

## KOKKUVÕTE

Lõputöö peamine eesmärk oli valmistada füüsiline täiendatud elementidega valgusfoor, mis oleks ilmastikukindel ja suudaks suhelda Iseautoga. Lisaks tuli järgida, et tarkvaraliselt sobituksid kõik standardid ja protokollid juba hetkel kasutuses olevatega. Käesolev töö kirjeldab, kuidas antud eesmärgid saavutati.

Esmalt valiti välja komponendid, millest süsteem koosneb ning siis seejärel tuli need ära paigutada, kas valgusfoori sisse või eraldi kasti. Selleks loodi objektidest SolidWorksi programmi kasutades 3D mudelid, et vaadata nende omavahelist sobivust. Otsus langes valgusfoori sisse integreeritud paigutuse kasuks, sest nii ei teki süsteemile lisaks veel täiendavat objekti ning tänu standardite järgi tehtud valgusfoorile saame süsteemile tagada ilmastikukindla töökeskkonna. Lisaks ei torka süsteem integreerituna silma soovimatutele pilkudele.

Süsteemi kaks põhilist komponenti on teeäärne üksus (RSU) ja sõidukil olev üksus (OBU), mis vahetavad omavahel andmeid. Neid täiustab Arduino kontrolleri, mis juhib valgusfoori tööd saades sisendi RSU-lt. Valgusfoori tuleb sisse pinge 220 V. Selline pinge on vajalik valgusfoori tulede tööks. Kontrolleri vajab 12V pinget, seega kasutatakse toiteploki, et saavutada õige pinge. RSU vajab toiteks 48 volti, mistõttu kaustatakse PoE seadet, millega saavutame vajaliku toite.

Süsteemi töös on oluline turvalisus ning selleks uuriti lähemalt erinevad protokolle ja standardeid. Üldiselt kasutatakse USA standardit IEEE1609, mis on mõeldud just sõidukitele. Kasutusele võeti IPv4 protokoll, kuna IseAuto hetkel olemasolevad seadmed kasutavad seda. Teeäärne üksus (RSU) ja sõidukis asuv üksus (OBU) suhtlevad omavahel raadiolainetega ning moodustavad pühendatud lühiala suhtluse (DSRC) sagedusel 5,9 GHz. Nad vahetavad BSM sõnumeid kasutades SAEJ2735 standardit. Sõnumid on kodeeritud ja pärast vastuvõttu dekodeeritud. Ligipääs TalTechi võrku on turvatud SSH turvakestaga.

Lõputööga on pandud alus V2I suhtluse rakendamisele TalTechis ning saavutati valgusfoori ja Iseauto vahelises suhtluses esimene etapp. Kindlasti tuleks suhtlust edasi arendada, et see suudaks vahendada veelgi rohkem andmeid ja tagada seeläbi sujuvam ja ohutum transport. Tulevikus võiks asendada hetkel kasutuses olev kontrolleri, toiteploki ja PoE seadeldise, et teha lahendus töökindlamaks ka külma talveilmaga. Samuti tuleks kaaluda üleminekut IPv6 protokollile, mis tähendaks kogu tarkvara muutmist.

## SUMMARY

The main purpose of this research was to create a physical traffic light, that would be weatherproof and able to independently communicate with Iseauto. Additionally, it was necessary to ensure that all standards and protocols were software compliant with those already in use. In this report, it is discussed how these goals were met.

First, the components that make up the system were selected, then they had to be placed either in the traffic light head or in a separate box. In order to achieve that, 3D models of the objects were created using the SolidWorks program to assess their compatibility with each other.

The placement in a traffic light was chosen because it does not create an additional object to the system, and because it is made in accordance with the standards. It is also weatherproof. In addition, the system does not stand out too much for bypassers.

The two main components of the system are the roadside unit (RSU) and the on-board unit (OBU), which exchange data with each other. They are enhanced by the Arduino controller, which controls the traffic light when it receives input from the RSU. The traffic light receives 220 V of current, such a current is necessary for the operation of the traffic light lights. The controller needs a 12V current, so a sufficient power supply is used to achieve the correct current. The RSU needs 48 Volts to power, therefore the PoE device is used to reach the sufficient amount of power.

Because of the importance of the security level in the operation of the system, various protocols and standards were studied thoroughly. The US standard IEEE1609, which is specifically designed for vehicles, is most common. The IPv4 protocol was also introduced because Iseauto's existing devices already use it. The Roadside Unit (RSU) and the On-board Unit (OBU) communicate through radio waves where Dedicated Short Range Communication (DSRC) is formed at 5.9 GHz. They exchange BSM messages using the SAEJ2735 standard. The messages are encrypted and decoded upon receipt. Access to TalTech's network is secured with an SSH security shell.

The research paper started the first step in V2I communication in TalTech and the first stage between the traffic light and Iseauto has been achieved. Certainly, communication should be further developed in order to provide even more data and thus ensure smoother and safer transport. In the future, the controller, power supply, and PoE device currently in use should be replaced, to make it more durable in cold winter

weather. Consideration should also be given to moving to IPv6, which would mean changing all software.