

RH i zaštićena morska područja

Knežević, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:797608>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-31**

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for
permanent storage and preservation of digital
resources of the institution](#)




**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

TONI CIKATIĆ

**DALJINSKI NADZOR I DIJAGNOSTIKA
BRODSKIH MOTORA**

DIPLOMSKI RAD

SPLIT, 2020.

	POMORSKI FAKULTET U SPLITU	STRANICA: ŠIFRA:	1/1 F05.1.-DZ
	DIPLOMSKI ZADATAK	DATUM:	22.10.2013.

SPLIT, 3.1.2021.

ZAVOD/STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO

PREDMET: UPRAVLJANJE BRODKIH MOTORA

DIPLOMSKI ZADATAK

STUDENT/CA: TONI CIKATIĆ

MATIČNI BROJ: 0171266243

ZAVOD/STUDIJ: BODOSTROJARSTVO

ZADATAK:

OBRAĐITI SUSTAV I POSTUPAK DALJINSKOG NADZORA BRODSKOG MOTORA I PRIMIJENITI GA PRI DIJAGNOSTICI.

OPIS ZADATKA:

PROUČITI SUSTAVE ZA DALJINSKI NADZOR BRODSKIH MOTORA. ANALIZIRATI RADNE KARAKTERISTIKE I SUSTAVE KONKRETNOG BRODSKOG MOTORA, POMOĆU SUSTAVA ZA DALJINSKI NADZOR I POMOĆU SIMULATORA, PRIKAZATI MOGUĆNOSTI DIJAGNOSTIKE ISPITIVANOG MOTORA.

CILJ:

OSPOSOBLJAVANJE ZA KORIŠTENJE SUSTAVA ZA DALJINSKI NADZOR I DIJAGNOSTIKU BRODSKIH MOTORA.

ZADATAK URUČEN STUDENTU/CI: TONI CIKATIĆ

POTPIS STUDENTA/CE: _____

MENTOR: DR. SC. RADICA GOJMIR

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO

**DALJINSKI NADZOR I DIJAGNOSTIKA
BRODSKIH MOTORA**

DIPLOMSKI RAD

**MENTOR:
dr. sc. Gojmir Radica**

**STUDENT:
Toni Cikatić
(MB:017266243)**

SPLIT, 2020.

SAŽETAK

Nadzor brodova unutar trgovačkih flota, u povijesti se vršio od strane posade broda. Dijagnostika stanja broda vršila se od strane same posade broda, a posada je i uklanjala kvarove na brodu, kako bi plovilo ostalo u plovnom stanju. Ali, kada nastane složeniji kvar, a nedostatak je nadzora i eksperata, tada bi bilo potrebno zaustaviti rad broda, što bi rezultiralo novčanim gubicima. Povećanje broja brodova unutar trgovačkih flota rezultiralo je otežanom pratnjom stanja brodova i slanja eksperta na njih. Isto tako porastom razine tehnologije na brodovima i broja uređaja na brodovima, posade na brodovima nisu više ni mogle sve nadzirati. Stoga, kako bi se omogućio jednostavniji nadzor tehničke ispravnosti plovila i njihovih uređaja, na brodovima se ugrađuju uređaji za daljinski nadzor brodskih uređaja. Cilj ovoga rada jeste objasniti podešavanje i rad uređaja za daljinski nadzor, te opisati postupak i analize temeljene na daljinskom nadziranju predmetnog motora pomoću simulatora.

Ključne riječi: *dijagnostika stanja, tehničke ispravnosti plovila, daljinski nadzor*

ABSTRACT

In the past surveillance of merchant fleets was conducted by the ships crew. Ship diagnostics was conducted by the ships crew with the purpose of keeping it sea worthy. In case of a greater malfunction due to lack of expert or surveillance aboard the ship is needed to be hauled in order to repair it, resulting in a financial loss. The increase of ships within merchant fleets resulted in an increase of difficulty with dispatching experts to them, also with the advance of technology, and the number of devices aboard ships, the ships crews are unable to keep up with the overall surveillance. In order to simplify surveillance of ships condition and their devices, remote surveillance devices are being installed aboard ships. The main goal of this paper is to explain configuration and analytics that are based on the remote surveillance and engine simulation findings.

Keywords: *condition diagnosis, ships condition, remote surveillance*

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. DIJAGNOSTIKA.....	2
2.1. MJERENJE	2
2.2. SENZORI	3
2.2.1. Senzor temperature	3
2.2.2. Senzor tlaka	5
2.2.3. Senzor brzine vrtnje	6
2.2.4. Senzor razine	7
2.2.5. Senzor protoka	8
2.3. ECU	10
3. DALJINSKI NADZOR.....	12
3.1. INTELI DRIVE MOBILE LOGGER.....	12
3.2. TEHNIČKI PODACI ID MOBILE LOGGERA.....	14
3.2.1. Priključci MOLEX CMC 98993	16
3.3. NAČINI POVEZIVANJA SA ID-MOBILE-LOGGER.....	18
3.3.1. CAN.....	18
3.3.2. SAE-J1939	21
3.3.3. RS485	22
3.3.4. COMAP AIRGATE.....	23
3.4. PROGRAMSKI ALATI.....	24
3.4.1. Inteli Monitor	24
3.4.2. Inteli Drive.....	26
3.4.3. Websupervisor	4.0
.....	28
3.4.4. CAN-ECU Simulator	29
4. OPIS CATEPILLAR C32	32
4.1. REZULTATI PROBNE PLOVIDBE	37
5. PRIPREMA UREĐAJA I PRIKAZIVANJE RADA MOTORA POMOĆU SIMULACIJSKOG PROGRAMA I UREĐAJA ZA DALJINSKI NADZOR.....	40
6. ZAKLJUČAK.....	46
LITERATURA	47

POPIS SLIKA	48
POPIS TABLICA	50

1. UVOD

U ovome radu obratit će se priprema, rad i korištenje uređaja za daljinski nadzor ID-MobileLogger od kompanije ComAp. Cilj ovoga rada je ukazati na značaj daljinskog nadzora i dijagnostike temeljene na kontinuiranom praćenju i analizi parametre motora pomoću uređaja za daljinski nadzor.

U drugome poglavlju rada biti će objašnjen pojam dijagnostike, nadalje objasniti će se svrha i princip rada pojedinih mjernih instrumenata i senzora pomoću kojih se vrši mjerenja nad brodskim motorom dok je u pogonu. Isto tako objasniti će se ukratko ECU (*engl. Electronic control unit - ECU*) uređaj pomoću kojega se dobivaju pojedini podaci od strane senzora

U trećemu poglavlju rada biti će obrađen uređaj ID-MobileLogger od kompanije ComAp i njegove karakteristike. Isto tako obratit će se komunikacijski protokoli koji uređaj ID-MobileLogger koristi za uspostavu komunikacije s motorom, metode povezivanja korisnika s uređajem te programski alati koji se koriste za konfiguriranje uređaja za daljinsku dijagnostiku.

U četvrtom poglavlju obradit će se brodski motor C32 od tvrtke Caterpillar, njegove karakteristike, uređaji. Isto tako obradit će se rezultati pojedinih parametara motora sa probne plovidbe koja je bila napravljena na bodu. Rezultati probne plovidbe iskoristiti će se za izradu simulacijskog modela.

U petom poglavlju objašnjena je priprema uređaja ID-MobileLogger-a i simulacijskog modela broskog motora C32, te je prikazan rad uređaja za daljinsku dijagnostiku broskog motora ID-MobileLogger.

2. DIJAGNOSTIKA

Dijagnostika je znanost koja proučava rad pojedinog sustava i njegovih elemenata koji su međusobno povezani, pomoću uređaja koji su projektirani i nadzirani od strane čovjeka. Cilj dijagnostike je utvrditi nepravilnosti i stanje sustava prije nego nastane kvar na samome razmatranom sustavu. Pomoću dijagnostike moguće je znatno preciznije utvrditi kada su potrebni pojedini popravci sustava. Sustav dijagnostike radi na principu prikupljanja informacija o sustavu putem uređaja kao što su analogni senzori, digitalni senzori ili ECU, pomoću kojih se donose odgovarajući zaključci. U dizajniranju sustava dijagnostike moguće je odabrati bilo koje parametre koje će sustav razmatrati. Međutim, izabiru se samo oni parametri koji su potrebni i nužni, a da se ne bi poremetila funkcionalnost cijelog sustava i da se ne bi usporila brzina procesa u cijelom sustavu, uslijed prevelikog broja informacija koje senzori šalju dijagnostičkom sustavu. [3]

2.1. MJERENJE

Mjerenje je postupak određivanja neke mjerne veličine sa određenom preciznošću i sa što manjom greškom mjerenja. Postoje tri klasifikacije mjerenja: apsolutna metoda mjerenja, usporedna metoda mjerenja i direktna metoda mjerenja. Neki od načina odnosno metoda mjerenja su: [3]

- Indirektna metoda mjerenja – mjerenje se vrši na temelju direktnih metoda mjerenja, kao što su apsolutna metoda mjerenja ili usporedna metoda mjerenja, koje su funkcionalno zavisne sa trženim predmetom mjerenja
- Kompleksna metoda mjerenja – metoda mjerenja koja se koristi za mjerenje složenih geometrijskih oblika
- Diferencijalna metoda mjerenja - metoda mjerenja koja se koristi kada je predmet mjerenja znatno složeniji, te je stoga potrebno izvesti mjerenja na više dijelova istog elemenata
- Metoda mjerenja dodirom – metoda mjerenja koja se vrši pomoću direktnog dodira s instrumentom za mjerenje i predmeta koji se mjeri
- Metoda mjerenja bez dodira – metoda mjerenja gdje ne postoji direktni dodir mjernog instrumentom i predmeta koji se mjeri

Mjerni instrumenti ili uređaji mogu se podijeliti u više kategorija ovisno o njihovoj preciznosti, principu rada, sredstvu koji se mjeri. To su:

- Mikrometarski mjerni instrumenti koji rade na principu kinematskog para
- Polužno mehanički mjerni instrumenti
- Polužno optički mjerni instrumenti
- Optičko mehanički mjerni instrumenti
- Pneumatski mjerni instrumenti
- Električni mjerni instrumenti

2.2. Senzori

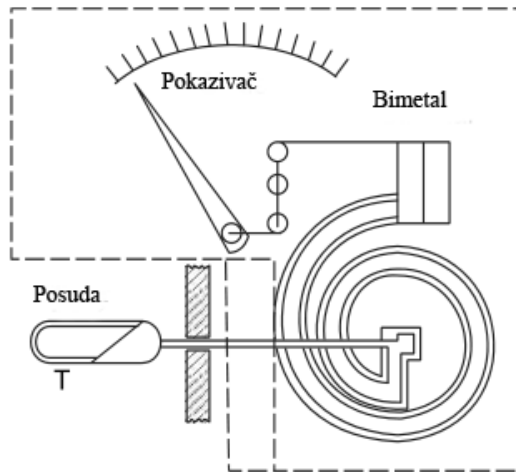
Senzori su mjerni uređaji koji pomoću svojih mjernih instrumenata izvršavaju mjerenja u stvarnom vremenu te šalju rezultate mjerenja mehanički, električki ili digitalno, prema pokazivaču mjere. Ovisno o sustavu odabiru se potrebni senzori za izradu dijagnostičkog sustava. Za obični dijagnostički sustav motora potrebni su senzori za mjerenje temperature, pritiska odnosno tlaka, nivoa, protoka, vibracija, napona, struje i sastava tekućina. [3]

2.2.1. Senzor temperature

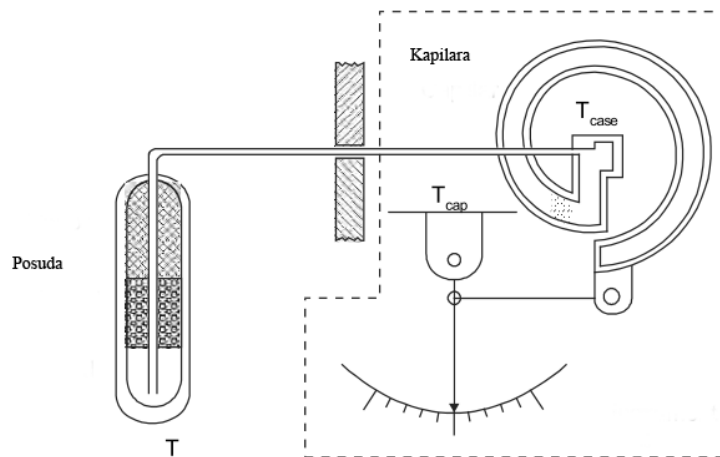
Senzori temperature su mjerni uređaji koji pomoću mjernog elementa mjere temperaturu. Temperatura se može izraziti u mjernim jedinicama: Kelvina [K], stupnjeva Celsiusa [°C] ili Fahrenheita [F].

Temperaturno mjerenje može se mjeriti pomoću mjernih instrumenata koji rade na različitim principima.

Termometri sa posudom ispunjenom fluidom su jedna od metoda mjerenja topline. Koncept metode mjerenja temelji se na volumensko širenje fluida ovisno o temperaturi. Instrument se sastoji od posude ispunjene fluidom, odnosno tekućinom ili plinom čije je temperaturno ponašanje poznato, zatim od mehaničkog polužja ili kapilare te pokazivača. Slike 1 i 2 prikazuju termometre koji koriste tekućinu ili plin za mjerenje. Princip rada termometra s tekućinom baziran je na termičkom širenju tekućine. Kada se posuda koja je izložena temperaturnim promjenama zagrije ili ohladi, tada se volumen tekućine poveća ili smanji. Volumenski rad tekućine se tada pomoću mehaničkog polužja i bimetala prenosi na pokazivač pomoću kojega se izvršavaju očitavanja. Kod termometra s plinom slika 1, umjesto tekućine i bimetala, koristi se plin i membrana. [1]

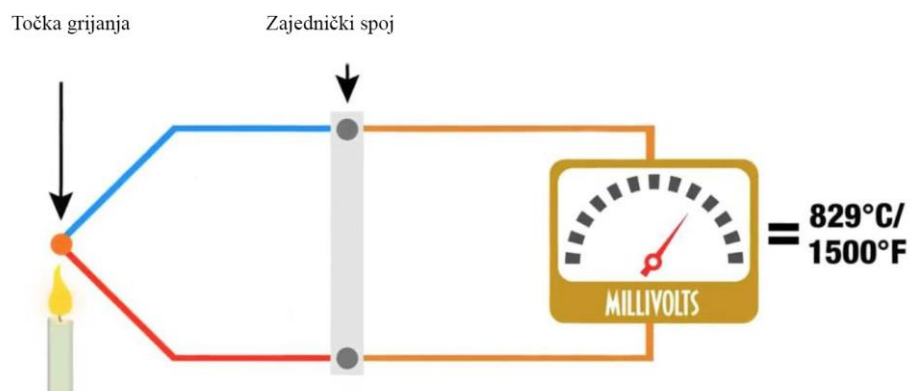


Slika 1. Termometar sa tekućinom [1]



Slika 2. Termometar sa tekućinom [1]

Termometri sa termo elementima su mjerni instrumenti za mjerenje temperature koji se baziraju na termo - električnim zakonima. Mjerni instrument sastoji se od termo - elemenata koji su izrađeni od dvije metalne žice različitih materijala. Krajevi metalnih žica, koje su od različitih materijala, na jednoj strani su međusobno spojeni, dok su na drugome kraju te metalne žice spojene na mjerac napona. Kada se kraj gdje su žice međusobno spojene zagrije, tada nastaje Sebeckov efekt to jest nastaje elektični napon, odnosno struja koja se može izmjeriti pomoću multimetra u obliku napona [V]. Rezultati napona se onda pretvaraju u °C, K ili F te se prikazuju na pokazivaču. Slika 3 prikazuje shematski princip rada termometra sa termo - elementima. [1]



Slika 3. Shematski princip rada termometra sa termo - elementima [1]

U praksi se obično koriste senzori temperature sa termo - elementima koji mogu vršiti mjerenja temperature koja je veća od 1000 °C. Slika 4 prikazuje stvarni senzor temperature.



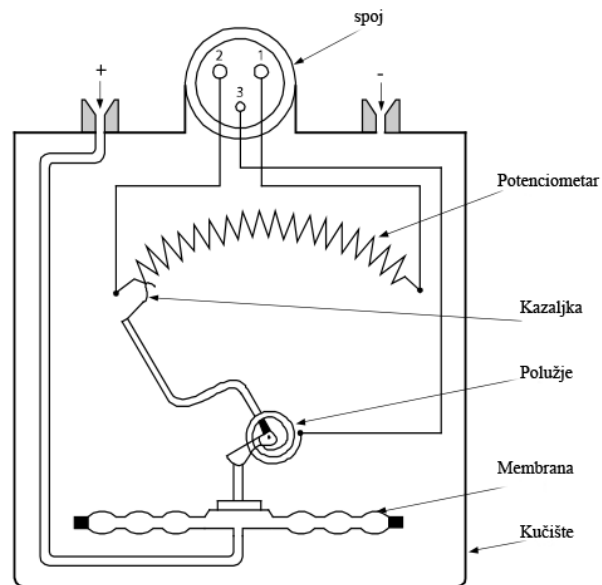
Slika 4. Senzor temperature [14]

2.2.2. Senzor tlaka

Senzori tlaka su mjerni uređaji koji pomoću mjernog elementa mjere tlak odnosno pritisak. Tlak se obično mjeri mjernom jedinicom: bar [bar] ili Pascal [Pa].

Tlačno mjerenje može se izvesti pomoću mjernih instrumenata za tlak. Mjerni instrumenti tlaka mogu koristiti membranu za mjerenje. Kod mjernog instrumenta tlaka sa

membranom i potencijetrom, slika 5 , tlak se dovodi pomoću osjetne cijevi do membrane. Tlak koji dolazi u prostor membrane stvara potisnu silu koja pomiče membranu. Pomak membrane se tada pomoću mehaničkog polužja prenosi na potencijetar. Rezultati potencijetara se tada prenose do pokazivača mjere. Slika 6 prikazuje stvarni senzor tlaka.



Slika 5. Shematski prikaz senzora tlaka [1]

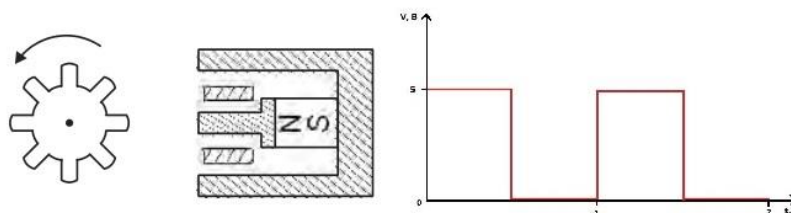


Slika 6. Senzor tlaka [13]

2.2.3. Senzor brzine vrtnje

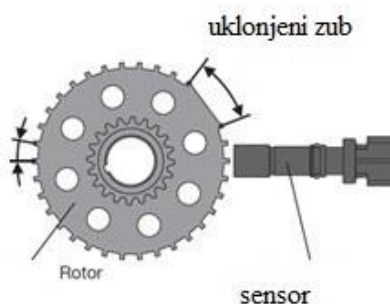
Senzori brzine vrtnje su mjerni uređaji koji pomoću mjernog elementa mjere brzinu vrtnje. Brzina vrtnje se obično mjeri u mjernoj jedinici: okretaj u minuti [o/min]. Mjerni

element senzora brzine vrtnje bazira se na principu magnetske indukcije. Mjerni element se sastoji od magneta koji je smješten u blizini zupčanika (slika 7). Prilikom prolaska zuba zupčanika kroz magnetsko polje, nastaje inducirani napon isprekidanog sinusnog oblika koji se šalje prema ECU računalu. [1]



Slika 7 Mjerenje pomoću magnetne indukcije [1]

Kako bi ECU računalo mogao zaključiti brzinu okretaja radilice, potrebno je prvo unijeti broj zubi zupčanika u ECU. Nadalje, za položaj vratila potrebno je napraviti Pick-up za ECU računalo. Pick-up služi ECU računalu za otkrivanje trenutka kada klip motora dođe do gornje mrtve točke. Pick-up se izvodi tako, da se na zub zupčanika, pomoću kojega se indicira da se klip nalazi u gornjoj mrtvoj točki, ugradi magnet ili se isti zub ukloni (slika 8). [1]



Slika 8. Glavni zupčanik i senzor broja okretaja [1]

2.2.4. Senzor razine

Senzori razine su mjerni uređaji koji pomoću mjernog elementa mjere trenutnu razinu tekućine. Mjerenje razine tekućine vrši se na više načina, kao što su:

- Ultrazvučni mjerenje – unutar tanka ugrađuje se ultrazvučni senzor koji pomoću brzine odbijanja zvuka zaključuje kolika je trenutna razinu tekućine.
- Mjerenje pomoću plovka – plovak koji pliva u tekućini unutar tanka. Plovak je pomoću mehaničkog polužja povezan s potenciometrom ili mehaničkom kazaljkom, pomoću kojih se očitava trenutno stanje razine tekućine.
- Optičko mjerenje – unutar tanka ugrađen je optički senzor koji pomoću svjetlosti zaključuje kolika je trenutna razina tekućine.

2.2.5. Senzor protoka

Senzori protoka su mjerni uređaji koji pomoću mjernog elementa mjere protok ovisno o potrebi, senzor može izraziti rezultat u obliku protočne mase [kg/s] ili u protočnom volumenu [l/h].

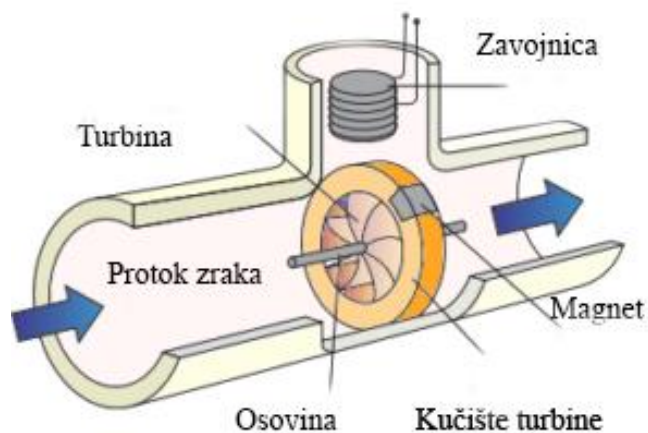
Mjerni elementi senzora protoka mogu biti izvedeni na više načina a to su:

- Ultrazvučni mjerenje - unutar tanka ugrađuje se ultrazvučni senzor, koji pomoću brzine odbijanja zvuka, zaključuje kolika je trenutna razinu tekućine (slika 9). [1]



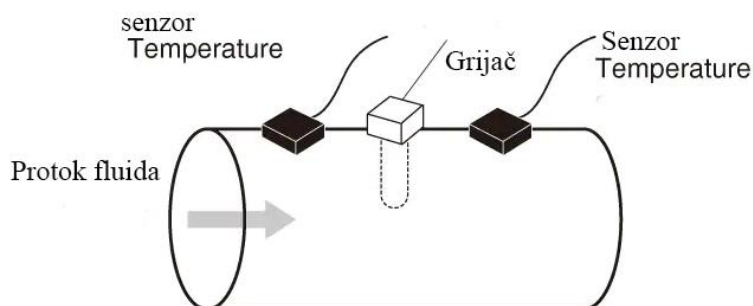
Slika 9. Ultrazvučni senzor protoka [10]

- Mjerenje pomoću rotacijskog elementa - unutar cijevi postavlja se vijak koji rotira uslijed strujanja tekućine. Informacija o brzini vijka, pomoću mehaničkog ili elektro – mehaničkog sklopa, proslijeđuje se prema pokazivaču protoka i prikazuje se u jedinicu za protočnu brzinu ili u jedinicu za protočnu masu (slika 10).



Slika 10. Mjerač protoka pomoću rotacijskog elementa [11]

- Mjerenje pomoću zapornog tijela – unutar cijevi ugrađuje se zaporno tijelo koje zatvara cijev kada nema protoka tekućine. Kada kroz cijev struji tekućina, tekućina tada podiže zaporno tijelo, koje je povezano pomoću mehaničkog polužja na pokazivač.
- Temperaturni mjerač protoka – mjerač koji se sastoji od dva senzora temperature i grijača koji se nalazi između njih. Temperaturni mjerač protoka radi tako da koristi dva senzora temperature kod koje prvi senzor služi za referencu, dok drugi senzor služi za proračun temperaturne razlike. Kada fluid prolazi pokraj grijača, koji je ugrađen na cijev, zagrije se. Ovisno o brzini protoka temperaturna razlika između dva senzora povećava se ili smanjuje. Na temelju temperaturne razlike, ECU računalo računa brzinu fluida (slika 11). [1]



Slika 11. Shematski prikaz temperaturnog mjerača protoka [12]

2.3. ECU

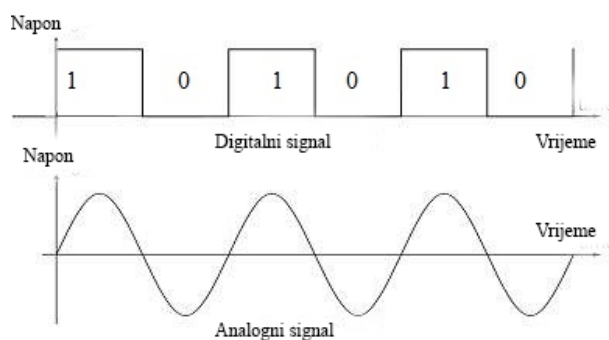
ECU (slika 12) su upravljački uređaji s ugrađenim računalom pomoću kojih je moguće izvesti znatno kvalitetnije optimiziranje i dijagnosticiranje motora, nego što je bilo moguće s mehaničkim regulatorima. Prednost ECU uređaja u odnosu na mehaničke regulatore, jeste to što ima veću brzinu regulacije, brzinu odziva, modularnost i podesivost. U današnje doba ECU uređaji ugrađuju se u svim motorima, kada god je to moguće. ECU uređaj sastoji se od kućišta, koji štiti glavnu matičnu ploču s mikro procesorom, od vanjskih utjecaja kao što su prašina i voda. Svrha ECU uređaja je da upravlja s motorom ovisno o zadanim parametrima i ulaznim parametrima senzora, na optimalan način. Isto tako ECU uređaj ima funkciju dijagnosticiranja i zapisivanja kvarova koji nastanu tokom rada motora. Ukoliko nastane kvar ili poremećaj tokom rada motora, ECU uređaj će automatski ugaziti motor i na taj ga način i zaštititi od dodatnih oštećenja. Na ECU uređaj mogu se priključiti raznovrsni senzori za mjerenje, uređaji za daljinsko očitavanje poput ID-Mobile-Logger, zaštitni uređaji, računala za programiranje ili za očitavanje dijagnostičkih izvješća ECU uređaja. [8]



Slika 12. ECU uređaj [15]

Računala i uređaji koji koriste CAN komunikacijsku vezu s ECU uređajem, obično koriste komunikacijski protokol SAE J1939. Isto tako pojedini uređaji i senzori komuniciraju s ECU uređajem pomoću analognih ili digitalnih signala. Analogni signali su električni signali koji se vremenski mogu prikazati kao fizikalna veličina električne struje ili električnog napona. Digitalni signal je naponski ili strujni impuls pomoću kojega se

prikazuje binarni kod, koje računalo očitava kao 1 ili 0. Slika 13 prikazuje usporednu razliku između analognog i digitalnog signala.



Slika 13. Razlika između digitalnog i analognog signala [8]

3. DALJINSKI NADZOR

3.1. INTELI DRIVE MOBILE LOGGER

ID-Mobile-Logger je specijaliziran uređaj pomoću kojega se može ostvariti daljinski nadzor brodskih motora. Veza između ID-Mobile-Logger-a i ECU uređaja motora ostvaruje se pomoću CAN J1939 (*engl. Control area network –CAN*) komunikacijskog protokola. Isto tako ID-Mobile-Logger može direktno primati analogne ili digitalne signale senzora ili slati analogne digitalne signale.

Prednost ovog uređaja su:

- Kompaktnost uređaja koji sadržava sve u jednoj jedinici, što smanjuje sveukupno provlačenje žica
- Pred - programirana lista ECU uređaja sa pred - podešenim vrijednostima i alarmima
- Dodatna robusna zaštita za otežane radne okolnosti
- GPS (*engl. Global positioning system – GPS*) praćenje uređaja
- Ugrađeno praćenje rada samog uređaja za lakšu dijagnostiku i uklanjanje problema samog uređaja
- Daljinski nadzor

Mogućnosti ID-Mobile-Logger - a su:

- Zapisivanje sveukupnog rada motora, pokretanja i potrošnje goriva
- J1939 i Modbus veza za ECU uređaje s ulazno / izlaznim signalnim konfiguracijama
- Upravljanje ili nadziranje motora putem senzora i aktuatora ili J1939 veze
- CAN-2 sabirnica za priključivanje vanjskog zaslona
- Mogućnost ugrađivanja GSM+GPS (*Engl. Global System for Mobile Communications - GSM*) modema
- 8 digitalnih ulaza
- 4 digitalna izlaza

- 11 analognih ulaza
- 1 frekvencijski mjerač brzine okretaja motora
- 2 impulsna ulaza za protočne mjerače
- 1 RS-485 priključak
- 2 CAN J1939 priključka
- Memorijski kapacitet za do 220 000 zapisa
- Podrška za ispisivanje zapisa u .xls ili .csv formatu
- Mogućnost rada pri rasponu temperature od -40 do 85 °C
- Mogućnost rada pri konstantnom istosmjernom naponu od 8 do 36 V
- ECM standard: EN61000-6-1/2/3/4, SS4631503(PL4), IEC 255-3
- Otpornost vibraciji po standardu: IEC 60068-2-6, 10-58Hz 0.15mm, 58-150Hz 2g, 58-150Hz 10g
- Električni udar test: IEC 68-2-27
- Zaštita od vode po standardu: IP67

Slika 14 prikazuje stvarni uređaj ID-Mobile Logger



Slika 14. ID-Mobile-Logger

3.2. TEHNIČKI PODACI ID MOBILE LOGGERA

Napon napajanja

Nominalni napon napajanja	24 VDC
Raspon napona napajanja	8 – 36 VDC
Strujna potrošnja	0,34A @ 8V 0,12A @ 24V 0.09A @ 36V

Mjerena tolerancija napona baterije	2% pri 24V
RTC trajanje baterije	10 godina

Uvjeti rada

Temperatura rada	-40 do +80 °C
Temperatura skladištenja	-40 do +80 °C
Vlažnost	97 % (prema IEC 60068-2-30)
Zadržavanje podataka u flash memoriji	10 godina
Zaštita	IP 67
Sukladni standardi	
Direktiva niskog napona	EN 61020-1:95+A1:97 EN 61000-6-2, October 2001 EN 61000-6-4, October 2001 IEC 60533, Ed. 2; 1999-11
Šok test	IEC 68-2-27
Otpor vibracija	IEC 60068-2-6, 5-28Hz/±1,6mm, 28-150Hz/ 5g
EMC kompatibilnost	EN61000-6-1/2/3/4, SS4631503(PL4), IEC 255-3
Dimenzije	240x200x63mm

Binarni ulazi

Broj ulaza	8
Ulazna impedancija	4,7 kΩ
Ulazni raspon	0-36VDC
Minimalno trajanje ulaznog signala	110 ms

Binarni izlazi

Broj izlaza	4
Kontakti	Hi-side
Maksimalna struja po jednom kanalu	0,5 A
Maksimalni napon prebacivanja	36 V

Komunikacija

CAN bus sučelje

Galvanski odvojeni

Maksimalna CAN bus duljina	CAN bus mod = 32C 200m CAN bus mod = 8C 900m
Brzina	32C 250kBd 8C 64 kBd
Nominalna impedancija	120 Ω
Tip Kabela	twisted pair (zaštićen)

RS 485

Maksimalna udaljenost	1000m
Brzina	do 57,6 kBd

ID-Mobile GPRS

Tip	Simcom SIM900
Pojas frekvencija	GSM 850; EGSM 900, DCS 1800; PCS 1900;

GSM klasa	Small MS
Snaga emitiranja	Class 4 (2W) na GSM 850 i EGSM 900 Class 1 (1W) na DCS 1800 i PCS 1900
GPRS	multi-slot klasa 10
CSD	do 14,4 kb/s

TCP/IP komunikacija preko GPRS-a

Napajanje	8-36 VDC
-----------	----------

ID-Mobile GSM

Tip	Telit	GC864
Pojas frekvencija	GSM 850; EGSM 900, DCS 1800; PCS 1900; GSM/GPRS modem, GSM klasa	

Small MS

3.2.1. Priključci MOLEX CMC 98993

Povezivanje ID-Mobile Logger-a i ostalih uređaja vrši se pomoću dva MOLEX CMC 98993 priključka. Tablice 1,2,3,4 prikazuju položaj i svrhu konektorskih točaka na lijevom i desnom priključku, dok slika 15 prikazuje stvarne priključke. [6]

Tablica 1. Brojevi konektorskih točaka na lijevom priključku [6]

									9	10	12	1
									21			2
25	26	27	28	29	30	31			33	34	36	3
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		48	4
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	

Tablica 2. Brojevi konektorskih točaka na desnom priključku [6]

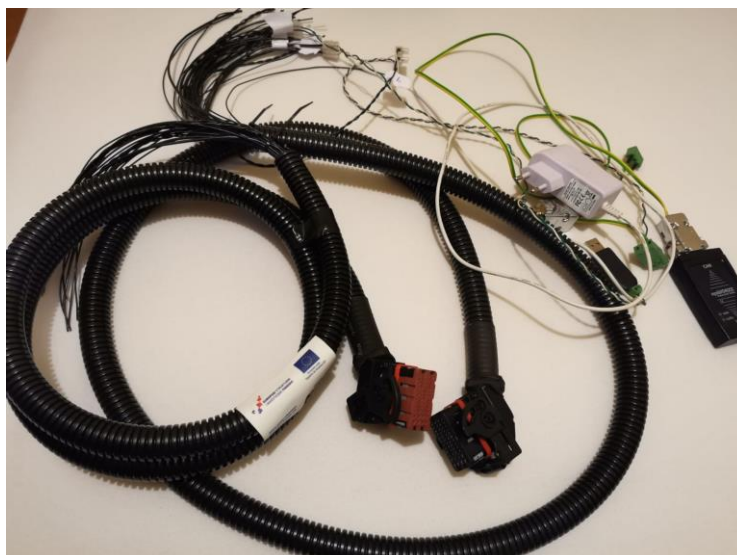
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58		60	1
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70		72	2
73	74	75	76				79	80	81	82	84	3
85	86	87	88	89	90	91	92	93		95	96	4
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	

Tablica 3. Funkcije konektorskih točaka na lijevom priključku [6]

	4		3			2		1
37	AI8+	25	AIN1	A	13		1	
38	AI8-	26	AIN2	B	14		2	
39	AI9+	27	AIN3	C	15		3	
40	AI9-	28	AIN4	D	16		4	
41	AI10+	29	AIN5	E	17		5	
42	AI10-	30	AIN6	F	18		6	
43	AI11+	31	AIN7	G	19		7	
44	AI11-	32		H	20		8	
45	+5V	33	GND1	J	21	+5V	9	IM 2 IN
46	GND3	34		K	22		10	IN 2 SUP
47		35		L	23		11	
48	GND4	36	GND2	M	24		12	GND5

Tablica 4. Funkcije konektorskih točaka na desnom priključku [6]

	4		3			2		1
85	RS485A	73	BO1	A	61	GND	49	BIN1
86	RS485COM	74	BO2	B	62	GND	50	BIN2
87	RS485B	75	BO3	C	63	GND	51	BIN
88	CAN1H	76	BO4	D	64	GND	52	BIN
89	CAN1COM	77		E	65	GND	53	BIN
90	CAN1L	78		F	66	GND	54	BIN
90	CAN2H	79	RPM 1-	G	67	GND	55	BIN
92	CAN2COM	80	RPM 1+	H	68	GND	56	BIN
93	CAN2L	81	IM 1 IN	J	69	GND I-BUTT	57	GND BIN
94		82	IM1 SUP	K	70	I-BUTT	58	+5V
95	BAT PLUS	83	+VBO	L	71		59	
96	BAT MINUS	84	GND7	M	72	GND8	60	GND9



Slika 15. Lijevi i desni MOLEX CMC 98993 priključci

3.3. NAČINI POVEZIVANJA SA ID-MOBILE-LOGGER

ID-Mobile-Logger podržava više načina povezivanja s drugim uređajima kao što su: Serijsko povezivanje pomoću RS-485 protokola na računalo, CAN J1939 standard s ECU uređajima motora, ComAp airgate Internetska veza sa računalom, telefonska dial-up veza sa računalom i direktna Internet veza sa računalom. [6]

3.3.1. CAN

Controller area network je komunikacijski protokol za povezivanje upravljačkog uređaja s izvršnim uređajem. Tvrtka Bosch GmbH je prva započela sa stvaranjem CAN protokola s ciljem kako bi olakšali sveukupne troškove u automobilskoj industriji. Zbog relativno niske cijene i jednostavnosti te visoke rezolucije podataka, u današnje doba CAN protokol koristi se u različitim granama industrije, u medicini, u transportu itd.

Trenutno u svijetu koristi se verzija 2.0b CAN standarda. CAN protokol koristi se za ostvarivanje kompleksnih komunikacijskih veza kod sustava gdje su potrebne slijedeće sposobnosti:

- Odabiranje prioriteta slanja podataka te garantirana brzina odziva
- Veza s više točaka pri istoj Bit-brzini
- Jednaka brzina prijenosa podataka kroz cijeli sustav
- Otkrivanje grešaka i automatsko signaliziranje koruptiranih podataka
- Otkrivanje kvara kod pojedinih točaka i automatsko gašenje istih

CAN protokol može prenositi podatke pri brzinama od 20 kbit/s do 1 Mbit/s. Obično koriste se dvije vrste brzina, visoka i niska koje su propisane od strane internacionalne organizacije za standardizaciju, a to su: ISO/DIS 199898 za visoku brzinu prijenosa podataka od 500 kbit/s i ISO 11519-2 za nisku brzinu prijenosa podataka do 125 kbit/s. Brzina prijenosa podataka ovisi o stvarnoj duljini sabirnice i primatelja. 5 prikazuje brzinu prijenosa podataka ovisno o dužini sabirnice. [8]

Tablica 5. Brzina prijenosa podataka ovisno o dužini sabirnice [8]

Brzina	Brzina odziva (μ s)	Dužina (m)
1 Mb/s	1	30
800 kb/s	1.25	50
500 kb/s	2	100
250 kb/s	4	250
125 kb/s	8	500
62,5 kb/s	16	1000
20 kb/s	50	2500
10 kb/s	100	5000

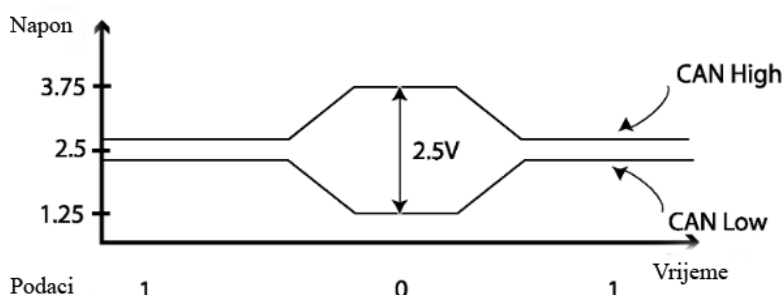
Ukoliko se koriste kabeli napravljeni od bakra ili fiber-optike, čija je dužina veća od nekoliko metara, tada je potrebno ugraditi na pojedinim krajevima kabela, terminatore signala. Terminatori signala potrebni su kako bi se spriječilo reflektiranje poslanog signala, nazad. Također, potrebno je pripaziti na pad napona koji nastaje ovisno o dužini kabela i otpora istog. Na tablici 6 prikazani su preporučeni tipovi kablova za sabirnice te terminatori ovisno o potrebnoj dužini.

Tablica 6. Preporučene sabirnice [8]

Brzina	Tip sabirnice	Otpor kabela	terminator	Duljina
50 kb/s pri 1000 m	0.75–0.8 mm ² (AWG18)	70 m Ω	150-300 Ω	600-1000 m
100 kb/s pri 500 m	0.5–0.6 mm ² (AWG20)	>60 m Ω	150-300 Ω	300-600 m
500 kb/s pri 100 m	0.34–0.6 mm ² (AWG22, AWG20)	>40 m Ω	127 Ω	40-300 m

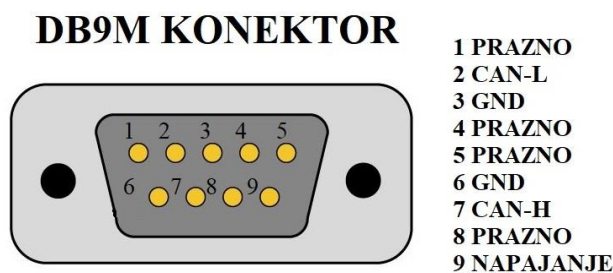
1000 kb/s pri 40 m	0.25–0.34 mm ² (AWG23, AWG22)	>26 mΩ	124 Ω	0-40 m
--------------------	--	--------	-------	--------

CAN protokol koristi dvije žice za ostvarivanje komunikacijske veze, a to su CAN high (CAN H) i CAN low (CAN L). Kada CAN veza ne prenosi podatke, tada napon kod obe žice iznosi po 2.5 V. Kada se prenose podaci, napon kod CAN H poraste na iznos od 3.75 V, dok u CAN L napon pada na 1.25 V. Tada potencijalna naponska razlika između CAN H i CAN L iznosi 2.5 V. Prednost ovakve komunikacijske veze je to što nije osjetljiv na nagle naponske poraste koji mogu nastati unutar sustava. Na slici 16 prikazan je naponski potencijal između dvaju žica, koji se koristi za prijenos podataka. [2]



Slika 16. Prijenos podataka [2]

Napon za napajanje CAN komunikacijske veze može doći direktno iz CAN sabirnice ili posebno od strane drugog uređaja što može rezultirati tome da se CAN veza sastoji od pet žica do dvije žice. Za povezivanje dvaju uređaja koji koriste CAN protokol obično se koristi igličasti DB9M konektor s devet konektorskih točaka. Na slici 17 prikazan je igličasti konektor s opisima svih igala.



Slika 17. DB9M konektora [2]

3.3.2. SAE-J1939

J1939 komunikacijski protokol je veza veće razine protokola izdana od strane SAE (*engl. Society of Automotive Engineers - SAE*). Primarno je izrađena za korištenje kod teretnih vozila, kao što su autobusi i kamioni. J1939 komunikacijski protokol baziran je na CAN protokolu i na prethodna dva protokola: SAE J1708 i SAE J1587. Obično se koristi za povezivanje ECU s drugim uređajima kao što je ID-Mobile-Logger.

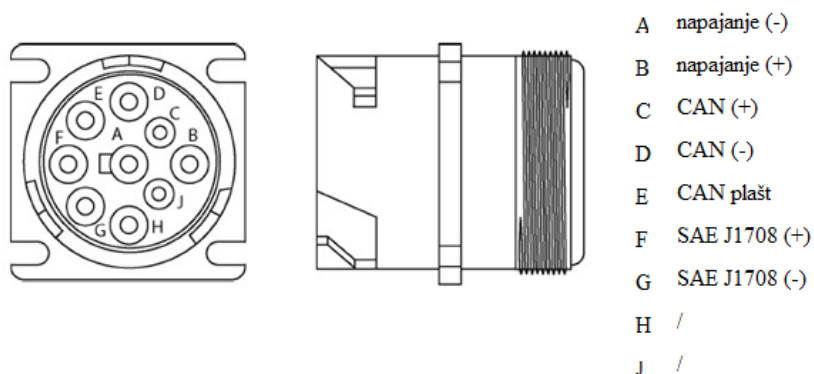
Kako bi se standardizirale duljine sabirnica u automobilskoj industriji, SAE propisuje prvo sljedeće standarde SAE J1708 i J1587. SAE J1708 je komunikacijski protokol koji koristi RS232/485 komunikacijski protokol za slanje podataka u 10 bit-nom obliku dok SAE J1587 je komunikacijski protokol koji je ostvaren s ciljem kako bi se standardizirao oblik podataka koji se šalje između ECU-a i ostalih uređaja koji su bazirani na J1708 mreži. Standardni CAN protokol koristi 11-bit komunikaciju, što zadovoljava potrebe za standardnu automobilsku industriju i ostale standardne industrije, ali ne i za standarde teške automobilske industrije.

Kako bi se pojednostavila veza između ECU-a i drugih uređaja, povećali komunikacijski uvjeti i ostvario novi standard SAE J1708 i SAE J1587, oni se zamjenjuju sa novim standardom SAE J1939. J1939 protokol koristi 29 bit-nu vezu koja šalje klasične 11 bit-ne podatke i dodatne 18 bit-ne podatke. Klasična 11 bit-na veza može poslati maksimalno 2048 poruka odjednom, dok 29 bit-na veza može poslati 536870912 poruka odjednom. [7]

SAE J1939 standard propisuje sljedeće stavke protokola: a to su:

- Maksimalna duljina sabirnice može iznositi 40m
- Žice moraju biti zaštićeni upleteni par
- Brzina prijenosa podataka iznosi 250 kBit/sec
- Maksimalni broj priključenih ECU u mreži iznosi 30
- Maksimalni broj priključenih upravljačkih jedinica iznosi 253
- Podržava podatke do veličine od 1785 byte-a
- Podržava povezivanje uređaja na uređaj i više uređaja međusobno istovremeno
- Podržava uređenje mreže

Za povezivanje uređaja koji koriste SAE J1939 standard, potreban je poseban 9 igličasti konektor, koji je prikazan na slici 18.



Slika 18. 9 igličasti J1939 konektor [7]

3.3.3. RS485

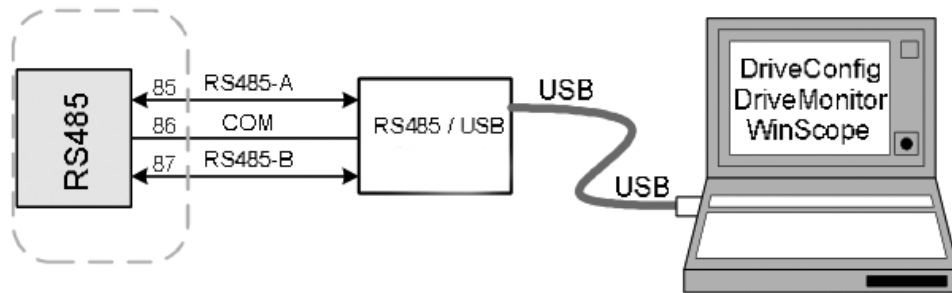
RS485 je serijski komunikacijski protokol koji omogućava kabelsku vezu između dva ili više uređaja. Prednost RS485 protokola je to što podržava veliku brzinu do 10 Mbit/s prijenosa podataka pri velikim udaljenostima do 1000m, bez smetnji.

RS485 protokol može koristiti naponsku vezu od +1.5V do +5V. Povezivanje uređaja vrši se pomoću jednog para upletenih žica, 9 igličastog DB9M konektora i terminatora signala, ukoliko je duljina žice veća od nekoliko metara. Isto kao kod CAN protokola, brzina prijenosa podataka i odziva, ovisi o dužini sabirnice, kao što je prikazano u tablici 7 [8]

Tablica 7. Brzina prijenosa podataka i odziva ovisno o dužini kabela. [8]

Brzina	Odziv	Dužina
10 Mbit/s	0.015 μ s	3 m
3 Mbit/s	0.15 μ s	30 m
400 kbit/s	1.5 μ s	300 m
10 kbit/s	15 μ s	1000 m

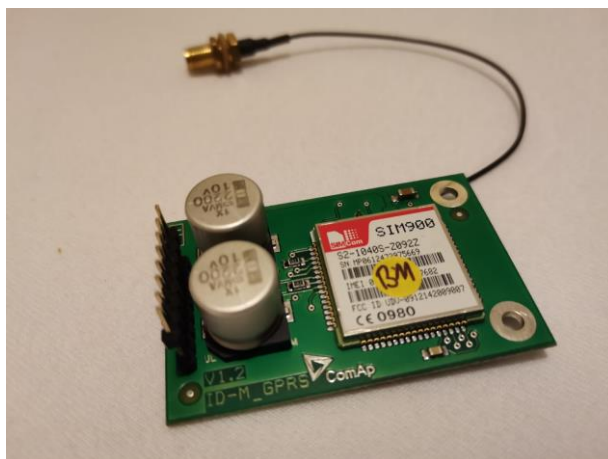
Slika 19 shematski je prikaz spajanja računala i uređaja koji koristi RS485 protokol pomoću RS485/USB konvertera.



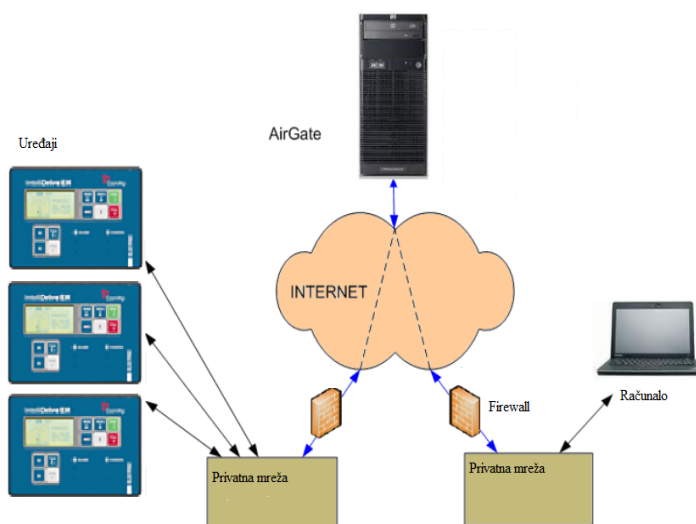
Slika 19. Shematski prikaz povezivanja[5]

3.3.4. COMAP AIRGATE

ComAP airgate je posebna metoda povezivanja dvaju uređaja, koji imaju pristup Internet komunikaciji. Pošto uređaji nemaju statičnu IP adresu, pomoću koje se mogu međusobno povezati, tada je potrebno izvesti povezivanje pomoću AirGate-a. Air-gate metoda povezivanja koristi tunneling protokol za povezivanje dva ili više uređaja. Tunneling protokol je komunikacijski protokol koji omogućuje dijeljenje podataka između privatne i javne mreže. Povezivanje se vrši tako da uređaj, npr. ID-Mobile-Logger i GSM modul, (slika 20) te SIM kartica, povežu se putem interneta (javne mreže) na glavni server od ComAp-a (privatna mreža). Kada se uređaj uspješno poveže na server, tada ID-Mobile-Logger periodično šalje upit serveru, o povezivanju, dok server uređaju dodjeljuje posebnu identifikacijsku oznaku „AirGate-ID“. AirGate-ID služi da programi poput inteliDrive, inteliMonitor, WebSuperVisor 4.0 poslali upit putem Interneta ComAp serveru za povezivanje s uređajem. Slika 21 prikazuje shematski prikaz povezivanja računala s uređajima pomoću AirGate-a. [5]



Slika 20. GSM modul [5]



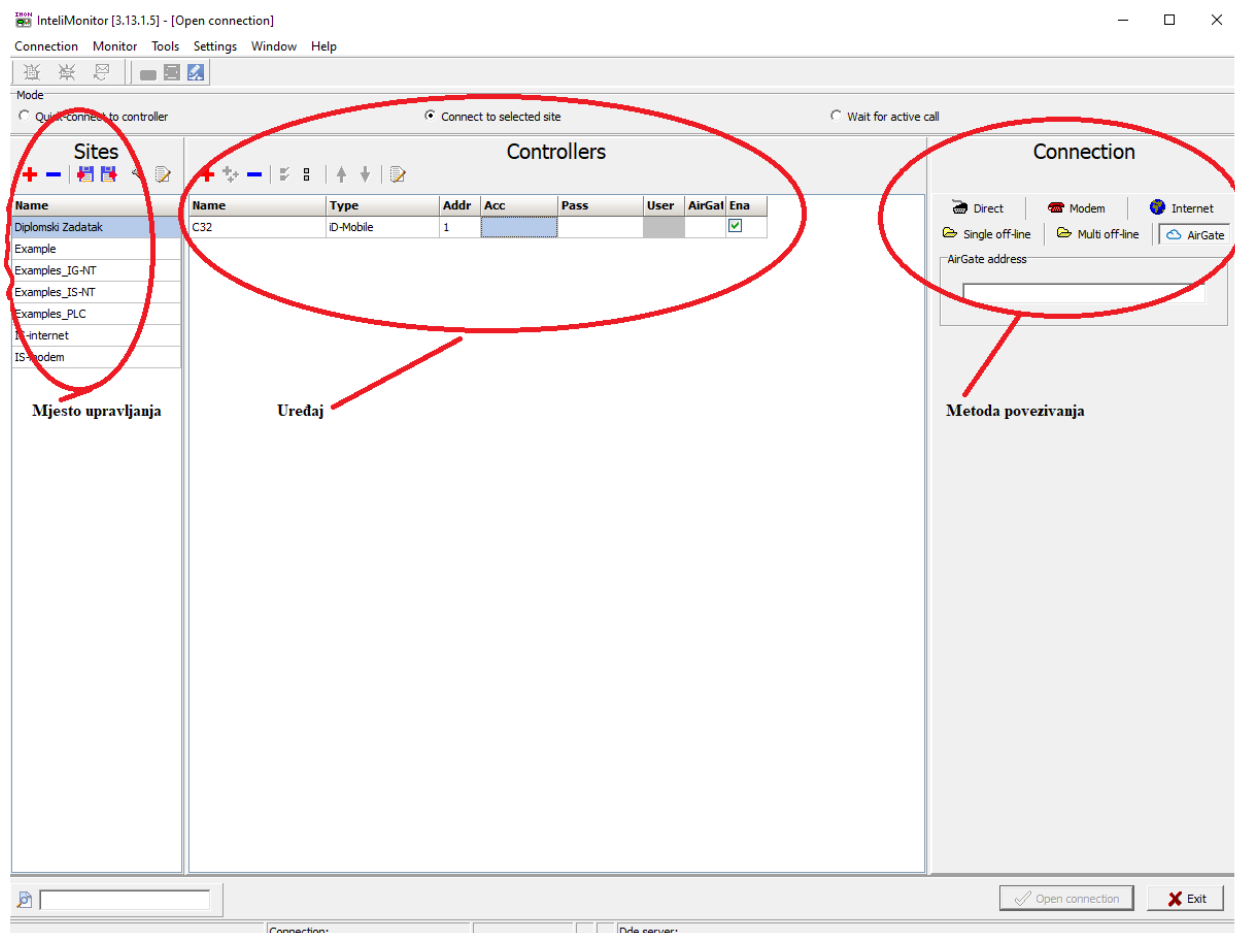
Slika 21. Shematski prikaz povezivanja [5]

3.4. PROGRAMSKI ALATI

Za korištenje uređaja ID-Mobile-Logger potrebno je koristiti skup programa pomoću kojih se omogućuje programiranje, nadziranje ili očitavanje zapisa. Programi koji se koriste za ovu svrhu su IntelliMonitor, IntelliDrive i WebSuperVisor 4.0. [5]

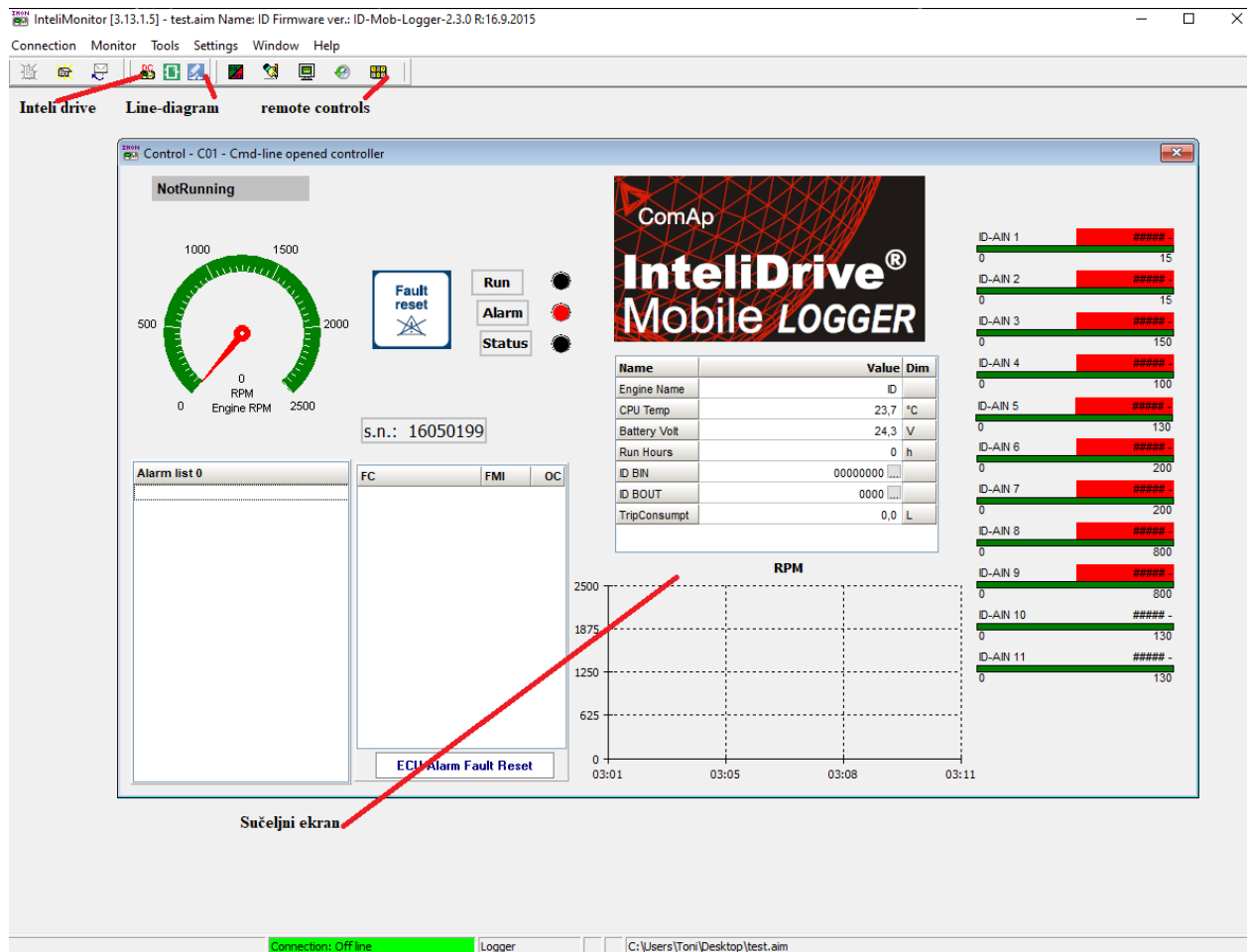
3.4.1. INTELI MONITOR

IntelliMonitor je programski alat kompanije ComAp pomoću kojega se vrši pregled rada uređaja. Unutar programa moguće je pohraniti podatke povezivanja više uređaja sa više lokacija, kao što je prikazano na slici 22 [5]



Slika 22. Povezivanje pomoću inteliMonitor-a

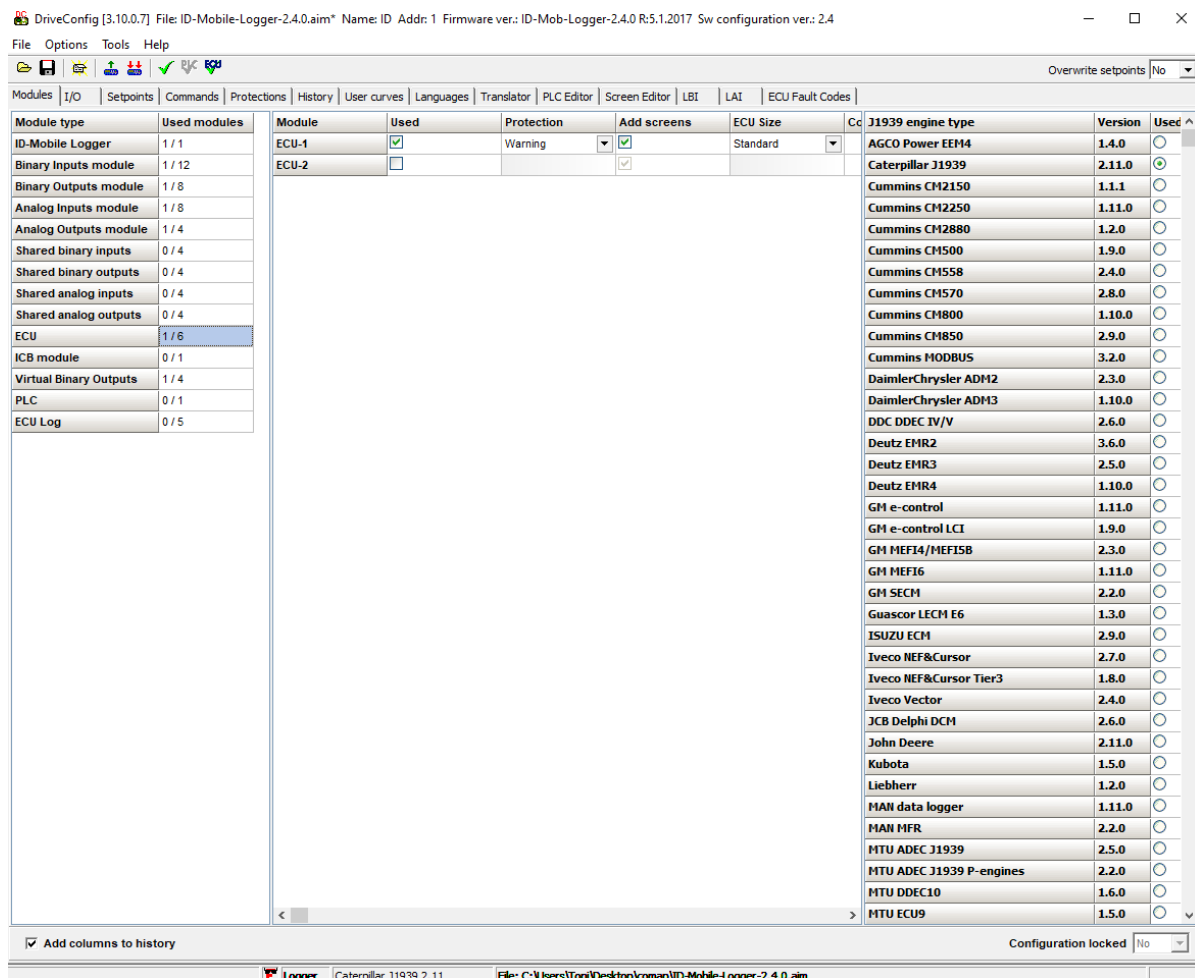
Nakon što se program poveže s uređajem, otvori se novi prozor s prikazom uređaja pomoću kojega je moguće upravljati uređajem i očitavati mjerenja senzora. Slika 23 prikazuje sučeljeni prozor pomoću kojega se može očitati trenutno stanje motora. Sučeljeni prozor se može posebno podesiti po potrebama korisnika, pomoću line-dijagram tipke. Isto tako moguće je otvoriti dodatne prozore za prikazivanje povijesti uređaja, za korištenje daljinskih tipki i za automatsko pokretanje programa IntelliDrive za podešavanje uređaja.



Slika 23. Upravljački prozor

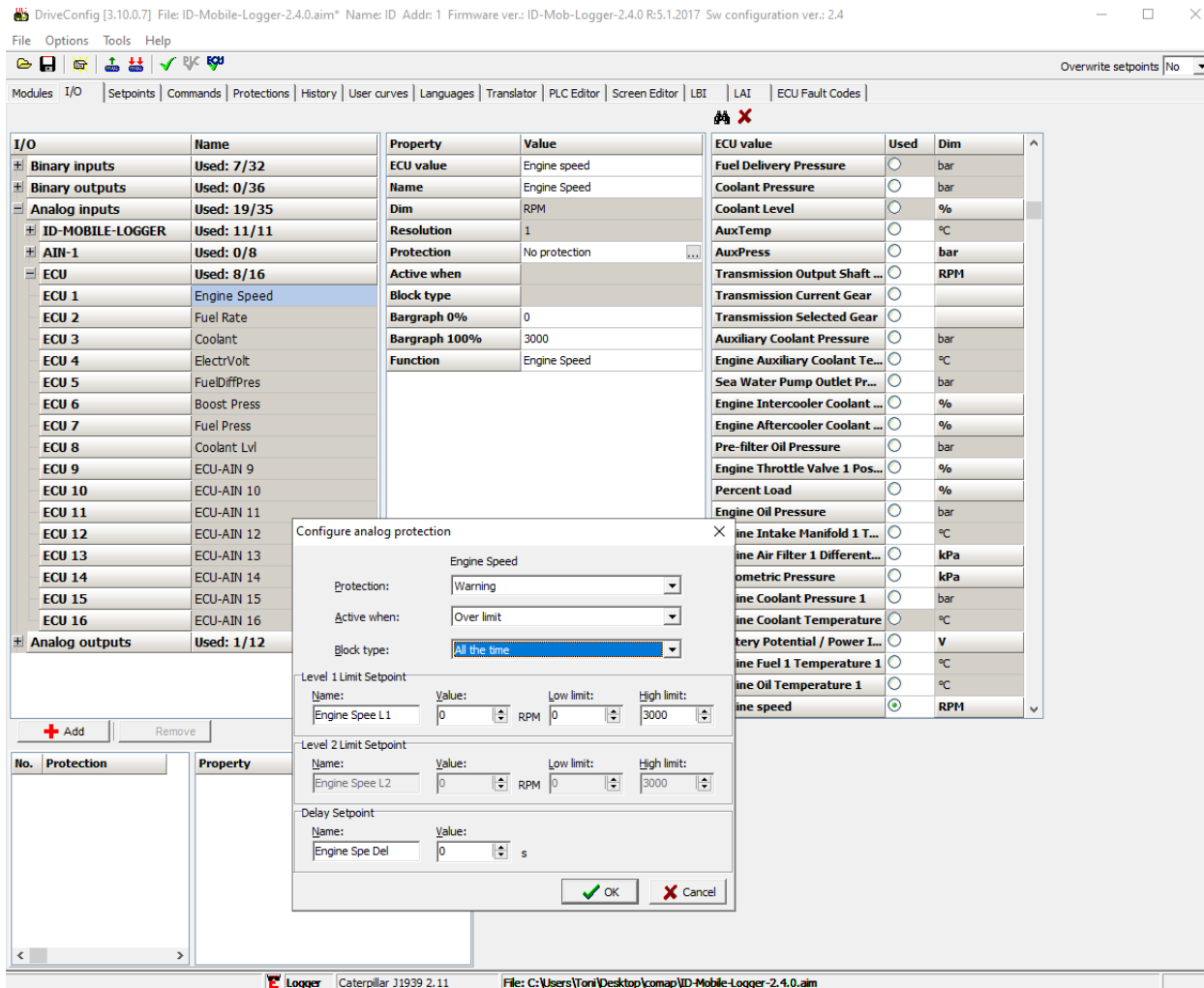
3.4.2. INTELI DRIVE

IntelIDrive je programski alat kompanije ComAp pomoću kojeg se vrši podešavanje samog uređaja ID-mobile-Logger-a. Pomoću programa moguće je podesiti sljedeće stavke koje su prikazane na slici 24 To su: broj analognih ulaza / izlaza, broj digitalnih ulaza / izlaza, broj PLC (*engl. programmable logic controller - PLC*) uređaja, broj ECU - a te njihovih veličina i modela ECU-a, nadalje, broj zajedničkih analognih ulaza / izlaza, broj zajedničkih digitalnih ulaza / izlaza, broj virtualnih analognih ulaza / izlaza, broj virtualnih digitalnih ulaza / izlaza. [5]



Slika 24. Prozor za konfiguriranje

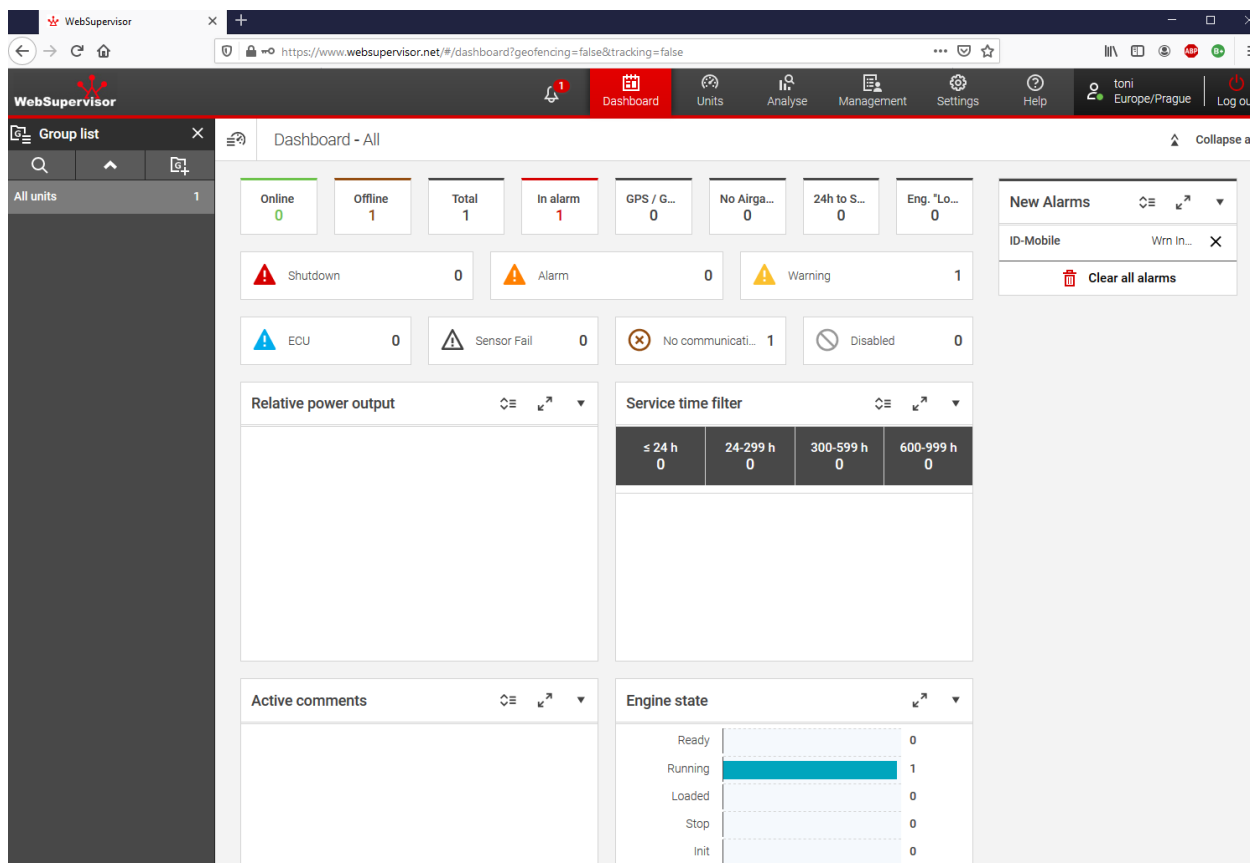
Slika 25 prikazuje prozor unutar kojega se mogu podesiti pojedini ulazi / izlazi. Svaki ulaz / izlaz može se zasebno programirati ovisno o njegovoj funkciji. ID-Mobile-Logger analogne signale dobiva od strane analognih senzora i mjerača protoka ili od brzine vrtnje motora. Dok, digitalne signale dobiva od strane digitalnih senzora ili ECU-a. Ovisno o dobivenim ulaznim signalima, ID-Mobile-Logger može proslijediti upravljački analogni signal prema analognim uređajima, kao što su termostat i pumpa goriva. Dok digitalne signale može poslati prema digitalnim uređajima i prema ECU-u, i to putem J1939 protokola. Uređaj se obično koristi za nadziranje i zaštitu motora. Primjerice, ako ulazni analogni signal mjerača topline vode, prijeđe zadanu vrijednost od 95 °C, tada će ID-Mobile-Logger poslati analogni signal za oglašivanje alarma. Ukoliko temperatura vode nastavi rasti i prijeđe temperaturu od 98 °C, tada će ID-Mobile-Logger poslati digitalni signal prema ECU-u putem J1939 protokola, koji će tada pokrenuti zaštitu motora.



Slika 25. Prozor za konfiguriranje

3.4.3. WEBSUPERVISOR 4.0

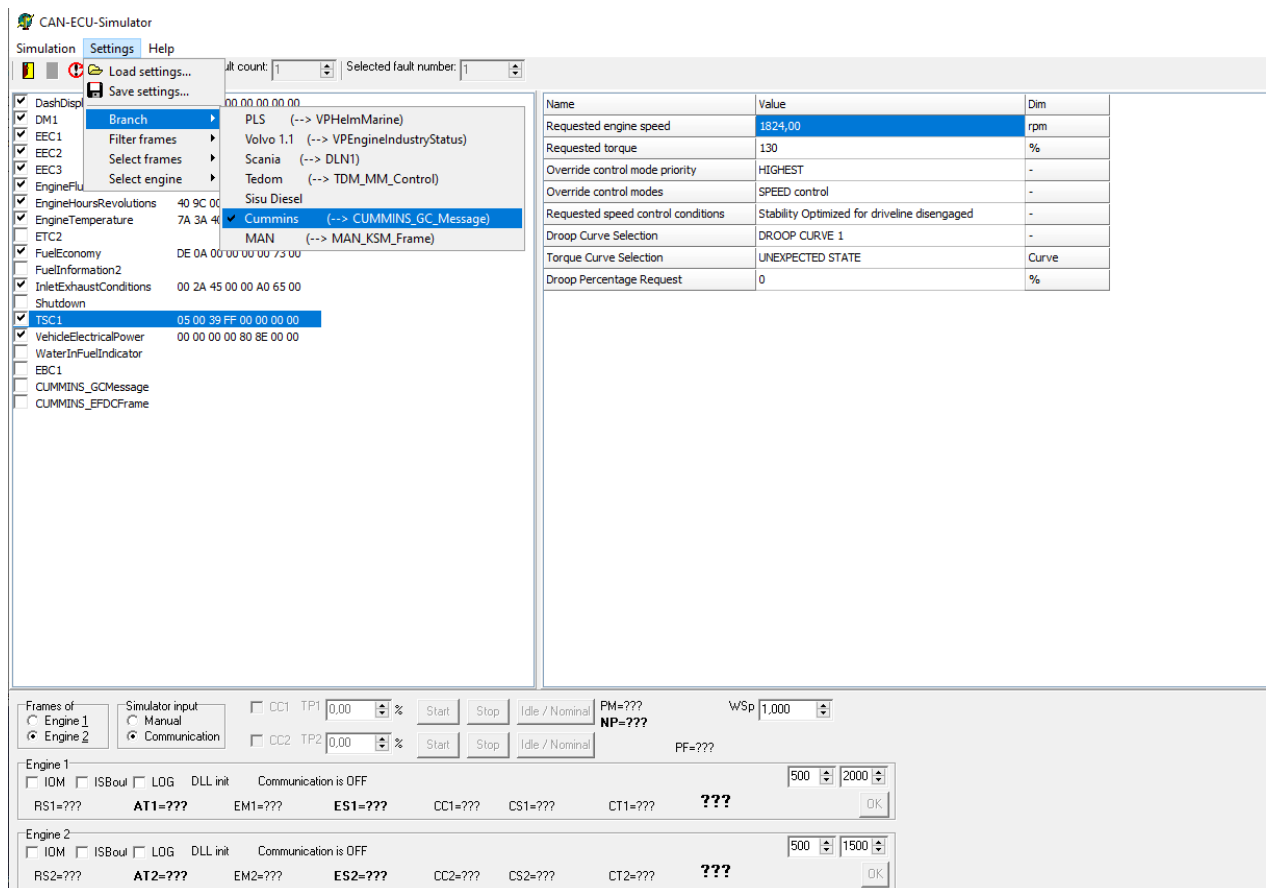
WebSuperVisor, slika 26 je Internet stranica ili program koji se može pokrenuti na pametnim mobitelima, pomoću kojega se može izvršiti pregled ID-Mobile-Loggera, bez korištenja programskog alata IntelliMonitor-a. WebSupervisor može napraviti sve funkcije očitavanja i pregledavanja senzora, kao što može i IntelliMonitor. [5]



Slika 26. Internet stranica WebSupervisor 4.0

3.4.4. CAN-ECU SIMULATOR

CAN-ECU simulator je programski alat, od ComAp kompanije, pomoću kojega se može simulirati rad ECU uređaja, koji je priključen na motor. Unutar programa moguće je podesiti različite parametre motora, kao što je: brzina motora, stanje pojedine zaštite, temperatura rashladne tekućine, temperatura goriva, temperatura ulja za podmazivanje motora, temperatura ulja za podmazivanje turbo-puhala, protočna masa goriva, zatražena brzina motora, momentna sila motora, zatražena momentna sila, razina goriva, razina ulja, razina rashladne vode, tlak ulja, tlak goriva, napon akumulatorskih baterija i otvorenost termostata. Te kao što su: sveukupni okretaji motora, radni sati motora, itd.. Ovisno o zadanim parametrima, njihovim vrijednostima i odabranom proizvođaču ECU-a, program će generirati J1939 signal i proslijediti ga prema ID-Mobile-Logger-u. Na slici 27 prikazan je program s pojedinim odabranim parametrima i odabranom proizvođačem ECU-a.



Slika 27. ECU-CAN Simulator

CAN-ECU simulator generira J1939 signale koje prosljeđuje sa računala prema ID-Mobile-Logger-u pomoću CAN/USB pretvarača signala. Iz padajućeg izbornika za postavke moguće je izabrati dodatne signala za pojedine proizvođače motora. Na lijevom dijelu prozora mogu se odabrati pojedine skupine parametara koji se mogu podesiti ili samo očitati. Pritiskom na TSC1 na desnoj strani prozora prikazati će se vrijednosti koje se mogu očitati kao što su brzina motora i zatraženi moment motora. Slici 28 prikazuje shematski prikaz povezivanja računala, CAN/USB pretvarača i ID-Mobile-Loggera. [5]



Slika 28. Shematski prikaz povezivanja računala s ID-Mobile-Logger-om pomoću CAN/USB pretvarača signala. [5]

4. OPIS CATERPILLAR C32

Caterpillar C32 je V12 četverotaktni brzohodni dizelski motor proizvođača Caterpillar inc. Snaga motora iznosi 1045 kW na kočnici. Tablica 8 opisuje karakteristike motora. [4]

Tablica 8. Karakteristike motora C32

KARAKTERISTIKE MOTORA C32	
Emisija štetnih plinova	odgovara IMO zahtjevima
Zapremina	32,1 dm ³
Nominalni br. okretaja	2300 min ⁻¹
Promjer cilindra	145,0 mm
Stapaj	162,0 mm
Usis	turbopunjač + Rashladnik
Upravljanje	Elektronsko
Sustav hlađenja	izmjenjivač topline
Težina "suhog" motora	2548 kg
Količina tekućine u rashladnom sustavu	80 dm ³
Količina ulja za podmazivanje	85 dm ³
Interval između promjene ulja za podmazivanje	200 h
Smjer rotacije (gledano s strane zamašnjaka - flywheel)	suprotno od kazaljke na satu
Zamašnjak i kućište zamašnjaka	SAE No. 1
Br. zubi zamašnjaka	113
Maksimalan povratni tlak u sustavu ispuha	10,0 kPa

Motor C32, slika 29, opremljen je sa sustavom zraka koji je napravljen od nekorodirajućeg hladnjaka, čistača zraka i zatvorenog sustava pročišćavanja dima. Rashladni sustav motora sastoji se od centrifugalne pomoćne pumpe morske vode, pogonjene pomoću zupčastog prijenosa, od centrifugalne pumpe za dobavu slatke vode za hlađenje košuljice motora, pogonjene pomoću zupčastog prijenosa, od izmjenjivača topline od titanskih ploča sa ekspanzijskom posudom, od rashladnika ulja turbo-puhala, od rashladnika zraka i od rashladnika ulja motora. Sustav ispušnih plinova sastoji se od

ispušne razvodne cijevi, koja se hladi vodom i od turbopunjača. Sustav goriva sastoji se od električno upravljanim hidrauličkim ubrizgivačima goriva (skr. HEUI *Engl. Hydraulic electronic Unit Injection*), od glavne pumpe goriva, pumpe goriva za prebacivanje i od dva filtra goriva. Sustav podmazivanja sastoji se od odušnika uljnih para, dva filtra ulja, senzora razine ulja i od sabirnog uljnog tanka. Sustav zaštite motora je 24V elektronski. Motor C32 opremljen je sa sljedećim instrumentima: instrument - tablom sa elektronskim servisom, start /stop prekidačima, dugmetom za zaustavljanje u slučaju nužde, sa svjetlosnim indikatorom kao što je dijagnostički indikator i indikator upozorenja, sa osiguračem vrijednosti od 15A, magnetskim prekidačem pokretača motora, sa instrumentalnom tablom sa digitalnim tahometrom, sa mjerilima tlaka ulja, temperature ulja, temperature vode, tlaka goriva itd. [4]



Slika 29. Motor C32 [4]

C32 motor ima ugrađeni ECU pomoću kojega se ostvaruje upravljanje i optimiziranje motora ovisno o zadanim parametrima motora i ulaznim parametrima senzora. Isto kao ID-Mobile-Logger, ECU ima sposobnost zapisivanja grešaka i pokretanja zaštite motora. ECU sadrži dvije vrste dijagnostičkih kodova, koji su prikazani brojčano. Brojčani kodovi koji su troznamenasti zovu se CDI (*engl. Component identifier - CDI*), dok se dvoznamenkasti zovu FMI (*Engl. Failure Mode Identifier - FMI*). Tablice 9 i 10 prikazuju opis grešaka CDI i FMI brojčanih kodova.

Tablica 9. Značenje CDI kodova [4]

CDI	OPIS GREŠKE
091	Senzor položaja ručice gasa
100	Tlak ulja nakon filtra
101	Povišeni tlak u uljnoj kadi
110	Temperatura rashladnog sredstva
190	Senzor broja okretaja koljenastog vratila
264	Usporavanje senzora položaja
273	Tlak na izlazu iz turbo-puhala
274	Atmosferski tlak
275	Tlak desnog turbo-punjača
276	Tlak lijevog turbo-punjača
290	Senzor tlaka ventilatora
542	Tlak ulja ispred filtra
827	Temperatura lijeve grane ispušnog sustava
828	Temperatura desne grane ispušnog sustava
829	Temperatura na izlazu rashladnika zraka

Tablica 10. Značenje FMI kodova [4]

FMI	OPIS GREŠKE
00	Podatci vjerodostojni, ali iznad normalnog radnog područja
01	Podatci vjerodostojni, ali ispod normalnog radnog područja
02	Podatci nisu vjerodostojni, isprekidani su ili netočni
03	Napon iznad normalnog ili visok, zbog kratkog spoja
04	Napon ispod normalnog ili nizak, zbog kratkog spoj
05	Struja ispod normalne ili prekid strujnog kruga
06	Struja iznad normalne ili uzemljen strujni krug
07	Mehanički sustav se ne ponaša odgovarajuće
08	Neprimjerena frekvencija, širina impulsa ili period impulsa
09	Abnormalno ažuriranje
10	Neprimjeren period osvježavanja
11	Kod greške nemoguće identificirati
12	Neispravan uređaj ili komponenta

13	Nebaždaren uređaj ili komponenta
14-31	Brojevi rezervirani za buduća dodjeljivanja

Kombinacijom kodova dobiva se potpuno sastavljeni dijagnostički kod, koji se može očitati pomoću računala. Sastavljeni dijagnostički kod prikazan je u tablici 11

Tablica 11. Značenje CID-FMI kodova [4]

22-13	Provjeriti baždarenost senzora br. okretaja kolj. vratila (42)
91-08	Greška signala senzora položaja ručice gasa (32)
100-03	Otvoren strujni krug senzora tlaka ulja (24)
108-03	Otvoren strujni krug senzora atmosferskog tlaka (25)
108-04	Kratki spoj senzora atmosferskog tlaka (26)
110-00	Upozorenje na visoku temperaturu rashladne tekućine
110-03	Otvoren strujni krug / kratki spoj senzora temperature rashladne tekućine akumulatora (26)
110-04	Kratki spoj senzora temperature rashladne tekućine (27)
127-00	Upozorenje na visoki tlak ulja u transmisiji (86)
127-03	Otvoren strujni krug senzora tlaka ulja transmisije (64)
127-04	Kratki spoj senzora tlaka ulja u transmisiji (64)
232-03	5 V napajanje iznad normalnog (21)
232-04	5 V napajanje ispod normalnog (21)
232-02	Kontrola parametara korisnika ili sustava (56)
254-10	ECM greška

Karakteristike motora C32 su prikazane na tablici 12.

Tablica 12. karakteristike motora C32

Opis	Vrijednost	Jedinica
Sustav zraka		
Maksimalni tlak filtera zraka (čisti dio)	3.7	Kpa
Maksimalni tlak filtera zraka (nečisti dio)	6.5	Kpa
Maksimalna temperatura zraka kroz filter	49	°C
Sustav hlađenja		

Kapacitet motora i ekspanzijske posude	80	l
Maksimalno dozvoljena temperatura rashladne vode na izlazu	104	°C
Temperatura za početak otvaranja regulatora vode	82	°C
Temperatura potpunog otvorenog regulatora vode	92	°C
Položaj regulatora	Izlazna strana	
Mogućnost hlađenja motora pri okolnoj temperaturi	50	°C
Minimalni tlak sustava hlađenja	90	Kpa
Maksimalno dopušteni gubitak rashladne tekućine	10	%
Specifikacije motora		
Raspored cilindara	VEE	
Broj cilindra	12	
Promjer cilindra	145	mm
Hod cilindra	162	mm
Zapremnina cilindra	32.1	L
Kompresijski omjer	15	
Zamašnjak	CCW	
Redoslijed paljenja	1-4-9-8-5-2-11-10-3-6-7-12	
Položaj 1. cilindra	Sprijeda lijevo	
Takt	4	
Klasa motora	"C" Tier	
Klasa emisija	EPA Tier 1	
Godina klase emisija	2003	
Projektirana temperatura rashladnika zraka	32	°C
Sustav ispuha		
Maksimalni povratni tlak u sustavu	6.7	Kpa
Vrsta sabirnika	WC	
Maksimalna dopuštena težina na spoju ispuha	23	Kg
Sustav goriva		
Maksimalni protok goriva prema motoru	680	l/h
Maksimalno prigušenje na cjevovodu	30	Kpa
Maksimalna temperatura goriva unutra pumpe	52	°C
Vrsta sustava goriva	HEUI	

Sustav podmazivanja		
Preporučena vrsta ulja-API	CH-4	
Vrsta filtera ulja	FUL-FL,S-O	
Tip rashladnika ulja	SHL & TUBE	
Maksimalna dopuštena temperatura ulja	110	°C
Vrsta ventilacije kartera	Zatvoren	
Maksimalni dopušteni radni nagib	30	°
Maksimalni nagib ugradnje	15	°

4.1. REZULTATI PROBNE PLOVIDBE

Za izradu simulacijskog programa odabrani su pojedini parametri iz rezultata probne plovidbe. Odabrani parametri ovise o maksimalnom broju pred - programiranih senzora, koje simulator može generirati. Tablica 13 prikazuje odabrane parametre, s njihovim vrijednostima, pri određenoj brzini rada motora te njihove vrijednosti kada se alarm oglasi, te minimalnu i maksimalnu vrijednost radnog područja. [4]

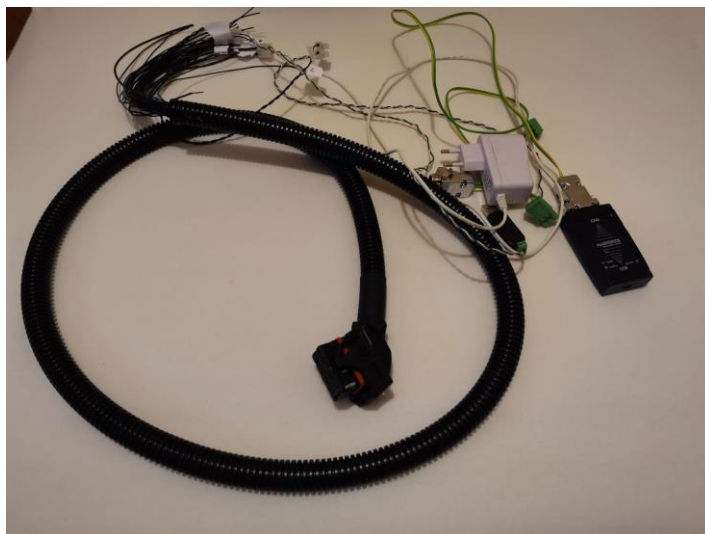
Tablica 13. Odabrani parametri [4]

		Brzina motora o/min				Alarmi		
Odabrani radni parametar	Mjerna jedinica	800	1800	1900	2300	Oglašavanje	Minimalno	maksimalno
Brzina motora	o/min	862	1824	1903	2326	2350		2400
Opterećenje motora	%	15	46	51	96			
Tlak goriva	bar	4,38	4,46	4,43	4,21		4	
Tlak ulja za podmazivanje motora	bar	3,1	4,41	4,35	4,11			
Tlak prednabijenog zraka	bar	0,04	0,84	0,98	2,24			
Temperatura ulja za podmazivanje	°C	83	89	91	95	105		110
Temperatura goriva	°C	18	18	19	19			
Temperatura rashladne tekućine	°C	82	81	82	81	100		104
Temperatura ispušnih plinova	°C	540,3	541	540	540			
Potrošnja goriva	L/h	21,2	139,1	150,4	280,3			
temperatura ispirog zraka	°C	27	28	33	41			60
Razina ulja	%	80	80	80	80	75 i 85	70	90
Razina rashladne tekućine	%	95	95	95	95	89 i 98	85	100
Otvorenost termostatskog ventila	%	10	10	10	10			

Probna plovidba odrađena je na hladnom motoru. Stoga temperatura okoline, tokom ispitivanja, iznosi manje od dopuštene. Vidljivo je iz tablice 12 da porastom broja okretaja motora i opterećenja od 15-96% dolazi do povećanja temperatura radnih parametara, ali sve u poduštenim granicama. Sa povećanjem opterećenja rasla je i potrošnja goriva i tlak ispirnog zraka. Usporedbom sa vrijednostima dobivenim sa tvorničkog ispitivanja i sa probnih vožnji ustanovljeno je da motor postiže 96% pri maksimalnom broju okretaja te da je rasterećen što ukazuje na dobro odabran brodski vijak obzirom na karakteristike broda i motora.

5. PRIPREMA UREĐAJA I PRIKAZIVANJE RADA MOTORA POMOĆU SIMULACIJSKOG PROGRAMA I UREĐAJA ZA DALJINSKI NADZOR

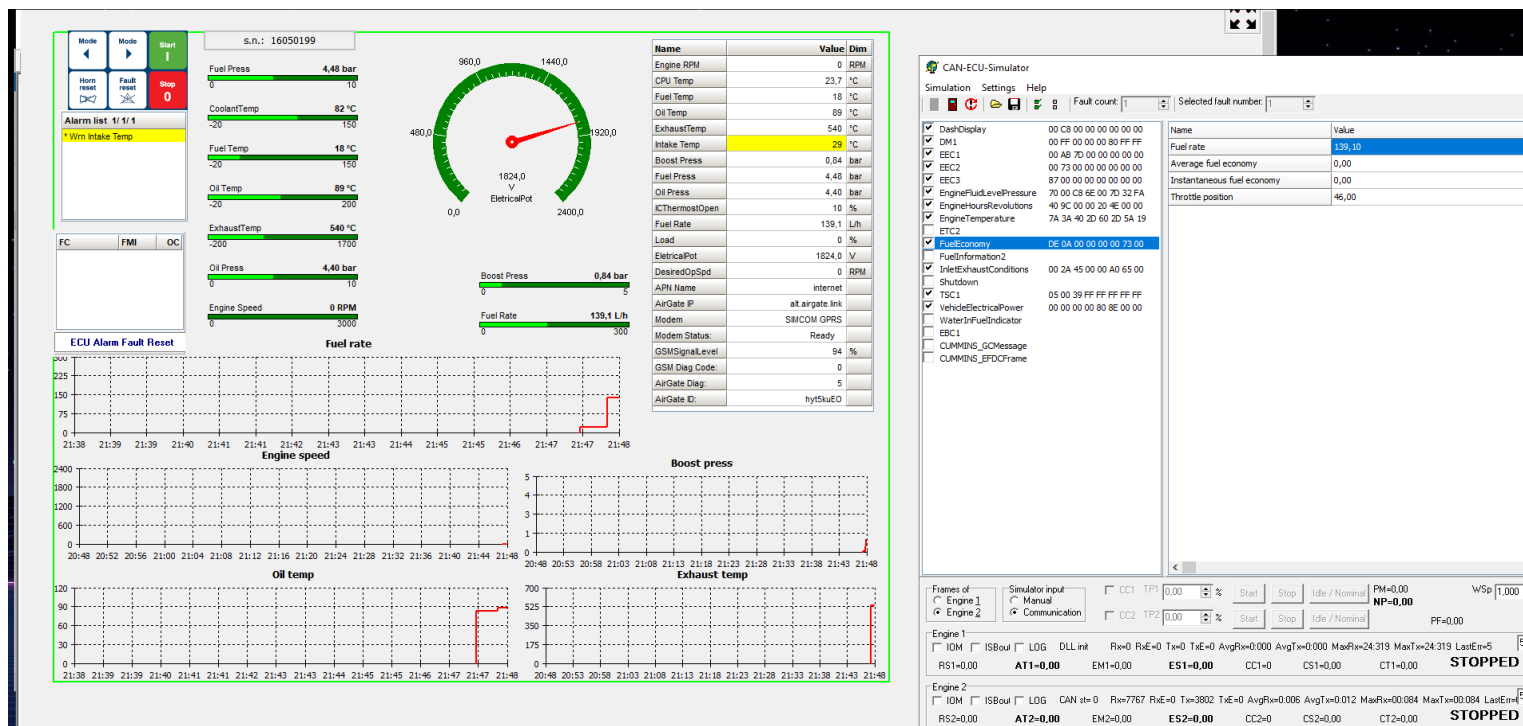
Prije nego se može započeti s programiranjem ID-Mobile-Loggera, potrebno je pravilno spojiti uređaj na CAN/USB pretvarač, na RS485/USB pretvarač i na 240V AC - 24V DC pretvarač struje. Za povezivanje CAN/USB pretvarača na ID-Mobile-Logger potrebno je uzeti sa desnog MOLEX CMC 98993 priključaka žice označene s brojem 88, za CAN1H i 90 CAN1L te ih prespojiti na DB9M priključak. Pravilno spajanje žica se izvodi tako da se žica 88 spoji na iglicu 7 DB9M konektora, dok se žica 90 spaja skupa s iglicom 2 DB9M konektora. Za povezivanje RS485/USB pretvarača, potrebno je uzeti sa desnog MOLEX CMC 98993 žicu 85, za RS485A i 87 za RS485B i prespojiti ih na izlaze A i B na pretvaraču. Pravilno spajanje žica, izvodi se tako da se žica 85 spoji s izlazom A, dok se žica 87 spaja s izlazom B. Potrebno je da su žice koje se koriste za spajanje CAN/USB pretvarača i RS485/USB pretvarača, pletene. Napajanje ID-Mobile-Loggera se vrši pomoću ispravljača napona sa 240V AC na 24V DC. Za pravilno spajanje pretvarača napona potrebno je sa desnog MOLEX CMC 98993 priključaka uzeti žice 95 za BAT PLUS i 96 za BAT MINUS i spojiti ih na odgovarajuće izlaze ispravljača napona. Pravilno spajanje žica izvodi se tako, da se žica 95 spoji s pozitivnim izlazom napona ispravljača, dok se žica 96 spaja s negativnim izlazom napona ispravljača. Slika 30 prikazuje pravilno spojene pretvarače na MOLEX CMC 98993 priključku.



Slika 30. Pravilno spojen MOLEX CMC 98993 priključak s pretvaračima

Nakon programiranja parametara unutar uređaja ID-Mobile-Logger-a pomoću programskih alata ComAp-a, nakon podešavanja korisničkog zaslona unutar programa InteliDrive-a i WebSupervisor-a 4.0 te nakon pripremanje radnih parametara unutar simulacijskog programa za rad motora pri opterećenju od 800 o/min, 1800 o/min, 1900 o/min i 2300 o/min, dobijemo sljedeće grafove i očitavanja kao što je prikazano na slikama 31, 32, 33, 34 i 35.

Slika 31. Prikazuje rad motora i parametre rada motora pri 1800 okretaja. Iz slike se vidi da parametri koji su podešeni unutar programa CAN-ECU-Simulatora, očitani su od strane uređaja ID-Mobile-Logger-a. Vidljivo je iz slike 31. da vrijednost protoka goriva, koja unutar CAN-ECU-Simulatora iznosi 130,1 l/h, uređaj istu vrijednost i očitava. Zbog pojedinih nemogućnosti unutar simulatora, brzina vrtnje motora prikazana je pomoću potencijalnog napona akumulatorskih baterija.



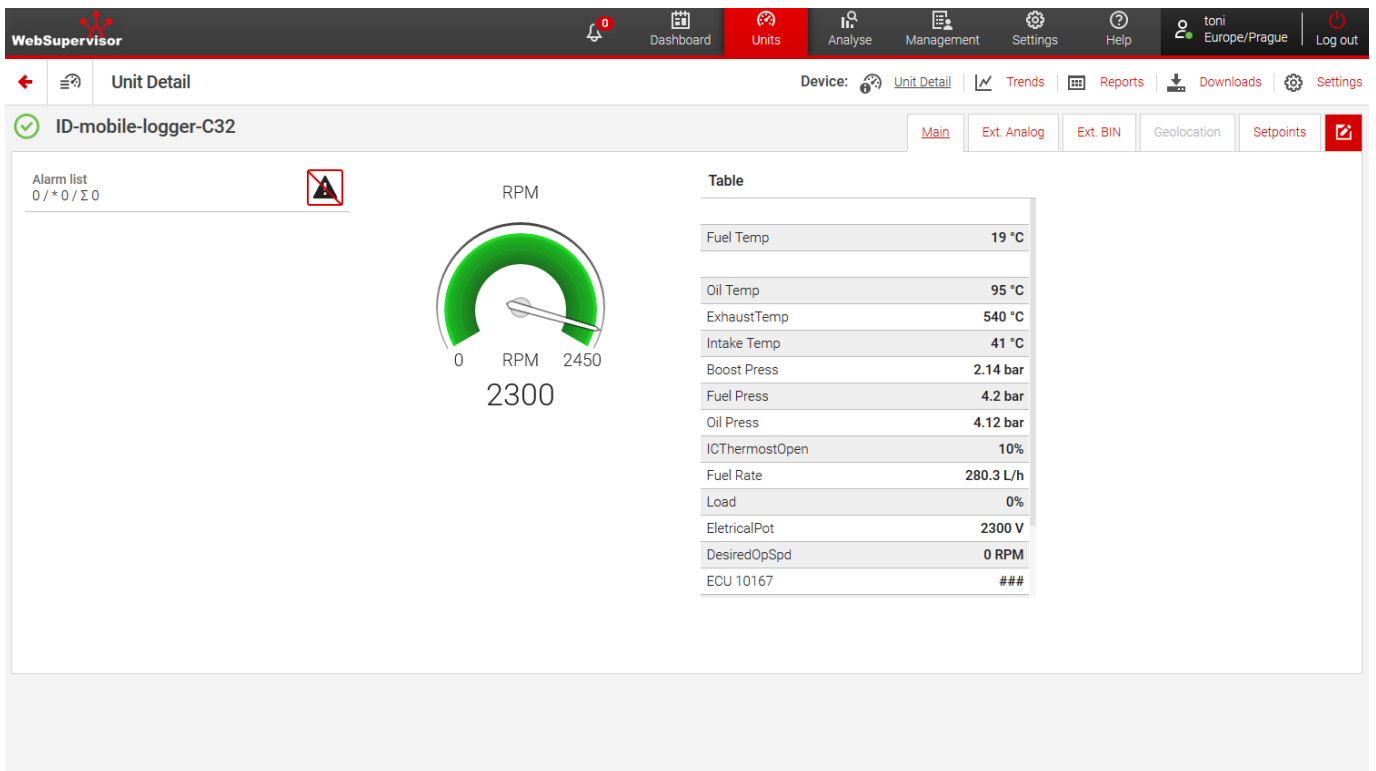
Slika 31. Prikaz rada motora pri 1800 o/min

Slika 32. prikazuje rad motora pri 2300 o/min. Iz desne tablice predmetne slike, mogu se vidjeti pojedini parametri te njihove vrijednosti kao što su: temperatura procesora

uređaja, temperatura rashladne tekućine, temperatura goriva, temperatura ulja, brzina motora, protok goriva, tlak goriva, tlak ulja, otvorenost ventila za recirkulaciju rashladne vode, temperatura ispušnih plinova, temperatura usisnog zraka, tlak turbo puhala i opterećenje motora. Opcije poput APN name, AirGate IP i Modem, služe za podešavanje daljinskog povezivanja uređaja s AirGate serverom. Podešavanje navedenih postavki vrši se direktno iz sučeljenog prozora, pomoću programa Inteli monitor-a, dok je uređaj uključen i povezan. APN-name ovisi o operateru SIM kartice, u ovome slučaju za TELE 2 APN-name je "Internet". Za AirGate IP pristupne točke, mogu se upisati sljedeće dvije pristupne točke, a to su airgate.comap.cz, koja se koristi kada se povezivanje vrši pomoću modema ili Alt.Airgate.link, kada se povezivanje vrši pomoću SIM kartice. Ovisno o uređaju koji se koristi za povezivanje, potrebno je odabrati pravilnu opciju za Modem, u ovome slučaju SIMCOM GPRS. Nakon što se opcije pravilno podese, uređaj za daljinski nadzor će se pokušati spojiti na Airgate server i ispisati dodijeljeni AirGate ID, pomoću koje se tada može daljinski spojiti na uređaj.



Slika 32. Rad motora i grafova pri 2300 o/min



Slika 33. Prikaz radnih parametara u WebSupervisor-a



Slika 34. Prikaz grafova u WebSupervisor-u

Vidljivo je iz slika da uređaj ID-Mobile-Logger pravilno očitava primljene radne parametre, od strane simulacijskog programa. Na slici 35. prikazani su parametri potrošnje goriva, temperature goriva i ulja. Vrijednosti se mogu prikazati preko bar grafova ili numerički.

ZAKLJUČAK

Zbog velikog porasta sveukupnog broja brodovlja unutar trgovačkih flota, logistika za nadziranje brodova, slanje eksperata za popravak plovila, te ugovaranje popravaka u škverovima, sve je kompleksnije. Isto tako, nadziranje brodova od strane posade znatno je otežano i zbog tehnoloških napredaka te zbog složenosti ugrađenih motora i strojeva na brodovima. Stoga, ugradnja uređaja za daljinsko nadziranje motora i strojeva u brodovima, predstavlja nužno rješenje za navedene probleme. Prednost daljinskog nadzora je što se može pristupiti radnim parametrima motora, u bilo koje vrijeme i sa bilo koje lokacije. Isto tako, prednost uređaja za daljinsko nadziranje, je i što omogućava konstantan nadzor broda, te automatsko obavješćavanje brodarka, u slučaju kvara broda. U radu su detaljno opisani načini spajanja uređaja i mogućnosti daljinskih uređaja za nadziranje. Pomoću simulatora, objašnjen je postupak analize i dijagnostike motora. Provjerena je funkcionalnost uređaja i simulirani su parametri motora te su predstavljeni rezultati dobiveni praćenjem i dijagnosticiranjem stanja.

LITERATURA

- [1] Pavel R., Alois T.: *Modern sensor handbook*, ISTE, 2007.
- [2] Krivchenko T.I. *CAN Controller Area Network*, Weingarten, 2011.
- [3] Radica, G.: *Dijagnostika brodskog 4-T dizelskog motora*, Split, 2008.
- [4] Radica, G.: *Dijagnostika kvarova*, Split, 2016.
- [5] Michal J., Lukáš B.: *ID-Communication Guide 1*, Prag, 2019.
- [6] Ladislav K.: *ID-Mobile-Logger-1.5 Reference Guide*, Prag, 2010.
- [7] Wilfried V.: *A Comprehensive Guide to J1939*, Greenfield, 2008.
- [8] Jan A.: *Serial Port Complete*, Madison, 2000.
- [9] Marco N., Haibo Z., Paolo G., Arkabed G.: *Understanding and using the controller area network communication protocol*, ISBN, 2012.
- [10] <https://www.elprocus.com/what-is-an-ultrasonic-flow-meter-types-and-its-applications/> (7.12.2020.)
- [11] <https://www.keyence.com/ss/products/process/flowknowledge/types/thermal.jsp> (7.12.2020.)
- [12] <https://www.fueldump.co.uk/blog/guide-choosing-correct-fuel-flow-meter/> (7.12.2020.)
- [13] https://www.banggood.com/Pressure-Transducer-Sensor-Oil-Fuel-Diesel-Gas-Water-Air-Sensor-p-1007341.html?cur_warehouse=CN (7.12.2020.)
- [14] <https://www.processparameters.co.uk/pt100-temperature-sensors/rtd-pt100-kne-terminal-head-ppl3/> (7.12.2020.)
- [15] <https://www.pieces-okaz.com/en/computer-engine-ecu/11097-engine-control-unit-ecu-0280000756-fiat-uno.html> (7.12.2020.)

POPIS SLIKA

Slika 1. Termometar sa tekućinom [1]	4
Slika 2. Termometar sa tekućinom [1]	4
Slika 3. Shematski princip rada termometra sa termo - elementima [1]	5
Slika 4. Senzor temperature [14]	5
Slika 5. Shematski prikaz senzora tlaka [1].....	6
Slika 6. Senzor tlaka [13]	6
Slika 7 Mjerenje pomoću magnetne indukcije [1]	7
Slika 8. Glavni zupčanik i senzor broja okretaja [1]	7
Slika 9. Ultrazvučni senzor protoka [10].....	8
Slika 10. Mjerač protoka pomoću rotacijskog elemenata [11].....	9
Slika 11. Shematski prikaz temperaturnog mjerača protoka [12]	9
Slika 12. ECU uređaj [15]	10
Slika 13. Razlika između digitalnog i analognog signala [8].....	11
Slika 14. ID-Mobile-Logger	13
Slika 15. Lijevi i desni MOLEX CMC 98993 priključci	18
Slika 16. Prijenos podataka [2].....	20
Slika 17. DB9M konektora [2]	20
Slika 18. 9 igličasti J1939 konektor [7].....	22
Slika 19. Shematski prikaz povezivanja[5]	23
Slika 20. GSM modul [5]	24
Slika 21. Shematski prikaz povezivanja [5]	24
Slika 22. Povezivanje pomoću inteliMonitor-a	25
Slika 23. Upravljački prozor.....	26
Slika 24. Prozor za konfiguriranje	27
Slika 25. Prozor za konfiguriranje	28
Slika 26. Internet stranica WebSupervisor 4.0	29
Slika 27. ECU-CAN Simulator	30
Slika 28. Shematski prikaz povezivanja računala s ID-Mobile-Logger-om pomoću CAN/USB pretvarača signala. [5]	31
Slika 29. Motor C32 [4].....	33

Slika 30. Pravilno spojen MOLEX CMC 98993 priključak s pretvaračima	40
Slika 31. Prikaz rada motora pri 1800 o/min.....	41
Slika 32. Rad motora i grafova pri 2300 o/min	43
Slika 33. Prikaz radnih parametara u WebSupervisor-a.....	44
Slika 34. Prikaz grafova u WebSupervisor-u	45

POPIS TABLICA

Tablica 1. Brojevi konektorskih točaka na lijevom priključku [6].....	16
Tablica 2. Brojevi konektorskih točaka na desnom priključku [6].....	16
Tablica 3. Funkcije konektorskih točaka na lijevom priključku [6].....	17
Tablica 4. Funkcije konektorskih točaka na desnom priključku [6].....	17
Tablica 5. Brzina prijenosa podataka ovisno o dužini sabirnice [8].....	19
Tablica 6. Preporučene sabirnice [8].....	19
Tablica 7. Brzina prijenosa podataka i odziva ovisno o dužini kabela. [8].....	22
Tablica 8. Karakteristike motora C32.....	32
Tablica 9. Značenje CDI kodova [4].....	34
Tablica 10. Značenje FMI kodova [4].....	34
Tablica 11. Značenje CID-FMI kodova [4].....	35
Tablica 13. Odabrani parametri [4].....	38