

## Zalaegerszegi tesztpálya műszaki bemutatása, fejlesztés kivitelezésének koncepcionális kérdései

Hamar Zoltán\*, Pataki Márton\*\*

\*Autóipari Próbapálya Zalaegerszeg Kft., Zalaegerszeg  
(e-mail: zoltan.hamar@apz.hu)

\*\*Autóipari Próbapálya Zalaegerszeg Kft., Zalaegerszeg  
(e-mail: marton.pataki@apz.hu)

Tartalmi kivonat: A piaci igénynek megfelelően az önvezető és alternatív hajtással rendelkező járművek fejlesztésére egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek jármű, illetve a járműiparban beszállítóként jegyzett vezetéstámogató rendszerek fejlesztésével foglalkozó vállalatok egyaránt. Ezen rendszerek realizisztikus körülmények között elvégzett teszteléshez szükséges infrastruktúra kialakítása kezdődött meg hazánkban. Ezen cikk a Zalaegerszegen megvalósuló autóipari próbapálya koncepcióját mutatja be, taglalva az egyes tesztmodulok sajátosságait, melyek alkalmassá teszik tesztpályát az önvezető és vezetés támogató rendszerekkel szerelt járművek tesztelésére.

### 1. BEVEZETÉS

Az iparág napjainkban robbanásszerű technológiai átalakulás előtt áll, amelynek két fő iránya a hagyományos belsőégésű erőforrások helyett alternatív erőforrással működő járművek előtérbe kerülése, továbbá az önvezető járművek térnyerése. A járműipar átalakulása határozott igényt mutat a nemzetközi szinten versenyképes, az önvezető járművek validációs folyamatához elengedhetetlen tesztelési infrastruktúra iránt, mivel ilyen, a hagyományos tesztek az önvezető technológiai megoldásokkal ötvözni tudó, teljeskörű kutatási és validációs infrastruktúra, a projektben megcélzott kiépítményében és komplexitásában jelenleg nem létezik. Mivel a jóváhagyási folyamatok egyre bonyolultabbá válnak, ezért további speciális vizsgálati környezetre van szükségük. A jelenlegi tesztkörnyezet fejlesztési tevékenységek elsősorban csak a városi teszterületekre koncentrálnak, míg a hazánkban épülő autóipari tesztpálya minden egyes eleme az egymással kapcsolatban működő (*connected*) és automatizált járművek tesztelésére és jóváhagyására is egyaránt szolgál. A cikkben bemutatásra kerül ezen komplex és integrált tervezési koncepció, amely rávilágít a hagyományos és a most Magyarországon épülő tesztpálya lényeges különbségekre.

### 2. PRÓBAPÁLYA KONCEPCIÓJÁNAK KIALAKULÁSA

A tesztpálya koncepciója az egyes tesztmodulok és tesztelési tevékenységeket támogató épületek ismertetésén és sajátosságainak bemutatásán túl kitér a tesztelni kívánt funkciókra is, meghatározva a pályatervezéshez szükséges inputokat.

#### 2.1. Tesztpályával szemben felállított követelmények

A magyarországi gyártóbázissal rendelkező gépjárműipari vállalkozások körében már több évvel ezelőtt felmerült az az

elképzelés, hogy a hazai autógyártás kutatás-fejlesztési kapacitásait egy hazai autóipari tesztpálya létrehozásával erősítsék meg. Az autógyárak a termelés mellett ugyan kisebb mértékben, de kutatás-fejlesztési kapacitások Magyarországra telepítését is megkezdték, továbbá magyarországi gyártók, valamint felsőoktatási intézmények is bekapcsolódtak a fejlesztésekbe. Jelenleg körülbelül 5000 főt tesz ki a hazai autóipari kutatás-fejlesztési kapacitás. A hazai autóipari vállalkozások K+F tevékenysége néhány jellemzően külföldi tulajdonú autógyár, T1, vagy T2 szintű beszállítóra koncentrálódik, a hazai tulajdonú vállalkozások hozzáadott értéke ezen a területen az erőfeszítések ellenére egyelőre alacsony.

A közúti közlekedés egyik fő kihívása az önvezető és egymással és a környezett kapcsolatban működő járművek (*connected car*) fejlesztése. A levegőszennyezés mértéke világszerte egyre több helyen lépi túl az egészségre már káros szintet, továbbá a klímaváltozás is egyre nagyobb mértékben és helyen fejti ki káros hatásait. A környezetvédelem problémájának egyik megoldásaként kezdték el fejleszteni az alternatív hajtású járműveket.

A közúti közlekedés biztonságának témakörére támaszkodó önvezető járművek fejlesztési irányvonalába haladnak a jelenlegi járműipari fejlesztések. Azontúl, hogy az emberi élet és a vagyoni értékek biztonsága növelhető, további pozitív kimenete van az automata, illetve egymással kommunikációs kapcsolatban lévő közlekedési szereplők elterjedésének. Az autonóm járművek megjelenésével csökken a folyamatos figyelem fenntartásból eredő terhelés és stressz. Szélesebb réteg számára teheti elérhetővé az individuális közlekedés lehetőségét, bár ez törvényhozási aspektusból még nem előrehaladott. Egy lehetséges vízióként felvázolható, hogy önvezető járművek elterjedésével az egyéni tulajdon szerepe háttérbe szorulhat és egyre inkább teret fognak nyerni a *sharing* szolgáltatások úgy, mint a jármű megosztás. Minden ezirányú fejlesztéshez szükség van egy koncepcionálisan kellően részletesen megtervezett az fejlesztők igényeit kielégítő

járműipari tesztpályára. Infrastruktúrában belül a hagyományos tesztpályáknál ismert pályamodulokon és tesztelőkészítő műhelyeken kívül szükség van szimulációs és laboratóriumi környezetre egyaránt. A költséghatékony és megbízható tesztelést szolgálja az a többlépcsős jóváhagyási rendszer, amelyre a Zalaegerszegen megvalósuló próbapálya épül. A szimuláció kiemelt fontosságú és nem elhanyagolható eleme a validációs lépcsőnek. Szimulációs eszközökkel költség szempontjából a tesztelés már korai fázisában kiszűrhető egyes hibák akár rendszer szinten is csak úgy, mint a laboratóriumi vizsgálatok során. Előbbinél első sorban a szoftver tesztelését, míg utóbbinál hardver működést is vizsgáljuk. Következő szinten egy jól definiált határokon belüli és irányított, de már fizikailag valós környezetben tesztelhetjük a járműveinket. Ez a szint már valós környezeti objektumokat követel meg, amely csak megfelelő eszközökkel felszerelt járműipari tesztpályán adhat jóváhagyható eredményeket. A környezet által szült véletlen interakciókat pedig korlátozott és korlátozás nélküli valós környezetben lehet megfelelően tesztelni. A limitált közúti tesztre biztonság technikai okokból és hirtelen túlnagy dimenzió váltás miatt van szükség, amely a hétköznapi embereket váratlanul érintheti a közlekedésben.



1. ábra: Tesztelési szintek

Tesztpálya tervezésekor fontos szempont, hogy valamennyi tesztmodul fizikai összeköttetésben legyen a többi tesztpálya részzel. Ennek a feltételnek a teljesülésével egyszerre akár több fejlesztő is igénybe veheti a próbapályát, mivel valamennyi modulhoz hozzáférést biztosítva fenntartjuk annak a lehetőségét, hogy egymást elkerülve, zavartalanul végezhesék a tesztelési folyamataikat. Mivel tervezéskor cél volt, hogy egyidejűleg több pályahasználó is folytathassa tevékenységét a pályán, ezért gondoskodni kell arról, hogy egymástól vizuálisan szeparált környezetben tevékenykedhessenek. Ezt megfelelően megtervezett magassági szinteltolásokkal, telepített növényzettel, vagy mesterségesen létrehozott takaró falakkal lehet megvalósítani. Egy folytonos útvonalat képző egymással összekapcsolt elemekből felépülő próbapá-

lya lehetőséget biztosít, hosszabb ciklusú egyes pálya elemeket többször érintő tesztek elvégzésére.

Az alapkonceptiót kibővítve nem csak a tesztpálya területén lesz lehetőség járműveket tesztelni, hanem közutakon is úgy, mint M7-es autópályán, vagy a jövőben megépülő R76-os gyorsforgalmi úton egyaránt. Továbbá egy Ausztriával és Szlovéniával kötött kooperáció keretein belül országhatárokon átívelő tesztútvonal is definiálva lett.

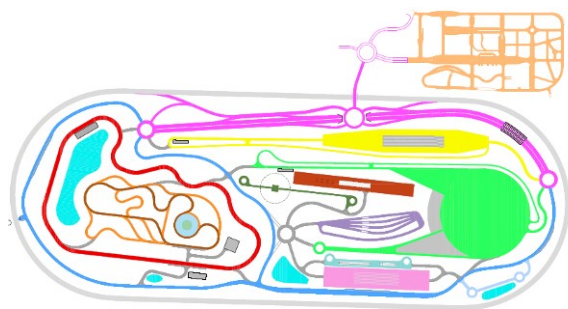
### 3. A TESZTPÁLYA KONCEPCIONÁLIS FELÉPÍTÉSE

A tervezés során fontos volt, hogy egy olyan koncepció kerüljön kialakításra, amely tervezet a jelenlegi állapotot figyelembe véve és az elkövetkező évtizedekre előrevetített fejlesztési tendencia szerint versenyképes maradjon. Ennek megfelelően kellett meghatározni a szükséges tesztfelületek funkcióját és számát. A régióban csak egy két fejlesztéssel rendelkező cégnek van saját tesztpályája, de azok méretüket és funkcionális lehetőségeiket tekintve sem elégítik ki azok igényeit. Továbbá ezen kisebb tesztpályák nem célzottan autonóm jármű tesztelésre specializálódtak. Ennek tudatában a hagyományos próbapálya elemeken kívül egy speciális városi környezetet megteremtő Smart City zónával tervezik a pálya *layout*-ját.

A zalaegerszegi tesztpálya koncepciójába tervezett modulok a következők:

- Dinamikus felület
- Smart City zóna
- Félfelület
- Kezelhetőségi pálya (alacsony sebesség)
- Kezelhetőségi pálya (nagy sebesség)
- Országút
- Nagysebességű ovál
- Off-road
- Lejtők, emelkedők
- Rossz utak

Ezen pályaelemeken kívül a tesztelésítményhez tartozik egy egyetemi kutatóközpont egy elkülönített kisebb tesztpályával, amely a Zalaegerszegre kihelyezett kutatás fejlesztési tevékenységet szolgálja. Ezenkívül rendelkezésre áll egy fogadó épület irodákkal és előadóteremmel, továbbá laboratóriumok és műhelyek teszik lehetővé a tesztek előkészítését.

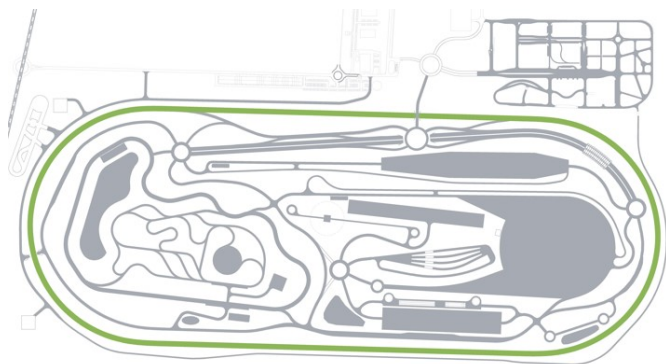


2. ábra: A próbapálya teljes koncepcióterve

A tesztpálya kivitelezése több fázisban történik, ennek megfelelően az elkövetkező évben csak egyes pálya elemek kerülnek megvalósításra úgy, mint például: dinamikus platform, fékfelület, kezelhetőségi pálya és a Smart City zóna egy része.

### 3.1. Nagy sebességű ovál pálya

Valamennyi elsősorban hagyományos tesztelést szolgáló klasszikus pályaelemet körül ölelő ovál pálya lehetőséget biztosít hosszabb forgatókönyvű tesztesetek kivitelezését. Ilyen tesztek közé tartoznak a fogyasztásmérő tesztesetek, vagy akár a konvojban haladó járművek tesztjei (*platooning*) is elvégezhető. Nagy sebesség melletti kooperatív irányítás szintén tesztelhető. Ezen pálya elem különlegessége a bedöntött kanyarodó szakasz, mely fenntartja a lehetőséget a nagysebesség megtartására, így nagy sebesség mellett lehet tetszőlegesen hosszú tesztelési szakaszt használatba venni.

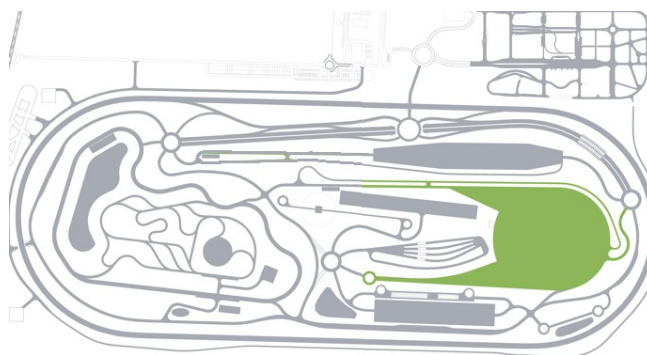


3. ábra: Nagy sebességű ovál pálya vonalvezetése

### 3.2. Dinamikus felület

A hagyományos tesztpályákról már ismert dinamikus felület egy főleg a nagy sebességek mellett elvégezhető teszteknek helyszínt adó körtárcsa. A körtárcsára becsatlakozó két gyorsító szakasz lehetőséget biztosít hosszabb szerelvények, vagy akár több szerelvényből álló tehergépjármű konvoj *platooning* tesztjére. A dinamikus felületre mind radiális mind pedig érintőleges irányból érkező jármű. A kör felüle-

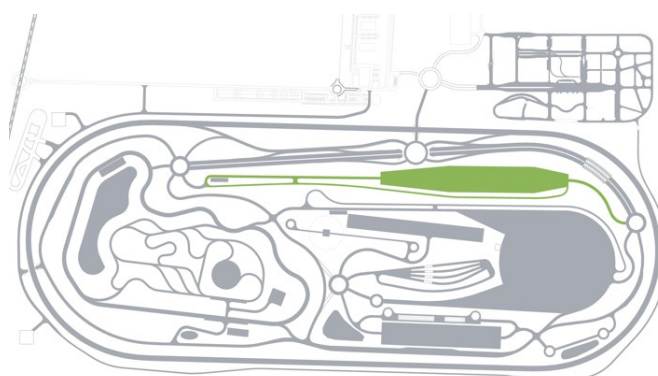
tet nedvesítő vizező rendszer lehetővé teszi a szélsőséges dinamikai határhelyzetben elvégzett teszteléseket.



4. ábra: Dinamikus felület alaprajza

### 3.3. Fékfelület

A hat különböző tapadási együtthatóval rendelkező sávok által definiált fékfelület a hagyományos féktestek elvégzése mellett, lehetőséget nyújt több egymás után konvojban haladó jármű ESP és ABS aktivitásának tesztelésére. Minden egyes fékfelület saját vizező rendszerrel van ellátva, így megduplázva a lehetőségek számát. A fékfelületről lehajtó szakasz vonalvezetése úgy lett meghatározva, hogy nagyobb sebesség csökkenés nélkül fel lehessen hajtani az autópálya szakaszra.

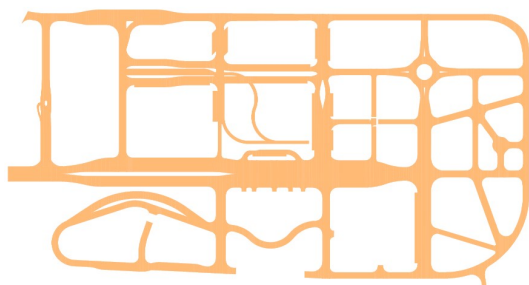


5. ábra: Fékfelület elhelyezkedése a koncepcióban

### 3.4. Smart City zóna

A Smart City zóna az autonóm járműtesztelés potenciális részeként tartják számon. Ebben a szekcióban az autonóm járműérzékelés valamennyi kihívása implementálható. Ezen zóna koncepciója meglehetősen összetett az utcák, a kereszteződések, sávok, kerékpárutak, kialakított parkolók, járdák és a környező épületek, illetve épületeket megvalósító homlokzatok által. A felhasználói igények egyértelműen egy rugalmasan változtatható teszt-szituációk tárházát megvalósítani képes városi környezet kialakítására mutattak. Ebből adódóan elengedhetetlen funkciónak számít a flexibilisen változtatható forgalom irányítás és közúti világítás. Ahhoz, hogy a legkü-

lönfélőbb teszt forgatókönyveket lehessen előállítani egy-egy szenzor érzékelő funkciójának kihívást jelentő célbábú, út-akadály, vagy érzékelést korlátozó elem implementálása is szükséges. Ideális esetben ezek rendszerszinten akár távolról irányítható eszközcsoportként valósulnának meg. A rugalmasságon kívül az ismételhetőség biztosítása is cél a az automatikusan vezérelt teszteset objektumoknak. Különböző magassági szintekre és különböző vonalvezetésű útszakaszok lesznek kialakítva. A közel 20 hektáros területen olyan tesztek valósíthatók meg mint, alacsony sebességű *platooning*, városi környezetben elvégzett vészfékezési tesztek, kooperatív jármű, gyalogos, kerékpáros interakciók, különböző út-akadályt megvalósító tesztesetek. Ezen kívül parkolóhelyek és egy három szintű parkolóház biztosítja a járművek parkoló rendszereinek tesztelését. *Valet parking*, mint egy szintén még nem kiforrott autonóm járműirányítási funkció tarthat igényt egy „okos” parkolóházra. Több különböző sebességre tervezett útvonal is tervezésre került a városi zóna koncepció-tervébe.



6. ábra: Smart City zóna vázlatos tervrajza

### 3.5. Pályaelemeket összekötő utak

Általában a hagyományos próbapályákon a különböző modulok megközelítését megvalósító összekötő utak alapvetően eltérnek a hétköznapi emberek által használt közutaktól, mivel azok tervezésénél csapán annyi a követelmény, hogy a lehető legegyszerűbben és legolcsóbban oldják meg az egyes elemek összekötését. Jelen koncepcióban az összekötő utaknak két fő funkciója van. Az egyik funkció tesztelési célt szolgál, mint a úttervezési szabványnak megfelelően előírt országúti környezet teszthelyszíne, a másik pedig már az ismert modulok közötti kapcsolat.

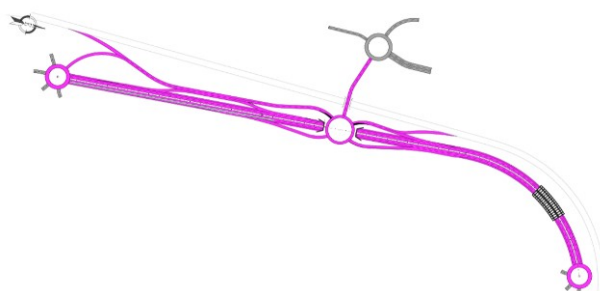
A koncepció terv szerint 50-90 km/h sebességet tesz lehetővé ezen pályaszakasz. Az összekötő úthálózat a vidéki-útszakasz részeként valósul meg. Ilyen tesztek a végtelen tesztciklusok, míg a környezet periodikusan változtatható. Az összekötő utak által létrehozott egyes modulokat is magába foglaló rendszer lehetőséget biztosít például az „*Everyday test scenario*” lebonyolítására, amely egy ember átlagos jármű használatát hivatott tesztelni úgy, hogy a jármű megszokott valamennyi típusú környezetben áthalad, amely a különböző tesztmodulok érintésével valósul meg.



7. ábra: „Everyday test scenario”

### 3.6. Az autópálya szakasz

A projektet megelőző piackutatás egyértelmű igényt mutatott egy autópályaszakasz megépítésére. Ez a modul 2x2+1 sávossal, továbbá leállósávval is rendelkezik. Ezen szekció egyenes része 130 km/h sebességre lett tervezve, a kanyarodó részére pedig 90 km/h-s sebesség van előírva. Az autópálya szakasz mindkét végén egy több elágazású körforgalom található, melyek ki és belépési sebességei 50 km/h.



8. ábra: Az autópálya szakasz vázlatja

Az útburkolat felszíne az anyagát tekintve legnagyobb részt aszfalt minőségű, de egy rövidebb szakaszon beton felület is ki lesz alakítva. Az autópálya szekció félhosszán 3 különböző típusú út megvilágítás lesz elérhető. Az autópályaszakasz egyediségének számít egy körülbelül 100 m hosszú alagút, amely egyben egy olyan műtárgyként funkcionál, amelyen egy körforgalom található. A körforgalom funkciója a hagyományos pályaelemek és a Smart City zóna összekötése, míg az alagútnak árnyékoló hatását érdemes kihasználni. Árnyékolás szempontjából két fő csoportra oszthatók a teszt szituációk. Az egyik csoportba a vizuális árnyékolás vizsgálata érdekes, míg a másik csoportba a küldött/fogadott jelek árnyékolása tartozik, mint kutatási terület. Kiemelt fontosságú kutatási területként jelentkezik a blokkolt GPS jelek és a korlátozott V2X kommunikáció mellett megvalósított jármű kontroll. Mindkettő csoportba sorolható tesztesetek elvégezhetőek az alagútban.

Három különböző közúti világítás típus bővíti az előállított teszt-szituációk számát. Lehetőség van LED, Nátrium és higanylevegő lámpák melletti tesztelésre.

### 3.7. Lejtők és emelkedők

Öt egymástól eltérő meredekségű lejtő nyújt lehetőséget lejtőn leereszkedő járművek tesztelésére. Járművek kapaszkodó képességét különböző tapadási tényezőjű felületeken lehet vizsgálni, emellett a lejtők hosszából adódóan lehetőség nyílik lejtőn *platooning*-ban haladó járművek tesztelésére is.



9. ábra Lejtők, mint hagyományos pályaelem

### 3.8. Rossz utak

A hagyományos pályaelemek között foglal helyet a tervezett rosszminőségű utak, ahol elsősorban futóműtesztet lehet végezni, továbbá az autonóm vagy ADAS rendszerrel támogatott járművekben keltett rázkódások okozta zavarok vizsgálatára is lehetőség van. Különböző inhomogén, durva felületekről történő reflexiók vizsgálata, valamint a vizuális érzékelők állandó rázkódása által keltett bizonytalanság vizsgálata is jövőbe mutató kutatási témák lehetnek. Nyolc különböző minőségű felületen lehet majd a járműveket tesztelni.

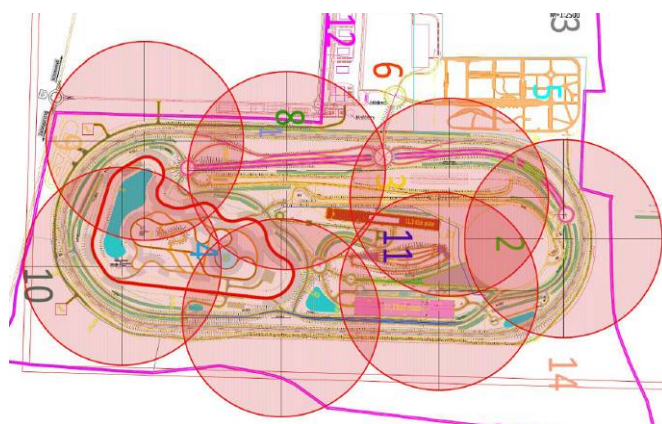


10. ábra: Rossz út, mint többfunkciós tesztkörnyezet

## 4. INFOKOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK

Valószínűleg a közeljövőben még többféle kommunikációs rendszer áll rendelkezésre a jármű kommunikációs infrastruktúra terén. Sem a közúti járművel kapcsolatos rövid távú kommunikáció, sem a legújabb generációs mobil kommuni-

káció nem lesz egyeduralmodó a piacon, egyelőre mindkét rendszernek meg marad a létjogosultsága előnyei és hátrányaiból fakadóan. A specifikációban meghatározott teljes 5G lefedettség lesz biztosítva a próbapálya teljes területén.



11. ábra: 5. generációs mobilhálózat lefedettség a próbapályán

## 5. KONKLÚZIÓ

Az autonóm és az egymással kapcsolatban működő járművek vizsgálata és jóváhagyása sokkal összetettebb folyamat, mint a hagyományos járművéké, mivel ezen járműveket az őket körül vevő környezet részeként kell vizsgálni. Az ilyen tesztek megvalósításához szükséges tesztkörnyezet elengedhetetlen lépés a (korlátozott) közúti tesztek előtt, mivel itt lehet realizáltikus objektumok között a járműveket vizsgálni.

### FORRÁSOK:

APZ Kft. (2017): Project összefoglaló

Hamar Z., Tóth B. Pataki M. (2017): Everyday test scenario

Hamar Z. (2017): Technical presentation