

## Átszállási rendszerek integrált ütemes menetrendben

Az ütemes menetrend vasúti kialakításával korábbi számainkban már foglalkoztunk. Jelen írás a tanulmányokat felhasználva, arra építkezve mutatja be az átszállásokat is figyelembe vevő integrált, ütemes menetrendet, nemcsak a vasúti közlekedést érintően.

**Borza Viktor**

e-mail: borzav@vpe.hu

### 1. BEVEZETÉS

Az integrált ütemes menetrend (ITF) fő jellemzői:

- az ütemesség;
- a szimmetria;
- az átszállásokra épített integrált és a járat típusok optimális kombinálásával, minél gyorsabb eljutást biztosító szerkezet.

A közismert definíció szerint az ütemes menetrendben a járatok minden óra azonos percében indulnak. Az ütemidő (követési időköz) alapértéke a gyakorlatban 1 óra. Ha egy viszonylaton (a közlekedési hálózat egy élén) óránként közlekednek az egyes járatok mindkét irányba, akkor az azonos viszonylatú/ípusú járatpárok éppen félóránként találkoznak egymással. Az ütemes menetrend egy viszonylata szükségképpen szimmetrikus, félóránként ismétlődő a találkozási időpontokra nézve.

Az utazási igények alapvetően szimmetrikusak (ha az utas valahová el akar jutni, később onnan jellemzően vissza is akar térni), így az utasigényeket kiszolgáló menetrendi szerkezetnek lehetőleg szimmetrikusnak kell lennie. A szimmetrikus menetrend fontos ismérve, hogy a közlekedési hálózat valamennyi élén (viszonylatán) megegyezik a szimmetriatengely időbeni helye. [1]

Az előzőek alapján egy közlekedési hálózat akkor nevezhető optimális (átszállásokra épülő), integ-

rált közlekedési rendszernek, ha a térbeli hálózat csomópontjait a közös, félóránként ismétlődő szimmetriatengely időpontjaiban<sup>1</sup> érik el a járatok. Ebben az esetben a közlekedési hálózat bármely egymással szomszédos élekből összeállítható útvonalára igaz, hogy valamennyi érintett csomópont helye, csomópontonként térben és időben megegyező. Csak így biztosítható, hogy valamennyi csomópontba a befutó élek mindegyikéről előbb megérkezzenek, mielőtt visszaindulnának a járatok, megteremtve ezáltal, a mindenholonnan mindenholvá átszállás lehetőségét.

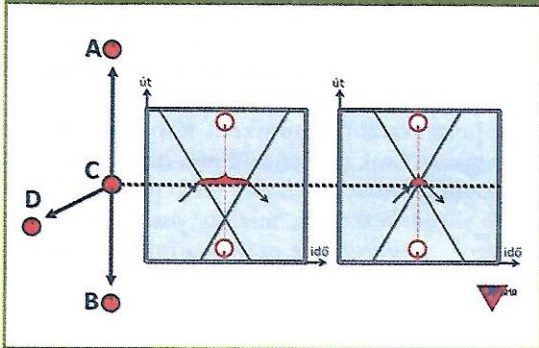
Az eddigiek értelmében tehát úgy alakítható ki optimális átszállási rendszer a gyakorlatban, ha a térbeli csomópontok egymástól (átlagosan<sup>2</sup>) fél órán belül vagy a fél óra egész számú többszöröseinek időtartamán belül helyezkednek el (1. ábra).

A közlekedési hálózatok csomópontjai mára már adottak, helyük a történelem során alakult ki, és éppen (a jellegükből következő) kereskedelmi jelentőségük miatt, többnyire sűrűn lakott városok épültek köréjük. A csomópontok helyének térbeli megváltoztatására ezért csak szűk mozgástér adott. Felvetődik a kérdés, vajon milyen eszközökkel érhető el, hogy egy közlekedési hálózat az előzőekben vázolt ismérvek szerint épüljön fel? A cikk megoldási lehetőségeket mutat be az előző kérdés mellett arra is, hogy miképpen kell kialakítani a közösségi közlekedési csomópontokat az átszállással járó kényelmetlenségek minimalizálása érdekében, hiszen csak így nyújtható valódi alternatíva az egyéni közlekedéssel szemben. A bemutatásra kerülő megoldások a változatos felépítésű, globális közlekedési hálózatokat tekintik

<sup>1</sup> Vagy legalábbis a szimmetria-időkhöz minél közelebb, de mindenképpen úgy, hogy (az óránként ismétlődő percértékekre nézve) a releváns átszállási irányok tekintetében valamennyi, a csomópontot érintő járat érkezési időpontja megelőzze valamennyi a csomópontot érintő járat indulási időpontját.

<sup>2</sup> Amint erről a 4. fejezetben bővebben is lesz szó, bizonyos szempontok alapján célravezetőbb lehet, ha a csomópontokat nem pontosan a szimmetriatengelyek időpontjában, hanem néhány perccel előbb vagy később érik el a járatok. Ennek következtében a csomópontközi menetidő csak átlagosan félóra (egész számú többszöröse).

1. ábra. C jelű átszállási csomópont menetrendi szerkezet-változatai a szomszédos csomópontoktól való távolság függvényében. A baloldali menetrend-szerkezetben a B-C menetidő nem éri el, az A-C menetidő azonban meghaladja a félórát. A jobb oldali menetrend szerkezet az optimális esetet mutatja, ahol a szomszédos csomópontoktól való távolság lehetővé teszi, hogy éppen a szimmetriatengelyben (az ábrán minden óra „félkor”) találkozzanak a C csomópontban a járatok. Az A-C-D és B-C-D eljutási lehetőség egyidejű biztosítására a baloldali szerkezetben az A-C-D (és vissza) viszonylatú utazás átszállási vesztesége a kaposos zárójel méretkülönbségének arányában meghaladja a jobb oldali (optimális) szerkezetben biztosítható értéket.



alapnak, a problémafelvetés nem korlátozódik a (gyakorlatilag autóbuszos és vasúti közlekedésből álló) hazai viszonyokra.

## 2. HÁLÓZATMÓDOSÍTÁS

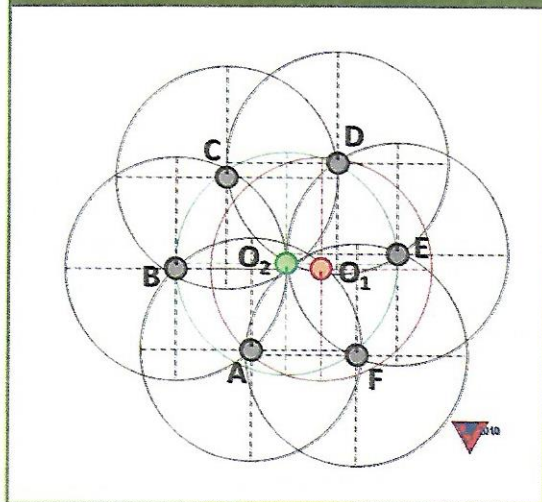
A közlekedési hálózatok jelenlegi szerkezete adottságként kezelendő, amely alapvetően történelmileg, számtalan hatás eredőjeként alakult ki, és elsősorban nem tudatos tervezés eredménye. A hálózatok ezért a legkritikább esetben felelnek meg az ITF fent leírt elvárásainak, ezért szükséges a hálózatok módosítása. Ha a csomópontok (akár városon belüli) helyzetét, illetve az összekötő éleket megváltoztatjuk, akkor hálózatmódosítást valósítunk meg. Ha a hálózat topológiáját érintetlenül hagyjuk, helyette az éleken alkalmazott sebességet változtatjuk meg a célnak megfelelően, akkor hálózat-kondicionálásról beszélhetünk. A kötőpályás közlekedés, valamint a kanalizált (pl. folyami) hajózás esetében elsősorban ez utóbbi lehetőségre van csak mód, míg a közúti<sup>3</sup> és légi közlekedés, valamint a nyíltvízi hajózás esetében

a hálózatmódosítás lehetősége kerül előtérbe. A klasszikus értelemben vett ITF rendszerű közlekedési hálózatok részét a távolsági légi közlekedés és a tengerhajózás nem képezi, ezért ezeknek a módosítatoknak a további tárgyalását mellőzzük. A regionális légi közlekedés és a nyíltvízi (regionális) hajózás a vizsgált szempontból nem képezi tárgyát a vizsgálatunknak.

### 2.1. CSOMÓPONT-ÁTHELYEZÉS

A 2. ábra A-B-C-O<sub>1</sub>-D-E-F pontjai egy közlekedési hálózat eredeti csomópontjait jelölik. Az O<sub>1</sub> csomópont éppen félórán helyezkedik el az A és a D csomópontoktól, félórán belül található hozzá képest az E és F csomópont, ugyanakkor félóránál hosszabb menetidő kell a C és B csomópontok eléréséhez. Ebben a kedvezőtlen helyzetben csak az 1. ábra baloldali menetrend szerkezetén bemutathatóhoz hasonló módon, nagy átszállási veszteséggel tervezhető meg a csomópont csatlakozási rendszere. Az átszállási veszteségidő minimalizálása csak úgy lehetséges, ha sikerül elérni, hogy valamennyi szomszédos csomópontig félóra<sup>4</sup> legyen a menetidő. Ennek a legriválisabb megoldása, ha a csomópontot közelebb helyezük a C és B





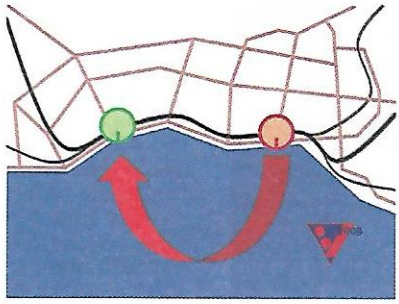
2. ábra: Közlekedési csomópont áthelyezése az optimális átszállási rendszer érdekében (O<sub>1</sub> → O<sub>2</sub>). A (betűvel jelzett) csomópontok körüli körök a csomóponttól felőrányi menetidővel bejárható út határát jelölik.



<sup>3</sup> Természetesen ez csak a sűrű közúthálózattal rendelkező térségek esetében igaz, ellenkező esetben az elsősorban csak vasúti közlekedésre jellemző kötöttség, erre az alágazatra is igaz.

<sup>4</sup> Félórás menetidő alatt itt és minden hasonló esetben érthetjük a félóra bármely egész számú többszörösét, illetve kétórás ütem esetén ugyanez a határérték egy egész óra, félórás ütem esetén pedig negyedóra lenne. Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban az adott ütem mellett az átszállási rendszer biztosíthatóságához szükséges valamennyi megfelelő határérték felsorolása helyett, egyszerűen, a legjellemzőbb, félórás értéket fogjuk csak kiemelni a tárgyalásunk során.

I. táblázat Az egyes közlekedési módokra épülő rendszerek csomópont-áthelyezési lehetőségei, magyarázó példákkal.




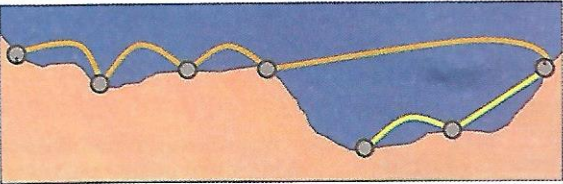

CSOMÓPONT-ÁTHELYEZÉS	típusleírás	példa
 csak busz	<p>A csomópont áthelyezése a gyakorlatban a térségi központ autóbusz-pályaudvarának „elköltöztetését” jelenti a város egy másik (a szomszédos csomópontok elérési idejének szempontjából kedvezőbb) pontjára.</p>	<p>A városközpontból az eredetileg félórán túli csomópontok irányába való pályaudvar-kiköltöztetés (pl. az elkerülő körgyűrű közelébe), magas színvonalú városi közlekedési rendszerbe való integráció egyidejű kiépítése mellett.</p>
 csak vonat	<p>A vasúti csomópont pályaudvarának áthelyezése a kívánt irányba a csatlakozó vasútvonalaknak az új pályaudvarra való (gyakran részben vagy egészben föld alatti) bevezetésének egyidejű kiépítése mellett.</p>	<p>A gyakorlatban ilyen megoldás (néhány nagyvárosi kivételtől eltekintve) reálisan ott képzelhető el, ahol a csatlakozó vasútvonalak csak a városok határainál ágaznak szét, a városon belül nyaláboltan érik el a pályaudvart. A nyaláb mentén a pályaudvar relatíve kis beruházási költséggel áthelyezhető.</p>
 csak hajó	<p>Hajókra épülő ITF rendszerű közlekedési struktúra, hálózatot alkotó csatornarendszeren vagy tagolt partvidékű tavakon, beltengekerek, többnyire szigetvilággal is rendelkező hajózható vízfelületen képzelhető el. A csomópont áthelyezése ilyen esetben a kikötő elköltöztetését jelenti a rendszer szempontjából kedvezőbb helyre.</p>	<p>Amennyiben egy optimális csomópont megkívánt helyen nincs szárazföld, akkor – szélsőséges esetben – akár nyíltvízi (úszó) átszállási terminál is kialakítható, az eredeti csomóponttal való külön összeköttetés egyidejű megvalósítása mellett.</p>
 intermodális	<p>Reálisan finanszírozható (mindhárom alágazatot integráló) intermodális csomópont-áthelyezés vízparton futó nyalábolt vasútvonal mentén valósítható meg, jól járható (az egyéni közlekedés zavaró hatásától védett) közúti kivezetés kiépítésével. Amennyiben a három alágazat közül csak kettőt érint a csomópont, a hiányzó alágazatnak megfelelő korlátozó feltételek megszűnnek.</p>	

pontokhoz az E és F pontokhoz mért távolság rováására úgy, hogy az A, D, E és F pontok egyike se kerüljön félóránál „távolabb”. Az ábrán ilyen megoldást jelent az O<sub>2</sub> csomópont.

Csomópont-áthelyezést a valóságban nehéz megvalósítani, csak abban az esetben érdemes ilyen beruházást finanszírozni, ha az új csomópont

rendszer szinten a korábbinál több utas számára biztosít félórán belüli eljutást a szomszédos csomópontokig. A csomópont-áthelyezés rendszeroptimum-vizsgálata során a városi közlekedési rendszerbe való beágyazottság áthelyezés előtti és utáni mértékét ugyanolyan peremfeltételként kell vizsgálni, mint a távolsági közlekedési rendszer szempontjait.

2. táblázat Hálózati elváltoztatási lehetőségek, magyarázó példákkal

típusleírás	példa
 <p>Az alaphálózati (távolsági) forgalom átterelése a csomópontok közötti közúti összeköttetési lehetőségek közül egy (a kívánt célnak megfelelően – a korábbinál – rövidebb vagy hosszabb menetidőt eredményező) alternatív útvonalra.</p>	<p>A csomópontok közötti útvonalon közlekedő járatok (többnyire) egyúttal a közbelső települések kiszolgálását is végzik. Amennyiben az eredeti csomópont-közi hálózati alapviszonylat járata „túl gyorsan” tette meg az utat, akkor lehetőség nyílik több közbelső település kiszolgálására, ellenkező esetben pedig háttérbe szorítandó a járat regionális kiszolgálási jellege.</p>
<p>A megállási rend megváltoztatása. Amennyiben a korábbi rendhez képest kihagyott megállóhelyek utasforgalma (egyéni megközelítéssel) nem terelhető át egy maradó (illetve újonnan létrehozott) megállóhelyre, akkor egyidejűleg az eredetileg kiszolgált utazóközönség rendszerre való ráhordását is meg kell oldani.</p>	<p>Regionális forgalom (egyidejű) kiszolgálásakor a legjellemzőbb lehetőség a zsáktelepülésekre való betérők számának növelése vagy csökkentése. Utóbbi esetben a kihagyott települések ráhordó forgalmának kézenfekvő megoldása az iránytaxi. Elővárosi forgalomban a városi közlekedési rendszerrel (villamostól a mozgójáráig) való együttműködés ad lehetőséget a megállási rend megváltoztatására.</p>
 <p>Ha a rendszer érdekében két csomópont között gyorsabb eljutást kell elérni, arra megoldás lehet egy új közút, híd vagy alagút építése, és a hálózati alapviszonylat új útvonalra terelése.</p>	<p>Ilyen új építésű útvonal lehet gyorsforgalmi vagy elkerülő út (közös használat az egyéni közlekedéssel) vagy kizárólagosan autóbusz-közlekedésre kiépített zárt pálya (Hollandiában gyakori megoldás).</p>
<p>A megállási rend megváltoztatása. A kihagyott megállási helyek (reális) utasforgalmát gyűjtő-terítő funkciót ellátó személyvonatokkal (vagy más alkalmas közlekedési móddal) kell kiszolgálni.</p>	<p>Ha egy vonattípus (félórás) menetidejébe belefér, hogy két csomópont között több helyen megálljon, akkor ezzel a szakaszon közlekedő személyvonatot önállóan (vagy részben közúti ráhordással) ki tudja váltani. Ha a menetidő szűkös, akkor pedig (fordítva) a megállásszám-csökkentés lehet megoldás.</p>
<p>Új vasútvonal (-szakasz) építése, illetve a nyomvonal megváltoztatása pályarekonstrukció során.</p>	<p>A leggyakoribb ilyen eset, a nagysebességű vasúti hálózat új, nagyvárosokat összekötő szakaszainak kiépülése</p>
 <p>A megállási rend megváltoztatása. Menetidő-csökkentést eredményez egyes addig felfűzött kikötési helyek elhagyása, a csomópontba való önálló bekötésük biztosításával.</p>	
 <p>Csomópont-közi forgalom gyorsításának szükségessége esetén a multifunkcionális alaphálózati forgalom profilúszítását követően, ha a gyorsabb eljutást biztosító közlekedési eszköz csak távolsági funkciót lát el, a regionális forgalmat arra specializált közlekedési módra terelve, létrejöhet egy egészséges közlekedési munkamegosztás.</p>	<p>A legjellemzőbb ilyen esetben a kötőtpályás csomópont-közi összeköttetés gyorsítása történik, a megállási helyek csökkentése által. A kihagyott hozzáférési pontokat, az adott településeket sokkal jobban feltáró közúti gyűjtő-terítő járatok pótolják. A ráhordás történhet közvetlenül a csomópontra vagy a maradó kötőtpályás megállási helyek valamelyikére. Városon belül, a kihagyott megállók helyettesítése a városi közlekedés átszervezésével oldható meg célszerűen.</p>
<p>Ha a szükséges menetidő lehetővé teszi az alaphálózati forgalom ellátását végző távolsági funkciót ellátó járat típus többletmegállítást, akkor több szegmens egyidejű kiszolgálásával alternatív közlekedési módok válthatóak ki.</p>	<p>Ennek speciális esete, amikor egy híd vagy víz alatti alagút révén az addigi rév forgalmat ellátó vízi közlekedés, valamely szárazföldi alágazat járataival helyettesíthető.</p>

Csomópont-áthelyezést a gyakorlatban legkönnyebben tisztán autóbusz-közlekedésre épülő hálózatrészen lehet megvalósítani. Vasúti és vízi közlekedésben a földrajzi és infrastrukturális kötöttségek miatt a csomópont-áthelyezés lehetősége többnyire erősen korlátozott, így költséges behúzási igényt támaszt. (1. táblázat).

## 2.2. A HÁLÓZAT ÉLEINEK TOPOLOGIAI VÁLTOZTATÁSA

Egy közlekedési hálózat lényegi elemei a hozzáférési pontok (az alkalmazott közlekedési eszközök által kiszolgált be- és kiszállási helyek). A szolgáltatás alapvető célja a hozzáférési pontok közötti eljutási lehetőség biztosítása. A közlekedési hálózat a hozzáférési pontokból, valamint az azokat összekötő egyszerű élekből vagy útvonalakból áll. Egyszerű éllel akkor kapcsolódik két hozzáférési pont, ha a hálózat csak egyetlen, egyszeres megálló nélküli eljutási lehetőséget biztosít közöttük. Az útvonalak minden (egyéb) esetben (is) egyszerű éllel összekötve állnak. Azonban két, akár szomszédos hozzáférési pont esetében is előfordulhat, hogy több egyszerű éllel (vagy éllel összekötve álló összeköttetéssel) is kapcsolódnak egymáshoz (pl. egy párhuzamos autóbusz és vasútvonal teljességgel azonos megállókiosztással), vagy a két pontot összekötő legrövidebb út is tartalmaz egy hozzáférési pontként nem funkcionáló (átszállási) csomópontot (pl. az 1. táblázatban vázolt, csak hajókból álló közlekedési hálózatra vonatkozó magyarázó példa esetében).

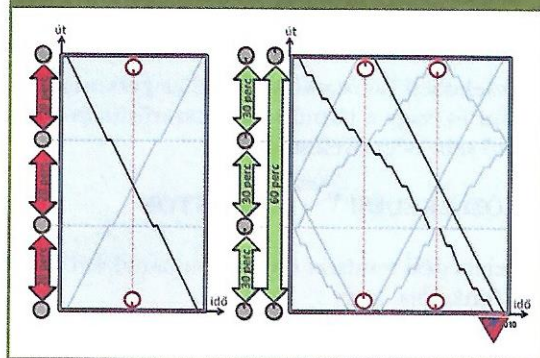
A hálózat éleinek megváltoztatása alapvetően a hálózat járatainak átszervezésével (szoftveres úton) vagy a hálózati infrastruktúra átépítésével (hardveres úton) történhet.

Olyan esetekben, amikor a hozzáférési pontok közötti összeköttetések vagy a hozzáférési pontok megváltoznak, a csomópontokat összekötő hálózati éllel megváltozásáról beszélhetünk. Az átszállási rendszerek stabilitását és minőségjavítását eredményező félórás csomópontközi eljutási idő elérése érdekében, a hálózati éllel megváltoztatásának különböző módjait mutatja be a 2. táblázat. Az élváltoztatás irányulhat kapcsolódó szomszédos csomópontok közötti menetidő megváltoztatására, de két, korábban egymással közvetlenül nem kapcsolódó csomópont újonnan létrehozott összeköttetésére vagy a csomópontok kapcsolatának megszüntetésére is.

A „szoftveres” hálózati élváltoztatás a legegyszerűbb, ennek megfelelően gyakran alkalmazott eszköze a megállási rend megváltoztatása. Ilyenkor a csomópontok közötti összeköttetés menetidejét úgy lehet a kívánt irányba módosítani, hogy a hálózati hozzáférési pontokat az egyszerű éllel megváltoztatásával módosított kapcsolatrendszerben kötvük egymáshoz. Ha a menetidő bőven félórán belül van, akkor nincs a megállási rend megváltoztatása irányába ható technológiai, csak gazdasági kényszer.

A gazdaságosság követelménye ugyanakkor megköveteli a csomópont-közi összeköttetést biztosító távolsági alapjárat többletmegállításának megfontolását, a (topológiai, nem hálózati értelemben) párhuzamosan futó gyűjtő-terítő járat (szakaszok) kiváltásával. Ilyen esetekben nincs feltétlenül értelme a menetidő-csökkentés szorgalmazásának, mert a csomópontokon az átszállási rendszer fenntartásához „úgy is” meg kell várni valamennyi csatlakozó járatot. A csomóponti tartózkodási idő csökkentésével tehát többletmegállások iktathatók a járat menetrendjébe úgy, hogy általa az adott csomóponton kezdődő (illetve végződő) utazási viszonylatok eljutási ideje kismértékben növekszik (3. ábra).

3. ábra Az ábrázolt hálózatrészlet 4 csomópontja egymástól eredetileg 20-20 percnyi "távolságra" található (baloldalon), ami nem teszi lehetővé hatékony átszállási rendszer kialakítását. Kétszintű közlekedési rendszer (jobboldalon) alkalmazásával a szomszédos csomópontok összeköttetését a hálózati alapjárat lassításával úgy lehet megoldani, hogy az a csatlakozási rendszer szempontjából is megfelelő, és a távolsági mellett a regionális forgalom egyidejű kielégítését is lehetővé teszi. A távoli csomópontokat ugyanakkor a korábbi (vagy annál gyorsabb) menetidővel továbbra is el lehet érni, egy, a "rossz helyen lévő" csomópontokat "átugró" gyorsjárat rendszerbe állításával.



Amennyiben a csomópont-közi menetidő túl van a félórán, akkor az átszállási rendszer érdekében előtérbe kerül a megállásrend felülvizsgálata, mint

a rendszerjavító élváltoztatás leggazdaságosabb eszköze. Ilyen esetekben a megállásszám csökkentése a járatgyorsítás legrtriviálisabb módja. A megoldás ugyanakkor megköveteli a kihagyott megállók alternatív bekötését a rendszerbe, ami ugyancsak egy, a 3. ábra szerinti többszintű közlekedési struktúrát eredményez. Az egyes szintek kiszolgálása történhet ugyanazon közlekedési mód járműveivel, de az alágazatok közti hatékony munkamegosztás is többszintű rendszert eredményez.

## 2.3. HÁLÓZATKONDITIONÁLÁS

Olyan esetekben, amikor a hozzáférési pontok közötti összeköttetések topológiája nem változik, de az élek minősége (a csomópont-közi eljutási idő kívánt mértékű csökkentése érdekében) megváltozik, a hálózat kondicionálásáról beszélhetünk. Az átszállási rendszerek stabilitását és minőségjavítását eredményező félórán csomópontközi eljutási idő elérése érdekében, a hálózatkondicionálás különböző módzatait mutatja be a 3. táblázat. A hálózatkondicionálás érdekében végrehajtott aktív beavatkozás azon hálózati élekre irányul, amelyek a beavatkozást megelőzően nem tették lehetővé a félórán belüli csomópont-közi eljutási idő biztosítását. A technológiai hatékonyság és a gazdaságosság együttesen azt kívánja meg, hogy csak olyan mértékben történjen menetidő-csökkentő beruházás, amekkora az eljutási idő megkívánt lerövidítése érdekében feltétlenül szükséges, és olyan módszer megválasztásával, ami a rendszer összhatékonysága szempontjából a leginkább költségtakarékos megoldás. A hálózatkondicionálás passzív módja az eredeti rendszerben félórán jóval belüli menetidőt biztosító élek esetében lehetővé teszi a hálózatüzemeltetés során az adott él hátrébsorolását a karbantartási prioritási listán (költségmegtakarítás). Hálózatrekonstrukció során pedig valamely, a korábbinál alacsonyabb sebességet biztosító megoldás alkalmazása is megfelelő (amennyiben ez számottevő megtakarítást jelent).

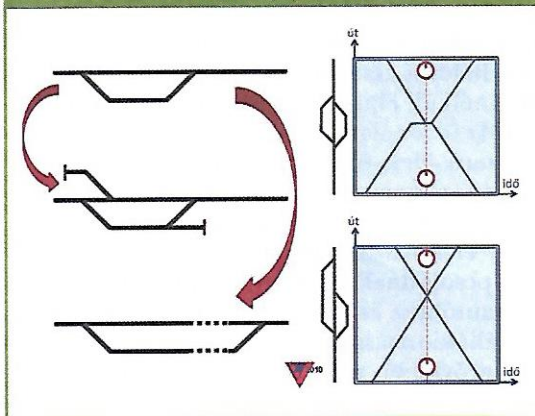
A közlekedési hálózatkondicionálás gyakorlatilag a pálya és/vagy a járműpark korszerűsítésével elérhető sebességnövelést jelenti.

## 3. KÖZLEKEDÉSI CSOMÓPONTOK

A közlekedési rendszer csomópontjainak két alapvető funkciója, hogy

- biztosítsa a csomópontot érintő valamennyi közlekedési viszonylat járműve közötti gyors és kényelmes átszállás lehetőségét, egyszersmind
- biztosítsa a csomópontba érkező és onnan induló járművek forgalmának rendelkezésre álló

4. ábra Vonattalálkozás "keresztezési időközének" csökkentése terelési lehetőség kiépítésével, illetve állomásfejelhúzással. A terelési lehetőség biztosításával (illetve ezzel egyenértékűen a jelzők áthelyezése által biztosított megcsúszási távolsággal vagy célfekezésre alkalmas vonatbefolyásolással) az egyvágányú pálya valamely állomásán keresztező vonatok akár egy időben is tudnak érkezni és indulni, így nem kell az elsőként érkező vonatnak elszenvednie a biztonsági előírások betartásához szükséges technológiai veszteségidőt (állomási topológia baloldalon, közepén). Állomásfejelhúzás esetén már egyik vonatnak sem kell megállnia (ha ezt utasforgalom sem indokolja), így a gyorsítás-lassítás veszteségideje is megspórolható, de mégsem kell a szükségesnél nagyobb hosszban költségigényes beruházással második vágányt építeni (állomási topológia jobb- és baloldalon alul, menetrendi következmény jobboldalon alul).



idő alatti lebonyolíthatóságát (váratlan<sup>6</sup> forgalmi torlódások nélkül).

A közlekedési csomópontok hatékony működésének kulcsa a csomópontot érintő járatok közötti átszállás minél egyszerűbb és gyorsabb lebonyolíthatósága, ami a lehető legrövidebb gyaloglási útvonal biztosításával valósítható meg. Ez a gyakorlatban, jellemzően olyan közös peronos kialakítással érhető el, ami az egyes járművek beszállóajtói között minimalizálja a távolságot úgy, hogy a peron egyszersmind rendelkezzen a zavartalan (gyalogos) utasforgalom biztosításához szükséges átbotcsátóképességgel. A közös peronos kialakítás az autóbuszok, illetve a hajók között viszonylag automatikusan adódik (egyazon utasforgalmi platform „köré” érkeznek a járművek), nagyobb nehézséget a kötőtpályás közlekedés, illetve (a vasutat is magában foglaló) intermodális átszállási csomópontok esetében jelenthet.

Az 5. ábra szerinti egyszerű, egyszintű csomópont esetében alkalmazandó célszerű kötőtpályás meg-

a rendszerjavító élváltoztatás leggazdaságosabb eszköze. Ilyen esetekben a megállásszám csökkentése a járatgyorsítás legtriviálisabb módja. A megoldás ugyanakkor megköveteli a kihagyott megállók alternatív bekötését a rendszerbe, ami ugyancsak egy, a 3. ábra szerinti többszintű közlekedési struktúrát eredményez. Az egyes szintek kiszolgálása történhet ugyanazon közlekedési mód járműveivel, de az alágazatok közti hatékony munkamegosztás is többszintű rendszert eredményez.

## 2.3. HÁLÓZATKONDITIONÁLÁS

Olyan esetekben, amikor a hozzáférési pontok közötti összeköttetések topológiája nem változik, de az élek minősége (a csomópont-közi eljutási idő kívánt mértékű csökkentése érdekében) megváltozik, a hálózat kondicionálásáról beszélhetünk. Az átszállási rendszerek stabilitását és minőségjavítását eredményező félórás csomópontközi eljutási idő elérése érdekében, a hálózatkoncionálás különböző módzatait mutatja be a 3. táblázat. A hálózatkoncionálás érdekében végrehajtott aktív beavatkozás azon hálózati élekre irányul, amelyek a beavatkozást megelőzően nem tették lehetővé a félórán belüli csomópont-közi eljutási idő biztosítását. A technológiai hatékonyság és a gazdaságosság együttesen azt kívánja meg, hogy csak olyan mértékben történjen menetidő-csökkentő beruházás, amekkora az eljutási idő megkívánt lerövidítése érdekében feltétlenül szükséges, és olyan módszer megválasztásával, ami a rendszer összhatékonysága szempontjából a leginkább költségtakarékos megoldás. A hálózatkoncionálás passzív módja az eredeti rendszerben félórán jóval belüli menetidőt biztosító élek esetében lehetővé teszi a hálózatüzemeltetés során az adott él hátrébsorolását a karbantartási prioritási listán (költségmegtakarítás). Hálózatrekonstrukció során pedig valamely, a korábbinál alacsonyabb sebességet biztosító megoldás alkalmazása is megfelel (amennyiben ez számottevő megtakarítást jelent).

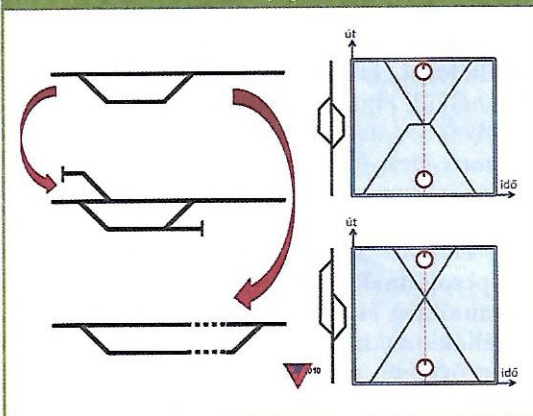
A közlekedési hálózatkoncionálás gyakorlatilag a pálya és/vagy a járműpark korszerűsítésével elérhető sebességnövelést jelenti.

## 3. KÖZLEKEDÉSI CSOMÓPONTOK

A közlekedési rendszer csomópontjainak két alapvető funkciója, hogy

- biztosítsa a csomópontot érintő valamennyi közlekedési viszonylat járműve közötti gyors és kényelmes átszállás lehetőségét, egyszerismind
- biztosítsa a csomópontba érkező és onnan induló járművek forgalmának rendelkezésre álló

4. ábra Vonattalálkozás "keresztezési időközének" csökkentése terelesi lehetőség kiépítésével, illetve állomásfejlhúzással. A terelesi lehetőség biztosításával (illetve ezzel egyenértékűen a jelzők áthelyezése által biztosított megcsúszási távolsággal vagy célfekezésre alkalmas vonatbefolyásolással) az egyvágányú pálya valamely állomásán keresztező vonatok akár egy időben is tudnak érkezni és indulni, így nem kell az elsőként érkező vonatnak elszenvednie a biztonsági előírások betartásához szükséges technológiai veszteségidőt (állomási topológia baloldalon, középen). Állomásfejlhúzás esetén már egyik vonatnak sem kell megállnia (ha ezt utasforgalom sem indokolja), így a gyorsítás-lassítás veszteségideje is megspórolható, de mégsem kell a szükségesnél nagyobb hosszban költségigényes beruházással második vágányt építeni (állomási topológia jobb- és baloldalon alul, menetrendi következmény jobboldalon alul).



idő alatti lebonyolíthatóságát (váratlan<sup>6</sup> forgalmi torlódások nélkül).

A közlekedési csomópontok hatékony működésének kulcsa a csomópontot érintő járatok közötti átszállás minél egyszerűbb és gyorsabb lebonyolíthatósága, ami a lehető legrövidebb gyaloglási útvonal biztosításával valósítható meg. Ez a gyakorlatban, jellemzően olyan közös peronos kialakítással érhető el, ami az egyes járművek beszállóajtói között minimalizálja a távolságot úgy, hogy a peron egyszerismind rendelkezzen a zavartalan (gyalogos) utasforgalom biztosításához szükséges átbocsátóképességgel. A közös peronos kialakítás az autóbuszok, illetve a hajók között viszonylag automatikusan adódik (egyzon utasforgalmi platform „köré” érkeznek a járművek), nagyobb nehézséget a kötőtpályás közlekedés, illetve (a vasutat is magában foglaló) intermodális átszállási csomópontok esetében jelenthet.

Az 5. ábra szerinti egyszerű, egyszintű csomópont esetében alkalmazandó célszerű kötőtpályás meg-

3. táblázat Halozatkondicionálási (csomópont-közi sebességnövelési) lehetőségek, magyarázó példákkal

típusleírás	példa/magyarázat
 <p>A közforgalmú közutakon kialakuló forgalmi torlódások hatásától elszigetelő, a közösségi közlekedést előnyben részesítő útszakaszok kijelölése.</p>	A közösségi közlekedést előnyben részesítő útszakasz korlátozódhat egy-egy forgalmi sávra (buszsáv), de kifejezetten az autóbusz-közlekedésre (a hozzáférési pontok közti szakaszokon) létrehozott dedikált pálya is szolgálhatja a forgalom gyorsítását.
A közútszakasz közösségi közlekedési hálózat szempontjainak megfelelő célzott fejlesztése.	Az útszakasz (hozzáférési pontok közti) nyomvonalának rövidítése (pl. alagút, hídépítéssel)
A gyorsítandó élek gyorsabb közlekedésre engedélyezett autóbusszal való kiszolgálása.	Autópályán 100 km/h sebességre engedélyezett autóbusz közlekedtetése („tempo-100” buszok).
A (nagy utasforgalmú) gyorsítandó élek jobb utascserére és/vagy dinamikusabb gyorsulásra képes autóbusszal való kiszolgálása.	Alacsony padlós, több, illetve nagyobb beszállóajtókkal rendelkező járműmodellek, illetve hibrid- vagy trolibuszok alkalmazása.
 <p>A csomópont-közi vasúti pálya rekonstrukciója a szükséges mértékű menetidő-csökkentés érdekében.</p>	A pályarekonstrukció kiterjedhet (pályaminőség miatti) sebességkorlátozás feloldására, a pályasebesség megemelésére vagy (a megállóhelyeket nem érintő) nyomvonal-korrektúrára (aminek része lehet egy új alagút, vagy híd) is.
Dinamikus gyorsulási képességű és/vagy alacsony padlós járművek alkalmazása.	Ha a hálózati alapjárat közbenso megállásokkal közlekedik, akkor ezzel csökkenthető a menetidő.
Könnyűszerkezetű, a pályaszerkezetet kímélő motorvonatok alkalmazása.	Elhasználdott vasúti pályán számos esetben kisebb mértékű sebességkorlátozást lehet alkalmazni.
Ívben bedőlő kocsiszekerényű (tilting) járművek alkalmazása.	Ha a pályaszerkezet alkalmas lenne gyorsabb közlekedésre, csak a szűk ívek miatt van korlátozás.
Az állomásokon technológiai okok miatt szükséges tartózkodási idők csökkentése.	A vonatkeresztezés-gyorsítást <sup>5</sup> állomásfej-elhúzással, terelési lehetőség kiépítésével, biztosítóberendezés fejlesztéssel, a menetirányváltás gyorsítását inga-, vagy motorvonatok alkalmazásával lehet elérni.
 <p>A kikötőhelyek közötti vízi közlekedési útvonal lerövidítése és/vagy a kikötés gyorsítása a menetidő kívánt értékre csökkentése érdekében</p>	A rövidebb hajóútvonal biztosításának módja lehet a vízi közlekedést gátló vízfelszín alatti vagy feletti (szárazföld) akadály leküzdése pl. meder-kostrással, jégtöréssel vagy csatornaépítéssel.
Gyorsabb hajó közlekedtetése.	Pl. szárnyashajó alkalmazása.

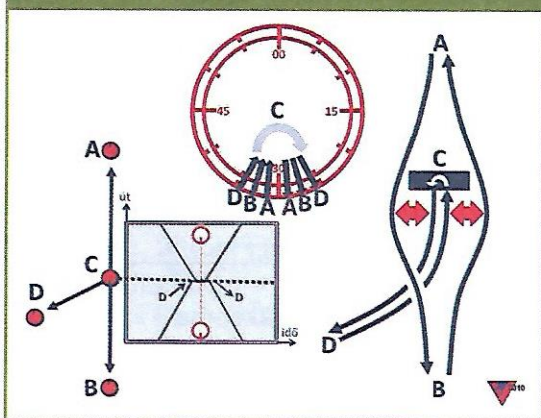
oldás, az ábra jobboldalán bemutatott átszállási rendet vázoló sémáján ugyancsak szemléltethető. A csatlakozó vonal közepén álló vonatára, kétoldala-

li peronos kialakítással, az átmenő vonal mindkét irányú vonatáról szintbeli (közös peronos) átszállás biztosítható. Ebben a megoldásban, az átszállóforga-

<sup>5</sup> lásd 4. ábra



5. ábra Egyszintű közlekedési hálózat egyszerű közlekedési csomópontja, három (a szomszédos csomópontokkal összekötő) éllel. Legjellemzőbb esete, amikor egy "áthaladó" közlekedési korridorból a csomópontban kiágazik egy onnan induló viszonylat. Az ITF szabályainak megfelelően a csomópont forgalmát úgy érdemes megszervezni, hogy a(z A-B/B-A) korridor kétirányú forgalma a csomópontban találkozzon egymással, és ugyanabban a találkozási időpontban érkezzen, majd induljon vissza a csatlakozó (D-C-D) járat. Az ábra felső részén található az érkezési-indulási időpontokat jelző "óra", lent baloldalon a csomópont forgalmi technológiáját bemutató menetrendábra, a jobboldalon pedig az átszállási rendet illusztráló sematikus ábra. (Az 5. ábra ún. "feles pókot" illusztrál.)



lom tekintetében, külön szintű megközelítéssel csak az ellenirányú átmenő vonatok között kell számolni, ami nyilvánvalóan nem tekinthető valós átszállási igénynek. Az igényeknek megfelelő legegyszerűbb vágány topológia a 6. ábra 0. szintjén látható módon alakítható ki, ahol azonban fontos kritérium, hogy a kiágazó vonalon közlekedő csatlakozóvonat néhány perc alatt képes legyen az irányváltásra (motor- vagy ingavonat). Ha az érkező vonat nem képes az azonnali fordulásra, akkor a középső vágánynak két (az érkező és az induló szerelvény számára egy-egy) tároló vágánnyal is összeköttetésben kell állnia (lehetőség szerint az átmenővágányokat nem érintő vágánykapcsolattal).

Az átszállási csomópontok kialakítása során fontos követelmény, hogy a pályaudvarnak helyt adó lakott települést is minél könnyebben el lehessen érni, ami rendkívül fontos a helyi közlekedés jár-

műveivel, és az egyéni (személyautóval, kerékpárral vagy gyalogosan való) továbbközlekedés tekintetében egyaránt.

## 3.1. TÉRBELI ÁTSZÁLLÁSI RENDSZER

A 6. ábra egy viszonylag egyszerű intermodális (közúti, vasúti és vízi közlekedési) csomópont cél-szerű elrendezését mutatja be, ahonnan közlekedési módoként 3-3 szomszédos csomópont<sup>7</sup> felé lehet utazni. A 9 irány között az adott közlekedési módon belül releváns 2-2 iránypár<sup>8</sup> átszállási kapcsolatrendszerét a másik két mód 3-3 iránypárja egészíti ki.

Összesen így minden érkező járatról 8 induló csatlakozáshoz kell biztosítani a lehető leggyorsabb eljutást. A 6. ábra elrendezése ezt három dimenzióban teszi lehetővé:

- a közlekedési módon belüli átszállást horizontálisan, közös (átszállási) platform alkalmazásával;
- a módok közötti átszállást pedig vertikálisan (mozgólépcső, illetve személyfelvonó alkalmazásával).

## 3.2. SÍKBELI ÁTSZÁLLÁSI RENDSZER

A háromdimenziós átszállási rendszer legfőbb hátránya a vertikális elmozdulás átszállási időt növelő hatása. Amikor az átszállóforgalomnak szintet (is) kell váltania, akkor az eredő mozgási sebesség a szinten belüli mozgás sebességének töredékére csökken, még abban az esetben is, ha mozgólépcsővel, illetve (egyúttal az esélyegyenlőségi követelményeknek is eleget téve) személyfelvonóval tesszük a szintváltást kényelmesebbé és gyorsabbá. Ezért kell a lehetőségek legvégső határáig kerülni a többszintű csomópontot, vagy még inkább az egyszintű csomópont platformjai között a külön szintű (alul-, illetve felüljárón vezetett) átszállási útvonalat. Az alul-, illetve felüljárókat érintő, de azonos szintek közötti átszállási útvonal, szükségképpen kétszeri szintváltást igényel, ezért fokozottan hátrányos átszállási megoldás.

Az integrált ütemes menetrend alapján szervezett közlekedési rendszer megfelel a „gyakrabban kisebb egységekkel” elvnek, így a legtöbb csomópont esetében kiindulhatunk az alkalmazott közlekedési eszközök kisebb csomópontbeli helyfoglalásának

<sup>6</sup> Amennyiben valamely él(ek)en nem szükséges feszes menetidőt alkalmazni, akkor (költség)hatékonyabb megoldás lehet az „előre tervezett forgalmi torlódás”, amikor a (bizonyos valószínűséggel) feltartóztatást szenvedő járat(ok) menetrendjébe beépítjük a szükséges menetidő-többletet.

<sup>7</sup> Egy csomópontból kiinduló hálózati élek nem szükségképpen végződnek több felé elágazó csomópontban, a viszonylat végződhet egy olyan („zsák” hozzáférési pontként jellemezhető) csomópontban is, ahonnan tovább nem lehet utazni (mert csak az adott éllel kapcsolódik a hálózathoz).

<sup>8</sup> Közlekedési módoként csak két irányba kell átszállóforgalommal számolnunk, mert a visszaúti forgalom (ugyanazzal a járatval, amivel érkezett az utas) nem jellemző. Ugyanakkor minden kapcsolat a rendszer szimmetriatulajdonságából adódóan kétirányú (ezért az iránypár kifejezés).

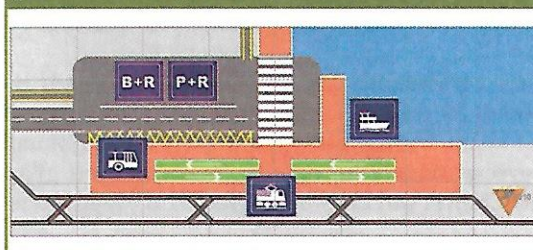
6. ábra: Háromdimenziós (térbeli) intermodális átszállási csomópont (módonként) 3-szor 3 iránypár járatai között. A középső (0.) szinten a vasútállomás található, a releváns átszállási irányok közti közös-peronos kialakítással. A középső szintre helyezés miatt a legnagyobb volumenben<sup>9</sup> jelentkező vasúti utasok mindkét másik mód járatait a szomszédos szinten érhetik el. Az alsó (-1.) szinten a hajók, a felső (1.) szinten pedig az autóbusz csomópont kapott helyet<sup>10</sup>. Az autóbuszállások közötti kapcsolata egyúttal lehetőséget biztosít a személyautó parkoló (P+R) és kerékpártároló B+R azonos szinten való elhelyezésére is.



tényéből, még a (hosszuk miatt általában nehezen kezelhető) vasúti járművek esetében is. A rövidebb vasúti szerelvények alkalmazása a 7. ábra szerinti vágány topológia mellett lehetővé teszi, hogy a három irány három vonata ugyanazon peron mellett tartózkodjon, akár egy időben is. Ugyanezen platform másik oldalán alakíthatók ki a közúti és vízi közlekedés csatlakozó járatainak állásai is, ami a csomópont síkbeli elrendezése mellett teljesíti az átszállási rendszer követelményeit.

Az egymást keresztező kitérőpárok lehetőséget adnak rá, hogy a peron mellé tetszőleges időbeni és térbeli sorrendben „beállhassanak” a vonatok, de a célszerű vágányspecializáció szerint középre a kiágazó vonal, előtte-utána pedig az átmenővonal két irányának vonatait érdemes fogadni. Ebben az esetben csak szomszédos vonatok között generálódik átszállóforgalom, de a szerelvények közti váltókörzetek miatt, még így is igen nagy távolságot kell megtennie az átszálló utasoknak. Az átszállóforgalom meggyorsítása érdekében a peronon (legalább a

7. ábra Kétdimenziós (síkbeli) intermodális átszállási csomópont 3-szor (módonként) 3 iránypár járatai között. Egyazon platform egyik oldalán egymás mögött a vonatok, a másik oldalán pedig a (távolsági és/vagy helyi) autóbuszok és hajók állásainak kialakításával síkbeli átszállási rendszer alakítható ki. Az egy szintű platform nagy térbeli kiterjedése miatt, az átszállóforgalom gyorsítására mozgójárdákat (az ábrán zöld sávokkal jelölve) célszerű beépíteni. A síkbeli kialakítás következtében azonos szinten érhetők el a P+R és B+R parkolók és maga a település is.



váltókörzetek áthidalására) mindkét irányban mozgójárdát szükséges beépíteni.

## 4. EXCENTRIKUS KÖZLEKEDÉSI CSOMÓPONTOK

Az eddigiekben egy olyan ideális közlekedési rendszert tételeztünk fel, ahol a csomópontok pontosan félóránra helyezkednek el egymástól, így valamennyi járat egy időben érkezik a csomópontba, ahonnan (az ideális technológia biztosítása mellett, átszállási veszteségidő nélkül) azon nyomban el is indulhatnak a következő csomópont felé. A valóságban nyilván nem nulla a járatok tartózkodási ideje a csomópontban, de az eddig bemutatottakhoz hasonló koncentrikus átszállási csomópontok esetében az első fázisban (a szimmetriatengely-időpontot közvetlenül megelőzően) valamennyi irányból megérkeznek, majd – nem több idő elteltével, mint amennyi az átszálláshoz járatpáronként szükséges – az indulási fázis következik, amikor minden irányba „kirajzanak” a járatok. Ezzel szemben, excentrikus csomópontokról beszélhetünk minden olyan esetben, amikor van olyan, a csomópontból induló járat, aminél később érkezik a csomópontba egy, bármely másik<sup>11</sup> járat. Az 1. ábra megmutatta, hogy ilyen esetben növekszik a csomóponton belüli aggregált átszállási veszteségidő. Minél excentri-

<sup>9</sup> Olyan csomópontokon, ahol a vasúti utasok mennyiségét meghaladja a vízi közlekedést használók volumene, meggondolandó a kikötőszint középre helyezése (a döntést megelőzően számba véve a víz alatti szint kialakítási nehézségének költségnövelő hatását).

<sup>10</sup> Az ábrázoltól eltérően, hatékonyabb megoldás lehet az autóbuszállások közös platformjának vasútra merőleges elrendezése, a mindkét vasúti peronra egyazon platformról indítható személyfelvonó beépíthetősége miatt. Ugyanezen felvonók a hajóállásokhoz vezető gyalogjáratra hordhatnak, amelyről a (hajók magassága miatt a vasútállomás függőleges vetülete mellett elhelyezkedő) móló minimális gyaloglással elérhető.

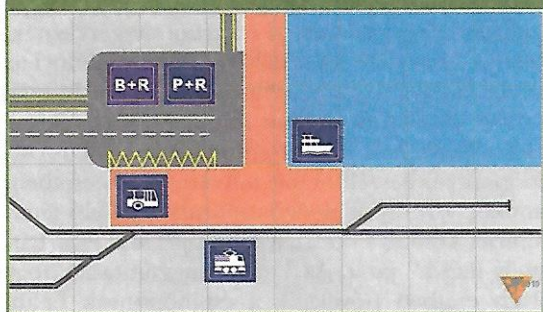
kusabb a csomópont, annál inkább növekszik ez a fajta veszteségidő.

## 4.1. ENYHÉN EXCENTRIKUS, HATÉKONY HELYKIHASZNÁLÁSÚ CSOMÓPONT

Az excentrikus csomópont ugyanakkor csökkenti a csomópontban egy időben tartózkodó járművek számát. Mivel a szimmetriatengely időpontja előtt induló járat helyére „beállhat” a nála később megérkező szemközt közlekedő járatpár, ezért egyazon platformon, azaz összességében is kisebb helyen lebonyolítható a csatlakozójáratokra való átszállás.

Az a legcélszerűbb, ha az excentrikus járatpár valamely, a csomóponton áthaladó vasúti viszonylat közül kerül kiválasztásra, mert a vonatoknak egyrészt nagy a helyigénye, másrészt igen gyorsan „helyet tud cserélni” ugyanazon vágányon az

8. ábra: Enyhén excentrikus intermodális átszállási csomópont 3-szor (módonként) 3 iránypár járatai között. Egyazon platform egyik oldalán időben egymás után a vonatok, a másik oldalán pedig a (távolsági és/vagy helyi) autóbuszok és hajók állásainak kialakításával, az aránylag kis területen kijelölhető rövid gyaloglási útvonalak miatt igen gyors síkbeli átszállási rendszer alakítható ki. A csomópont vasútállomásán egyetlen vágány ad helyt mindhárom vonatnak. Elsőként (bal felső irányból) a csatlakozó vonal járata érkezik a vágányra, ahonnan a leszállást követően a (jobboldalon kiágazó) csonka vágányra tolat, miközben már meg is érkezik a helyére az átmenőjárat jobbról balra közlekedő vonata. A szerelvény az utascere után (balra a kétvágányú szakaszon) elhagyja az állomást, és helyére megérkezik a szemközt járatpár, majd az utascere utáni indulását követően a csatlakozóvonal vonata áll a helyére, hogy az utasok beszállása után szintén útnak indulhasson.



excentrikus vonatpár. A gyors „helycserével” nagyobb mértékben csökkenthető a járművek közti utascere időigénye, mint amennyivel megnövekszik az excentricitás miatti aggregált átszállási veszteségidő (8. ábra).

## 4.2. CSOMÓPONTOK CSILLAG-DELTA EKVIVALENCIÁJA

A csomópontok legegyszerűbb (elágazást is tartalmazó) formája, amikor a csomópontot három irányban lehet elhagyni. A csomópontból induló három járat közti kölcsönös átszállási lehetőség biztosítása (különösen a vasúti közlekedés esetében) olyan nehézséget vethet fel (pl. aluljárós járműmegközelítés), ami kedvezőtlenül hat az átszállás időigényére és kényelmére. A klasszikus „csillagcsomópont” azonban „széthúzható” három részcsomóponttá, ahol az átszállás lehetőségét már csak a részcsomópontokat érintő járatpárok között kell biztosítani, ami még a kötöttpályás közlekedés esetében is egyszerűen (közös peronos kialakítással) megoldható. A részcsomópontok a csillagcsomóponttal ekvivalens átszállási lehetőségeket biztosítanak mindaddig, ameddig a járatok részcsomópontok közötti útvonala nem tartalmaz hozzáférési pontot (megállóhelyet). A részcsomópontokon (a „delta” csúcsaiban) ugyanis „sarokforgalmi” (a delta szárjai közti körforgalomban) átszállás, csak akkor volna biztosítható, ha

1. a részcsomópontok egymástól félóránnyal volnának, ami azonban azt jelentené, hogy önálló csomópontok, tehát ez a csomópont-áthelyezés egyik esete volna, vagy
2. többletjáratot kellene beállítani, kifejezetten a részcsomópont-közi forgalom kiszolgálására.

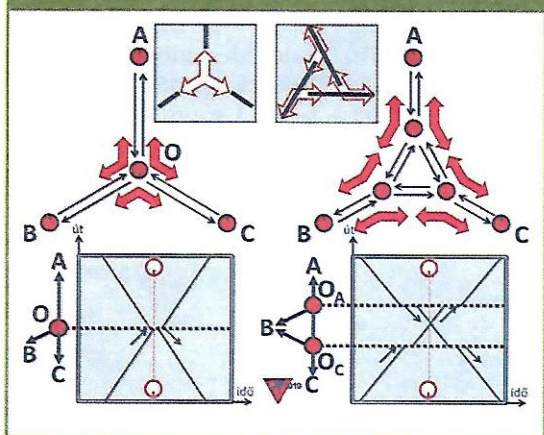
A 9. ábra szerinti csillag-delta átalakítás előnye, hogy a páronkénti átszállási lehetőség egyszerű állomási infrastruktúrával is könnyen biztosítható, hátránya ugyanakkor, hogy a csomópontban való egyetlen megálló helyett útirányonként két-két részcsomópontban kell megállni.

## 5. CSOMÓPONT TÖBBSZINTŰ KÖZLEKEDÉSI RENDSZERBEN

A közlekedési hálózat csomópontjainak fizikai és menetrendszerkezeti összehangolásának haté-

<sup>11</sup> A csomópontok legfontosabb követelményének (a „mindenholnan mindenhol” átszállási lehetőség biztosításának) eleget téve, valamely járat érkezési időpontját csakis ugyanazon viszonylat ellentétes irányába közlekedő járatpárjának indulási ideje előzheti meg.

9. ábra> A (három iránypár közötti átszállást biztosító) klasszikus csillagsomópont és a vele ekvivalens deltacsomópont összehasonlítása. A baloldali O-val jelzett csillagsomópontból a felső ábra szerint három járat indul a középső ábrán bemutatott topológia szerint az A, B és C jelű csomópontok felé. A lehetséges átszállási irányokat a vastag piros nyilak jelölik. Az alsó ábrán bemutatott menetrendi szerkezet szerint (a már megszokott módon) biztosított a teljes körű csatlakozási rendszer. A jobb oldalon a három részcsomópont járatszerkezete, topológiája és menetrendszerkezete látható. Pl. A-ból C-be a csillagsomóponti elrendezésben egy O-n való átszállással, a delta elrendezésben pedig az A-O<sub>A</sub>-O<sub>C</sub> járatról O<sub>C</sub>-n az O<sub>B</sub>-O<sub>C</sub>-C járatra való (ugyancsak egy) átszállással lehet eljutni.



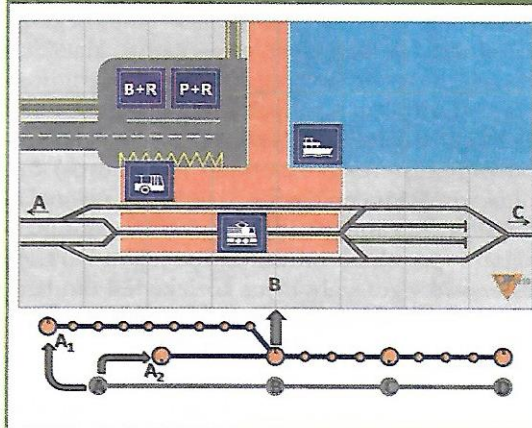
kony módja lehet a többszintű közlekedési rendszer kialakítása (lásd pl. a 3. ábra szerinti élváltoztatás). Az elővárosi vagy ahhoz hasonló típusú (pl. a magyar hálózat, ahol a távolsági utazások leggyakoribb kezdő- vagy végpontja Budapest) utasforgalom ugyancsak (a központi domináns csomópont felé közeledve egyre) többszintű közlekedési rendszerrel szolgálható ki a leghatékonyabb módon, zónázó (vagy ahhoz hasonló) közlekedési rendszerben. [2]

Többszintű közlekedési rendszerben gyakori, hogy több hálózati él járatai közlekednek fizikailag ugyanazon a pályán. A 10. ábra egy olyan esetet mutat be, amikor az „A” és „B” fizikai csomópontok között (kétszintű közlekedési rendszerben) két járat közlekedik. Az egyik minden közbenső hozzáférési pontot kiszolgál, míg a másik csak a két csomópontban áll meg (klasszikus zónázó struktúra szerint). A kétszintű közlekedési részhálózatok visszavezethetők az eddigiekben bemutatott egyszintű hálózatokra, amennyiben a csomópontok közti összeköttetést szintenként külön élekként kezeljük (amint a 10. ábra szem-

lélteti, az A-B közti fizikai összeköttetés is a közlekedési hálózat két élekként funkcionál A<sub>1</sub>-B és A<sub>2</sub>-B jelöléssel).

Speciális elrendezést csak a több szintet egyesítő csomópont vasúti infrastruktúrája igényel, ahol a vágányok topológiájának és kapcsolatainak biztosítaniuk kell a zónázó és leosztó vonatok közötti azonnali átszállást úgy, hogy a leosztó vonatok vágányútja által okozott forgalmi zavartatás mini-

10. ábra: Vasúti zónázó struktúra zónahatár-csomópontja intermodális átszállási kapcsolatokkal. Az A (A<sub>1</sub>) csomópont felől (kétvágányú pálya) érkező ráhordó vonat az állomás középső vágányára érkezik, ahonnan kétoldali ajtónyitással biztosítható átszállási lehetőség a mindkét irányból (A<sub>2</sub> és D-C irányokból, akár egyszerre) megerkező zónázó vonatokra. Ha az induló fázisban nem a ráhordó vonat szerelvénye fordul vissza leosztó vonatként, abban az esetben („szerelvényléptetés”) szükség van a két átmenő vonat vágányai között elhelyezkedő taroló vágányokra.



mális legyen. Ennek megvalósítása úgy lehetséges, ha szakítunk az átmenő vágányokból oldalirányba kiágazó, megelőző vágányok klasszikus elrendezésével, és az átmenő vágányok között kapnak helyet a vonatfordító fogadóvágányok.

## 6. KONKLÚZIÓ

Az egyéni gépjármű-közlekedés legfőbb előnye, hogy közel korlátlan időbeli hozzáférés mellett, térben is (a szárazföldön) csaknem bárhová képes eljuttatni a használót. A közösségi közlekedés egyéni közlekedéssel szembeni versenyképessége, ennek megfelelően, a térbeli (hálózati lefedettség) és időbeli (járatsűrűség) kínálatának növelésével (legalábbis a mobilitási kereslet mértékadó piacán) arányosan javul.

A közösségi közlekedés versenyképességének további két lényeges befolyásoló tényezője az utazás menetideje, valamint az útközbeni átszállások mennyisége és minősége. A két tényező egymás ellen hat, amennyiben közvetlen eljutást inkább a kisebb befogadóképességű járműegységekkel operáló autóbusz-közlekedés képes biztosítani, amely azonban önmagában csak az azonos közúthálózatot használó egyéni közlekedést jelentősen meghaladó menetidőt képes biztosítani. Versenyképes eljutási időt csak a közösségi közlekedési lánc biztosít, amelyben emellett az alágazatok együttműködésének eredményeképpen, a mértékadó piac keresletének kielégítéséhez megfelelő járatsűrűség és hálózati lefedettség egyszerre jelen van. A közlekedési lánc azonban átszállásokra épül.

A közösségi közlekedés versenyképességének kulcsa, tehát az intermodális átszállási csomópontok hatékony kialakítása olyan módon, hogy a lehetőségek szerinti leggyorsabb és legkevesbé kényelmetlen járatközi csatlakozási lehetőségeket biztosítson. A hatékony csomóponti kialakítás feltétele, hogy ne kelljen univerzális (bármilyen forgalmi szituáció lebonyolítására alkalmas) infrastruktúrát kiépíteni, hanem egy előre meghatározott és rendszeresen ismétlődő (szabványos) forgalmi szituációra építkezve, az átszállási útvonalak és időigényük ismeretében, az átszállás optimalizálására specializált infrastruktúra jöjjön létre. Az ehhez szükséges szabványos közlekedési rendszer legkézenfekvőbb megvalósulási formája, az integrált ütemes menetrend [3], [4], [5].

*Lektorálta: Dr. Tóth János*

## FELHASZNÁLT IRODALOM:

- [1] Borza Viktor: A korszerű hazai vasúti személyszállítás menetrend-szerkezetét leképező távolsági ütemtérkép, Közlekedéstudományi Szemle LIV. évfolyam 2004/11. pp. 413-424.
- [2] Borza Viktor - Kormányos László: Integrált ütemes menetrend bevezetése a MÁV Rt. Budapest – Vác – Szob és Budapest – Veregyház– Vác elővárosi vonalain, Városi Közlekedés, XLV. Évfolyam 2005/3. pp. 159-167.
- [3] Borza Viktor – István György – Kormányos László – Vincze Béla György: Integrált ütemes menetrend I., Közlekedéstudományi Szemle LVII. évfolyam 2007/10. pp. 402-416.
- [4] Borza Viktor – István György – Kormányos László – Vincze Béla György: Integrált ütemes menetrend II., Közlekedéstudományi Szemle LVII. évfolyam 2007/11. pp. 450-465.
- [5] Borza Viktor – István György – Kormányos László – Vincze Béla György: Integrált ütemes menetrend III., Közlekedéstudományi Szemle LVIII. évfolyam 2008/1. pp. 33-53.

## Kérjük olvasóinkat, hogy a személyi jövedelemadójuk 1%-ával támogassák a Közlekedéstudományi Egyesületet

2010. évben a 2009. évi személyi jövedelemadó 1 + 1%-ról az alábbiak szerint rendelkezhet:

1. A magánszemély saját maga készíti az adóbevallását:  
ez esetben a **0853 bevallás 0853-D oldalán teheti meg** a nyilatkozatot, ahol kérjük a kedvezményezett adószámánál a **19815709-2-41 számot kitölteni**.
2. A magánszemély munkáltatójától kér adó megállapítást  
ez esetben az APEH honlapjáról letölthető nyomtatványon, vagy az APEH kirendelt-ségeken beszerezhető formanyomtatvány alkalmazásával lezárt borítékban, a boríték-kon a **magánszemély adóazonosító jelét feltüntetve, a ragasztott felületére átnyú-lóan saját kezűleg aláírva 2010. május 10-ig** adhatja át munkáltatója részére.
3. A magánszemélynek az előzőektől eltérően 2010. május 20-ig lehetősége van az 1 + 1% nyilatkozatokat önállóan is – az adóbevallástól függetlenül – eljuttatni az APEH-hoz sze-mélyesen, vagy postán.