

Közúti közösségi közlekedési hálózat modellezése a Transmodel szabvány felhasználásával

A kialakítás alatt álló közösségi közlekedési elektronikus jegyrendszereknek és a multimodális szolgáltatások integrált információs rendszereinek a TRANSMODEL szabvány Európában széles körben elfogadott alapját képezi.

A szabvány hazai alkalmazásra a TRANSMODEL 5.1 verziójával történt korábban kísérlet (KTI). A szerzők az újabb, 6-os változat alkalmazására tesznek javaslatot, és be is mutatnak a valós buszmenetrendből kiemelt viszonylatra egy konkrét alkalmazási példát.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.3.1

Cserhádi Balázs – Horváth Márton Tamás

Nemzeti Mobilfizetési Zrt.

e-mail: cserhati.balazs@nmzrt.hu, horvath.marton@nmzrt.hu

1. BEVEZETÉS

A Transmodel (MSZ EN 12896) számos európai közösségi közlekedési operátor vagy közlekedésért felelős irányító szervezet által alkalmazott szabvány, ami ajánlásként szolgál a közösségi közlekedés egységesített adatkezelésére a legkülönbözőbb területeken (például a közösségi közlekedési hálózat, menetrend, forda, vezénylés és viteldíjbeszedés, valamint a közlekedési adatok kontrolling felhasználása) [2].

Jelen cikk aktualitását az adja, hogy a Nemzeti Mobilfizetési Zrt. vezetésével kialakítás alatt áll a NEJP, a Helyközi Közösségi Közlekedési Információs Rendszer (HKIR) központi eleme. A Nemzeti Elektronikus Jegyrendszer Platform (NEJP) kitűzött célja, hogy az egész országra és a közösségi közlekedés minden

formájára kiterjedő megoldást nyújtson, ennek érdekében a NEJP nemzetközileg elfogadott szabványos alapokon valósul meg, a logikai alapok a Transmodel szabvány mentén kerülnek kidolgozásra.

A Transmodel sokéves és szerteágazó ipari tapasztalaton alapul, így jól használható, rugalmas eszközként szolgál a közösségi közlekedési rendszerek logikai leírása során [3], [4]. Lényeges, hogy ez egy koncepcionális szabvány, amelynek vannak kötelező és opcionális elemei is, emiatt minden egyes implementáció esetén konformitási leírással szükséges megadni a használt elemeket és a használat módját.

Jelenleg zajlik a szabvány frissítése, a legújabb, 6. verziónak a keretrendszert leíró, a közösségi közlekedési hálózati topológiára vonatkozó,

valamint menetrendi és járattervezési részei már megjelentek, több európai országban alkalmazzák is azokat, igaz, néhol egyelőre kísérleti jelleggel [5]. A megvalósulások nagy része a NeTEx (CEN/TS 16614) [6] műszaki ajánlást használja, amely a Transmodel alapjaira épült, és kifejezetten annak gyakorlati használhatóságát segíti elő azzal, hogy az elméleti modell leképezéséhez a gyakorlatban egyértelműen használható XML [7] leképzést definiál.

Olaszországban Piemont régióban készült elektronikus jegyrendszer (BIP) Transmodel alapokon, amely a közösségi közlekedési ágazatok közötti átjárhatóságot hivatott megteremteni. A BIP projekt ezenfelül a megosztott közlekedési módokra, a bike-sharingre és a car-sharingre is kiterjedt [7].

Norvégiában kifejlesztés alatt áll az egységes állami közösségi közlekedési adatrendszer, amely az országban található, körülbelül 25 szolgáltató adatait gyűjti össze és adja tovább felhasználásra szabványos formátumban. A rendszerek közötti adatcsere a Transmodel logikai alapjait használó formátumok mentén valósul meg, ezáltal az utasok egyetlen online felületet használva tudják megtervezni utazásaikat az összes szolgáltató járataival [8], [9].

Franciaországban a CHOUETTE [10] és a MobilitX [11] szoftverekben került felhasználásra a Transmodel 6. Mind a két megvalósítás célja, hogy keretrendszert biztosítson különböző tömegközlekedési operátoroktól érkező adatok valós idejű, egységes felületen történő kezelésére. A norvég és az olasz példával szemben a francia keretrendszerek nem célzottan egyetlen ország vagy régió kiszolgálására készültek, hanem elsődleges céljuk egy földrajzi területtől független platform szolgáltatása operátorok, kutatók vagy fejlesztők részére.

A Transmodel hivatalos honlapján [2] további országok mellett feltüntették a magyarországi implementációkat is, elsősorban a Volán társaságok körében megvalósult fejlesztéseket emeli ki az összefoglaló. Fontos azonban megjegyezni, hogy az előbbiekkal szemben a magyar pél-

dák a Transmodel régebbi, 5.1 verzióján (MSZ EN 12896:2006) alapulnak, ami még jóval a NeTEx (és így a Transmodel 6) megalkotása előtt született.

Általánosságban igaz a fenti alkalmazásokra az a megállapítás, hogy azok részleteit nem hozták nyilvánosságra, nem derül ki, hogy a szabvány egyes entitásait hogyan feleltették meg az adott ország vagy régió közlekedési sajátosságaival, illetve, hogy azok hogyan is használhatók hatékonyan, hogy a szabvány által kijelölt szándék teljesüljön. Konkrét implementációs példát a források nem mutatnak, így a jelen cikk célja a Transmodel szabvány 6. verziójának (EN 12896:2016) felhasználásával egy valós magyar közösségi közlekedési hálózat és a rajta megtalálható szolgáltatások egy részletének modellezése. További cél a felépített modell segítségével a szabvány felhasznált fogalmainak értelmezése és megfeleltetése a hazai személyszállítás fogalmaival.

Az általunk a Volánbusz Zrt. közszolgáltatási menetrendjében szereplő Tahitótfalu-Szigetmonostor viszonylatára felépített modell egy lehetséges – de nem kizárólagos – megoldás a szabvány alkalmazására. A példa kiválasztásakor a szempont az volt, hogy tartalmazzon speciális elemeket (pl. járatok betérőkel, hurkokkal), amikkel a Transmodel adta lehetőségek minél jobban bemutathatók. A szabványban szereplő referenciaadatmodellnek egy körülhatárolt részét értelmeztük, és erre építettük rá a modellünket. A bemutatott közösségi közlekedési hálózat nem publikus – közszolgáltatási menetrendben nem szereplő – adatköreit (pl. rezsi-/szolgáltatijarat útvonala) magunk generáltuk a szemléltetés érdekében.

A kimondottan magyar sajátosságokat is tartalmazó példa modellezése során nem fordult elő olyan eset, amit nem lehet megoldani a Transmodel által kínált referencia-adatmodellel. A modellezés során alapvető feladat a szabvány absztrakt fogalmainak és a hazai gyakorlatban használt fogalmaknak az egymással való megfeleltetése. Ez azért lényeges, mert a szabvány alkalmazásakor alapkövetelmény a közlekedési operátorok fogalmi rend-

szerének megfelelő leképezés [12]. A megfelelő fogalmi rendszer létrehozása után a fő kihívás a szabvány használatának módjában, a további elemek integrálhatóságának, felhasználhatóságának vizsgálatában, valamint a magyar környezetbe építésében látjuk.

A cikkünk további részeiben elsőként egy magyarázó célú áttekintést adunk azokról a fogalmakról, amelyeket a konkrét példa bemutatása során alkalmazunk. Ezt követően pedig a Volánbusz Zrt. szolgáltatási területéhez tartozó Tahitófalu-Szigetmonostor viszonylatot mutatjuk be, hogy miként jelenik meg Transmodel 6 alapokon.

2. TRANSMODEL FOGALMAK ÉRTELMEZÉSE HAZAI KÖRNYEZETBEN

A kutatás kiemelt része az egyes Transmodel fogalmak értelmezése és megfeleltetése a hazai személyszállítási közszolgáltatások fogalmaival. A konkrét Tahitófalu-Szigetmonostor példa ezeken a fogalmakon és értelmezéseiken alapul. Tekintve, hogy a Transmodel a magyar gyakorlathoz képest részben eltérő szemléletmódot alkalmaz, a példa könnyebb megértése érdekében elsőként a szabványban szereplő, a példa szempontjából releváns fogalmakat tekintjük át, lehetőség szerint a magyar környezetbe helyezve őket. A fogalmakat az eredeti angol nevük szerint használjuk, úgy, ahogy az a szabványban szerepel.

2.1. Referencia adatmodell lehatárolása

A szabvány referencia adatmodellje a közösségi közlekedés területeinek széles körét tartalmazza, ezekből lehatároltuk azokat a részeket, amelyekre a példánk alapul. Az adatmodellben szereplő fogalmak tartalmuk alapján különböző struktúrákba sorolhatók, amelyek egy adott terület különböző nézeteit alkotják. A példában szereplő fogalmakat a szabvány ajánlása alapján négy különböző struktúrába, vagy más néven rétegbe osztottuk, amelyek a következők:

- Általános struktúra (az ábrákon szürkével jelölve): egy gráf hálózatot leíró absztrak

takt struktúra, amelynek entitásaiból a legtöbb specifikus entitás öröklődik.

- Közúti (infra)struktúra (az ábrákon narancssárgával jelölve): a közutak és csomópontok hálózatát leíró struktúra.
- Menetfeltételek struktúrája (az ábrákon kékkkel jelölve): a szolgáltatásokhoz kapcsolódó feltételek, amelyek a járművek lehetséges mozgásait befolyásolják.
- Szolgáltatási struktúra: az elérhető személyszállítási közszolgáltatásokat leíró struktúra. Ide tartoznak a kijelölt útvonalak (az ábrákon sötétzölddel jelölve), amiken a járművek közlekedhetnek, a különféle járatminták (az ábrákon világoszölddel jelölve), amelyek a járművek haladását írják le, és a konkrét járatok is (az ábrákon citromsárgával jelölve), amelyek adott napokon közlekednek.

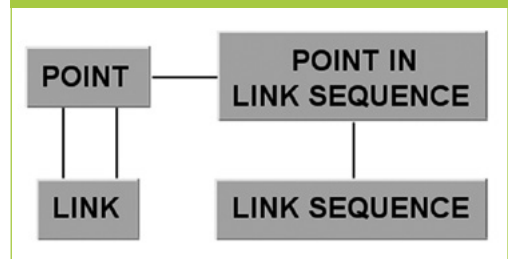
A jelen cikkben szereplő példa a teljes referenciamodellnek a hálózatot leíró részét képezi le, amit tovább lehet bővíteni újabb entitásokkal, illetve új struktúrákkal (pl. díjszabás), az aktuális alkalmazási igények szerint. A következőkben a struktúrákban értelmezett fogalmakat egyesével mutatjuk be.

2.2. Az általános struktúra fogalmai

Az általános struktúra fogalmait az 1. ábra jeleníti meg. Ebből a struktúrából öröklődik a fogalmak jelentős része, ezeket a későbbiekben mutatjuk be.

POINT (PONT): egy térbeli kiterjedés nélküli hálózati csomópont, amelyet a hálózat terü-

1. ábra: Az általános struktúra felhasznált fogalmai



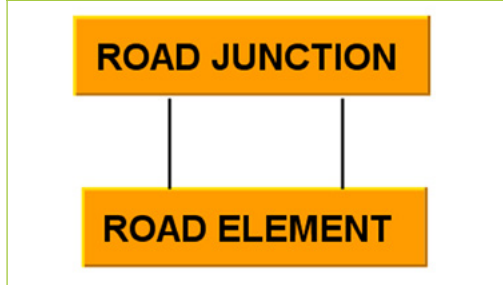
ti leírásához használnak, tehát a POINT-hoz mindig tartozik egy lokáció, amely alapján egy vonatkoztatási rendszerben el lehet helyezni. A példában több altípusa is szerepel a POINT-nak, mint például a megállóhely, időzítési pont vagy útvonal egy – valamely oknál fogva kiemelt – pontja. A szabvány tartalmaz ezek mellett egyéb altípusokat is, illetve nyitva hagyja a lehetőséget további altípusok igény szerinti definiálására.

LINK (SZAKASZ): egy 1 dimenziós irányított térbeli tárgy egy hálózat átfogó jellemzése céljából, amely két POINT közötti kapcsolatot ír le. A példában három darab eltérő tulajdonságokkal bíró altípusa szerepel a LINK-nek: SERVICE LINK (megállók közötti szolgáltatási szakasz), TIMING LINK (adott szakaszon a menetidőt meghatározó szakasz), ROUTE LINK (a jármű útvonalának egy szakasza).

LINK SEQUENCE (SZAKASZSORREND): Általános fogalom, amely egy hálózaton keresztül egy utat meghatározó POINT-okból vagy LINK-ekből álló rendezett sorozat. A példában POINT-ok sorozatából állnak össze a LINK SEQUENCE-k. Ilyen LINK SEQUENCE típusú például a ROUTE (vonalvezetés) vagy a JOURNEY PATTERN (egy járat munkavégzési sablonja).

POINT IN LINK SEQUENCE (SZAKASZSORRENDEN LÉVŐ PONT): Egy adott POINT sorrendiségét jelöli egy adott LINK SEQUENCE-ben. Egy gráfon található POINT-ot többször is érinthet egy LINK SEQUENCE, így szükség

2. ábra: A közúti struktúra felhasznált fogalmai



van a POINT és a LINK SEQUENCE között egy entitásra, amivel minden érintett POINT egyedi módon és meghatározott sorrendben azonosítható a LINK SEQUENCE-ben.

2.3. A közúti struktúra fogalmai

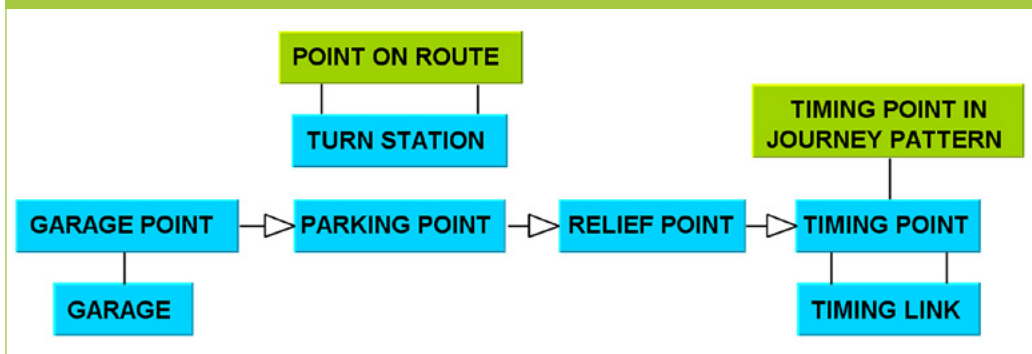
A közúti struktúra fogalmait a 2. ábra jeleníti meg. Ez a struktúra vetítésekkel kapcsolódik a szolgáltatási struktúrához, aminek módját a cikk későbbi részében mutatjuk be.

ROAD JUNCTION (KÖZÚTI CSOMÓPONT): Egy közúti hálózat leírásához használt POINT típusú infrastruktúra-pont.

2.4. A menetfeltételek struktúra fogalmai

A menetfeltételek struktúra fogalmait és kapcsolódásukat a szolgáltatási struktúrával a 3. ábra jeleníti meg.

3. ábra: A menetfeltételek struktúra felhasznált fogalmai



TIMING POINT (IDŐZÍTÉSI PONT): Egy olyan POINT, amelyhez a menetrendekben (szolgálati, vagy közszolgálati) vagy közlekedési rendben szükséges időzítési információ rögzíthető (pl. várakozási idő, érkezési/indulási idő).

TIMING LINK (IDŐZÍTÉSI SZAKASZ): TIMING POINT-ok egy sorba rendezett párja közötti irányított LINK, amelyhez menetidők rögzíthetők.

RELIEF POINT (JÁRMŰVEZETŐ-VÁLTÁSI PONT): TIMING POINT egy olyan altípusa, ahol pihenésre van lehetőség, vagy ahol a járművezető átveheti vagy átadhatja a járművet. A jármű adott esetben használaton kívül maradhat, de jellemzően rövid időre.

PARKING POINT (PARKOLÓHELY): RELIEF POINT egy olyan altípusa, ahol a járművek hosszú ideig használaton kívül maradhatnak. PARKING POINT-ok segítségével kijelölhető egy meghatározott időközre (pl. egy napra) a járművek teljes tevékenységének kezdő- és végpontja.

GARAGE POINT (GARÁZS PONT): A PARKING POINT-nak egy GARAGE-ban található altípusa.

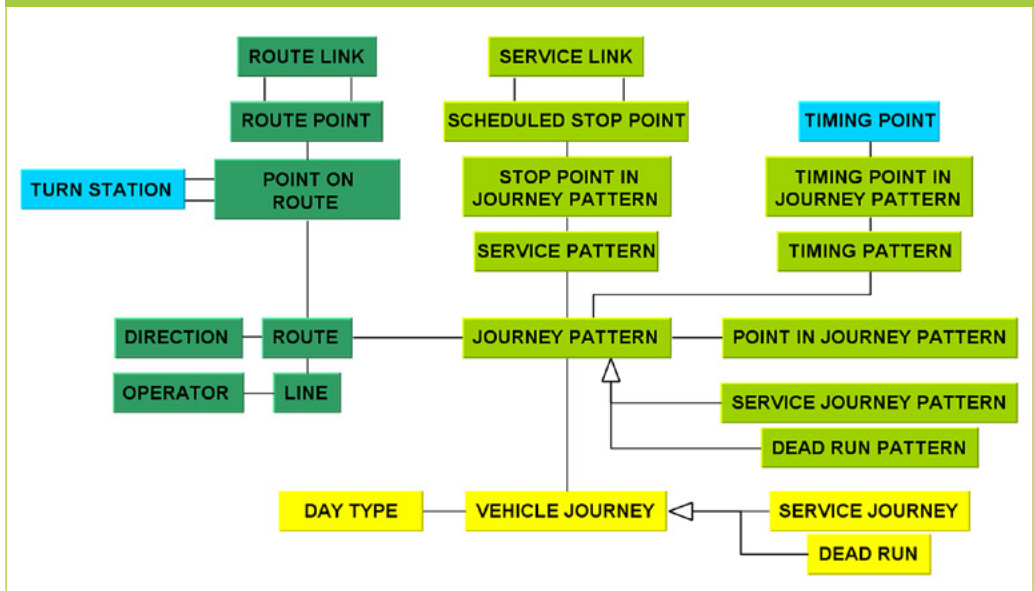
GARAGE (GARÁZS): A járművek tárolására, tisztítására, karbantartására, javítására stb. használt létesítmény (pl. telephely, kocsiszín).

TURN STATION (FORDULÓHELY): Egy hely (pl. végállomáson buszforduló vagy metróállomáson fordítóvágány), ahol egy jármű megfordíthatja a haladási irányát egy ROUTE-ról egy másik, vele ellentétes irányú ROUTE-ra. A TURN STATION összeköti két különböző ROUTE 1-1 POINT ON ROUTE-ját abból a célból, hogy közöttük egy lehetséges forduló kijelöljön.

2.5. A szolgáltatási struktúra fogalmai

A szolgáltatási struktúra fogalmait a 4. ábra jeleníti meg. Ezen belül elkülöníthető az útvonalakat (más néven vonalvezetést), a járatmintákat és a járatokat/rezsi járatokat leíró rész. Ezekkel az elemekkel írhatók le a hazai

4. ábra: A szolgáltatási struktúra felhasznált fogalmai



terminológiában szakaszhálózatnak és viszonylathálózatnak nevezett részek. Ezekből a konkrét menetrend még nem állítható elő teljes mértékben, ehhez ugyanis további elemek hozzárendelésére van szükség, amelyek az időzítésekre vonatkozó konkrét információkat hordozzák. Az ábra tartalmazza még a menetfeltételek struktúrával való kapcsolódásokat is (késsel).

2.5.1. Az útvonal felépítésének fogalmai

ROUTE POINT (ÚTVONALI PONT): A hálózaton keresztül egy közúti, vasúti stb. hálózaton keresztül vezető egyedi útvonal formájának (nyomvonalának) meghatározásához használt POINT.

ROUTE LINK (ÚTVONALI SZAKASZ): Egy irányított LINK két ROUTE POINT között, amely lehetővé teszi egy hálózaton keresztül egy egyedi út meghatározását.

POINT ON ROUTE (ÚTVONALI KÖZTES PONT): Egy ROUTE-hoz tartozó ROUTE POINT sorrendiségét jelöli ki az adott ROUTE-on. Mivel a ROUTE bonyolultabb nyomvonalat is felvehet (pl. hurok, betérő), ezért bizonyos ROUTE POINT-okat többször is érinthet, ekkor egyazon ROUTE POINT több POINT ON ROUTE-hoz is tartozik. Az egyértelmű sorrend és vonalvezetés miatt szükséges a POINT ON ROUTE-ok definiálása.

ROUTE (ÚTVONAL, VONALVEZETÉS): meghatározott ROUTE POINT-ok sorba rendezett listája, amely egy közúti, vasúti stb. hálózaton keresztül vezető egyedi útvonalat határoz meg. Egy ROUTE ugyanazon a ROUTE POINT-on keresztül egynél több alkalommal is áthaladhat, ami a betérők és hurkok felépítése miatt szükséges. A ROUTE-nak van irányultsága, amit egy DIRECTION hozzárendelésével lehet meghatározni.

DIRECTION (IRÁNY): A ROUTE-ok általános orientációjának osztályozására használható, ezzel definiálhatók az oda- és visszairányú ROUTE-ok.

LINE (VONAL): valamilyen rendező elv szerint összetartozó ROUTE-ok egy olyan csoportja, amelyet az utazóközönség hasonló név vagy szám alapján ismer. Ilyen a példánkban szereplő 895-ös helyközi autóbuszvonal Budapest és Szigetmonostor között. A hazai gyakorlatban a helyi közlekedésben egy LINE alá rendszerint nem tartozik nagyszámú ROUTE (pl. egy metróvonal rendszerint egy ROUTE-tal rendelkezik, de pl. egy betétjárat esetén már érdemes lenne még egy ROUTE-ot definiálni). Egy LINE-hoz tartozó ROUTE-ok ismertetésére a későbbiekben konkrét példát mutat be a jelen cikk, a 895-ös LINE-hoz tartozó különböző ROUTE-ok példáján (pl. csak Pócsmegerre betérő ROUTE vagy Pócsmegerre és Surányba is betérő ROUTE); a részletes ábra a cikk későbbi szakaszában).

OPERATOR (SZOLGÁLTATÓ): Személyszállítási közszolgáltatásokat ellátó szervezet. Egy LINE-hoz mindig tartozik egy adott OPERATOR, aki azért a LINE-ért felelős, de ezen kívül további OPERATOR-ok is kapcsolódhatnak egy adott LINE-hoz, akiknek a járatai azon a LINE-on megjelennek, ez a hazai helyközi autóbuszos közlekedésben is hasonlóan működik.

2.5.2. A járatminták (konkrét járatok által alkalmazható minták) felépítésének fogalmai

SCHEDULED STOP POINT (MENETRENDI MEGÁLLÓ): Egy POINT típusú entitás, amely menetrendi megállóhelyet jelent, ahol az utasok fel-, illetve leszállhatnak. A megállóhelyek fizikai felépítésére külön entitások szolgálnak (pl. egy azonos név alatt szereplő megállóhelyhez tartozóan az út két oldalán hol található az ellentétes irányokhoz tartozó buszmegálló és a hozzájuk tartozó buszöblök, vagy egy pályaudvaron hogyan helyezkednek el a kocsállások, azokat hogyan lehet megközelíteni stb.). A SCHEDULED STOP POINT ilyen szempontból nem a fizikai felépítést tartalmazza, tehát önmagában nem mondja meg, hogy a menetrendben név szerint szereplő megállóhely (ami lehet akár egy komplett pályaudvar is) fizikailag hogyan és hány elemből épül fel.

SERVICE LINK (SZOLGÁLTATÁSI SZAKASZ): Két SCHEDULED STOP POINT-ot összekötő irányított LINK, amely az ezek közötti szolgáltatást (utazási lehetőséget) képezi le.

JOURNEY PATTERN (JÁRATMINTA): SCHEDULED STOP POINT-ok és TIMING POINT-ok sorba rendezett listája, amely a járatok üzemeltetési mintáját írja le egy adott ROUTE mentén. Ez egy absztrakt fogalom, egy mintát foglal magába, amit egy-egy konkrét menet alkalmazhat, miközben bejár egy adott útvonalat/vonalvezetést. Egy JOURNEY PATTERN ugyanazon a POINT-on egynél többször is áthaladhat. A JOURNEY PATTERN első pontja a kiindulási pont, az utolsó pont az úticél. A Transmodel két altípust nevesíti (DEAD RUN PATTERN – rezsijáratminta és SERVICE JOURNEY PATTERN – szolgáltatási járatminta), de további altípusok is létrehozhatók.

STOP POINT IN JOURNEY PATTERN (JÁRATMINTÁBAN LÉVŐ MEGÁLLÓ): Egy olyan sorrendben lévő POINT egy JOURNEY PATTERN-ben, amely egy SCHEDULED STOP POINT. Ennek használatával egy SCHEDULED STOP POINT sorrendje adott egy JOURNEY PATTERN-en belül, és így akár többször is szerepelhet benne (például, ha hurkot vagy betérőt tartalmaz a JOURNEY PATTERN).

SERVICE PATTERN (SZOLGÁLTATÁSI MINTA): A JOURNEY PATTERN alcsoportja, amely kizárólag a STOP POINT IN JOURNEY PATTERN-ek sorozatából áll, tehát az érintett megállóhelyek sorozatát adja meg.

TIMING POINT IN JOURNEY PATTERN (JÁRATMINTÁBAN LÉVŐ IDŐZÍTÉSI PONT): Egy olyan sorrendben lévő POINT egy JOURNEY PATTERN-ben, amely egy TIMING POINT (tehát valamilyen időértéket rendelünk hozzá). Az entitás használatával egy TIMING POINT sorrendje adott egy JOURNEY PATTERN-en belül, és így akár többször is szerepelhet benne (például, ha hurkot vagy betérőt tartalmaz a JOURNEY PATTERN).

TIMING PATTERN (IDŐZÍTÉSI MINTA): A JOURNEY PATTERN alcsoportja, amely

kizárólag a TIMING POINT IN JOURNEY PATTERN-ek sorozatából áll, tehát megadja, hogy a ROUTE-on haladó járműnek egyes kijelölt referenciapontokat mikor kell érintenie.

POINT IN JOURNEY PATTERN (JÁRATMINTÁBAN LÉVŐ PONT): SCHEDULED STOP POINT-ok és TIMING POINT-ok sorrendjét jelöli ki egy adott JOURNEY PATTERN-ben. Ennek használatával egy POINT sorrendje adott egy JOURNEY PATTERN-en belül, és így akár többször is szerepelhet benne (pl. ha hurkot vagy betérőt tartalmaz a JOURNEY PATTERN).

SERVICE JOURNEY PATTERN (SZOLGÁLTATÁSI JÁRATMINTA): A JOURNEY PATTERN altípusa. Egy utasokat szállító (szolgáltatást teljesítő) járat egy adott JOURNEY PATTERN szerint közlekedik egy adott ROUTE mentén.

DEAD RUN PATTERN (REZSI JÁRATMINTA): A JOURNEY PATTERN egy altípusa. A rezsijáratok egy adott DEAD RUN PATTERN szerint közlekednek egy adott ROUTE mentén. Egy DEAD RUN PATTERN-t több különböző rezsijárat is alkalmazhat.

2.5.3. A járat/rezsi (szolgálati)járat felépítésének fogalmai

VEHICLE JOURNEY (JÁRMŰ MENET): Egy közösségi közlekedési jármű tervezett haladása egy meghatározott ROUTE-on, amin egy adott JOURNEY PATTERN szerint közlekedik, valamint csak adott DAY TYPE-(ok)on jár. A VEHICLE JOURNEY-k írják le a jármű napi tevékenységét. Egy ilyen VEHICLE JOURNEY-hez és az általa érintett konkrét POINT IN JOURNEY PATTERN-ekhez lehet hozzárendelni a menetrendi időket, amikhez a referencia adatmodell külön elemeket használ.

DAY TYPE (NAPTÍPUS): Olyan naptípus, amelyet egy vagy több olyan tulajdonság jellemez, amely hatással van a személyszállítási közszolgáltatások működésére. Például: a hetek utolsó iskolai előadási napja.

SERVICE JOURNEY (SZOLGÁLTATÁSI JÁRAT): a VEHICLE JOURNEY azon altípusa, amely utasokat szállít. A SERVICE JOURNEY-eket közléteszik az utasok számára (az utastájékoztató különféle eszközeivel). A SERVICE JOURNEY a hazai helyközi autóbuszos közlekedésben az utasokat szállító járatnak feleltethető meg.

DEAD RUN (REZSIJÁRAT): VEHICLE JOURNEY azon altípusa, amely szolgáltatáson kívül van (nem szállít utasokat).

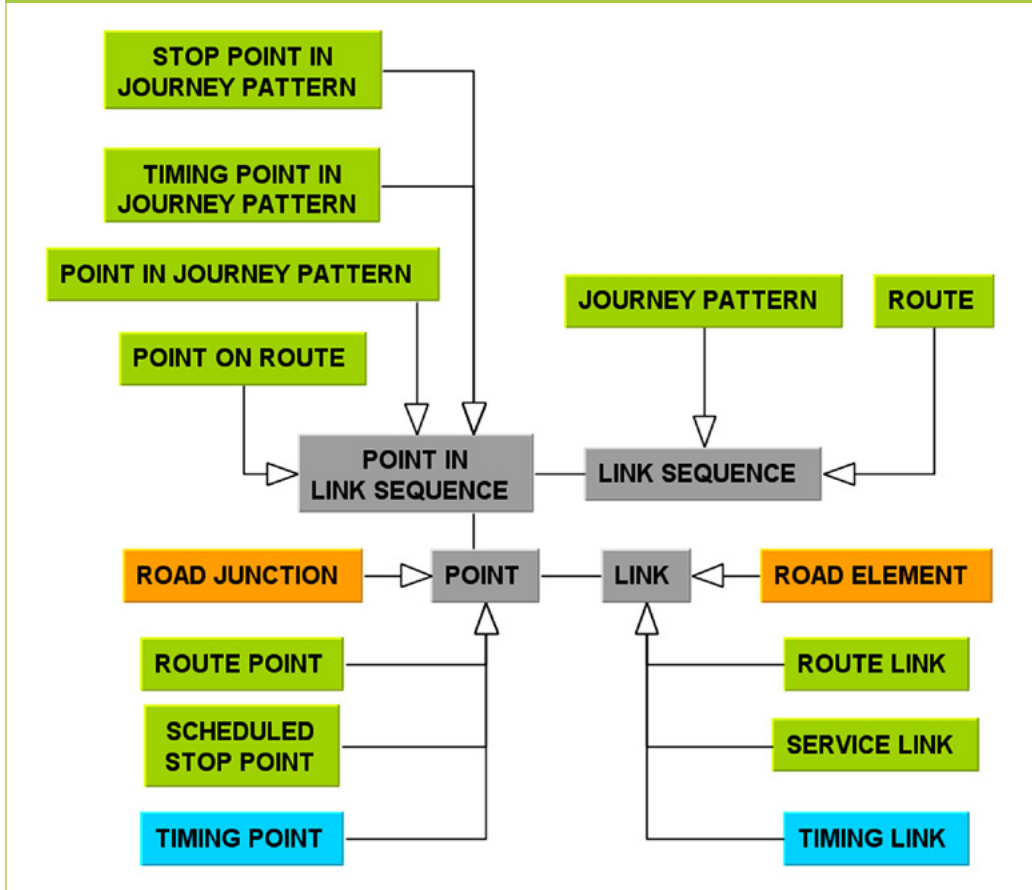
2.6. Entitások öröklődése

Az 5. ábra mutatja be azokat az entitásokat, amelyek az általános entitásokból öröklődnek.

Az általános entitások az ábrán szürkék. Az ábra a példában alkalmazott megoldást jeleníti meg (a teljes referencia adatmodell több lehetőséget kínál). Az általános entitásokra igaz, hogy a LINK-ek mindig egy kezdő és befejező POINT között értelmezettek. A LINK SEQUENCE a példában POINT-ok meghatározott sorrendű sorozatából, azaz POINT IN LINK SEQUENCE-ekből áll. Ahhoz, hogy egy LINK SEQUENCE-t POINT-ok sorozatából egyértelműen lehessen leírni, teljesülnie kell annak, hogy két POINT-ot csak egy LINK köthet össze, ez a példában szereplő JOURNEY PATTERN és ROUTE esetén is teljesül (a szabvány szerint).

Az ábra nem jelöli a LINK SEQUENCE másik lehetséges felírását (LINK SEQUENCE felépi-

5. ábra: A hálózati entitások öröklődése általános entitásokból



tése LINK-ek rendezett sorozatából), amelyet azokban az esetekben kell alkalmazni, ha két POINT között egynél több LINK is lehet (többszörös él a gráfban). Egy ilyen hálózaton a POINT-ok sorozatából felépített LINK SEQUENCE nem lenne egyértelműen meghatározható, hiszen olyan POINT-okon halad keresztül, amiket több LINK is összeköt.

2.7. Vetítés a struktúrák között

Az objektumok vetítéseinek segítségével olyan kapcsolatokat (összerendelést) lehet létrehozni a különböző struktúrák között, amelyek a különböző struktúrákban lévő objektumok saját tulajdonságait nem befolyásolják (azok továbbra is önállóan kezelhetők egymástól függetlenül), ugyanakkor az összerendelés segítségével az egyes rétegek közötti egymásra hatások leírhatók. Előfordulhat például, hogy egy ROAD ELEMENT ideiglenesen nem elérhető (pl. útfelújítás miatt lezárják azt az útszakaszt), amin így az ott áthaladó ROUTE-okat nem tudják bejárni a járművek. Tehát az útszakasz lezárása azonnal maga után vonhatja, hogy a rajta áthaladó vonalvezetések se lesznek elérhetők, és így az ezekre tervezett járatok se tudnak ott közlekedni, amíg tart az útlezárás. A rétegek alkalmazása és a közöttük lévő megfelelően kialakított vetítések tehát segíthetik a különböző közlekedési rendszerek közötti együttműködést.

A 6. ábra összefoglalja, hogy a példában az egyes rétegek entitásait melyik másik entításokra lehet vetíteni, így teremtve meg a kap-

csolatot a különböző rétegek között. A vetítés során a vetítendő entitás rétegét hívjuk forrásrétegnek, a levetítés rétegét pedig a célrétegnek. A POINT típusú entításokat a forrásrétegből a célréteg egy POINT vagy LINK típusú entítására lehet levetíteni, míg a LINK típusú entításokat a forrásrétegből a célréteg egy LINK SEQUENCE típusú entítására (a példában ROUTE-ra) lehet levetíteni.

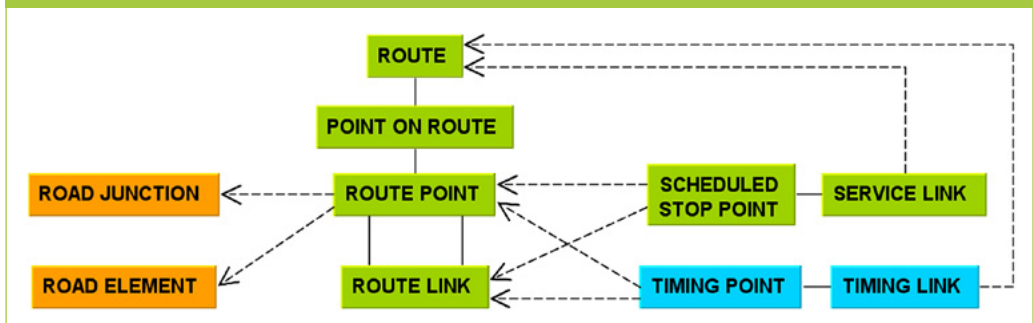
A példában a következő vetítésekkel kapcsoltuk össze a közúti, a szolgáltatási és a menetfeltételek rétegeit:

- SCHEDULED STOP POINT-ok, TIMING POINT-ok vetítése ROUTE POINT-ra, ROUTE LINK-re
- SERVICE LINK-ek, TIMING LINK-ek vetítése ROUTE LINK-ek sorozatára (ROUTE-ra).
- ROUTE POINT-ok vetítése ROAD JUNCTION-re, ROAD ELEMENT-re

POINT vetítése POINT-ra a legegyszerűbb eset. Gyakorlatilag annyit jelent, hogy egy hivatkozással össze lehet rendelni a forrás- és a célréteg két POINT-ját, jelölve, hogy melyik lett melyikre vetítve.

POINT vetítése LINK-re úgy történhet, mint a POINT vetítése POINT-ra, azzal a többlettel, hogy meg kell adni a levetített POINT elhelyezkedését a cél LINK-en. Erre több megoldás alkalmazható például történhet úgy, hogy megadjuk, hogy a LINK-re levetített POINT hol helyezkedik el (milyen távolságra találha-

6. ábra: POINT és LINK típusú entítások vetítése a példa hálózaton



tó) a LINK kezdőpontjához képest. Ezt a távolságot az adott LINK szempontjából (tehát a célrétgen) értelmezzük.

LINK vetítésénél annak kezdő és befejező POINT-jait vetítettük egy LINK SEQUENCE-re, hasonló elven, ahogy POINT-ot kell vetíteni LINK-re (lényegében a LINK vetítése visszavezethető POINT-ok vetítésére). A levetítendő LINK kezdő és befejező POINT-jai a következő változatokban kerülhet levetítésre a LINK SEQUENCE-re:

- LINK SEQUENCE egyazon LINK-jén lesznek,
- LINK SEQUENCE két egymás után következő LINK- jén lesznek,
- LINK SEQUENCE két nem egymás után következő LINK-jén lesznek.

Például, ha egy SERVICE LINK elég hosszú, előfordulhat, hogy több ROUTE LINK-et is

„lefed” a vetítés után. Fontos, hogy a levetített LINK követi annak a LINK SEQUENCE-nek a geometriai alakját, amire vetítettük.

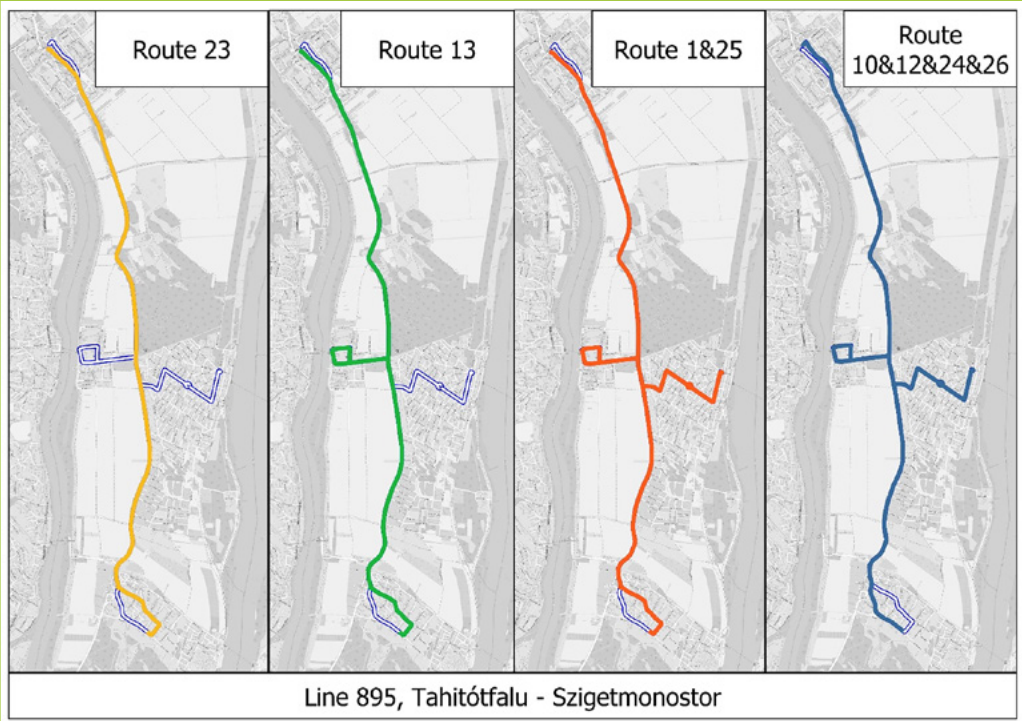
3. A HÁLÓZATI PÉLDA BEMUTATÁSA

3.1. A példa lehatárolása

Maga a példa a 895-ös helyközi autóbusz vonalat veszi alapul, amely a Budapest – Szentendre – Tahitótfalu – Surány – Szigetmonostor településeket érinti, ezen a vonalon a valóságban több járat biztosítja a szolgáltatást egymástól többé vagy kevésbé eltérő útvonalakon.

Az egyszerűség kedvéért maga a példa a 895-ös LINE-nak a Tahitótfalu – Szigetmonostor viszonylatához tartozó 4 db ROUTE-ot veszi figyelembe, amiken a SERVICE JOURNEY-k közlekedhetnek, az ilyen módon figyelembe vett útvonalakat a 7. ábra mutatja.

7. ábra: ROUTE-ok Tahitótfalu - Szigetmonostor viszonylatban, a számozás a menetrendben meghatározott szolgáltatási járatokat (SERVICE JOURNEY-eket) jelzi, amelyek az adott ROUTE-on haladnak



A példa szempontjából az útvonalak fő jellemzői az alábbiak:

- 1. ROUTE (odairány): Tahitótfalu – Szigetmonostor (nem tér be más településre, a főúton halad végig), a Volánbusz hivatalos menetrendje szerint a 23-as SERVICE JOURNEY halad ezen a ROUTE-on.
- 2. ROUTE (odairány): Tahitótfalu – Pócsmegyer – Szigetmonostor (betér Pócsmegyerre), a Volánbusz hivatalos menetrendje szerint a 13-as SERVICE JOURNEY halad ezen a ROUTE-on. (A későbbiekben ez kerül részletes kifejtésre.)
- 3. ROUTE (odairány): Tahitótfalu – Pócsmegyer – Surány – Szigetmonostor (betér Pócsmegyerre és Surányra is), a Volánbusz hivatalos menetrendje szerint a 1-es és 25-ös SERVICE JOURNEY-k haladnak ezen a ROUTE-on.
- 4. ROUTE (visszairány): Szigetmonostor – Surány – Pócsmegyer – Tahitótfalu (betér Pócsmegyerre és Surányra is), Volánbusz Zrt. hivatalos menetrendje szerint a 10, 12, 24, 26-os SERVICE JOURNEY-k haladnak ezen a ROUTE-on. (Minden „visszairányban” haladó SERVICE JOURNEY betér mindkét településre, függetlenül attól, hogy odairányban betért-e.)

A következő részben a 2. (zöld) ROUTE-on szolgáltatást nyújtó VEHICLE JOURNEY részletekbe menő ismertetésére kerül sor. A szemléltetés kedvéért a ROUTE-hoz egy DEAD RUN-t és egy hozzá tartozó ROUTE-ot a cikk szerzői generáltak (ezek tehát nem valós adatokon alapulnak). A jármű ezen a ROUTE-on halad a „tárolási helye” (GARAGE POINT) és a SERVICE JOURNEY PATTERN-ekhez tartozó ROUTE-ok „kezdőpontjai” vagy „végpontjai” között, a példában ez a ROUTE Tahitótfalun belül került kijelölésre.

3.2. A szolgáltatási és menetfeltételek struktúráinak bemutatása

A példa egy SERVICE JOURNEY PATTERN-t, és egy DEAD RUN PATTERN-t tartal-

maz, ezek 1-1 ROUTE-hoz kapcsolódnak. A DEAD RUN PATTERN alá tartozó ROUTE a GARAGE-ból tart a SERVICE JOURNEY PATTERN alá tartozó ROUTE kezdő pontjába (TP –TIMING POINT 10-ből a TP01-be), ezt mutatja a 8. ábra.

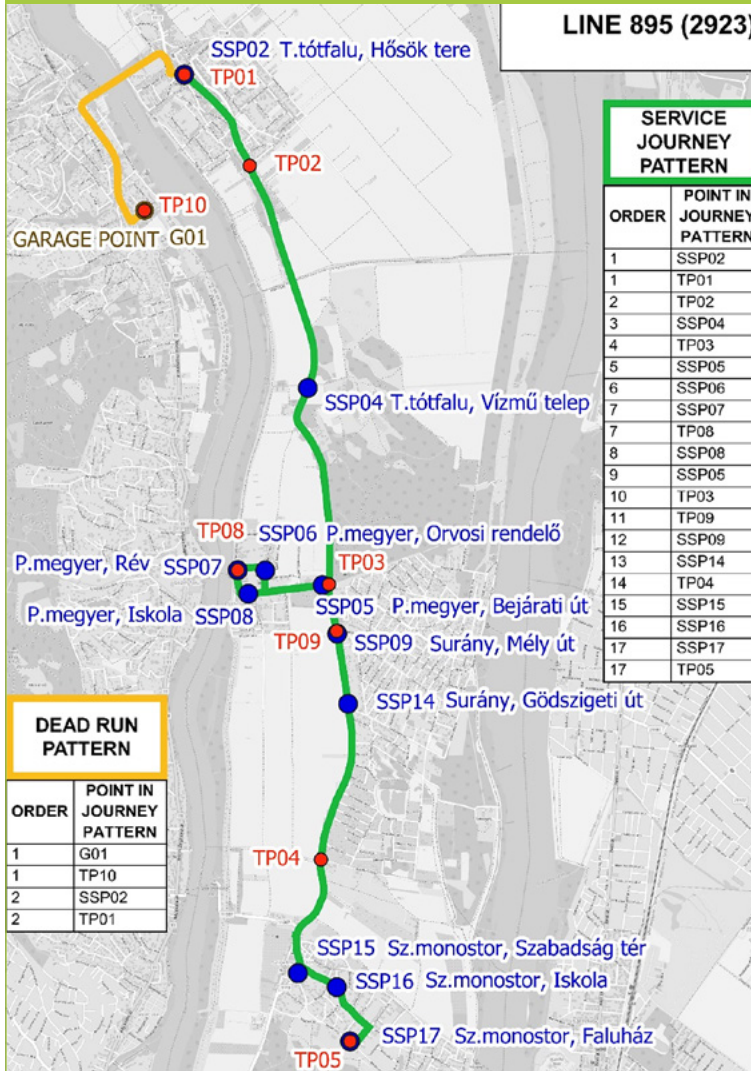
Először a szolgáltatási réteg alapját képező ROUTE-okat készítettük el ROUTE POINT-ok rögzítésével, ezeket különböző szempontok szerint lehet létrehozni és elhelyezni. Nem létezik egyetlen egy szabály sem, amely előírná, hogy hova kell, és hova nem kell ROUTE POINT a hálózaton. Azonban egy adott megvalósításnál javasolt egy következetes szabályrendszer alkalmazása a ROUTE POINT-ok kijelölésére.

A példában a ROUTE POINT-okat ott határoztuk meg, ahol a ROUTE-nak jellegzetes irányváltoztatása van a közúthálózaton. Tehát pl. ha a ROUTE egy útkereszteződésben befordul egy másik utcába, ott szerepel egy ROUTE POINT, de pl. egy olyan SCHEDULED STOP POINT-nál, ami egy egyenes útszakaszon található, nem tartozik ROUTE POINT. Amennyiben a ROUTE egyenesen (irányváltoztatás nélkül) halad át a kereszteződésen, akkor ahhoz a kereszteződéshez nem került ROUTE POINT. Tehát a ROUTE POINT-ok meghatározásához szükséges megfelelően figyelembe venni a közúthálózati réteg entitásait (ROAD JUNCTION, ROAD ELEMENT).

A ROUTE POINT-ok rögzítése után mindegyik ROUTE POINT-hoz hozzá lett rendelve egy POINT ON ROUTE, amik egy adott ROUTE-hoz tartoznak. Ezzel egyértelműen meghatározásra kerültek, hogy melyik ROUTE POINT-ok melyik ROUTE-okhoz tartoznak, és azon milyen sorrendben következnek egymás után.

Két ROUTE POINT között definiálásra kerültek a ROUTE LINK-ek, egy ROUTE LINK rendelkezik egy kezdő és egy végponttal, illetve irányultsággal. Lényeges, hogy két ROUTE POINT között csak egy adott ROUTE LINK lehet. Ha két ROUTE POINT között több eljutási lehetőséget kell leírni, akkor mindegyikhez új ROUTE LINK-et kell felvenni a

8. ábra: Journey pattern



SERVICE JOURNEY PATTERN-t (az ábrán zölddel jelölve).

A JOURNEY PATTERN-ek kezdő és végpontjain, illetve néhány köztes pontján lett létrehozva TIMING POINT, amiket az ábrán a TP01, TP02, ... pontok jelölnek, ezek segítségével például várakozási időket lehet meghatározni. Lényeges, hogy ezeket az időinformációkat nem közvetlenül a TIMING POINT-hoz hanem a POINT IN JOURNEY PATTERN-hez érdemes rendelni (ami adott TIMING POINT-ra hivatkozik), így ugyanannál a POINT-nál akár minden egyes JOURNEY PATTERN-hez eltérő idő információk határozhatók meg.

A JOURNEY PATTERN felírására két eltérő, de egyenértékű mód van a szabvány szerint:

- Az egyik eset, amikor POINT IN JOURNEY PATTERN-ekbe rendezve felsoroltuk az egymás után következő SCHEDULED STOP POINT-okat és TIMING POINT-okat vegyesen. A 8. ábrán ez a megoldás szerepel.
- A másik módszer szerint a SCHEDULED STOP POINT-ok rendezett sorozata SERVICE PATTERN-t, míg a TIMING POINT-ok rendezett sorozata TIMING PATTERN-t képez. Ennek gyakorlati haszna van. Adott esetben hol az egyik PATTERN-re, hol

hozzájuk tartozó új ROUTE POINT-okkal együtt. A ROUTE LINK egyik alapvető szerepe, hogy távolságokat lehet rendelni hozzá. A 8. ábrán szereplő zölddel és sárgával jelölt JOURNEY PATTERN-ek alakjai az alájuk tartozó ROUTE-ok alakját vették fel a vetítéseknek köszönhetően.

A ROUTE-ok elkészítése után egy-egy ROUTE-hoz kapcsolódóan elkészítettük a DEAD RUN PATTERN-t (az ábrán sárgával jelölve) és a

pedig a másakra lehet szükség. Pl. egy utastájékoztatási szolgáltatás a SERVICE PATTERN felhasználásával juttat el információkat az utasoknak, a TIMING PATTERN pedig például a járat tervezésénél használható fel.

A SCHEDULED STOP POINT (az ábrán SSP01, SSP02, ... módon jelölve) *ForBoarding* (felszállás) és *ForAlighting* (leszállás) tulajdonságai fizikailag értelmezendők, nem járatok szintjén, tehát azt jelentik, hogy fizikailag lehetséges-e az adott megállóban a fel-, illetve leszállás.

A járatok szintjén is megadhatók a fel- és leszállási lehetőségek, ebben az esetben a STOP POINT IN JOURNEY PATTERN-ek tulajdonságaiként adhatók meg, hogy az adott megállóban egy adott JOURNEY PATTERN esetében engedélyezett-e a fel-, illetve leszállás.

A fel- és leszállási lehetőségek még részletesebb szinten is megadhatók a VEHICLE JOURNEY szintjén (adott ROUTE-on, JOURNEY PATTERN-en és DAY TYPE-on közlekedik). Például ezzel már az is megadható lenne, hogy egy adott megállóhelyen egy adott JOURNEY PATTERN-t teljesítő jármű hátsó végén megálljon a felszálló utasok miatt, de hétköznap már nem.

A fentiek alapján megállapítható, hogy egy adott tulajdonságot több különböző szinten lévő entitás is megkaphat, de ez által az adott tulajdonság is más (néha igen eltérő) értelmet nyer.

Előfordulhat, hogy egy SCHEDULED STOP POINT és egy TIMING POINT azonos helyen van, például a 8. ábrán az SSP07 és a TP08. Ha a SERVICE JOURNEY PATTERN ilyen egymást fedő pontokat érint, ez esetben az egymást fedő pontok nem kapnak külön sorszámot (*Order*), hiszen egyszerre érinti őket a jármű (lásd a 8. ábrán szereplő táblázatokat).

A DEAD RUN PATTERN hasonló módon épül fel, mint a SERVICE JOURNEY PATTERN, lévén, hogy mind a kettő a JOURNEY PATTERN altípusai.

A DEAD RUN PATTERN-t egy SCHEDULED STOP POINT-ból és TIMING POINT-okból építettük fel. A TIMING POINT egyes további altípusait kifejezetten a DEAD RUN PATTERN-ek leírásakor érdemes felhasználni: GARAGE POINT (a 8. ábrán GP01-ként jelölve), PARKING POINT, RELIEF POINT. A különböző altípusú POINT-ok jól átgondolt rögzítése segíti a menetrendtervezést, a jármű és járművezető-beosztás optimalizálását, hiszen ezekkel különféle adottságú helyszínek (pl. járművezető lakhelye, ahová leparkolhat a járművel a műszak végén) jelölhetők ki és rögzíthetők a közlekedési hálózathoz.

4. ÖSSZEFOGLALÓ

A Transmodel absztrakt módon írja le a közösségi közlekedést kiszolgáló információs rendszerek adatmodelljeit. Ez azért szükséges, hogy a legkülönbözőbb igények modellezése is lehetővé váljon. Bizonyos entitások nem feleltethetők meg egy az egyben a közlekedési szakmában ismert és használt entitásoknak. Például a POINT ON ROUTE önmagában nem egy különálló közlekedési fogalom, hanem a ROUTE POINT-ok egy nézete csak, és arra szolgál, hogy minden egyes ROUTE kijelölésekor egyértelműen sorba lehessen rendezni a hozzájuk tartozó ROUTE POINT-okat.

Az absztrakt felépítés mellett a modell rugalmasságát további megoldások is fokozzák, mint például az egymásból öröklődő entitások (pl. POINT, TIMING POINT, RELIEF POINT, PARKING POINT, GARAGE POINT) vagy a struktúrák egymásra vetítése (pl. egy ROUTE POINT vetítése egy ROAD ELEMENT-re).

Összefoglalva, az adatmodell alkalmas a közösségi közlekedésre jellemző számos kivételt és egyedi kialakítást leképezni és egységesen kezelni, például a következőket is:

- Egy adott vonal olyan járatai, amelyek a bejárat útvonaluk során betérővel érintenek egy települést, és az iskolaszüneti időszak munkaszüneti napjain nem térnek be oda a délután induló, vissza irányon közlekedő járatok.

- Egy adott vonal járataira egy adott településen belül az érintett megállóhelyeken fel- és leszállás lehetséges, de a település határain kívüli megállóhelyeken odairányon (településből kifelé) csak leszállás, míg visszairányon (település felé) pedig csak felszállás megengedett. Egyébként pedig más vonalak járataira mindegyik településen kívüli megállóban is lehetséges a fel- és leszállás oda és visszairányon is.

Az ismert rugalmasság körültekintést igényel a referenciaadat-modell értelmezése és alkalmazása során. Az egyes entitásoknak, mint például egy megállóhelynek, sokféle nézete lehet, és mindegyik külön-külön tulajdonságokkal ruházható fel.

A szabvány nem írja elő kötelezően a teljes adatmodell átvételét, de az se lehet vezérelv, hogy egy minimális részt választunk ki belőle, amivel egy adott közlekedési rendszer adatmodellje még éppen megvalósítható. A minimális lehatárolás ugyanis az adott rendszerre lehet, hogy elegendő, de a későbbiekben problémát okozhat, ha bővíteni kell azt, vagy hozzá kell kapcsolni más közlekedési rendszereket (pl. viteldíjbeszedés rendszere).

A szabvány egyik kitűzött célja az, hogy elősegítse interoperábilis közlekedési rendszerek fejlesztését. Ezt nehezíti, hogy a szabvány sokféle megvalósítási formát tesz lehetővé, mivel csak egy koncepcionális adatmodellt kínál, nem pedig egy konkrét megvalósítást. A Transmodel rugalmasan használható, ami azt jelenti, hogy nincs előírva kötelezően az összes elem megvalósítása. Kihagyhatók egyes nem kötelező entitások, de akár létrehozhatók teljesen újak is, ezek miatt különösen fontos a fejlesztés során a **precíz dokumentálás**, hogy utólag nyomon követhető legyen, hogy egy adott információs rendszerben a Transmodel melyik része lett, illetve nem lett implementálva.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a Nemzeti Mobilfizetési Zrt.-nek, hogy biztosította a cikk elkészítésének kereteit. Köszönet illeti továbbá

dr. Havas Gergelyt és Nagy Attilát, akik munkájukkal hozzájárultak a cikk elkészítéséhez.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Közúti szállítási és közlekedési telematika. Tömegközlekedés. Referenciaadat-modell, MSZ EN 12896, 2006.
- [2] Transmodel Countries, <http://www.transmodel-cen.eu/implementations/countries/> (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [3] Kasia Bourée, Transmodel Workshop, New Orleans, ISO TC204 WG8, 2010.04.19. <http://www.transmodel-cen.eu/wp-content/uploads/sites/2/2015/02/Transmodel-WorkshopNO2010-04.pdf> (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [4] Nick Knowles, Peter Miller, A Transmodel based XML schema for the Google Transit Feed Specification With a GTFS / Transmodel comparison, 2008.12.29.
- [5] NeTEx Implementations, http://netex-cen.eu/?page_id=65 (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [6] Public transport - Network and Timetable Exchange (NeTEx), CEN-TS 16614.
- [7] Extensible Markup Language (XML), <https://www.w3.org/XML/> (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [8] BIPEX protocol, <http://www.5t.torino.it/en/projects/the-bipex-protocol/> (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [9] Entur API dokumentáció, <https://www.entur.org/dev/api-dok/produkter-og-tilbud/> (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [10] NeTEx Norwegian Implementation, http://netex-cen.eu/?page_id=462 (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [11] Patrick Gendre, Yannick Denis, Christophe Duquesne, Zakaria Bouziane, Kasia Bourée, Laurent Dezou, Olivier Lemettais, CHOUETE an open source software for PT reference data exchange, ITS Europe Congress, Lyon, 2011
- [12] MobilitX, <http://mobilitx.diginext.fr/> (Utolsó letöltés: 2019.05.10.)
- [13] Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft., A helyi és helyközi közösségi közlekedés Transmodel szabványú menetrendi és hálózati adatokat tartalmazó adatbázis készítés és minősítés feltétel-rendszere, 2011



The modelling of road public transport networks using the Transmodel standard

The aim of the National Electronic Ticket System Platform (NEJP), which is currently being developed, is to create an electronic fare payment system that will ensure full interoperability in Hungary. From the point of view of transport, one of the basic pillars is the IT mapping of the physical transport network, which in the case of NEJP is based on the theoretical model of the Transmodel (MSZ EN 12896 [1]) standard. The article presents the possible mapping process of a specific Hungarian public transport network part based on Transmodel version 6 (EN 12896: 2016).



Modellierung eines öffentlichen Verkehrsnetzes mit der Verwendung des Transmodel-Standards

Das Ziel der Nationalen Elektronischen Fahrkartensystem Plattform (NEJP), die derzeit entwickelt wird, ist die Schaffung eines elektronischen Tarifzahlungssystems, das die vollständige Interoperabilität in Ungarn gewährleistet. Aus der Sicht des Verkehrs repräsentiert die IT-Abbildung des physischen Verkehrsnetzes - die im Fall von NEJP auf dem theoretischen Modell des Transmodel-Standards (MSZ EN 12896 [1]) basiert - einen der Grundpfeiler. Der Artikel beschreibt auf der Transmodel Version 6 (EN 12896: 2016) basierend - den möglichen Abbildungsprozess eines bestimmten Teils des ungarischen öffentlichen Verkehrsnetzes.



E számunk lektorai

Szűcs Lajos ■ Dr. Tánczos Lászlóné ■ Dr. Tóth János ■ Dr. Tóth László