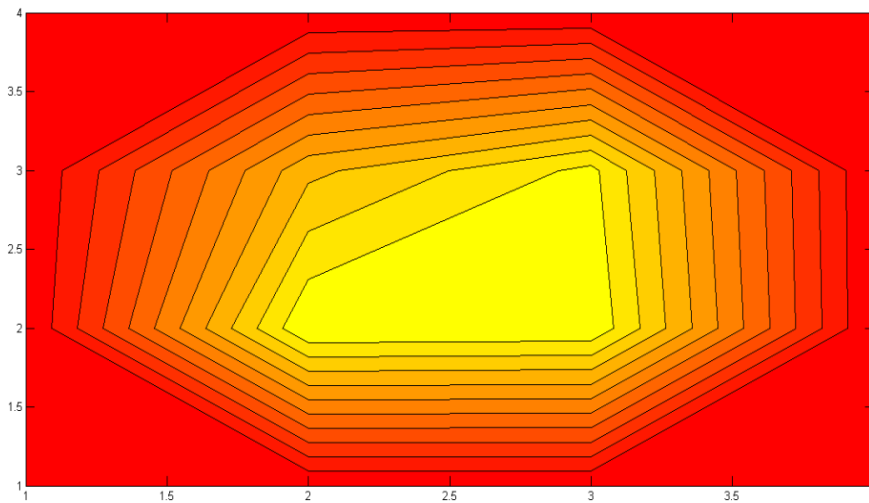


Monitorizarea temperaturii din podea



Monitorizarea temperaturii din podea

Cu doar cativa senzori este dificil sa se obtina o precizie buna atunci cand se doreste sa se realizeze o reprezentare grafica bidimensionala a variatiei temperaturii



Un alt tip de aplicatie

- program Parteneriate
- *SMTSM* - Proiectarea, dezvoltarea și implementarea unui sistem de monitorizare a turiștilor în spațiile montane, în vederea creșterii gradului de siguranță a acestora și oferirii de suport în caz de necesitate

