

SmartRail #3

C-ITS-pilotti

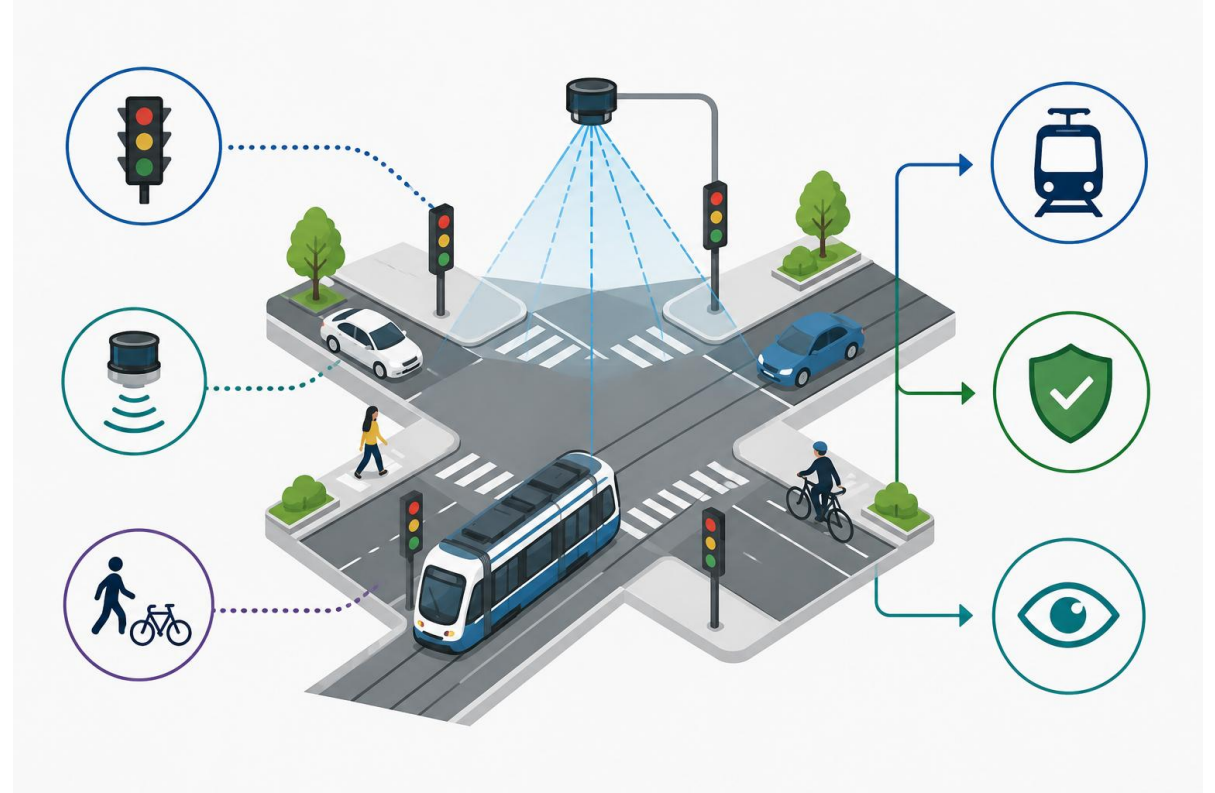
ITS Factoryn kehitysfoorumi 26.8.2026

Tapani Kuikka, Aventi Oy

Jarno Kallio, Nodeon Finland Oy

Pilotti Rongankadulla ja Sammonkadulla

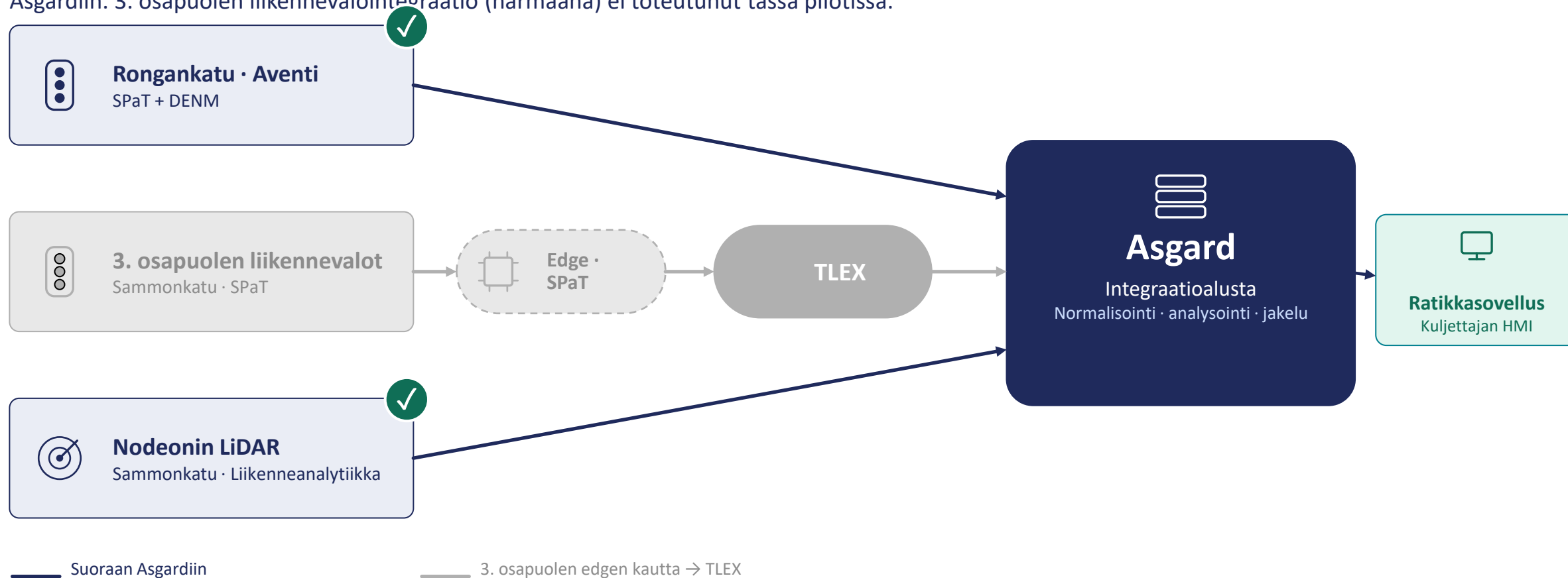
- Pilotti toteutettiin Tampereella kahdessa risteyksessä, Rongankadulla ja Sammonkadulla.
- Tavoitteena oli demonstroida, miten liikennevalojärjestelmien, LiDAR-sensoreiden ja erityiskäyttäjien tunnistusteknologioiden tuottamaa dataa voidaan hyödyntää liikenteen tilannekuvan ja turvallisuuden parantamisessa.





Pilotin arkkitehtuuri

Asgard integroi Aventin ja Nodeonin datan yhdeksi tilannekuvaksi. Rongankadulla Aventi ja Sammonkadulla Nodeonin LiDAR syöttävät dataa suoraan Asgardiin. 3. osapuolen liikennevalointegraatio (harmaana) ei toteutunut tässä pilotissa.





Asgard – integraatioalusta

Nodeon operoi Asgard-alustaa integraatioselkärankana: se yhdistää Rongankadun Aventi-datan (SPaT + DENM) ja Sammonkadun LiDAR-analytiikan yhtenäiseksi tilannekuvaksi.



Kokoaminen ja yhdenmukaistaminen

SPaT- ja DENM-syöte Aventilta, LiDAR-syöte Nodeonilta – yhdistettynä yhteen rajapintaan



Yhtenäinen näkymä

Reaaliaikainen tilannekuva — molemmat risteykset
Kaistapohjainen



Analysointi

Viiveet, jonopituudet, valo-ohjauksen vaikutus ja liikennemuotojen luokittelu



Jakelu

Raitiovaunukuljettajan käyttöliittymä ja sovellustason palvelut

Nodeonin LiDAR-analytiikka on toteutettu omana erillisenä kokonaisuutena, tarkoituksella erillään C-ITS-sanomamuodosta.



Pilotin käyttötapaukset



UC-A

Tilannekuva ja liikennevirran analyysi

- Valotilat ja -vaiheet (SPaT)
- Liikennemuotojen luokittelu LiDARilla (kävelijä, pyöräilijä, auto, bussi, raitiovaunu) – Sammonkatu/Nodeon
- Läpiajoliikenteen, viiveiden ja odotusaikojen laskenta
- Valo-ohjauksen vaikutusanalyysi



UC-B

Erityiskäyttäjän varoitus ja turvallisuus

- Erityiskäyttäjän ylitys havaitaan Aventin teknologialla
- Vihreän jatko + ääniopastus käynnistyvät
- Ylityksestä muodostetaan DENM-viesti
- Ratikkasovellus näyttää: erityiskäyttäjä risteyksessä



UC-C

Kuljettajanäkymän simulointi (web-HMI)

- Web-sovellus esittää Rongankadun SPaT- ja DENM-datan
- Simuloi raitiovaunukuljettajan käyttöliittymää
- Toimii mobiililaitteella ja tabletilla
- Ei vaadi asennusta ajoneuvoon



Standardinmukaisuus ja tulokset

Mitä pilotti toteuttaa



- ✓ SPaT ja DENM toteutettu ETSI:n C-ITS-standardien mukaisesti (Aventi, Rongankatu)
- ✓ Erityiskäyttäjien turvallisuuskäyttötapa DENM-viestein (Aventi)
- ✓ Nodeonin LiDAR-pohjainen liikenneanalytiikka toteutettu omana erillisenä kokonaisuutena
- ✓ Asgard toimii C-ITS-tyyppisenä keskitettynä integraatiosolmuna
- ✓ Web-pohjainen kuljettajanäkymä simuloitu onnistuneesti

Standardinmukainen viesti- ja arkkitehtuuritasolla — tavoitteet saavutettu.

Pilotin ulkopuolelle rajattu



- 3. osapuolen liikennevalo-ohjaimen SPaT-integraatio Sammonkadulla (TLEX) – ei toteutunut tässä pilotissa
- EU:n C-ITS-PKI, varmenteiden hallinta ja väärinkäytösten havaitseminen (EU CCMS)
- Lyhyen kantaman (ITS-G5- / 5G-V2X-radio) – pilotti toimii IP-verkoissa
- Virallinen C-ITS-keskusjärjestelmän operaattorirooli
- GeoNetworking-/BTP-pino (viestit välitetään IP-tasolla)

Nämä määrittävät polun esikaupallisesta pilotista tuotantotason C-ITS-palveluun.

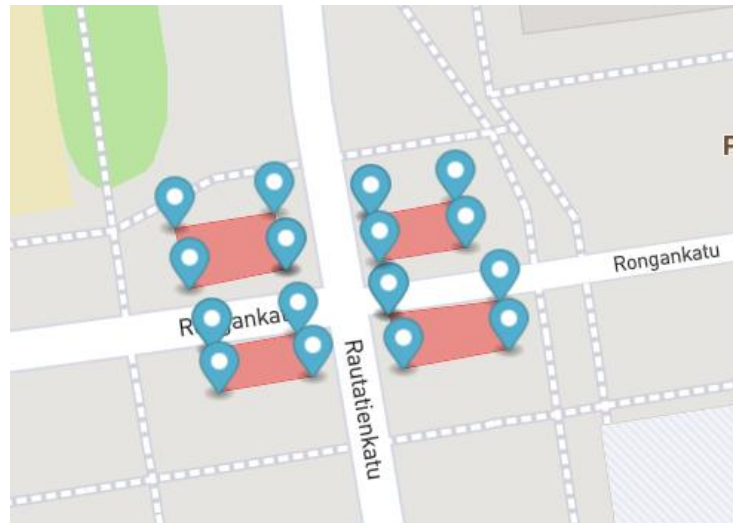
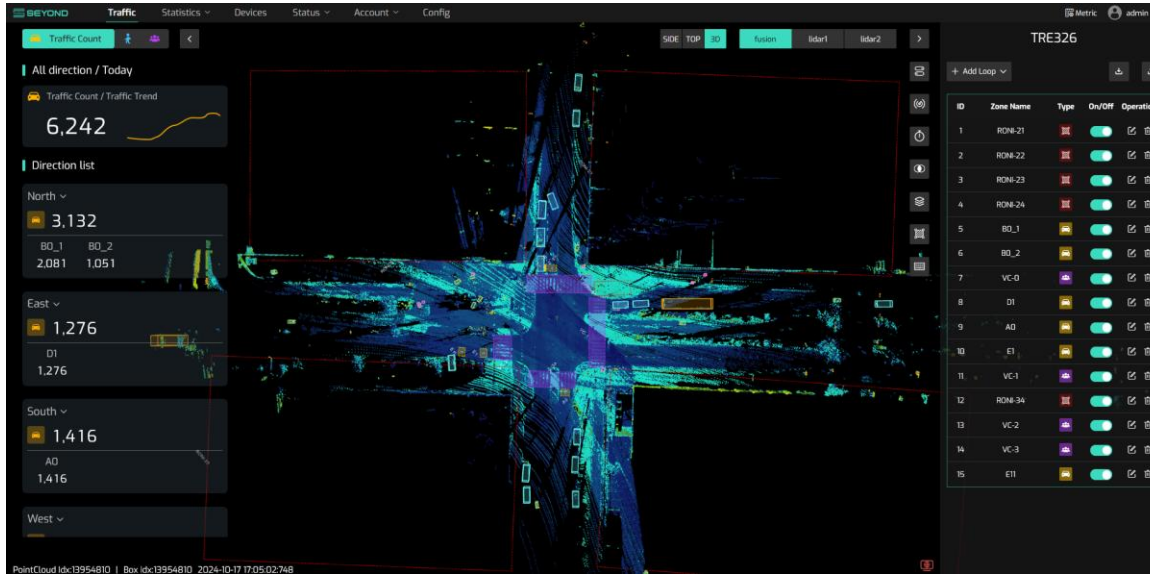
Monitoimittaja

SPaT ja DENM Aventilta (C-ITS) sekä LiDAR-pohjainen liikenneanalytiikka Nodeonilta,
yhdistettynä Asgardissa

< 300 ms

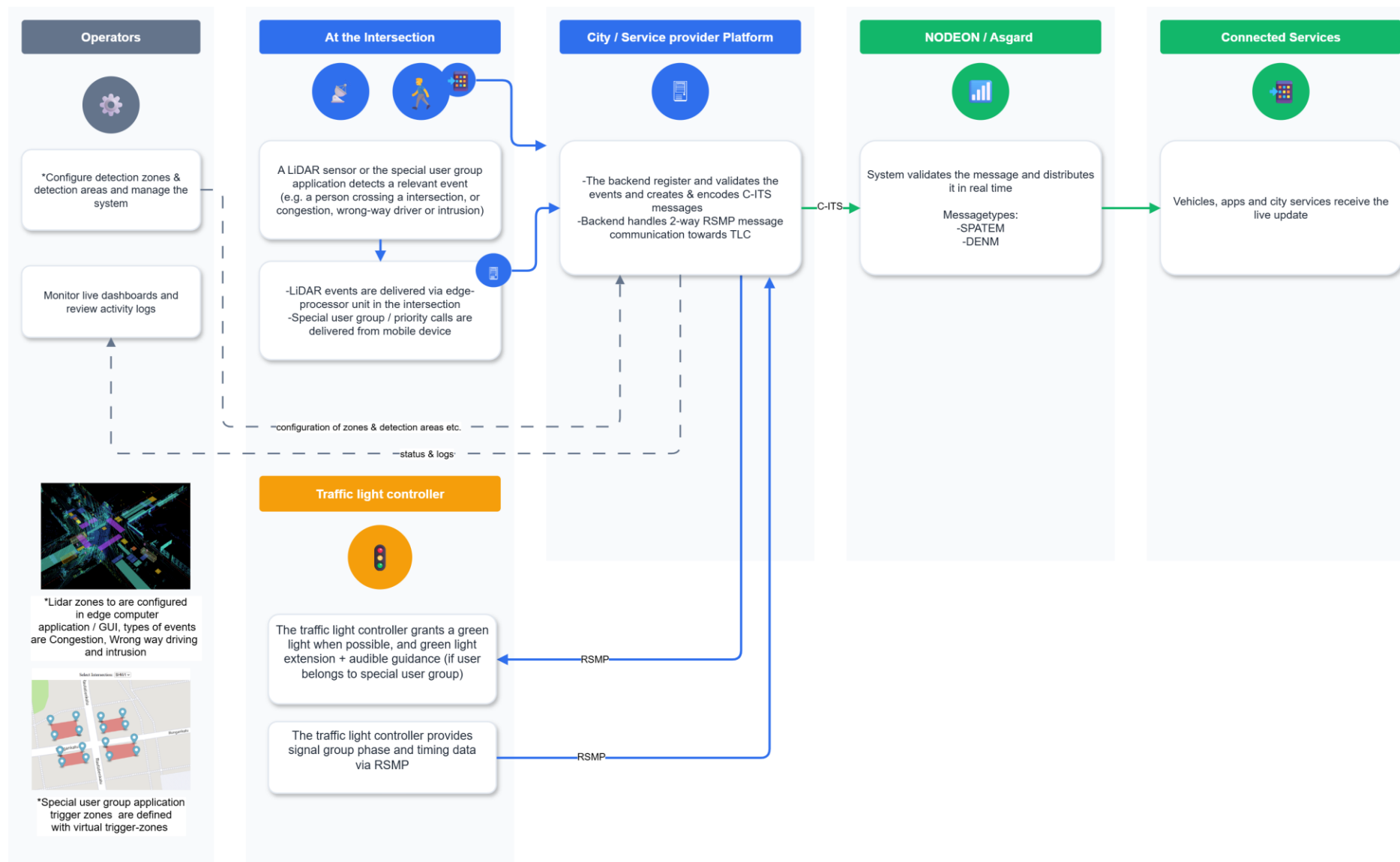
päästä päähän -viivetavoite
(lähde → Asgard → web-sovellus)

Aventin roolista hankkeessa



- Liikennevalo-ohjaustietojen (RSMP) muuntaminen SPATEM-viesteiksi (C-ITS): Tiedonsiirto Roadside Message Protocol -formaattista Signal Phase and Timing Extended Message -muotoon yhteistoiminnallisia älykkäitä liikennejärjestelmiä varten.
- LiDAR-pohjaisten havaintojen julkaiseminen C-ITS-rajapintojen kautta: LiDAR-antureiden keräämän datan välittäminen Nodeonin Asgard -järjestelmään
- Erityiskäyttäjien tunnistaminen ja niihin liittyvän tapahtumatiedon jakaminen: Järjestelmä tunnistaa tietyn tyyppisiä tienkäyttäjiä (kuten jalankulkijoita, pyöräilijöitä) ja jakaa niihin liittyviä tapahtumatietoja.
- Reaaliaikaisten datavirtojen toimittaminen Nodeonin alustalle jatkokäsittelyä ja visualisointia varten.

Ylätason näkymä kokeilun arkkitehtuurista



Jatkokehitys hankkeen jälkeen



- C-ITS-viestien tietoturvaan liittyvät tarkemmat selvitykset & implementaatio (ASN.1-
enkoodaus tehty ja validoitu dekooderilla)
 - ETSI TS 103 301 V1.1.1 (SPATEM)
 - ETSI TS EN 302 637-3 V1.2.2 (DENM)
 - Validointi käyttäen <https://www.marben-products.com/decoder-asn1-automotive/>
- MAPEM –viestien välitys risteuksesta SPATEM lisäksi
- Erityiskäyttäjryhmien liikennevalopyyntöjen mobiiliapplikaatio, pilotointiin
käytettiin viestien generointia taustajärjestelmään manuaalisesti, lisäksi lopulliseen
arkkitehtuuriin ajateltu mobiiliapplikaation julkinen palvelin tästä hankkeesta
puuttui, taustajärjestelmään yhteys luotiin mobiililaitteelta SSL-VPN -yhteydellä
- Backend-sovelluksen jatkokehityskohteita mm:
 - Skaalautuvuuteen liittyvä kehitys ja stressitestaus
 - Em. Tietoturva-asiat
 - Koodipohjan jatkokehitys / refaktoroinnit
 - Mahdollisesti erityiskäyttäjryhmien liikennevalopyyntöjen mobiiliapplikaation kehitys
 - Visualisointi & logikehitys



- Uusien toimittajien liittäminen alustaan
- Liikennevalodatan ja LIDAR-datan yhdistäminen reaaliaikaisesti
Asgardissa
- Luokittelun ja laskentojen jatkokehittäminen
- Tuotteistusasteen nostaminen
- Visuaalisuuden kehittäminen
- Kaupallistaminen

SmartRail Ecosystem

- Yhteistarjoaman edistäminen ja yhteistyön jatkaminen hankkeen
sidosryhmien kanssa