

Tartu Ülikool
Tartu Ülikooli Loodus- ja Tehnoloogiateaduskond
Füüsika Instituut

Reaalajasüsteemide kodutöö
Intelligentne prügikast

Riivo Ehrlich
Ragnar Riismaa

2010

Eesmärk

Muuta prügiveo teenus täpsemaks, millega loodetakse vähendada kogu kulusid, mis kuluvad prügiveole.

Skoop

Antud dokumendis kajastatakse lisaseadme nõudeid ning disaini. Dokument ei käsitle serveri/kliendi tarkvara.

Süsteemi üldine kirjeldus

Süsteemi peamine komponent on seade, mis kinnitatakse prügikonteineri külge. Seade on ühenduses kahe sensoriga, mis paigutatakse konteineri sisse. Üks on termo sensor, mille abil mõõdetakse konteineris olevat temperatuuri. Selle eesmärk on tulekahju tuvastamine. Teine sensor on optiline sensor, mida kasutatakse konteineris oleva prügi hulga määramiseks. Suhtlus seadme ja serveri/kliendi vahel toimub GSM võrgu kaudu.

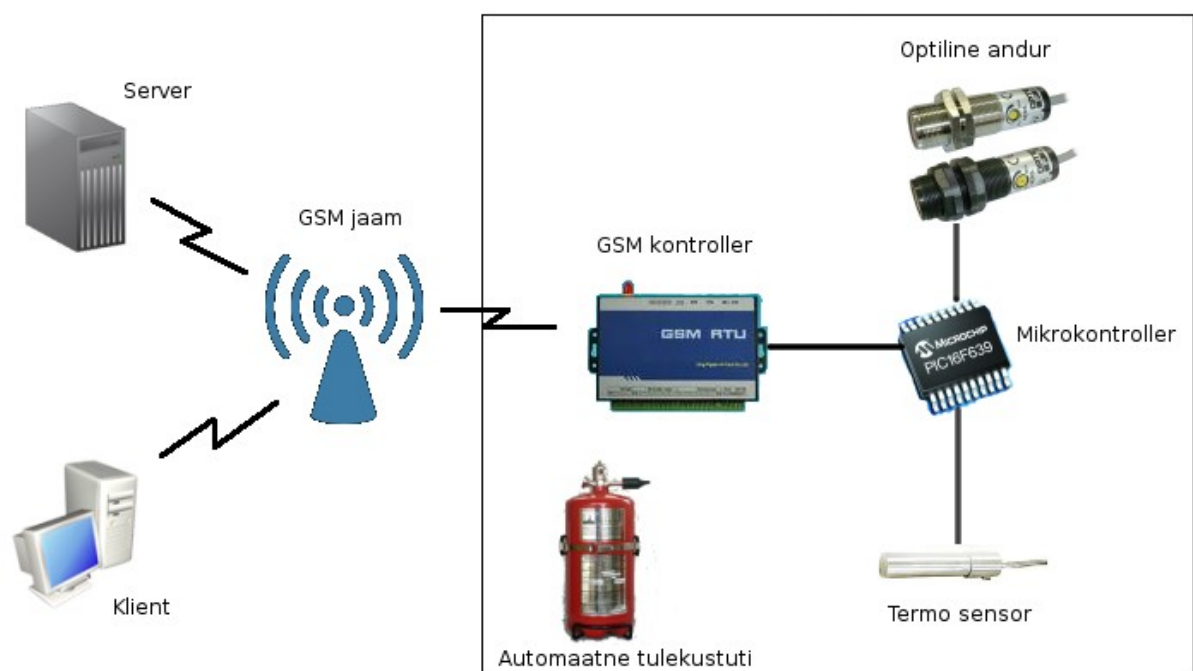


Illustration 1: Seadme üldvaade

Funktsionaalsed nõuded

Nimi	Põlengu tuvastamine.
Kirjeldus	Kui prügikastis asuv temperatuuri sensor tuvastab ebanormaalse olukorra(temperatuur ületab 100 kraadi Celsiuse järgi), siis registreeritakse olukord ning saadetakse erakorraline teade tuletõrjesse.
Eesmärk	Hoida ära kahjustusi põlengust.
Prioriteet	10

Nimi	Manuaalne teate saatmine.
Kirjeldus	Tarkvaral peab olema liides, mille kaudu kasutaja saab vajaduse tekkimisel saata manuaalselt prügifirmale teate prügikasti tühjendamiseks.
Eesmärk	Pakkuda võimalust programmi vigade tekkimisel ära hoida prügikonteineri ületäitumist.
Prioriteet	6

Nimi	Saadetud teadete logimine.
Kirjeldus	Kõik kirjed, mis seade saadab, logitakse seadme salvestusruumis ning neid hoitakse seal 1 kuu.
Eesmärk	Aidata ära hoida arvete koostamisel tekkinud vigu ning vaidluste korral saab kasutada selguse saamiseks.
Prioriteet	8

Nimi	Kasutaja teavitamine rikestest.
Kirjeldus	Kui seadme töös esineb viga, siis saadetakse kasutajale teade veast. Veateade sisaldab vea nime, põhjust, kellaaega, vea tekkimise hetkel olevat süsteemi seisundit ning vea tekkimise asukohta.
Eesmärk	Kiirendada vigade parandamist ning ära hoida valesid töövooge.
Prioriteet	9

Nimi	Seadme seadistamine eemalt.
Kirjeldus	Seadme administraatoril on vajadus muuta seadme konfiguratsiooni. Selleks saadab ta üle võrgu seadmele käsked, mis muudavad seadme konfiguratsiooni parameetreid.
Eesmärk	Lihtsustada seadmete haldamist.
Prioriteet	7

Nimi	Konteineri täitumise tuvastamine.
Kirjeldus	Kasutades optilisi sensoreid tuvastatakse prügikonteineri täitumine ning sellest saadetakse vastav teade seadmele, mis edasi tegutseb vastavalt programmile.
Eesmärk	Automatiseerida prügi tühjendus.
Prioriteet	10

Nimi	Prügikonteineri tühjenduse tuvastamine.
Kirjeldus	Pärast prügi tühjendust on tarvis seadmele teada anda, et konteiner on tühi. Selle peale saab seade minna olekusse, kus ta vähendab tööks vajalikku energiakulu.
Eesmärk	Hoida kokku energiat.
Prioriteet	8

Nimi	Automaatne tulekustutus.
Kirjeldus	Kui termosensor tuvastab põlengu, siis lisaks teate saatmisele tuletõrjesse, käivitatakse ka konteinerisse paigaldatud tulekustutussüsteem.
Eesmärk	Hoida ära suuremaid kahjustusi.
Prioriteet	10

Mittefunktsionaalsed nõuded

Nimi	Põlengule reageerimise aeg.
Kirjeldus	Põlengu tuvastamise hetkest kuni teate ära saatmise hetkeni kuluv maksimaalne aeg. Protsess hõlmab endas põlengu registreerimist termo sensori poolt, põhimooduli poolt tehtavat tööd, GSM mooduli poolt tehtavat tööd ning riistvaralise GSM kontrolleri tööaega.
Eesmärk	Võimalikult kiire reageering ohule.
Täidetuse kriteerium	Tegevusele kuluv aeg ei ületa 1 sekundit.
Prioriteet	10

Nimi	Teate saatmise aeg.
Kirjeldus	Aeg, mis kulub sensorilt tulnud katkestusest kuni teate saatmisele.
Eesmärk	Tagada korrapärane töö.
Täidetuse kriteerium	Aeg jääb alla 1 minuti.
Prioriteet	6

Nimi	Traadita ühendus.
Kirjeldus	Suhtlus seadme ja vastuvõtja vahel toimub GSM kontrolleri abil.
Eesmärk	Vähendada kaablitele kuluvat raha ning suurendada seadme mobiilsust.
Täidetuse kriteerium	Seade kasutab raadiolaineid, mille sagedus jääb kohaliku GSM võrgu sagedusalasse.
Prioriteet	8

Nimi	Energiasäästlikkus.
Kirjeldus	Seade peab kasutama võimalikult vähe energiat, et aku kestaks võimalikult kaua. Kõik komponendid peavad olema vähenõudlikud.
Eesmärk	Vähendada energiakulu ning akude laadimise/vahetamise kulusid.
Täidetuse kriteerium	Aku peab vastu laadimata vähemalt 2 nädalat.
Prioriteet	8

Nimi	Toide peab olema sisseehitatud.
Kirjeldus	Seadme tööks tarvilik vool tuleb akust, mis on seadme sees kaitstult olemas. Välised liidesed toite jaoks on puudu.
Eesmärk	Eemaldada lisajuhtmete vajadus ja tõsta mobiilsust.
Täidetuse kriteerium	Seadmesse on paigaldatud vahetatav aku.
Prioriteet	10

Nimi	Turvaline kest.
Kirjeldus	Seade peab olema ehitatud nõnda, et volitamata isikud ei saa väljast seadmele ligi. Kest peab olema terasest ning lukustatav.
Eesmärk	Tagada seadme turvalisus ning korrektne töö.
Täidetuse kriteerium	Kest on 0.6 cm paksust terasest ning olemas on lukk.
Prioriteet	10

Nimi	Seade peab olema töökorras üle 90% ajast.
Kirjeldus	Rikete ning vigade esinemisel peab seade säilitama olulisemad funktsioonid. Olulisemad funktsioonid on tulekahju tuvastamine, riketest teavitamine ja manuaalne teate saatmine.
Eesmärk	Tagada, et seade on töökindel.
Täidetuse kriteerium	Testimisel säilitab seade olulisemad funktsioonid 90% juhtudel.
Prioriteet	10

Nimi	Kustutussüsteemi reageerimisaeg.
Kirjeldus	Põlengu tuvastamisel peab kustutussüsteemi käivitamise aeg jääma alla etteantud piiri. Protsess hõlmab endas vaid riistvaralise kustuti reageerimisaega.
Eesmärk	Tagada võimalikult kiire ohule reageerimisaeg.
Täidetuse kriteerium	Kirjeldatud protsess teostatakse alla 15 sekundi.
Prioriteet	10

Kasutusjuhud(ingl. k. Use Cases)

Osa kasutusjuhte on toodud tekstina ning osade näitamiseks on kasutatud tegevusdiagramme(ingl. k. Activity Diagram).

Seadistuse muutmine

- GSM kontrollerr(iistvaraline) võtab vastu SMS teate, mis sisaldab seadme konfiguratsiooni parameetreid, mida on vaja muuta.
- GSM kontrollerr saadab need andmed tarkvaralisele GSM kontrollerrile.
- Tarkvaraline GSM kontrollerr töötleb andmeid ning saadab need programmi kontrollerrile.
- Programmi kontrollerr teeb muudatused konfiguratsiooni.
- Kontrollerr salvestab muudetud konfiguratsiooni.
- Kontrollerr võtab kasutusele uue seadistuse.

Prügikonteineri tühjenduse tuvastamine

- Pärast konteineri tühjendust saadab prügiveoki juht autos paiknevast seadmest teate, et konteiner on tühi.
- Kontrollerr võtab teate vastu ning viib süsteemi energiasäästu režiimi.
- Süsteem töötab säästu režiimis vastavalt konfiguratsioonis etteantud aja, mille möödudes minnakse tagasi normaalolekusse.

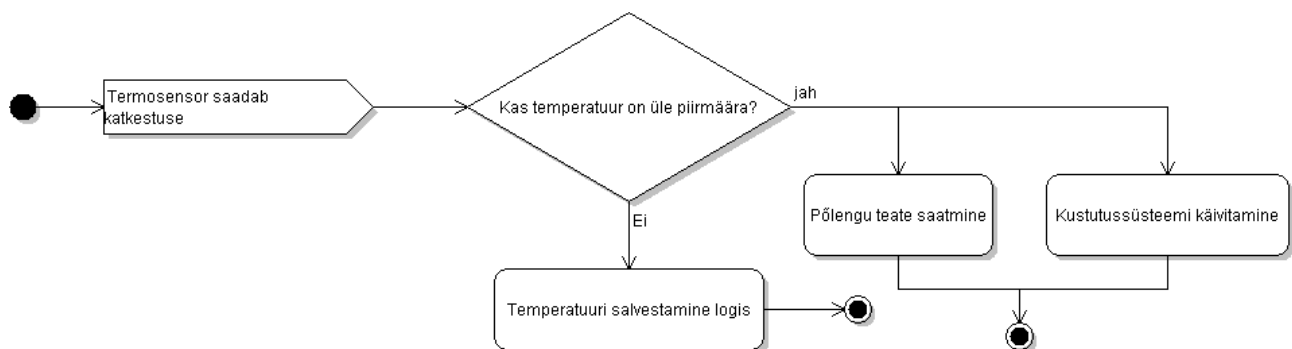


Illustration 2: Põlengule reageerimise tegevusdiagramm

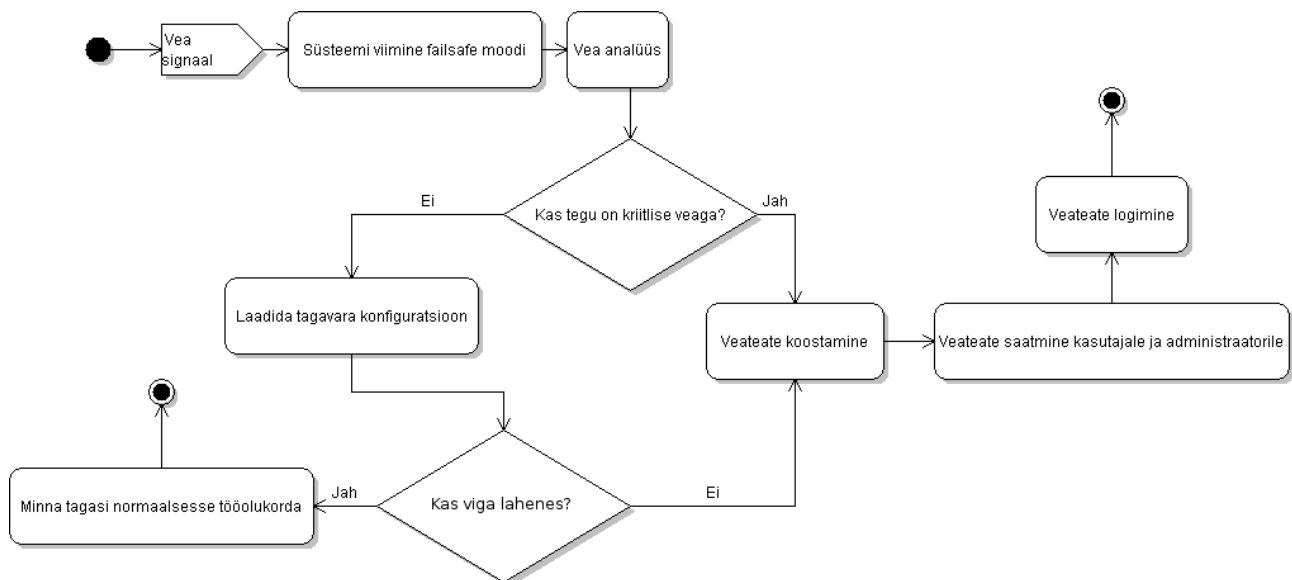


Illustration 3: Veateate saatmise tegevusdiagramm

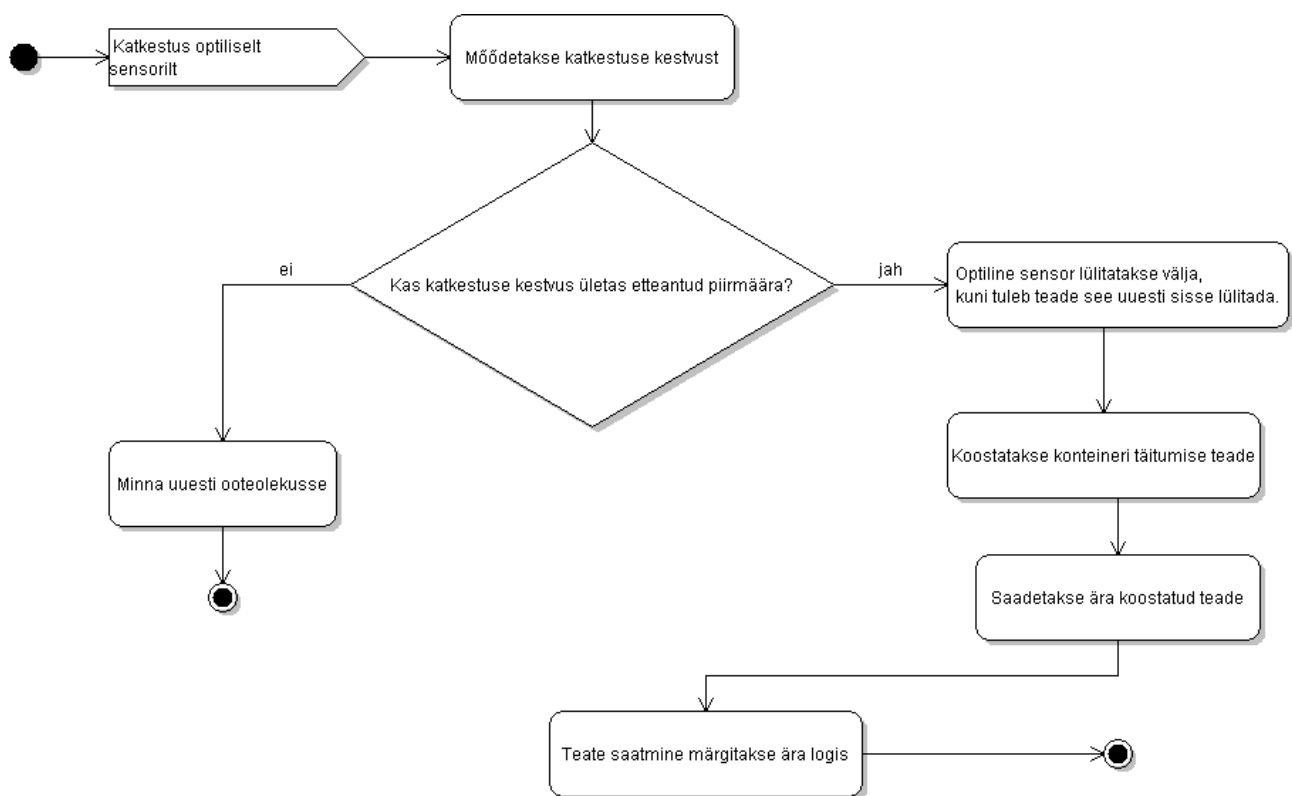


Illustration 4: Konteineri täitumise tegevusdiagramm

Olulisemad reaalaajalised nõuded

- Põlengu teate saatmine alla 1 sekundi.
- Automaatse kustutussüsteemi käivitamine 15 sekundi jooksul.
- Teate saatmine toimub 1 minuti jooksul.
- Seade on töökorras 90% ajast.

Disain

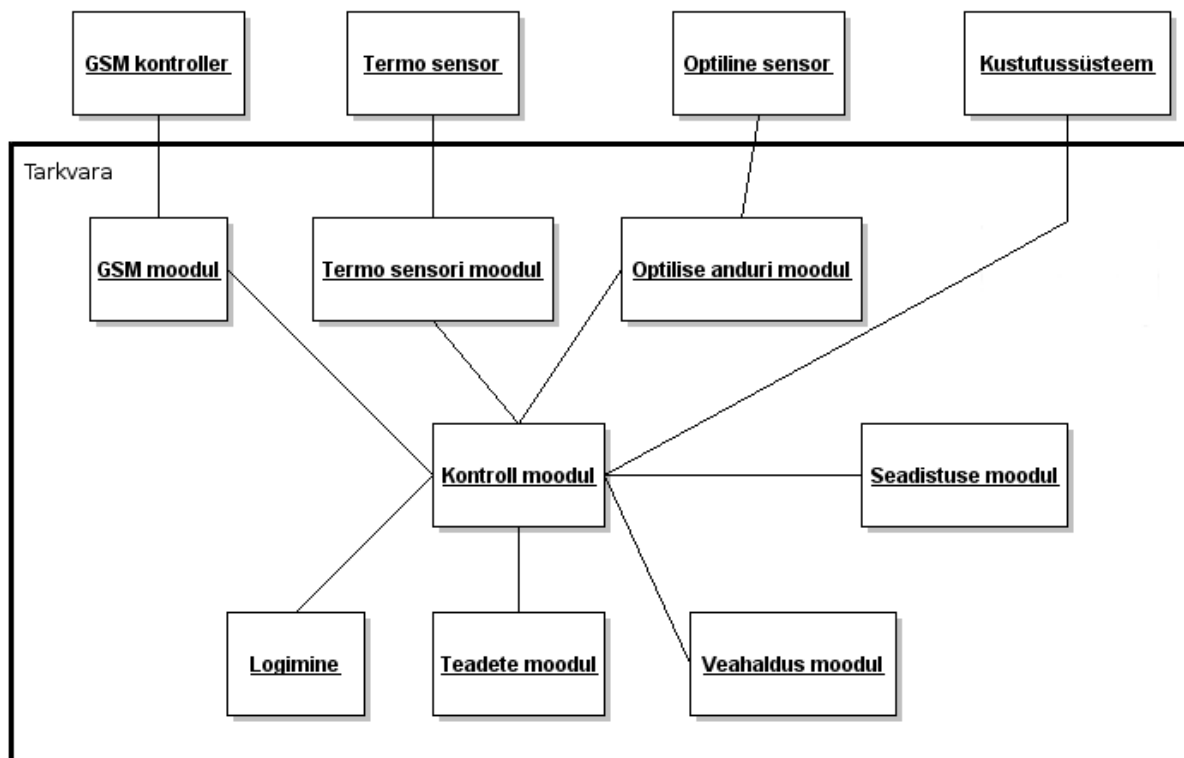


Illustration 5: Süsteemi komponendid

- *GSM kontrolleri* – füüsiline kontrolleri seade, mis on ühenduses mikrokontrolleriga.
- *Termo sensor* – sensor, mis paigaldatakse konteineri sisse temperatuuri mõõtmiseks. Sensor on ühendatud mikrokontrolleriga.
- *Optiline sensor* – sensor, mille abil tuvastatakse konteineri täitumine. Ühenduses mikrokontrolleriga.
- *GSM moodul (SMS_Controller)* – tarkvara moodul, mis tegeleb GSM kontrolleri tulevate teadete vastuvõtmise ning töötlemisega. Samuti edastab tarkvara kontrollermoodulilt tulevad teated GSM kontrolleri.
- *Termo sensori moodul (Thermal_Controller)* – tarkvara komponent, mis töötleb termosensori teateid ning vahendab riistvaralise sensori ja tarkvara kontrolleri vahel.
- *Optilise anduri moodul (Optical_Controller)* – moodul, mis haldab suhtlust tarkvara ning optilise anduri vahel.
- *Seadistuse moodul (Configuration)* – haldab parameetrite muutmist ja konfiguratsiooni faile.
- *Logimine (Logging)* – moodul, mis tegeleb süsteemi kirjete salvestamisega ning ajaloo hoidmisega.
- *Teadete moodul (Messages)* – tegeleb teadete koostamisega (konteineri täitumine, veateade).
- *Veahalduse moodul (Error_Handler)* – analüüsib tekkinud vigu, seab erinevatele vigadele vastavusse erinevad veakoodid. Vajadusel viib seadme failsafe moodi.
- *Kontroll moodul (Main_Controller)* – tarkvara keskne moodul, mis tegeleb kogu süsteemi haldamisega. Kogu kontroll käib läbi selle mooduli. See moodul tegeleb andmete ja teadete suunamise ja haldamisega.
- *Kustutussüsteem* – tulekustuti, mis käivitub automaatselt põlengu korral.

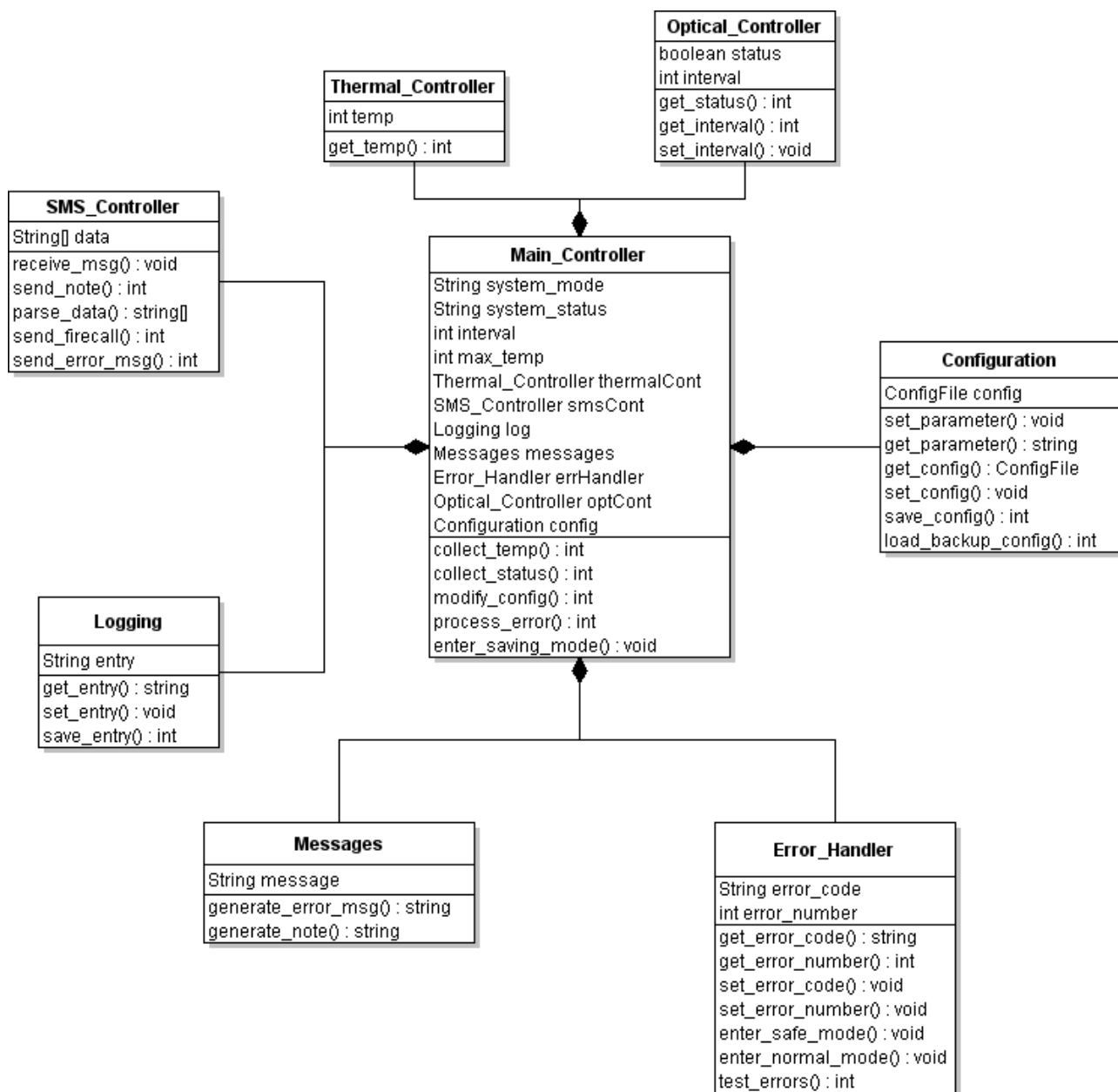


Illustration 6: Tarkvara klassidiagramm

Klassidiagrammil ei ole ära toodud kõik loodavad klassid, vaid kõige olulisemad, mis pakuvad suuremat osa funktsionaalsusest. Osa ära toodud klasse kasutab objekte, mis ei ole diagrammil kujutatud.

Koostöödiagrammid

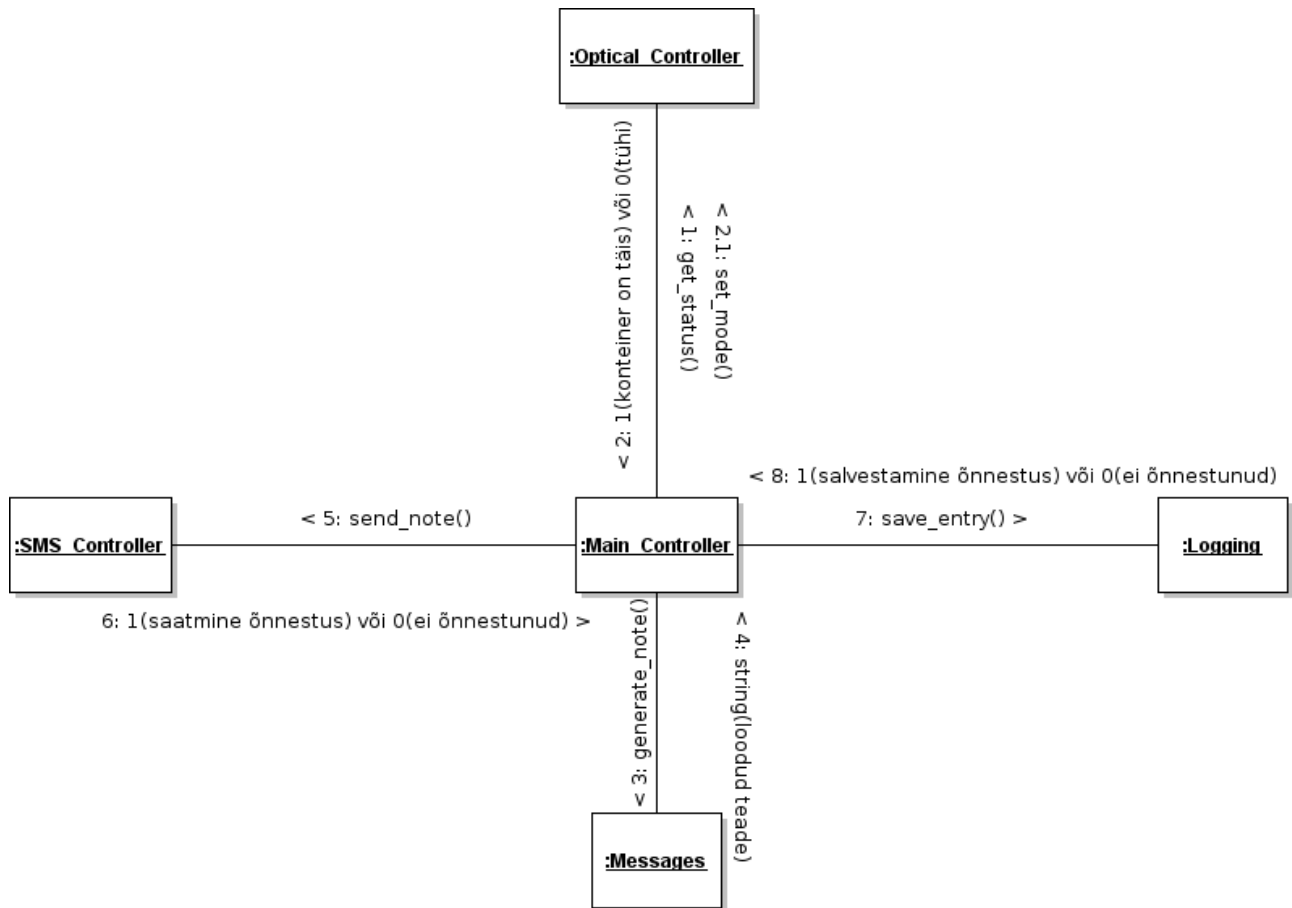


Illustration 7: Konteineri täitumise tuvastamise ja vastava teate saatmise koostöödiagramm

Vastavalt punktis 2 tulnud vastusele otsustatakse, kas edasisi punkte(3 kuni 8) on vaja täita või mitte(Vaata lähemalt *Illustration 4*).

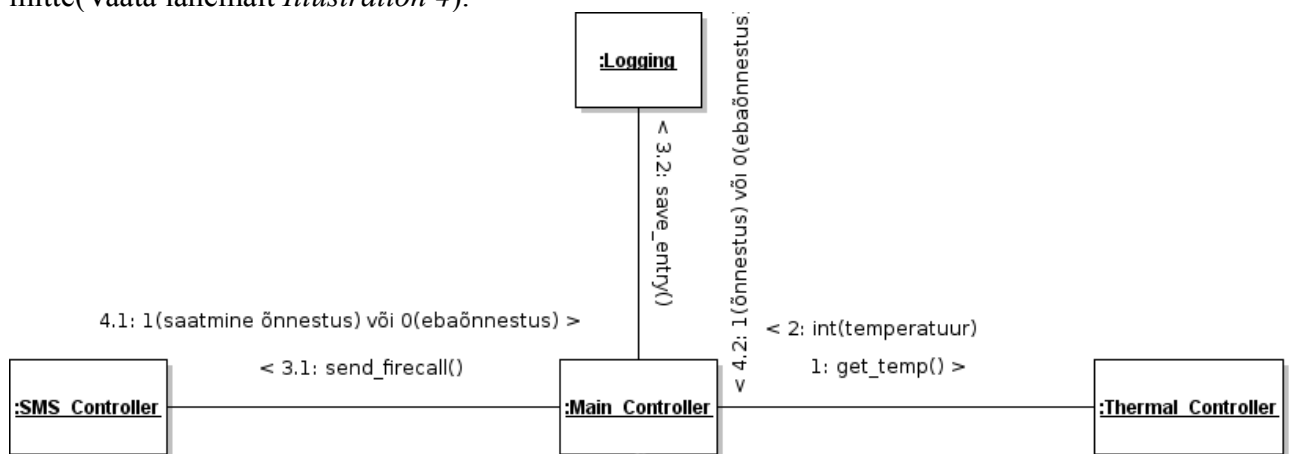


Illustration 8: Põlengu teate saatmise koostöödiagramm

Protsessi lahknemise kohta vaata joonist *Illustration 2*.

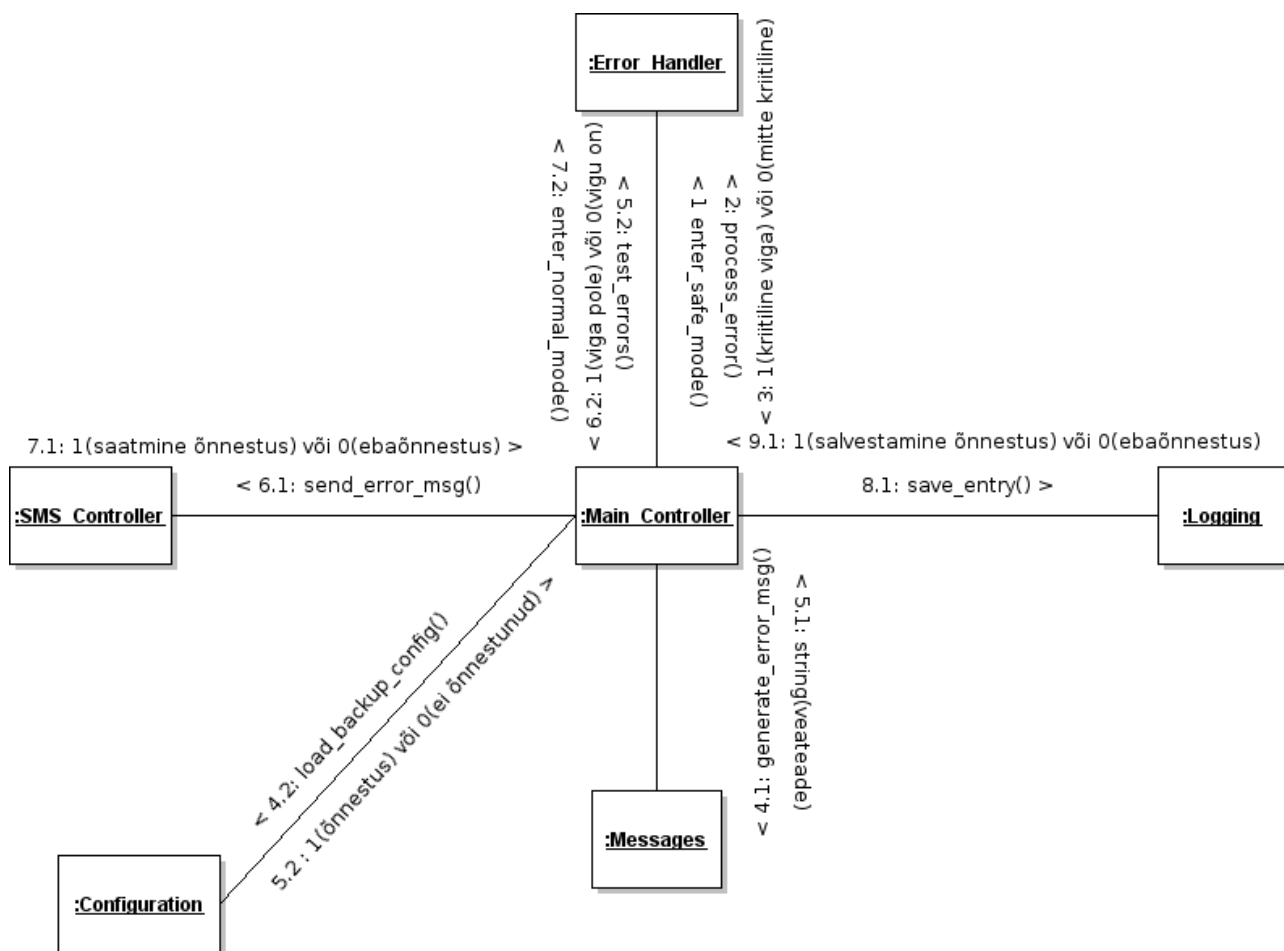


Illustration 9: Veateate saatmise koostöödiagramm

Punktid „x.1“ kajastavad juhtu, kui tegevusele 2 tuleb vastuseks 1. Punktid „x.2“ kajastavad juhtu, kui vastus on 0. Lisaks minnake punktist 6.2 punkti 4.1, kui *test_errors()* annab vastuseks 0. Sel juhul täidetakse edasi punktid 5.1 kuni 9.1 lõpuni. Protsessi lahknemiste kohta vaadata joonist *Illustration 3*.

Ajakulu analüüs

Ajakulu analüüs teostatakse vaid rangete reaajalististe nõuete jaoks, sest nende puhul on piirmäärade kinnipidamine olulise tähtsusega. Teiste nõuete puhul on kõrvalekalded lubatud. Rangeteks reaajalististeks nõueteks selle süsteemi puhul on põlengu teate saatmine ning automaatse kustutussüsteemi käivitamine. Ajad on võetud *Lisa* all ära toodud seadmetelt.

Termo sensori maksimum aeg: 250 ms(seadme sisselülitamine/reset kuni andmed on valmis).

GSM kontrolleri reageerimisaeg: 200 ms.

Mikrokontrolleri maksimaalne aeg käsu täitmiseks: 400 ns.

Tulekustutussüsteemi reageerimisaeg: 10 s.

Esimene range reaajaline nõue, et kustutussüsteem käivitub alla 15 s on täidetud, sest näidistoote aeg on 10 s. Rohkem ei ole vaja arvutusi selle nõude kohta teha, sest kustutussüsteem on eraldi riistvara tükki, mis ei ole seotud tarkvaraga.

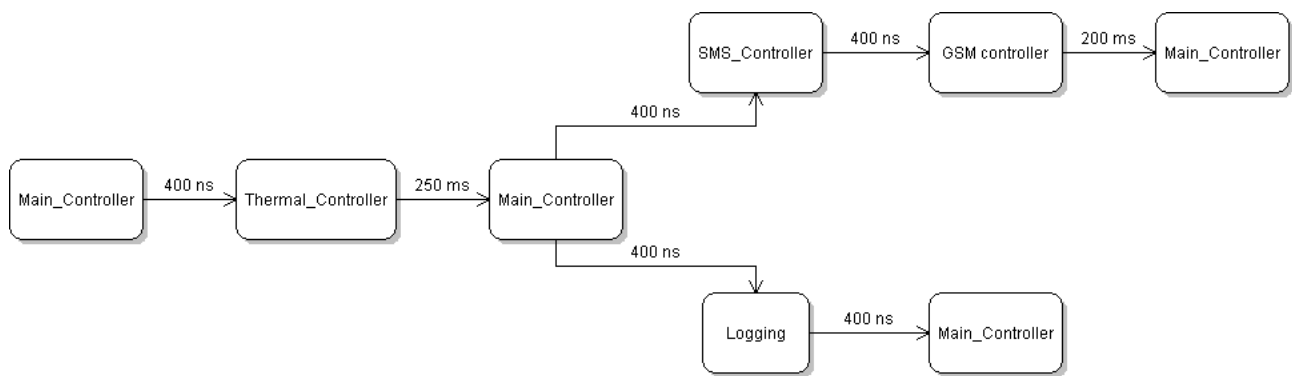


Illustration 10: Põlengu teate saatmise ajakulu

Kuna meid huvitab, et teade saadetakse ära alla 1 sekundi, siis võime hetkel kõrvale jätta haru, mille korral temperatuur on normi piirides.

Põlengu tuvastamisest kuni teate saatmiseni kulub seega kokku 450,0012 ms. See aeg jääb alla seatud piiri, mistõttu on ka see nõue täidetud.

Lisa

- 1) Näidis termo sensor: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/21462c.pdf>
- 2) Näidis mikrokontroller: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/61156c.pdf>
- 3) Näidis GSM kontrollor: http://www.instrumentsgroup.co.za/index_files/Lutron/database/pdf/GSM-889.pdf
- 4) Näidis tulekustutussüsteem: <http://www.mfs-fire-extinguishers.co.uk/automatic.htm>