

# „Zöld” közúti vasúti vágányok a városi környezet fenntarthatóságának szolgálatában

SZIGETI Cecília,<sup>1</sup> CZÉDLI HERTA Mária<sup>2</sup>, MAJOR Zoltán<sup>3</sup>

DOI: [10.29180/978-615-6342-76-8\\_37](https://doi.org/10.29180/978-615-6342-76-8_37)

## Absztrakt

A II. világháborút követően a városi közlekedésben háttérbe szorult a villamos vasúti közlekedés ennek jegyében 1959-ben Pécsen, 1969-ben Nyíregyházán és 1974-ben Szombathelyen megszűnt a villamosvasúti közlekedés, valamint Debrecenben 1, míg Miskolcon pedig 2 vonal üzemelt tovább. Az 1990-es évektől a villamosvasúti közlekedés ismét fellendülő tendenciát mutat köszönhetően annak a várostervezési gyakorlatnak, amelyben az az elgondolás erősödött meg, amely a gépkocsiforgalom kiszorítását ösztönözte. Csökkentve ezáltal a forgalmi torlódást, a légszennyezést, megteremtve egy egészségesebb, élhetőbb városi környezet alapjait. Az élhető modern városok tömegközlekedésének egyik meghatározó elemévé vált a villamos újra. Jelenleg 4 városunkban üzemel villamosvasút, ezek: Budapest, Szeged, Miskolc és Debrecen. Tanulmányunk az épített környezet ökológiai egyensúlyának megőrzéséhez hozzájáruló zöld vágányok szerepét és megvalósítási lehetőségeit vizsgálja. Munkánk során a füvesített vágányok vízigényének minimalizálhatóságát elemeztük a fű és varjúháj burkolatú vágányok esetében. A növényzet burkolatú vágány koncepció a vegetációt alkotó növények helyes megválasztása révén a zöldfelületi mutatók javulását eredményezi a városi környezet komplex rendszerében.

**Kulcsszavak:** fenntarthatóság, füvesített villamosvágány, fenntartható városi környezet

## Bevezetés

Az említett városokban a közelmúltban nagy volumenű beruházások zajlottak le, illetve állnak tervezés alatt. A beruházások nagy része meglévő vonalszakaszok korszerűsítéséről, felújításáról szólt, ezek mellett új nyomvonalak építésére is találunk példát. A létrehozott új pályáink az első szerelvény átgördülését követően fokozatosan avulnak. A romlási folyamat exponenciálisan gyorsuló folyamat, és megfelelő beavatkozások hiányában a pálya tervezett élettartam előtti tönkremenetelét képes okozni. Sajnos hazánkban a fenntartásra, vonaligazításra fordítható keretek eléggé szűkösek és így a beavatkozások is inkább tűzoltás jellegűek, mintsem megelőzőek. A források szűkössége mellett öröndetes az a tendencia, amely a városi lakókörnyezet élhetőbbé tételét célozza meg és melynek eredményeképpen egyre gyakrabban és egyre nagyobb hosszban létesülnek Magyarországon is füvesített villamosvasúti vágányok, melyre az 1. ábra mutat egy példát Szegeden.

---

<sup>1</sup> Budapesti Gazdasági Egyetem, CESIBUS/Budapesti Metropolitan Egyetem, Fenntarthatósági Tanulmányok Intézete, e-mail: [cszigeti@metropolitan.hu](mailto:cszigeti@metropolitan.hu)

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, e-mail: [herta.czedli@eng.unideb.hu](mailto:herta.czedli@eng.unideb.hu)

<sup>3</sup> Széchenyi István Egyetem, Közlekedéscsillagás és Vízmérnöki Tanszék, e-mail: [majorz@sze.hu](mailto:majorz@sze.hu)

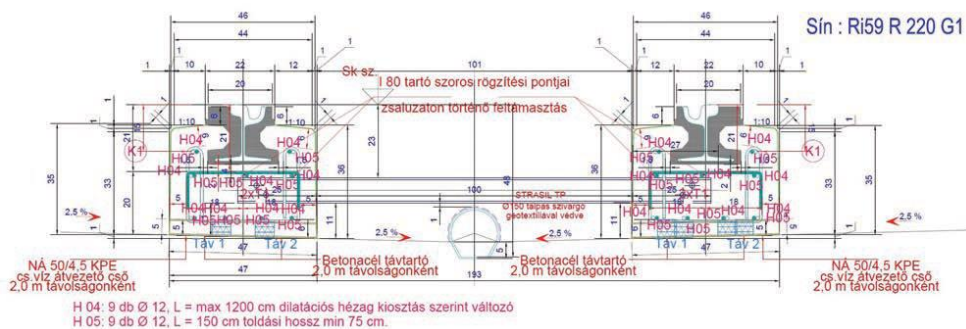
## 1. ábra: Füvesített villamosvasúti vágány Szegeden



**Forrás:** Nagy et al. 2015

A füvesített vágányok szerkezeti kialakítása világviszonylatban is elég változatos, találunk beton hosszgerendás felépítményeket, klasszikus merevlemez szerkezeteket, valamint hagyományos betonlakkal kialakított pályaszerkezeteket is. A Szegeden kialakított hosszgerendás pályaszerkezetet a 2. ábra szemlélteti.

## 2. ábra: Hosszgerendával kialakított pályaszerkezet Szegeden



**Forrás:** Nagy et al. 2015

Láthatjuk, hogy különböző műszaki és költség szinten kialakítható a füvesített vágány. Ez azért tekinthető fontos ténynek, hiszen Magyarországon nagy hosszban találkozhat az utazóközönség hagyományos zúzottköves vágányokkal, melyek átépítése/felújítása során revitalizálhatóvá válhat az javítva annak esztétikai megjelenését, valamint a városi életminőségre gyakorolt hatását. A füvesített vágányok kialakításának legsarkalatosabb pontjának talán annak vízigénye tekinthető. A vágányok kialakítása és üzemeltetése során komoly költséget jelent az öntözőrendszer kialakítása (enélkül locsoló kocsik üzemeltetése szükséges). Az öntözőrendszer nemcsak, hogy drága, de rendkívül sérülékeny szerkezeti elem is, melynek meghibásodása, rongálása (személygépkocsik ráhajtása) miatt a vágány jelentős hosszban javítást igényel. Az öntözési igény másik sarkalatos kérdése, hogy megengedhető-e az, hogy közmű hálózatról ivóvízzel öntözzük azokat, főleg abban az időszakban, amikor a nagyvárosok vízfogyasztása is megugrik és gyakran azok agglomerációs területein vízkorlátozás bevezetésére van szükség. Szerencsére ez a komoly hátrány is feloldható a vegetációt alkotó növények helyes megválasztásával, melynek eredményeként a felépítmény vízigénye minimalizálhatóvá válik.

## Irodalmi áttekintés

A városi ökológiai rendszer megléte az emberi túlélés egyik alapvető eleme a városokban, mivel az emberek számára a szükséges szolgáltatások közvetve vagy közvetlenül az ökoszisztéma-funkciókból, ökoszisztéma-szolgáltatásokból származnak (Bolund & Hunhammar, 1999, He et al., 2021). Az urbanizáció által támasztott kihívások sokrétűek, a zöldterületeket figyelmen kívül hagyó urbanizáció káros társadalmi, fizikai hatásokat okoz a lakosság számára (Anguluri & Narayanan, 2017, Zhao et al., 2023). A városi hősziget jelesége és annak megoldására számos kutatás irányul (Nwakaire, 2020). A városlakók által felhasznált ökoszisztéma-szolgáltatások, ezen belül az ellátó szolgáltatások jelentős részét a városon kívül, gyakran a településtől távoli területeken állítják elő (Kiss et al., 2021), ahogy ezt az ökológiai-lábnym számítás koncepciója is kifejezi (Wackernagel & Rees 1996; Harangozó et al., 2019). A zöld villamospályák kialakítása számos európai városban általános megoldássá vált a zöldterületek iránti növekvő igények kielégítésére (Sikorski et al., 2018). Egyéb környezeti előnyök mellett a növényborítás a villamospályák zajkibocsátását is csökkenti (Harangozó & Marjainé Szerényi, 2014). Világszerte az a kérdés, hogy az általánosan használt, többszörös ráfordítást (pl. víz, műtrágya, növényvédő szerek) és intenzív gazdálkodást (pl. kaszálás, újratetés) igénylő növényzetről áttérjünk-e a fenntarthatóbb, alacsony ráfordítást igénylő, kevesebb emberi beavatkozást igénylő növényzet telepítésére (Barnes et al., 2018).

## A zöldellő villamosvágányok és az azok által kínált lehetőségek bemutatása

Tervezett, telepített formában Berlin városa jó gyakorlatot tár elénk már 1995 óta a zöldellő villamosvágányokkal. A füves pályaszakaszok mellett indokolt a gondozásmentes növényekkel való kísérleti jellegű projekt is, hiszen a hosszú nyári száraz időszak ezen növényfajok esetében nem okoz gondot, a fenntartás kisebb költséget igényel. Ilyen vegetációjú pályaszakaszt szemléltet a 3. ábra.

**3. ábra:** Zöld villamosvágány Bad Dürkheim

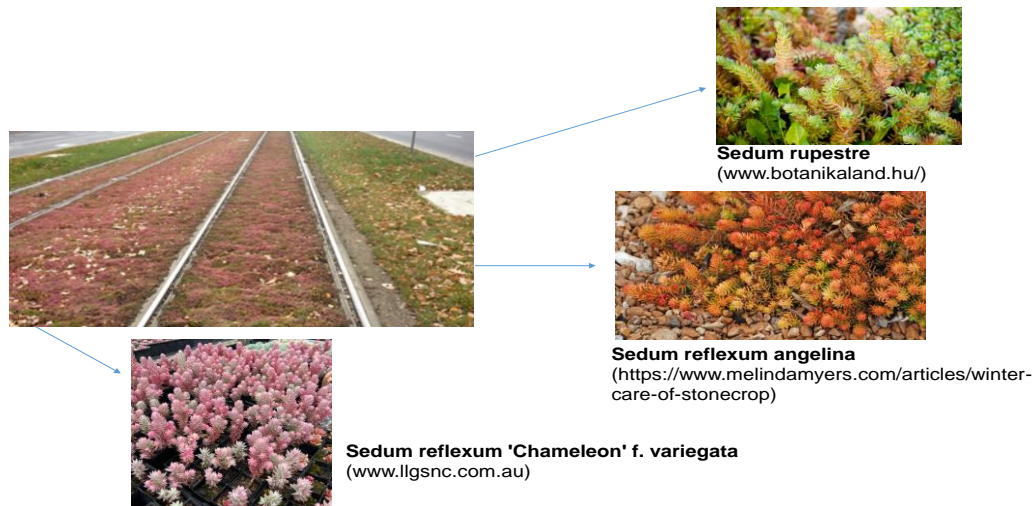


**Forrás:** <https://www.sempergreen.com/de/referenzen/strassenbahn-1>



Ahogy az a 3. ábrán is látható a varjúhájjal kialakított villamosvasúti pálya vegetációját nem domináns növény alkotja, hanem különböző egymástól eltérő megjelenésű faj együttélése. Ez az együttélés kölcsönöz egyedi megjelenést a pályának és teszi azt az év minden szakában látványossá. Néhány jellemző növényfajt a negyedik ábra szemléltet.

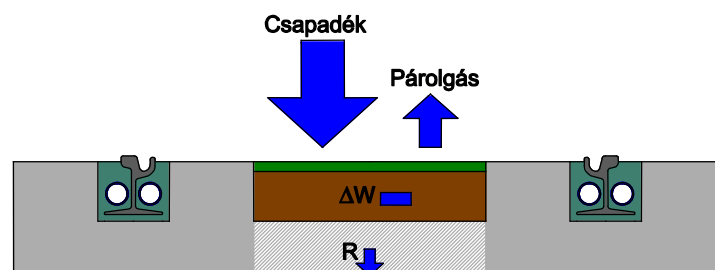
**4. ábra:** Alkalmazható növényfajok



**Forrás:** <https://www.sempergreen.com/de/referenzen/strassenbahn-1>

Szakirodalmi adatok igazolják, hogy a zöld pályaszakaszra vetített éves csapadékmennyiség 50-70%-a megkötődik és ismét elpárolog. A németországi átlagosan 790 l/m<sup>2</sup>/év csapadékmennyiség alapján a pályán lévő zöldítési rendszer évente kb. 400-550 l esővizet tart vissza négyzetméterenként. Ezen adatok ismeretében kiszámítható, hogy évente 1 ha pályazöldítés révén a füves pályán kb. 5530 m<sup>3</sup>, a sedum pályán pedig kb. 3950 m<sup>3</sup> víz helyben tartható, amely a városi csapadékvíz gazdálkodás remek példája (<http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/wirkung.pdf>). A nem zöld pályához képest a zöld pályán természetesebb a vízháztartás. A vízmérleg vízfolyásból, tárolásból és elpárologtatásból áll. A felvett és tárolt csapadékvíz elsősorban párolgás (a növények kipárologása és a növényzeti rétegből történő kipárologás) útján kerül vissza a levegőbe. Ez növeli a páratartalmat és párolgási hűvösséget hoz létre. A zöldítési rendszer víztároló képessége a növényzeti rendszertől függ. A növényzet burkolatú vágány koncepció több előnyt is hordoz magában. A vízháztartás elemeit az 5. ábra szemlélteti.

**5. ábra:** A vízháztartás elemei a zöldített villamospályán



**Forrás:** Saját szerkesztés

A lakosság számára általános előnyként mutatkoznak meg a következők: a beépített városi környezetben üde zöldfelületet hoz létre. A vágányzóna vizuálisan kiemelt, a városi környezetben jól észrevehető, látható. A lakosság jobban elfogadja a vágányépítést, hiszen ez a megoldás természetközeli, valamint esztétikailag javítja a város képét. A környezetben található ingatlanok értéke emelkedni fog, hiszen a zöldfelületi mutatók is javulnak az infrastruktúra fejlődésével együtt. A lakosság szociális és mentális állapotára kedvező hatást gyakorol.

Sokrétű ökológiai előny is származik az új koncepció révén. A klímaváltozás következtében egyre több nagy intenzitású csapadékkal kell számolnunk, ez a módszer csökkenti a területről lefolyó víz lefolyási intenzitását. A vágányzóna vízviszatarító képességét növelik a növények akár 50-70%-kal is, a vízelvezető rendszer kiépítése ökológiai szempontból előnyös, kisebb környezetátalakítással jár.

A sínhőmérséklet lassabban, és kevésbé emelkedik meg, mint szilárd burkolatú, vagy nyitott vágány esetében, így a környezet hőmérsékletváltozását is kedvezően befolyásolja. A növénytakaró védelmet biztosít a direkt napfény káros hatásaitól, a vágányszerkezet tartósságát növeli. A szennyezőanyagok, por megkötése megvalósul, csökken a zajterhelés.

A növénytakaró fotoszintetikus aktivitása kifejezett, a növényzet párolgása révén hűtőhatást gyakorol a környezetre, hamarabb hűl le a vágányok környezetében a levegő, így a mikroklímát kedvezően befolyásolja. A városi flóra életteret biztosít más élőlényeknek, például rovaroknak, biztosítva fennmaradásukat az erősen degradált környezetben is, növelve a biodiverzitást (6.ábra). A Sedum (varjúháj-félék) családjába közel 500 faj tartozik. Tekintettel arra, hogy rendkívül ellenálló, szívós, igénytelen pozsgás növényekről van szó, az alacsonyabb növésű fajok igen látványos és esztétikus elemként alkalmazhatók zöld vágányok tervezése és kialakítása során.

A gyakorlatban elterjedt két jellemző flórájú pályaszerkezet a fű és varjúháj burkolatú vágány. Ezek összehasonlítását az 1. táblázat mutatja be.

### 6. ábra: Sedum fajok városi környezetben



Forrás: <https://borago.hu/sedum-varjuhaj-fajtak>

### 1. táblázat: Fű és varjúháj burkolatú vágány összehasonlítása

	Fű burkolatú vágányzóna	Varjúháj burkolatú vágány
Ültetőközeg	120 mm-nél vastagabb	vékonyabb, 40-80 mm
Vízigény	magas	alacsony

Rendszeres öntözést igényel	igen	csak a telepítés évében
Karbantartási igény	magas (rendszeres fűnyírás)	kisebb
Taposástűrés	jó	rossz
Pangó vizet tolerálja	igen	nem
Naptűrés	Naptűrő	Naptűrő
Árnyéktűrés	Árnyéktűrő	Kevésbé árnyéktűrő
Fagytűrés	+	+
Ellenállóság	+	+
Vízvisszatartó képesség	kb. 70 %	kb. 50 %
pH igény	6,2 -7	nem jellemző
Nitrogén-igény	magas főleg tavasszal	alacsonyabb
Gyeptrágya igény	+	-
Degradáció tűrés	+	+
Stressztűrés	+	+
Sekély gyökérszint	-	+
Színes virágok	-	+
Méhcsalogató	-	+
Évelő	+	+
Organikusan változó formák	-	+

**Forrás:** [https://static.bkv.hu/ftp/ftp/fajlok/sarga\\_konyv/15.pdf](https://static.bkv.hu/ftp/ftp/fajlok/sarga_konyv/15.pdf)

## Következtetések

A zöldfelületek fenntartására, fejlesztésére vonatkozó irányelvekhez kapcsolódva a Zöldfelületgazdálkodási koncepció keretei között a füvesített vágányok építése növeli a rendelkezésre álló zöldfelületet, szerepet kap a városrehabilitációban is. A füves pálya, a növényborítás hozzájárul a villamosok zajkibocsátásának csökkentéséhez. Fenntarthatóbb, alacsony ráfordítást igénylő, gondozásmentes növényzet telepítése jelenthet innovatív megoldást, hiszen extra vízigénnyel nem kell számolnunk, a vegetációt alkotó növények helyes megválasztásával, a felépítmény vízigénye minimalizálhatóvá válik. A vágányzóna vizuálisan kiemelt, városi környezetben az esztétikai hatások mellett a lakosság termikus komfortérzetét is javítja, így a városi utazóközönség életminősége jelentősen javítható. A tervezett, telepített és évszaknak megfelelően karban tartott füves pályaszakaszok esetében a gondozás elengedhetetlen. Az ún. gondozásmentes növényfajok alkalmazása révén a klímaváltozás miatt az extrém hosszú nyúló nyári száraz periódusok alatt is biztosított a vegetáció fennmaradása. Fontos megemlíteni, hogy a fűvel bevetett pályák nem alkalmasak autós közlekedésre a városokban, így gépkocsiforgalom nem lehet a síneken. A zöld villamospályák tervezése során a pályák környezethez való illeszkedése elsődleges szempont. A XXI. századra felgyorsult környezeti

változások (klímaváltozás, csapadékszegény extrém meleg időszakok, globális felmelegedés, napi hőingás alakulása, városi hőszigetek számának növekedése) az utasokra és a pályaszerkezetekre is negatív hatást gyakorolnak. A városok vonzereje az életfeltételek mennyiségi-minőségi növekedésének biztosításában rejlik. A városi környezet komplex rendszerében (környezet-gazdaság-társadalom) a jó környezetminőség egyre hangsúlyosabb szerepet kap napjainkban. Kutatásunk innováció-orientált környezettudatos infrastruktúra fejlesztést támogat.

## **Finanszírozás**

A TKP2021-NKTA-44 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a Tématerületi Kiválósági Program 2021 (TKP2021-NKTA) pályázati program finanszírozásában valósult meg.

## **Irodalomjegyzék**

Anguluri R., Narayanan P. (2017): Role of green space in urban planning: Outlook towards smart cities. *Urban Forestry & Urban Greening*. Volume 25, July 2017, pp. 58- 65.

Barnes, M. R., Nelson, K. C., Meyer, A. J., Watkins, E., Bonos, S. A., Horgan, B. P., Meyer, W. A., Murphy, J., & Yue, C. (2018). Public Land Managers and sustainable urban vegetation: The case of low-input turfgrasses. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, pp. 284–292. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.12.008>

Bolund P. & Hunhammar S. (1999): Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics* Vol. 29, Issue 2, pp. 293-301

Harangozó, G., Kovács, Z., Kondor, A. Cs., Szabó, B. (2019.) :A budapesti várostérség fogyasztási alapú ökológiai lábnyomának változása 2003 és 2013 között. [Changes in the household consumption-based ecological footprint of Budapest metropolitan region between 2003 and 2013] *TERÜLETI STATISZTIKA* 59. 1 pp. 97-123. , 27 p.

Harangozó, G. ; Marjainé, Szerényi Zs. (2014): Mennyit ér a zajterhelés csökkenése?: Zajvédelmi intézkedések értékelése a haszonértékelések átvitelével. *Közgazdasági Szemle*, 61(1) pp. 68-91.

He, L., Tao, J., Meng, P., Chen, D., Yan, M., & Vasa, L. (2021): Analysis of socio-economic spatial structure of urban agglomeration in China based on spatial gradient and clustering. *Oeconomia Copernicana*, 12(3), 789–819. <https://doi.org/10.24136/oc.2021.026>

Kiss M., Báthoryné Nagy I. R., Buzás K., Csöszi M., Gulyás Á., Lenkei P., Mészáros R., Pinke Zs. Tanács E. (2021): A városi ökoszisztéma szolgáltatások értékelése – Az ökoszisztéma állapottól a ténylegesen igénybe vett ökoszisztéma-szolgáltatás értékelésig. A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok projekt, Ökoszisztémaszolgáltatások projektelem. Agrárminisztérium, Budapest, pp. 52. 10.34811/osz.varos.tanulmany

Nagy J.,Juhász K.P., Herman S., Herman K. (2015): Az első magyar, műanyag szállal erősített és füvesített villamospálya (2. rész) – A szegedi 2-es és 3-as villamosvonal. *Sínek világa*.

2015/3. <https://www.sinekvilaga.hu/az-első-magyar-muanyag-szallal-erosített-es-fuvesített-villamospálya-2.-rész-a-szegedi-2-es-es-3-as?index=1>

Nwakaire, C. M., Onn, C. C., Yap, S. P., Yuen, C. W., & Onodagu, P. D. (2020). Urban Heat Island Studies with emphasis on urban pavements: A Review. *Sustainable Cities and Society*, 63, 102476. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102476>

Sikorski, P., Wińska-Krysiak, M., Chormański, J., Krauze, K., Kubacka, K., Sikorska, D. (2018): Low-maintenance green tram tracks as a socially acceptable solution to greening a City. *Urban Forestry & Urban Greening*, 35, 148–164. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.08.017>

Wackernagel, M. and Rees, W. (1996) *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Philadelphia.

Wirkung und Funktion Grüner Gleise. Veröffentlichung des GRÜNGLEISNETZWERKS <http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/wirkung.pdf>

Zhao, X.; Xu, Y., Vasa, L., Shahzad, U. (2023). Entrepreneurial ecosystem and urban innovation: Contextual findings in the lens of sustainable development from China. *Technological Forecasting and Social Change* 191: June Paper: 122526 (2023)

### **Internetes hivatkozások**

[https://static.bkv.hu/ftp/ftp/fajlok/sarga\\_konyv/15.pdf](https://static.bkv.hu/ftp/ftp/fajlok/sarga_konyv/15.pdf) (Letöltés ideje: 2023.06.08.)

<https://borago.hu/sedum-varjuhaj-fajtak> (Letöltés ideje: 2023.06.10.)