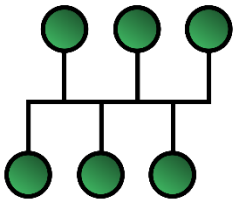
Intelligens közlekedés biztonsága

Dr. Fehér Gábor

Intelligens közlekedés biztonsága



Belső hálózat (CAN)
+ Külső kapcsolódások

VANET biztonság
(Inter-vehicular, road-vehicle)

Privátszféra,
anonimitás

Jármű belső hálózata

Controller Area Network (CAN)

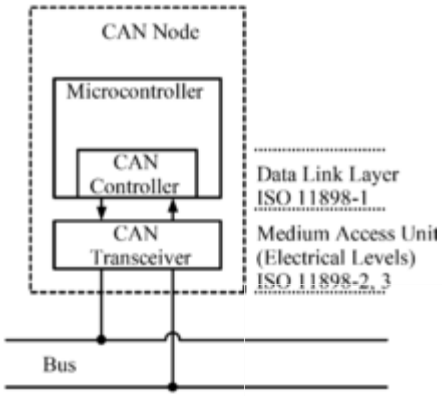
- 1983- Bosch fejlesztés
- 1986: Hivatalos megjelenés
- 1991: CAN 2.0 (A és B részek)
- 1993: ISO 11898-1 (adatkapcsolati réteg)
  ISO 11898-2 (fizikai réteg) gyors
  ISO 11898-2 (fizikai réteg) lassú, megbízható
- 2012: CAN FD (flexibilis adatráta)

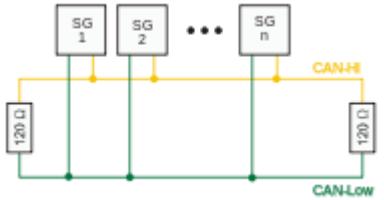
BMW 8xx: Az első CAN busz (1988)

Az első “drive by wire”

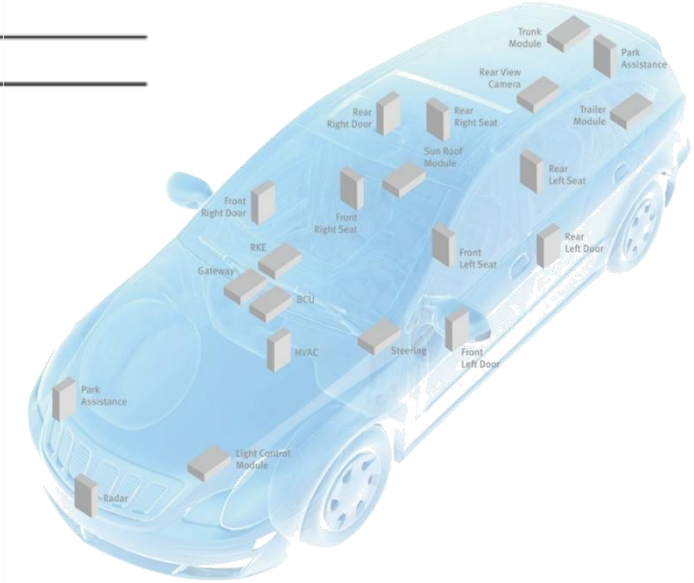
CAN architektúra

- Többvezérlős soros busz
- Prioritásos rendszer
  - ID szerinti prioritás
- CRC hibavédő kódok



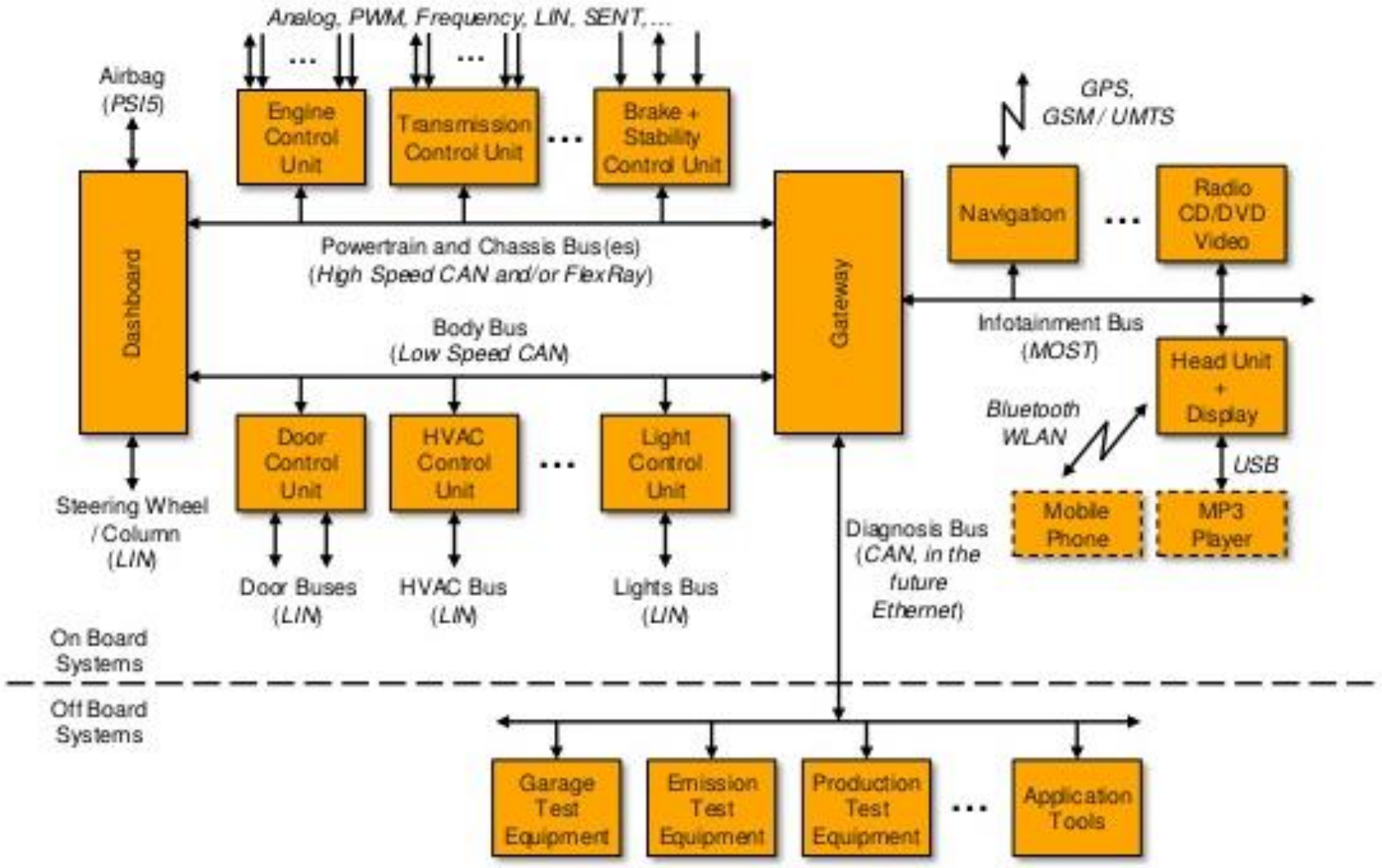


- Autón belüli CAN buszok
  - ECU (Electronic Control Uint) összekötések
  - Nagy sebesség és kis sebesség
  - ECU együttműködések



- Adatkapcsolati szinten
  NINCS SEMMILYEN BIZTONSÁG !
  - Az alkalmazásnak kell megoldania a biztonságot egy felsőbb rétegben

CAN + LIN + Others



Picture from Continental

CAN biztonság

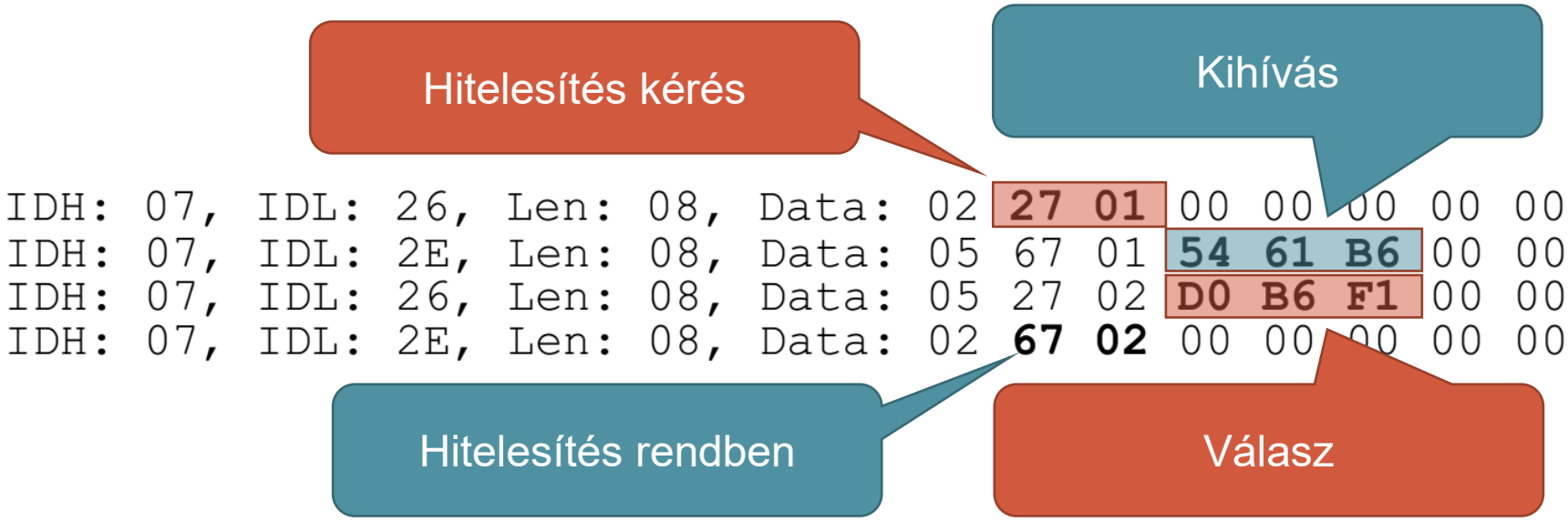
- Támadási vektorok
  - Fizikai közelség
    - Szerelő, parkoló, alkatrészek cseréje, nem gyári komponensek beszerelése
    - Az eszköz állandó elhelyezése / Más komponensek átírása
  - Vezetéknélküli hálózatok
- Támadók
  - Tuning műhelyek
  - Kutatók
  - Vicc, „dicsőség”
  - Gyilkosság, terrorizmus

OBD, nem CAN, de hasonlít

- Kihívások
  - Broadcast hálózat
  - DoS támadásokkal sebezhető
  - Forrás azonosításának hiánya
  - Forrás hitelesítésének hiánya
  - Gyenge hozzáférés védelem (márka specifikus)
  - Eltérések a szabványtól

CAN SecurityAccess

- Szolgáltatás az ECU teszteléséhez/programozásához
- Kihívás/válasz alapú hitelesítés (seed / key)



- Az algoritmus legtöbbször titkos
  - Nem tárolható az eszközön (mert kiolvasható), csak kérdés/válasz párok vannak tárolva
  - De a teszternél akár ismert lehet
  - Tuning oldalak jópár algoritmust ismernek…

CAN SecurityAccess 2.

- Brute force támadás lehetséges nem csak elméletben (2-3-4 byte)
  - 2 byte, 10 mp/próba esetén 1 hét kell a töréshez
  - Egyszerre több eszköz is törhető
  - Időkorlátozás esetén az eszközt újra lehet indítani
- A kommunikáció lehallgatása egyszerűen megoldható
  - A CAN busz broadcast csatorna, nincs titkosítás
- Session hijacking: A hozzáférés ellenőrzés után a kommunikáció módosítható
- Kiadható parancsok
  - Pl.: DeviceControl, ECUReset, RequestDownload, RequestUpload, InputOutputControl

CAN SecurityAccess 3.

- A biztonság érdekében általában a hozzáférés le van tiltva menetközben
  - Ez nem mindig igaz azonban
  - Újraírás esetén leáll a motor

- Sok esetben nem teljesülnek a protokoll előírásai
  - Ugyanaz a seed/key minden esetben (minden eszközön)
  - A kulcs ellenőrzésének hiánya
  - A kulcsok területének kiolvashatósága

- Eszközök biztonságos kezelése
  - Az ECU blokkolhat veszélyes műveleteket
  - Gyakran azonban ez nem teljesül (tesztelés alatt mégis lehet)
  - Sőt, néha hitelesíteni sem kell

CAN szegmentálás

- A legtöbb esetben minimum 2 CAN busz található
  - Nagy sebességű CAN busz: Kritikus eszközök (pl. fék, ABS, motor)
  - Alacsony sebességű CAN busz: Kevésbé kritikus eszközök (pl.: fűtés, rádió)
  - A két hálózat között átjárók lehetnek (tipikusan vannak)

- A szabvány szerint a nagy sebességű busz megbízhatóbb
  - Az átjárót programozni csak a nagysebességű busz felől lehet

- Van pár eszköz, amely mindkét buszon szerepel (és nem átjáró)
  - Pl. Telemtrkiai eszköz

Ezt támadva az átjáró is felülírható a megbízhatóbb busz felől !

CAN tapasztalatok

- A vezérlés visszafejtése sok időt igényelne, azonban a „fuzzing” jellegű tesztelések meglepően sikeresek
- A hozzáférés védelem több esetben nem megfelelően vagy egyáltalán nem működik még kritikus ECU esetén is (akár ajtónyitás is)
- A buszok közötti átjárók védelme sok kesetben nem megfelelő. Több ECU esetén a helyzet még bonyolultabb lehet
- Bár az egységek újraprogramozása nem egyszerű, a nyomok eltűntetése azonban az. Így a felelősség és a tettes megállapítása szinte lehetetlen

CAN biztonság megoldások

- Diagnosztika és újraírás esetén fizikai védelem
  - A kritikus műveletek csak az autó fizikai elérése esetén lehetségesek
  - Külső hozzáférés tűzfalazása (megoldható?)
  - Valós menet közben tilos a diagnosztika!

- Megbízható mediátor utángyárott alkatrészek esetén
  - A mediátor csak azokat az üzeneteket engedi át, amelyek valóban az adott eszközből származhatnak
  - Az átjáróknak is megbízhatóaknak kell lenniük

- Megelőzés helyett felismerés
  - Anomáliák felderítése
  - Lehetséges-e időben leállítani egy támadást?
    - Nem biztos, hogy megelőzhető a támadás, de a következmények talán elmaradhatnak

CAN támadások felismerése

- Támadás felismerés
  - A CAN broadcast hálózat, így a megfigyelő mindent lát
  - A CAN üzenetek nem túl változatosak, tartalmuk előrejelezhető
  - A támadások nagy eltérést mutatnak, így könnyebben azonosíthatóak
    - Gyorsabban küldött üzenetek, hogy elnyomják a valós üzeneteket

- Lehetséges lépések támadás felismerése esetén
  - A vezető figyelmeztetése
  - A CAN hálózat leállítása
  - A jármű biztonságos megállítása
  - Bizonyos üzenetek figyelmen kívül hagyása

- A megfigyelő elhelyezése
  - Külön modul (IPS ECU) a CAN buszon
  - A meglévő szoftverek kiegészítése
  - OBD II porton csatlakozás

CAN biztonság megoldások 2.

- Kriptográfia használata az üzenetek védelmére
  - Titkosítás az alkalmazás rétegben
    - Sajnos sokszor nem fér össze a valós idejű elvárásokkal
    - A kulcsmenedzsment szintén kritikus
    - Az eszközök visszafejthetőek maradhatnak

- Sok esetben a titkolózást gondolják megoldásnak
  - NEM működik !!!

Telematikára épülő szolgáltatások

- GM OnStar
  - Assistance szolgáltatások (Biztonság – safety)
  - Állapotfelmérés
  - RelayRide (autó megosztás)
- Ford Sync
- Chrysler Uconnect
- BMW Connected Drive
- Lexus Enform

Önjáró autók

- Sávtartás
- Parkolás
- Vezetés

Ajánló

- http://opengarages.org/handbook/

FREE

- Intro
- Understanding Attack Surfaces
- Infotainment Systems
- Vehicle Communication Systems
- Engine Control Unit
- CAN Bus Reversing Methodology
- Breaking the Vehicle
- CAN Bus Tools
- Weaponizing CAN Findings
- Attacking TPMS
- Ethernet Attacks
- Attacking Keyfobs and Immobilizers
- FLASHBACK - Hotwiring
- Attacking ECUs and other Embedded Systems
- What does your hacker garage need?

Járművek közötti hálózat

Vehicular Ad Hoc Network - VANET

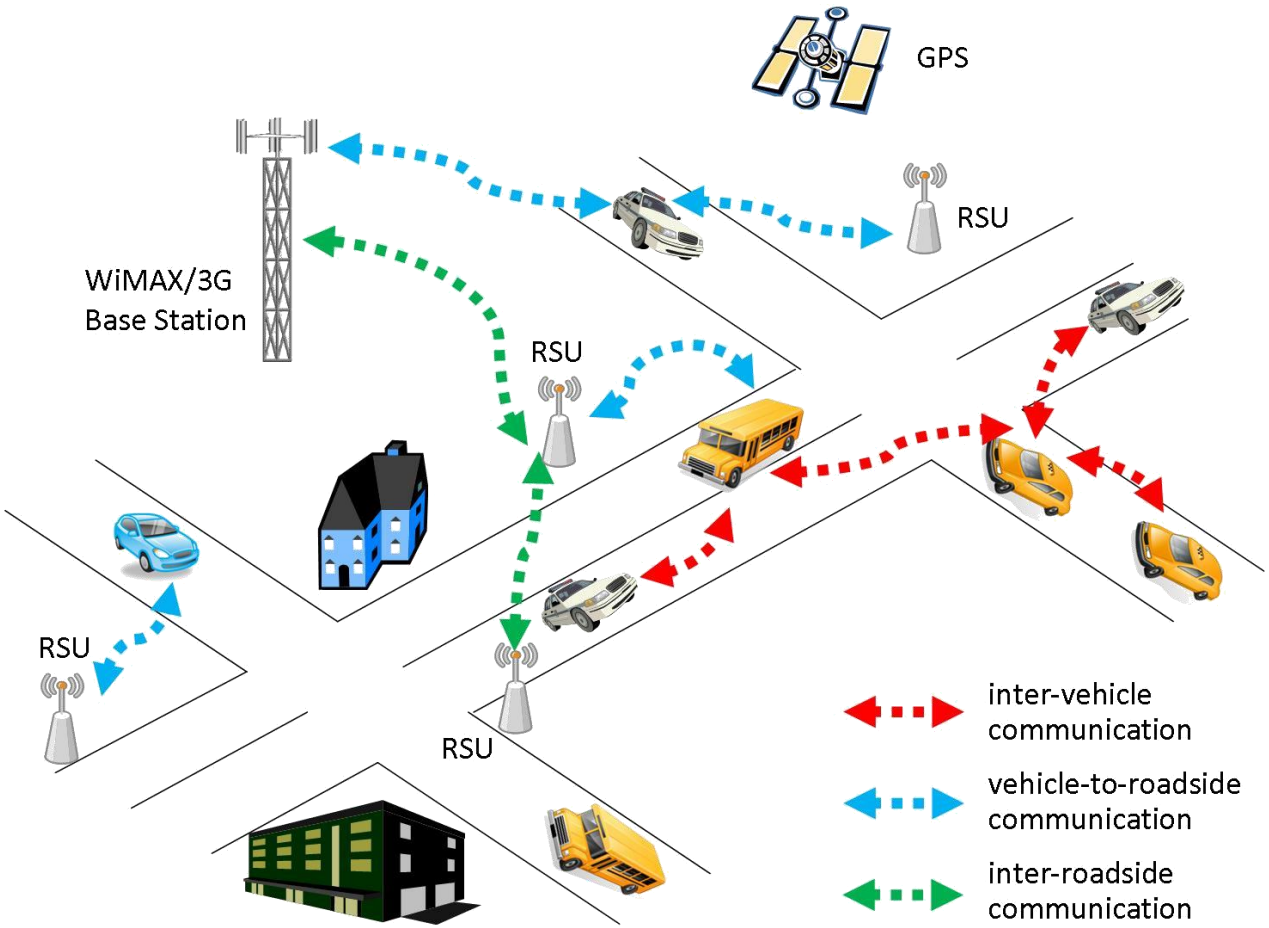
- Jármű – Jármű és Jármű – infrastruktúra kommunikáció
  - V2V: Vehicle to Vehicle, V2R: Vehicle to Roadside, IVC: Inter-Vehicle Communications, OBU: On-Board Unit, RSU: Road-Side Unit

- Szabványok
  - Hasonló megoldások az IEEE 802.11p –re épülve
  - Európa: ETSI ITS G5 és USA: IEEE 1609 WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments)
    - 5.9 GHz, 5/7 csatorna
  - Japán: ARIB STD-T109
    - 700 MHz, 1 csatorna

- Legnagyobb kihívások
  - Biztonság
  - Magánszféra védelme

Vehicular Ad Hoc Network - VANET

- Szolgáltatások
  - Biztonság (safety)
  - Kényelem
  - Kereskedelmi, szórakozás, telemetria



Forrás: Jung-Chun Kao's

VANET szolgáltatás példák

- Biztonság
  - Vészfékezés (pl.: EEBL: Emergency Electronic Brake Light)
  - Segítségnyújtás (pl.: PCN: Post Crash Notification)
  - Útviszonyok (pl.: RFN: Road Feature Notificaton)
  - Vezetés biztonsága (pl.: LCA Lane Change Assistance, CCW: Cooperative Collision Warning)
- Kényelem
  - Torlódásjelzés
  - Dinamikus úttervezés
  - Parkolóhely keresés
- Kereskedelem, szórakozás, telemetria
  - Távdiagnosztika
  - Hirdetések

VANET és MANET

- A MANET hálózatok már régóta kutatások tárgyai
  - Sok a hasonlóság a két hálózat között (megoldások átvehetőek)
  - Különbségek:
    - A VANET jobban strukturált hálózat
    - Az egyes nodeok dinamikusabbak, gyorsabban és többet mozognak
    - Az tároló és számítási kapacitások VANET esetében nem szűkösek
    - Jóval több node VANET esetén

VANET támadások

- DoS támadások
  - A csatorna elárasztása/zavarása (jamming)
  - Hatására az üzenetek nem jutnak el a járművekhez
- Üzenetek eldobása
  - Szelektív továbbítás, az üzenetek később felhasználhatóak
- Hamis üzenet gyártás
- Üzenetek módosítása
- Üzenetek visszajátszása
- Többszörözés (Sybil támadás)
  - A jármű azt tetteti, hogy sok másik jármű is ugyanolyan állapotban van
  - Hatására a közölt (általában hamis) információ nagyobb prioritást kap

VANET támadók

- Önző vezetők
  - Saját érdekükben hamis információk terjesztése
  - Pl.: dugó szimulálása, hogy az útszakaszon csökkenjen a forgalom
- Felelősségre vonás elől menekülők
  - Információ blokkolása, hogy bizonyos tettek ne derüljenek ki
- Rosszindulatú támadások
  - Terrorizmus
  - Pl.: Baleset okozása, majd az információ blokkolása
- „Viccelők”, dicsekvők

VANET kihívások

- Titkosítás
  - Az üzenetek csak meghatározott eszközök számára értelmezhetőek
- Integritás védelem
  - Az üzenetek nem megváltoztathatóak
- Hitelesítés
  - Az üzenet forrásának hitelesítése
  - RSA nem használható, mert lassú. Hitelesítés más módszerekkel

VANET kihívások 2.

- Rendelkezésreállás
  - Az üzeneteknek kritikus időn belül el kell jutniuk más járművekhez
- Letagadhatatlanság
  - Támadás esetén az elkövetőket azonosítani lehet a támadás naplózásával
  - A lehetséges támadók elriasztása
- Magánszféra védelme (privacy)
  - Kéretlen megfigyelők távoltartása
  - Anonimitás biztosítása (hitelesítés mellett!)
  - Elektronikus rendszámtábla

  - Untraceability: A jármű különböző műveletei nem köthetök össze
  - Unlinkability: A jármű és tulajdonosa nem köthető össze

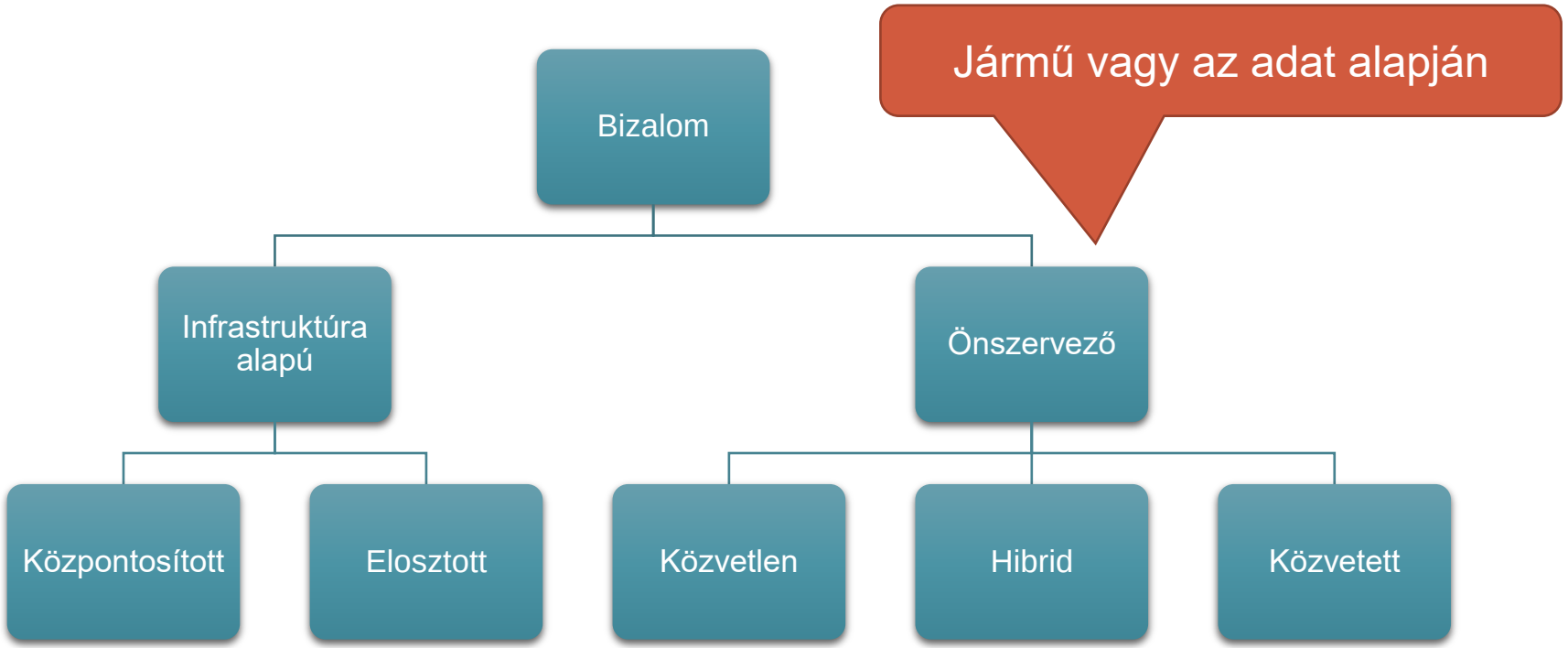
VANET megoldások

- Létező MANET megoldások alkalmazása is lehetséges

- ARAN (Authenticated Routing for Ad hoc network)
  - Biztonságos Ad-Hoc forgalomirányítás PKI segítségével
  - Visszajátszás, megszemélyesítés elleni védelem + letagadhatatlan
- SEAD (Secure and Efficient Ad hoc Distance Vector)
  - Biztonságos forgalomirányítás egyirányú hash függvények segítségével
  - DoS elleni védelem
- SMT (Secure Message Transmission)
  - Biztonságos üzenettovábbítás end-to-end alapokon MAC alapú hitelesítés segítségével
- NDM (Non-Disclosure Method)
  - Anonimitás ügynökök segítségével. A forgalom mixelése és aszimmetrikus titkosítása
- ARIADNE
  - Forgalomirányítás biztonsága MAC, TESLA, szimmetrikus titkosítása épülve

VANET megoldások 2.

- Bizalom menedzsment (Trust management)
  - Tanúsítvány alapú bizalom
  - Reputáció alapú bizalom



VANET megoldások 3. – IEEE 1609.2

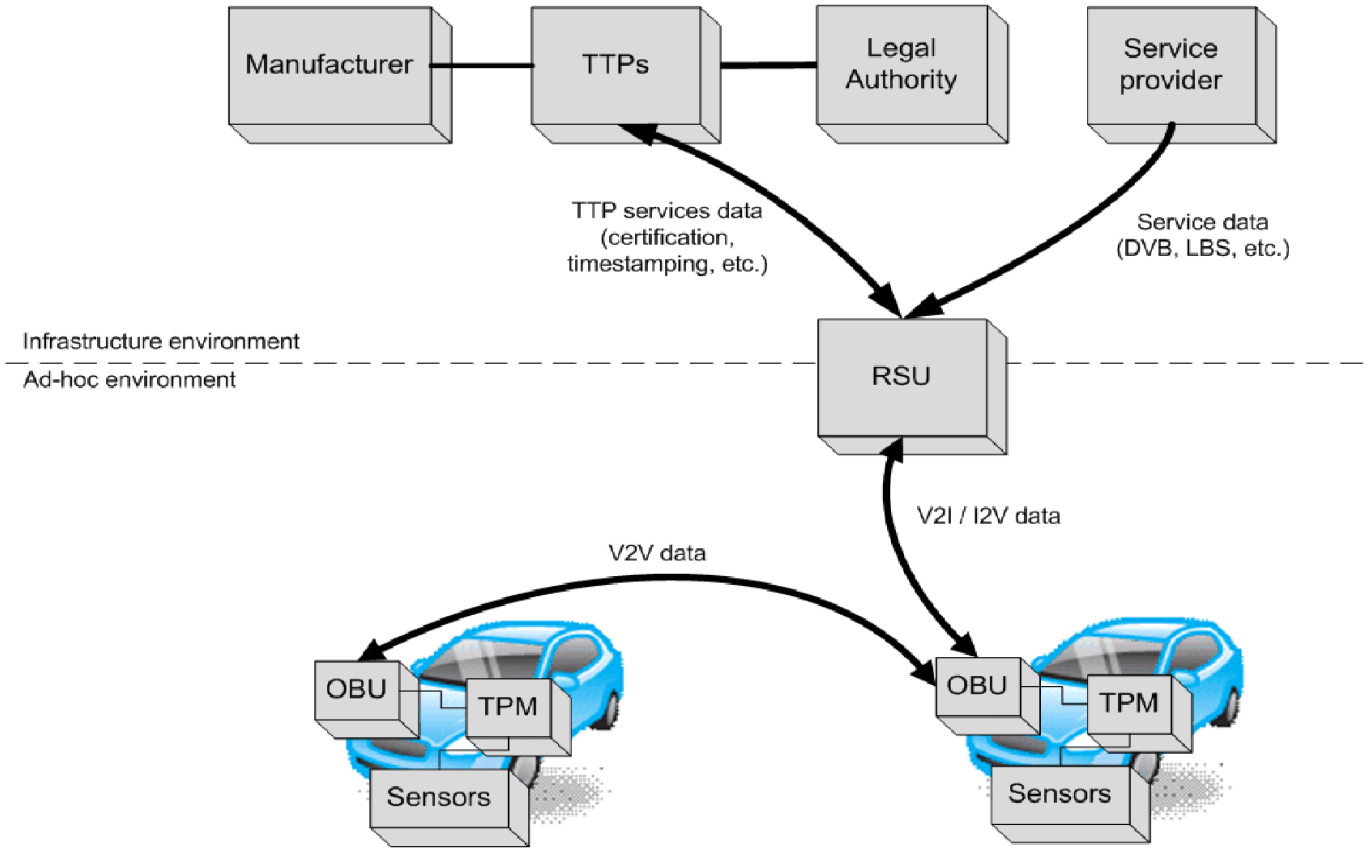
- VPKI megoldások (Vehicular Public Key Infrastructure)
  - A forrás digitálisan aláírja az üzenetet, majd csatolja tanúsítványát
  - V → r: M, Sig_{PrKV} [M|T], CertV

Időbélyeg is

  - Az RSA helyett más is használható ECC (Elliptikus görbén alapuló kriptográfia) vagy NTRU (N-th degree truncated polynomial ring)
  - Csoport kulcsok és ellenőrzés
    - Kijelölt csoportvezető, aki nyilvántartja a csoportot és aláír. Anonim
    - Egyelőre kérdéses a hatékonysága, illetve a csoportvezető választás
  - CA (Tanúsítvány kiállító központ) is kérdéses
    - Jelenleg több CA, nincsen globális világra szóló CA
    - A tanúsítvány visszavonásának ellenőrzése nehezen megoldható
- A hitelesítés mellett titkosítani (AES vagy aszimmetrikus) is lehet
- A magánszféra védelme nem biztosított!

VANET megoldások 4.

- VANET komponensek



Forrás: Sumegha Sakhreliya, Neha Pandya

Jelenlegi kutatások

- ABE (Attribute Based Encryption)
  - CP-ABE: Cyphertext-Policy Based Encryption (policy a titkos adatban)
  - KP-ABE: Key-Policy Based Encryption (policy a kulcsba kódolva)

- Megoldható a hozzáférés vezérlés a titkosítás pillanatában
  - Pl.: titkosított adat, de a tűzoltó, rendőr (attribútumok) hozzáférnek

- Központi kulcsmenedzsment
  - Lehet több központi kulcsmenedzser is
  - Hierarchikus felépítés is lehetséges