

**SISTEM ZA ZAJEM
OCEANOGRFSKIH PODATKOV
NA MORSKI BIOLOŠKI POSTAJI
V PIRANU**

TEHNIČNI PRIROČNIK

Naziv projekta:	Interreg III
Listina:	tehnicna.doc
Različica:	1.0
Zadnja sprememba:	Avgust 2008
Tiskano:	09.09.2008
Izvod:	1/1
Obseg:	Tehnični opisi
Avtor:	mag. Damjan Šonc univ.dipl.inž.

KAZALO

1	UVOD	3
2	PODSISTEM ZA ZAJEM PODATKOV NA OCEANOGRAFSKI BOJI	4
2.1	ZUNANJE KOMUNIKACIJE - PRENOS PODATKOV	5
2.2	NOTRANJE KOMUNIKACIJE	5
2.2.1	<i>KOMUNIKACIJA Z INSTRUMENTI PREKO V/I MODULOV</i>	5
2.2.2	<i>KOMUNIKACIJA Z GPS</i>	6
2.2.3	<i>KOMUNIKACIJA Z MODULOM ZA KRMILJENJE ENERGETSKIH SKLOPOV</i>	6
2.2.4	<i>KOMUNIKACIJA Z NADZORNIMI KAMERAMI</i>	7
2.2.5	<i>KOMUNIKACIJA S PODVODNO KAMERO</i>	7
2.3	KRMILJENJE – I ² C VMESNIK	7
3	PODSISTEM ZA SPREJEM PODATKOV NA MORSKI BIOLOŠKI POSTAJI PIRAN	9
4	PROGRAMSKA OPREMA NA OCEANOGRAFSKI BOJI	10
4.1	SISTEMSKA PROGRAMSKA OPREMA NA GLAVNI PLOŠČI.....	10
4.1.1	<i>PRVOSTOPENJSKI ZAGONSKI NALAGALNIK</i>	10
4.1.2	<i>DRUGOSTOPENJSKI ZAGONSKI NALAGALNIK</i>	10
4.1.3	<i>OPERACIJSKI SISTEM LINUX</i>	11
4.2	UPORABNIŠKA PROGRAMSKA OPREMA NA GLAVNI PLOŠČI	11
4.3	PROGRAMSKA OPREMA V/I PROCESORJEV	13
5	PRILOGA A – UKAZI IN MERITVE VLAGOMERA	14
6	LITERATURA	15

1 UVOD

Sistem za zajem oceanografskih podatkov je sestavljen iz dveh podsistemov:

1. podsistema za zajem podatkov na oceanografski boji,
2. podsistema za sprejem podatkov na Morski biološki postaji v Piranu.

Podsistem na boji deluje na baterijsko napajanje in ima dva neodvisna energetska vira za polnjenje baterij in sicer:

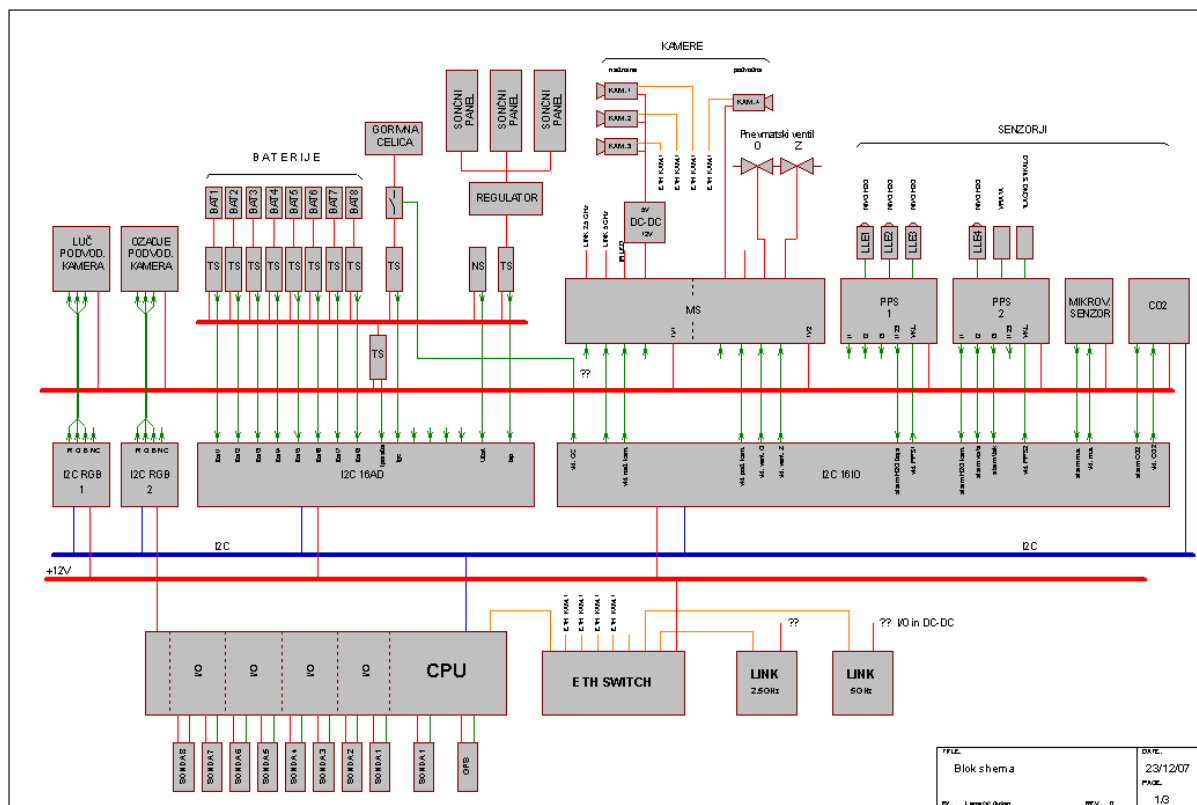
- sončne celice kot glavni vir,
- gorivna celica na metanol kot pomožni vir.

Sistema sta povezana s pomočjo brezžične Ethernet povezave in to prek dveh ločenih sprejemno-oddajnih modulov, da s tem dosežemo večjo zanesljivost delovanja. Sistem uporablja tudi dve različni frekvenčni področji in sicer 2.4GHz in 5GHz.

V primeru izpada Ethernet povezave ima računalniški sistem na boji dovolj pomnilniških kapacitet za najmanj 30 dni samostojnega delovanja in hranjenja podatkov. Podatki na pomnilniških medijih na boji se brišejo šele po uspešnem prenosu podatkov na kopno. Zajemajo in prenašajo se podatki iz merilnih instrumentov, podatki o stanju podsistema na boji, slike s podvodne kamere in slike iz treh nadzornih kamer.

2 PODSISTEM ZA ZAJEM PODATKOV NA OCEANOGRAFSKI BOJI

Zgradbo podsistema na oceanografski boji prikazuje Slika 1.



Slika 1: Bločni prikaz sistema na boji (avtorstvo in vir: Ditel d.o.o.)

Srce podsistema na boji predstavlja glavna procesna plošča (CPU, Slika 1) s sodobnim 32-bitnim ARM9 mikrokontrolerom AT91RM9200. Na glavni procesni plošči teče operacijski sistem Linux¹. Z ostalimi moduli poteka komunikacija po različnih vmesnikih:

- USART (RS485, RS232),
- Ethernet,
- I²C.

¹ Linux je registrirana znamka Linus-a Torvalds-a

2.1 ZUNANJE KOMUNIKACIJE - PRENOS PODATKOV

Za vzpostavitev brezžične Ethernet povezave med oceanografsko bojo in Morsko biološko postajo Piran sta na voljo dva ločena sprejemno-oddajna modula. Zaradi varčevanja z energijo je hkrati vključen le eden izmed modulov, ki se vključuje v 15 minutnih intervalih in izključi po opravljenem prenosu podatkov. Če se zveza v določenem času po vklopu modula ne vzpostavi, se prvi modul izključi in poskus vzpostavitve zveze se prenese na drugi modul. Preneseni podatki se na Morski biološki postaji vpišejo v bazo podatkov.

Prenos podatkov poteka po preprostem ARQ protokolu, ki je vgrajen v nosilni UDP protokol. Procesor, ki tečeta na obeh podsistemih, izvajata prenos datotek. Zaznava napak pri prenosu je izvedena s pomočjo CRC kod. Ker se kvaliteta brezžične Ethernet zveze in s tem razpoložljiva prenosna hitrost med delovanjem sistema zaradi raznih zunanjih vplivov spreminja, je protokol izveden tako, da glede na kvaliteto zveze spreminja dolžino oddajnega okna (število poslanih podatkovnih paketov na potrditveni paket) in s tem optimizira prenosno hitrost. Pri dobri Ethernet zvezi, ko je zanesljivost prenosa paketa velika, je glavni omejitveni faktor preklopni čas med oddajo in sprejemom, zato je takrat dolžina oddajnega okna velika. Pri slabi kvaliteti povezave pa je zaradi napak in izgub paketov pri prenosu potrebno pakete večkrat ponovno pošiljati in v takih pogojih dosežemo maksimalno prenosno hitrost s kratkim oddajnim oknom.

2.2 NOTRANJE KOMUNIKACIJE

2.2.1 KOMUNIKACIJA Z INSTRUMENTI PREKO V/I MODULOV

Posamezni merilni instrumenti so priključeni na posebne komunikacijske V/I module, ki so preko zaporednega vmesnika po RS485 standardu priključeni na USART procesorja na glavni plošči. Vsak V/I modul ima svoj ARM7 mikrokontroler, ki skrbi za vklop/izklop napajanja posameznega instrumenta ter za zajem podatkov iz instrumentov in prenos le teh do glavne procesne plošče. Na vsak V/I modul sta lahko priključena do dva merilna instrumenta. Poleg merilnih podatkov se do glavne plošče prenašajo tudi podatki o porabi toka posameznega merilnega instrumenta (hitrost vzorčenja 75 kHz, kvantizacija na 10 bitov, ločljivost 1mA). Beleži se minimalna, maksimalna in povprečna poraba v nastavljenem časovnem intervalu. Prednastavljena vrednost intervala je 60 sekund. Procesor izmenjuje podatke s posameznimi V/I moduli po krožnem sistemu (round robin), uporablja pa preprost ARQ protokol z zaznavo napak pri prenosu s pomočjo CRC kod. V vsaki izmenjavi z V/I modulom se v obe smeri prenese po en paket. Prednastavljena hitrost prenosa je 230,4 kbit/s. Vse meritve se beležijo v datoteke na vgrajene pomnilniške medije na glavni procesni plošči (CF kartica s kapaciteto 4GB, USB pomnilniški ključ s kapaciteto 8GB).

Programje na V/I modulih in glavni plošči omogoča, da vsak posamezni instrument izključimo iz samodejnega načina zajema podatkov in vzpostavimo z instrumentov terminalsko povezavo.

2.2.2 KOMUNIKACIJA Z GPS

Neposredno na USART na glavni plošči je s povezavo po RS232 standardu priključen tudi GPS modul (model Lassen iQ proizvajalca Trimble). Komunikacija poteka po tovarniškem TAIP protokolu [1], ki omogoča tudi prenos dodatnih statusnih informacij GPS modula. Proces na glavni plošči, ki vzdržuje komunikacijo z GPS modulom, skrbi tudi za vklop/izklop napajanja modula. Modul se vključuje v enakomernih časovnih intervalih (prednastavljen interval je 5 minut) med katerimi posreduje informacije o položaju ter statusne informacije modula. Enkrat na vsakih 24 ur se izvede tudi časovna sinhronizacija ure glavne procesne plošče z GPS uro. GPS modul ima vgrajeno tudi Li baterijo, ki ob izklopu glavnega napajanja omogoča ohranitev informacij v GPS modulu in poganja uro realnega časa, tako da je zagon modula ob ponovnem vklopu napajanja zelo hiter.

Programje na glavni plošči omogoča, da GPS modul po potrebi postavimo v servisni način, ga s tem izključimo iz samodejnega zajema podatkov in ga potem lahko "ročno" vključujemo in izključujemo.

2.2.3 KOMUNIKACIJA Z MODULOM ZA KRMILJENJE ENERGETSKIH SKLOPOV

Modul za krmiljenje energetskih sklopov (slika 1, cpu-energetika) je tudi neposredno priključen na USART na glavni plošči in sicer s povezavo po RS232 standardu. Za izmenjavo podatkov skrbi preprost ARQ protokol z zaznavo napak pri prenosu s pomočjo CRC kod. Na modul sta preko vmesnika I²C priključena dva 8-kanalna A/D pretvornika, ki merita tok polnjenja in praznjenja posameznih baterij, napetost v napajalnem sistemu ter velikost in smer toka v napajalnih vejah, na katerih so priključene vse naprave v sistemu. Frekvenca vzorčenja je 10Hz, kvantizacija pa 12-bitna. Merilno območje merilnih pretvornikov za tok posamezne baterije je +/- 2A, ločljivost meritve pa 1mA. Merilno območje merilnih pretvornikov napajalnih vej je +/- 6A, ločljivost meritve pa 3 mA. Za vsak kanal A/D pretvornika se do glavne plošče posredujejo minimalna, maksimalna in povprečna vrednost meritev v določenem nastavljenem časovnem intervalu, ki je prednastavljen na 60 sekund.

Za meritve stanja baterij je rezerviranih vseh osem kanalov prvega A/D pretvornika. Zadnja dva sta prosta (7-1, 8-1), na prvih šest (1-1 do 6-1) pa so priključeni kompleti baterij. Od osmih kanalov drugega A/D pretvornika se trije uporabljajo za meritve toka treh tokovnih vej (2-2, 3-2, 4-2), kanal 8-2 meri napetost sistema, preostali kanali pa so prosti in namenjeni širitvam sistema.

Modul je preko USART vmesnika po RS485 standardu povezan tudi z MPPT krmilnikom, ki krmili polnjenje baterij iz sončnih celic. Modul zbira statusne informacije in podatke o meritvah, ki jih posreduje krmilnik. Do glavne plošče posreduje vse statusne informacije, od meritev pa minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti znotraj nastavljenega časovnega intervala. Prednastavljena dolžina intervala je 60s. Komunikacija poteka po tovarniškem Power NetTM protokolu [2] proizvajalca MPPT krmilnika.

Preko digitalnih izhodov in vhodov modul krmili tudi gorivno celico in sicer jo samodejno priključi v napajalni sistem, ko temperatura zraka v boji pade pod določeno vrednost

(prednastavljena 3°C) oziroma, ko napetost sistema pade pod določeno vrednost (prednastavljena 11,9V).

2.2.4 KOMUNIKACIJA Z NADZORNIMI KAMERAMI

V sistem so preko Ethernet vmesnika priključene tri nadzorne kamere (model Clairvoyant 1001), ki snemajo okolico boje v barvah z ločljivostjo 640x480 točk. Slike tipa JPG zajema poseben proces in jih zapisuje v datoteko v nastavljenih enakomernih časovnih intervalih. Prednastavljena vrednost intervala zajema slik je 10 minut. Drug proces preko I²C vmesnika skrbi za vklop/izklop dodatne IR LED osvetlitve v slabih svetlobnih razmerah. Informacija o svetlobnih razmerah (dan/noč) je ravno tako na voljo preko vmesnika I²C, prihaja pa iz svetlobnega tipala (fotoupor) v modulu signalne luči. Kamere so stalno vključene, programje pa omogoča, da jih po potrebi postavimo v servisni način in izključimo.

2.2.5 KOMUNIKACIJA S PODVODNO KAMERO

Preko Ethernet vmesnika je v sistem povezana tudi industrijska kamera (tip Basler Scout SCA1000-30gc), ki v nastavljenih enakomernih časovnih intervalih snema podvodno okolje. Prednastavljen interval je 30 minut. Zajem slike, krmiljenje kamere in dodatnih osvetlitev ter podvodne zaslonke nadzirajo trije ločeni procesi. Eden skrbi za krmiljenje kamere, drugi za zajem slike (oba preko Ethernet povezave), tretji, ki nadzira vmesnik I²C, pa krmili dodatni RGB LED osvetlitvi (ospredje, ozadje) za podvodno kamero in odpiranje/zapiranje podvodne zaslonke iz teflona, ki preprečuje obraščanje stekla na odprtini na dnu boje, skozi katero kamera snema.

Programje na glavni plošči omogoča, da kamero po potrebi postavimo v servisni način in jo potem "ročno" vključujemo in izključujemo, tako kot tudi dodatne osvetlitve.

2.3 KRMILJENJE – I²C VMESNIK

Velik del krmilnih in statusnih signalov sistema na boji je dostopen preko modulov, ki so z glavno ploščo povezani preko vmesnika I²C. Na sami glavni plošči se na vodilu I²C nahajata:

- tipalo za temperaturo (LM75) in
- 8-kanalni 12-bitni A/D pretvornik.

Na A/D pretvornik na glavni plošči so vezani naslednji merilni pretvorniki:

- pretvornik za merjenje napetosti (kanal 3) na glavni plošči,
- pretvornik za merjenje porabe toka glavne plošče (kanal 4),
- pretvornik za merjenje relativne vlage (kanal 5) in
- pretvornik za merjenje koncentracije CO₂ (kanal 8).

Tipalo za merjenje relativne vlage je prispajkano na glavno ploščo, tipalo, ki meri koncentracijo CO₂, pa je nameščeno pri dnu trupa boje.

Na vodilo I²C je priključen tudi 16-bitni digitalni V/I modul z nastavljivimi vhodi in izhodi. Preko njega sistem krmili:

- vklop/izklop nadzornih kamer (vseh hkrati),
- vklop/izklop podvodne kamere,
- vklop/izklop CO2 merilca,
- vklop/izklop oddajnika za frekvenčno področje 2.4GHz,
- vklop/izklop oddajnika za frekvenčno področje 5GHz,
- vklop/izklop tipal za vdor vode,
- vklop/izklop fotocelice na vhodni loputi boje,
- vklop/izklop merilca tlaka stisnjenega zraka v jeklenki,
- odpiranje/zapiranje podvodne zaslonke.

Preko njega pa sistem pridobiva tudi naslednje statusne informacije :

- statusna informacija fotocelice na vhodni loputi boje,
- statusna informacija o vdoru vode v bojo,
- statusna informacija o vdoru vode v komoro za podvodno kamero,
- statusna informacija o delovanju signalne luči,
- statusna informacija dan/noč,
- statusna informacija o zalogi zraka v jeklenki za krmiljenje podvodne zaslonke (pod/nad kritično mejo).

Dodatne osvetlitve podvodne kamere (prednja RGB osvetlitev, RGB osvetlitev ozadja) krmilita dva modula, ki sta ravno tako priključena na vodilo I²C. Preko njiju je mogoče nastavljati jakost posamezne barve tribarvnih LED diod v osvetlitvenih modulih.

3 PODSISTEM ZA SPREJEM PODATKOV NA MORSKI BIOLOŠKI POSTAJI PIRAN

Podsistem za sprejem podatkov na Morski biološki postaji Piran je zelo preprost. Nekoliko zmogljivejši PC, ki služi tudi kot strežnik za MySQL² podatkovno bazo, je povezan preko Ethernet povezave z 2.4 GHz in 5 GHz radijskimi oddajniki preko katerih vzdržuje komunikacijsko povezavo z bojo. Za sprejem podatkov z boje in zapis le teh na disk je potreben le en proces. Proces deluje kot strežnik zahtev procesa odjemalca, ki teče na glavni procesni plošči na boji. Procesna izmenjujeta datoteke s podatki, ki jih strežniški proces zapisuje v tri različne mape na disk PC-ja. Imena map so nastavljiva in so zapisana v nastavitveni (konfiguracijski) datoteki "prenos_mbp.cfg". Datoteke z meritvami in statusnimi informacijami se zapisujejo v eno mapo, datoteke s slikami nadzornih kamer v drugo mapo in datoteke s slikami podvodne kamere v tretjo mapo.

Preostale aplikacije (procesi), ki se izvajajo na računalniku skrbijo za vpis podatkov iz sprejetih datotek v MySQL podatkovno bazo in za nadaljnjo obdelavo vpisanih podatkov.

² MySQL je baza podatkov, ki je na razpolago pod GNU GPL (General Public License) licenco

4 PROGRAMSKA OPREMA NA OCEANOGRAFSKI BOJI

Celotno programsko okolje glavne procesne plošče je zgrajeno okoli operacijskega sistema Linux. Križni prevajalnik in druga potrebna orodja za izgradnjo sistema, razen prvostopenjskega nalagalnika, so narejena s pomočjo programskega paketa **Buildroot**. Stisnjena arhivska datoteka (buildroot.tar.bz2) s že ustrezno nastavljenim programskim paketom Buildroot se nahaja na posebnem CD-ju z elektronskimi prilogami. Datoteko je potrebno le razpakirati in v mapi, kjer se nahajajo programi paketa (buildroot-mbp-oabi), pognati **make**.

4.1 SISTEMSKA PROGRAMSKA OPREMA NA GLAVNI PLOŠČI

4.1.1 PRVOSTOPENJSKI ZAGONSKI NALAGALNIK

Prvostopenjski zagonski nalagalnik je za razliko od ostalih programov preveden z IAR prevajalnikom. Preveden program (dataflash-boot-mbp.bin) lahko na novo procesno ploščo z AT91RM9200 procesorjem naložimo kar s programom Hyperterminal oziroma drugim, ki omogoča prenos datotek po Xmodem protokolu. Ploščo priključimo preko RS232 debug priključka (115200,8,1,N) na računalnik, kjer hranimo izvršilno datoteko s prevedenim programom prvostopenjskega nalagalnika. Več o nalaganju prvostopenjskega nalagalnika lahko najdete v [8].

Za brisanje prvostopenjskega nalagalnika iz zunanjega flash pomnilnika na plošči, je na CD-ju priložen še projekt DataflashErase, ki je ravno tako prirejen za IAR prevajalnik. Za zagon programa in brisanje flash pomnilnika pa je potrebno računalnik povezati s procesorsko ploščo tudi preko JTAG priveska in ni dovolj le RS232 povezava z debug vrati.

4.1.2 DRUGOSTOPENJSKI ZAGONSKI NALAGALNIK

Drugostopenjski nalagalnik je U-BOOT različica 1.2. Datoteko z izvršilno kodo programa (datoteka u-boot-mbp-1.2.bin) vpišemo v flash pomnilnik kar preko menija prvostopenjskega nalagalnika. Za vpis je dovolj RS232 povezava z debug vrati na procesorski plošči in Hyperterminal oziroma drug program na osebem računalniku, ki omogoča prenos datotek po Xmodem protokolu.

Na CD-ju v prilogi je pripeta posebna arhivska datoteka z izvorno kodo (u-boot.tar.bz2). V okviru paketa buildroot se izvorna koda nalagalnika u-boot sicer že nahaja v podmapi "build_arm/u-boot-1.2.0-atmel", vendar pa lahko neprevidne spremembe konfiguracije paketa buildroot povzročijo izbris te podmape. Zato je izvorno kodo nalagalnika smiselno hraniti izven paketa buildroot, čeprav je potem potrebno prevajanje poganjati ročno in se ne zažene samodejno znotraj paketa buildroot. Možna je tudi prilagoditev skript paketa buildroot, kar pa zahteva precej bolj podrobno poznavanje zgradbe tega paketa.

4.1.3 OPERACIJSKI SISTEM LINUX

Pri izgradnji sistema je uporabljena različica jedra 2.6.21. V prilogi na CD-ju je v arhivski datoteki shranjena celotna drevesna struktura programov jedra, ki vsebuje tudi vse popravke, ki so potrebni zaradi posebnosti procesorske plošče. Jedro je že ustrezno skonfigurirano in ga le prevedemo z **make**. Odvisno od poti do programskega paketa buildroot je potrebno spremeniti le pot do križnega prevajalnika v datoteki Makefile.

V CD prilogi je tudi arhivska datoteka (filesystem.tar.bz2) datotečnega sistema za CF kartico. Drugi del datotečnega sistema, ki se nahaja na USB ključu in je namenjen le hranjenju podatkov, je prazen (brez programskih ali drugih datotek) in mora biti pripet (mount) na /mnt/podatki. Ta datotečni sistem vsebuje le dve prazni podmapi:

- /mnt/podatki/meritve in
- /mnt/podatki/slike.

4.2 UPORABNIŠKA PROGRAMSKA OPREMA NA GLAVNI PLOŠČI

Uporabniško programsko opremo na glavni procesni plošči oceanografske boje sestavljajo programi:

- init_buoy,
- gps,
- energetika,
- sprejem_podatkov,
- i2c-modul,
- nadz_kamera,
- podv_kamera_nadzor,
- podv_kamera_zajem,
- prenos-udp,
- vklop_izlop,
- terminal,
- out32.

Ustrezni parametri in vrstni red zagona programov je zapisan v zagonski datoteki /etc/init.d/S80zagon, kratek opis funkcij vsakega posameznega programa pa podaja Tabela 1.

Program	Opis funkcij
init_buoy	Program (proces) za kreiranje podatkovnih struktur v skupnem pomnilniku in inicializacijo podatkovnih struktur z vrednostmi podanimi v konfiguracijski datoteki buoy.cfg.
gps	Program (proces) za komunikacijo in nadzor GPS modula, sinhronizacija časa glavne plošče z GPS uro.
energetika	Program (proces) za komunikacijo s procesorsko ploščico, ki nadzoruje celoten sistem napajanja.
sprejem_podatkov	Program (proces) za komunikacijo z V/I procesorji, zbiranje meritev in shranjevanje v datoteko.
i2c-modul	Program (proces) ki nadzira I2C komunikacijo in skrbi za vklop/izklop kamer, vklop/izklop radijskih modulov, vklop/izklop/nastavitve dodatnih osvetlitev, vklop/izklop merilca CO ₂ , vklop/izklop tipal za vdor vode, vklop/izklop fotocelice na vratih boje ter zbira statusne informacije vseh navedenih tipal ter statusne informacije o svetlobnih razmerah in delovanju/nedelovanju signalne luči na boji.
nadz_kamera	Program za zajem slik iz nadzornih kamer, zažene toliko procesov kot je nadzornih kamer v sistemu, konfiguracijska datoteka je nadzor.cfg.
podv_kamera_nadzor	Program (proces), ki skrbi za krmiljenje podvodne kamere (nastavitve, sprožitev zajema slik).
podv_kamera_zajem	Program (proces), ki skrbi le za zajem slike – kritična je hitrost obdelave paketov, ker kamera ne omogoča ponovnega pošiljanja paketov.
prenos_udp	Program (proces) za komunikacijo s koptim – prenos datotek.
vklop_izklop	Pomožni program za vklop/izklop posameznega instrumenta na V/I modulih.
terminal	Pomožni program za terminalski dostop do posameznega instrumenta na V/I modulih.
out32	Pomožni program, ki omogoča nastavitve logičnih stanj posameznih PIO signalov procesorja.

Tabela 1: Seznam programske opreme na glavni procesorski plošči opreme na boji

4.3 PROGRAMSKA OPREMA V/I PROCESORJEV

Programska oprema na V/I procesorjih je zasnovana nekoliko preprosteje. Procesor poganja le eno glavno aplikacijo, ki preko knjižnice podprogramov upravlja s strojno opremo in komunicira z merilnimi instrumenti (do 2 na V/I procesor). Vsa potrebna procesiranja se izvajajo znotraj glavne aplikacije in zato operacijski sistem ni potreben.

Izvorna koda programske opreme V/I procesorjev je zapisana na CD prilogi, vsi projekti pa so izdelani za IAR prevajalnik. Opis projektov in seznam literature, ki obravnava na V/I procesorjih izvedene komunikacijske protokole podaja Tabela 2.

Ime projekta	Opis	Komunikacijski protokoli
kompas_slanost	Obdeluje podatke iz kompasa MTi proizvajalca Xsens ter podatke sonde SBE 16plus Seacat proizvajalca Seabird skupaj s fluorometrom ECO-fls proizvajalca WETlabs	- za kompas podan v [3] - za SBE 16 plus podan v [4]
tokovi_kisik	Obdeluje podatke tokomera AWAC proizvajalca Nortek ter podatke kisikomera Optode 3830 proizvajalca Aanderaa	- AWAC podan v [5] - za Optode 3830 podan v [6]
veter_vlaga	Obdeluje podatke vetromera WindMaster Pro proizvajalca Gill Instruments ter vlagomera Vaisala (tipalo HMP45) s procesno ploščico podjetja Ames	- za WindMaster Pro podan v [7] - za vlagomer podan v prilogi A

Tabela 2: Seznam projektov programske opreme V/I procesorjev

5 PRILOGA A – UKAZI IN MERITVE VLAGOMERA

Vlagomer, ki je vgrajen na oceanografski boji in katerega procesni del je izdelalo podjetje Ames d.o.o., sprejema naslednje ukaze:

\$A,nnnn,*XX<cr><lf>

\$P,*XX<cr><lf>

\$D,*XX<cr><lf>

Ukaz **\$A** nastavi avtomatski način pošiljanja, **nnnn** je čas vzorčenja v stotinkah sekunde, **XX** pa vsota znakov po modulu 256 med \$ in * vključno z obema znakoma.

Ukaz **\$P** nastavi pošiljanje podatkov na zahtevo (ukine avtomatski način).

Ukaz **\$D** pa pošlje zadnjo meritev.

Vlagomer vrne meritve v obliki

\$M,vvv,ttt.t,*XX<cr><lf>

kjer je **vvv** meritev relativne vlage v procentih, **ttt.t** meritev temperature v stopinjah Celzija, **XX** pa vsota znakov po modulu 256 med \$ in * vključno z obema znakoma.

6 LITERATURA

1. Lassen TM iQ GPS Receiver, System Designer Reference Manual, Trimble, Revision B, April 2005
2. Integrated Power Net™ Serial Communication Specification v X.7, Blue Sky Energy Inc., August 2006
3. MT Low-Level Communication Protocol Documentation, Xsens Motion Technologies, Revision H, April, 2008
4. SBE 16plus SEACAT Configuration and Calibration Manual, Sea-Bird Electronics Inc., August 2006
5. NIP III Command Interface Manual V2.12, Nortek AS, Revision H, August 2006
6. TD218 Operating Manual, Aanderaa Data Instruments, April 2007
7. WindMaster & WindMaster Pro Ultrasonic Anemometer User Manual, Gill Instruments Ltd., Issue 3, March 2007
8. ARM920T-based Microcontroller AT91RM9200, Atmel, Revision G, September 2006