

KERÉKPÁR HAJTÁS ALFÖLDI KÖZLEKEDÉSHEZ

BICYCLE DRIVE FOR FLAT TERRAIN TRANSPORT

Ivánovics Gergely ^{0009-0005-6170-8381 *}

Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Neumann János Egyetem,
Magyarország

<https://doi.org/10.47833/2026.1.ENG.003>

Kulcsszavak:

kerékpáros közlekedés
egysebességes kerékpár
ember által hajtott jármű
emberi terhelésszint görbe
mikromobilitás

Keywords:

cycling mobility
single-speed bicycle
human-powered vehicle
human workload level curve
micromobility

Cikktörténet:

Beérkezett 2025. november 14.
Átdolgozva 2026. február 1.
Elfogadva 2026. február 3.

Összefoglalás

Az elektromos kerékpárok terjedésével szükséges a mechanikus kerékpár újradefiniálása, hogy jóságuk és hasznosságuk alapján a megfelelő helyen kezeljük őket. A mechanikus kerékpár létezésének első percétől fogva kiváló tribológiájával tűnik ki, és ezt a tulajdonságát változataiban továbbörökíti, részt vesz a jövő közlekedésében, kiteljesedik emberi meghajtású járműként és főszereplő egyre növekvő számú sportban. Alföldi, városi közlekedés során rendszerhasználati és fizikai okokból a váltós kerékpárt hajtók sem váltanak. Az azonos felhasználás az egysebességes kerékpárt helyezi előtérbe, hatékonyabb, üzembiztosabb és a fenntarthatóságot jobban biztosító működésével. A cikk az embermotor - városi gép teljesítményének pedálfordulat függését vizsgálja, bemutat néhány, a váltás gyakorlata ellen ható gépi és emberi tényezőt, illetve javaslatot tesz a legalkalmasabb városi kerékpárhajtásra.

Abstract

With the spread of electric bikes, it is necessary to redefine mechanical bikes so that we treat them appropriately based on their merits and usefulness. From the moment they first appeared, mechanical bicycles have stood out for their excellent tribology, and they continue to pass on this characteristic in its variations, participating in the transportation of the future and fulfilling their role as human-powered vehicles and protagonist in more and more sports. In flat, urban areas, cyclists riding bikes with derailleurs do not change gears for system usage and physical reasons. The same use puts single-speed bicycles in the foreground, with their more efficient, reliable, and sustainable operation. The article examines the dependence of the performance of the human motor - the urban machine on cadence, then presents some mechanical and human factors that works against the practice of shifting gears, and makes recommendation for the most suitable urban bicycle drive.

1. Áttekintés

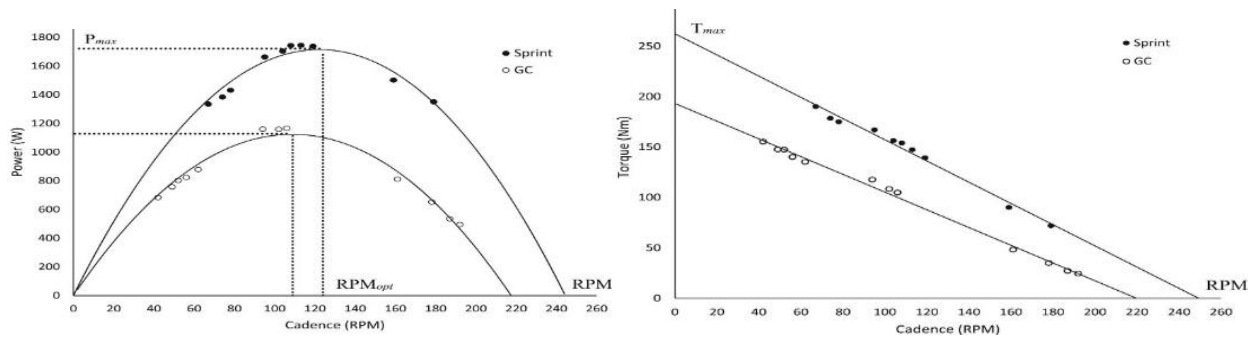
A cikk szakirodalom alapján bemutatja az edzett kerékpárosok jellemző teljesítmény és nyomatékgörbéit, majd a szerző egy közlekedőkre szabott paraméterrendszer alapján modellezi a kerékpározás során jellemző hajtási viszonyokat. Terhelésszint görbék alapján megvizsgálja a

* Kapcsolattartó szerző: Email: ivanovics.gergely@nje.hu

kerékpáros mozgását és javaslatot tesz a hatékony hajtásra. Ütközteti az egysebességes, a láncváltós és agyváltós rendszereket, kijelölve az alföldi, városi közlekedéshez leginkább alkalmasat. Kitekint a fejlett kerékpáros közlekedési kultúrával rendelkező országokban jellemző fenntartható közlekedésre.

2. A kerékpározás teljesítményszükséglete

Ergométeres vizsgálatok kimutatták, hogy az embermotor csapásszámmal változó teljesítményének csúcstértéke kerékpáros sportolóknál körülményektől függően 90-130 fordulat között jellemző. [3] [9] Az (1. ábra)-án versenyzőkből álló két csoport, sprinterek és mezőnykerékpárosok mérései láthatók.

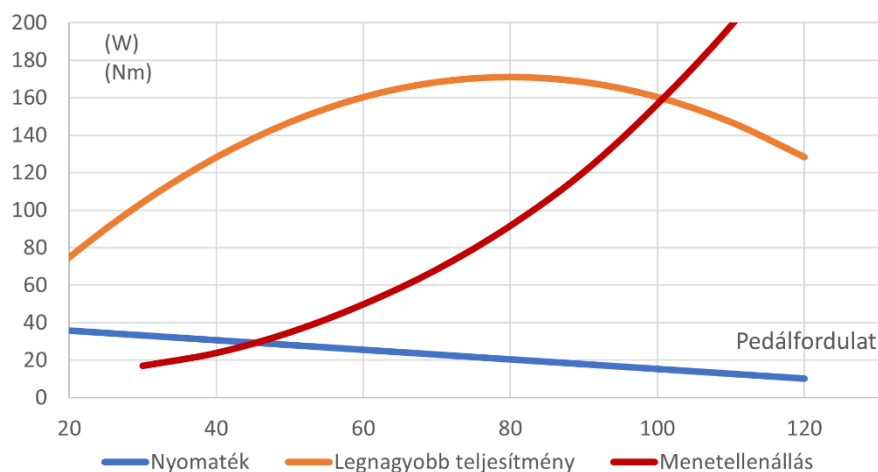


1. ábra. Két kerékpáros sportolói csoport jelleggörbéi, sprinterek és mezőnykerékpárosok [9]

A teljesítmény a csúcstérték körül lassan csökken, tehát magas egy viszonylag széles fordulatszám tartományon. A nyomatékegyenes nagyjából a teljes testsúlyú statikus ránehezedéstől a nyomaték nélküli pörgetésig tart. A magasabb fordulatszám nagyobb izom-összehúzóási sebességet jelent, ez segít a magasabb teljesítmény elérésében, de a növekvő tehetetlenségi erők és oxigénfelhasználás, illetve a körkörös mozgás egymást váltó izmainak egyre nehezebben összehangolható munkája gátolja is azt.

Minden teljesítményszinthez külön teljesítménygörbe tartozik, alacsonyabb teljesítménynél az optimális fordulatszám is alacsonyabb. A nagyobb teljesítmény magasabb oxigénfelhasználással jár, illetve terheli a szervezetet és testhőt okoz. Az átlagos közlekedő a körkörös hajtást kevésbé valósítja meg, kényelmesen szeretne haladni, és gyakran kerül a túlzott kimelegedést. Ezek a tényezők okozzák, hogy esetében az optimális csapásszám jóval alacsonyabb, 50-80 fordulat közé esik, illetve ebben a tartományban tud hatékony lenni. [4] [6]

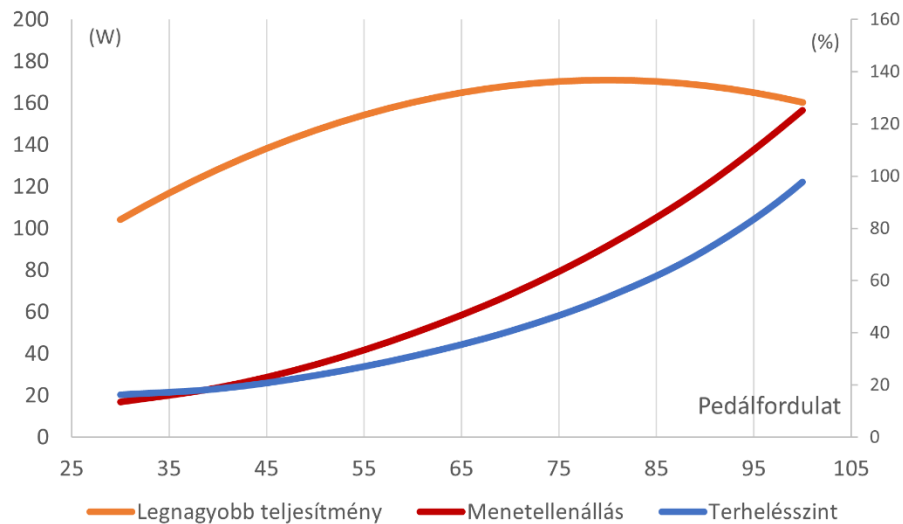
A vizsgálatok egy mintaként választott, gyakorlott közlekedő kerékpárosra vonatkoznak, sík terepen, légmozgás nélkül. Az (2. ábra)-án látható, hogy pedálfordulattal hogyan változik a kerékpáros által kifejtett nyomaték, a teljesítmény és a menetellenállás adott kerékpárnál.



2. ábra. A vizsgált embermotor jelleggörbéi és a menetellenállás, (saját szerk.)

A kialakított modell részletesen itt nem kerül bemutatásra, a következtetések szempontjából a vizsgált átlagos kerékpárost leíró paraméterrendszer sem releváns. Ez a kerékpáros a legnagyobb teljesítményt 80-as fordulathál éri el. A menetellenállás (watt) a pedálfordulattal növekvő, részben lineáris a szerkezeti súrlódások és a gördülési ellenállás miatt, és köbös a légellenállás okán.

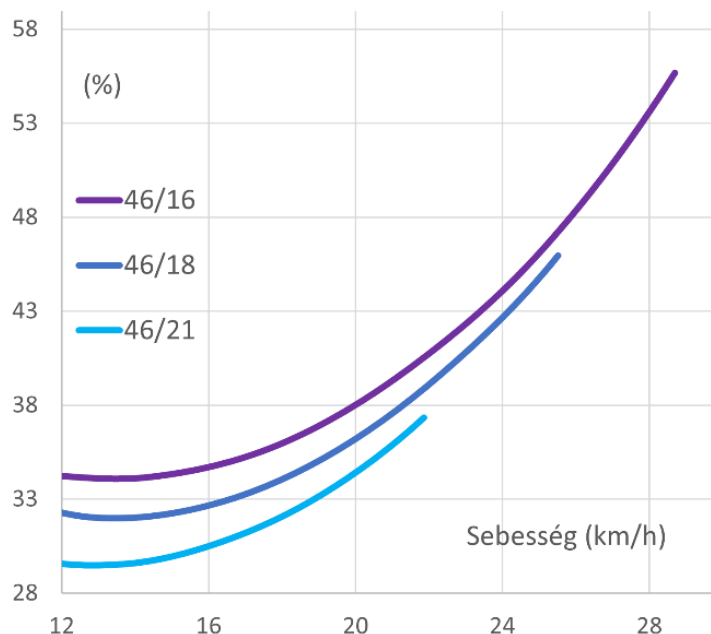
A hajtás nehézségének mérésére új paraméter a terhelésszint, amely a menetellenállás teljesítmény igényét viszonyítja a legnagyobb elérhető teljesítményhez, százalékos érték. (3. ábra)



3. ábra. A terhelésszint görbe értelmezése, (saját szerk.)

3. Az egysebességes és a láncváltós hajtás jellemzői

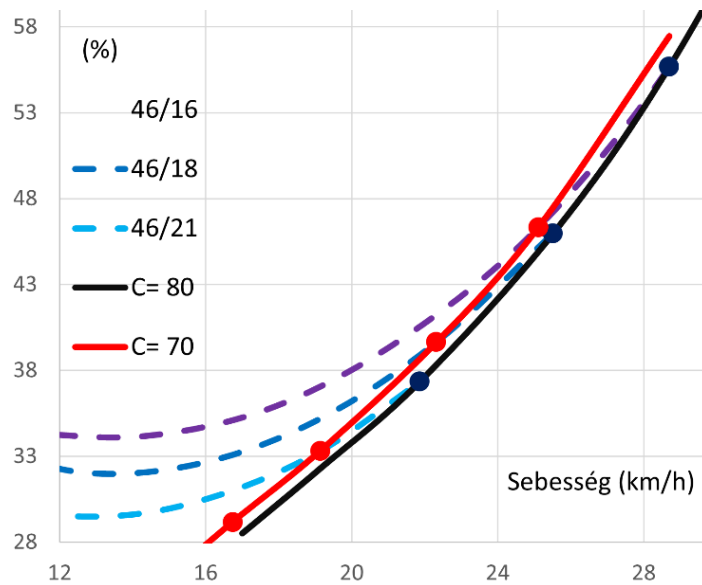
Az egysebességes kerékpár menetellenállását alapvetően befolyásolja az áttételi viszony, a (4. ábra) a vizsgált kerékpárossal, három eltérő áttételű hajtás használatakor mutatja a terhelésszintet. Ezek a görbék tartalmaznak 80 W becsült nyugalmi teljesítményt a hajtáshoz szükséges mellett. [6]



4. ábra. Terhelésszintek adott áttételeknél, (saját szerk.)

Az ábrához felhasznált fogszámok szokásos, egymást követő láncváltós fogszámok is. A görbék végpontjaiban mindhárom esetben $C = 80$ a fordulatszám. Tehát ezek a végpontok megfelelnek egy váltós gép sorban három váltópozíciójának, melyeket épp $C = 80$ fordulattal hajt a kerékpáros. Ha a

kerékpáros például $C = 70$, illetve $C = 80$ fordulattal egy fokozatmentesen váltó kerékpárt hajtana, akkor az (5. ábra)-n a folytonos görbék szerinti terhelés változást tapasztalná.



5. ábra. Terhelésszint állandó fordulaton, (saját szerk.)

Eszerint az állandó fordulaton hajtó kerékpáros változó sebességnél jobban változó terhelésszint mellett hajt, mint ahogy ezt egy jól megválasztott állandó áttételű, egysebességes kerékpárral tenné. Ha a gyorsítás mértéke a váltós gépen egy fokozatnyi, akkor ezt a sebességet érdemesebb emelt fordulatszám mellett az alacsonyabb fokozaton kihajtani. A síkvidéki városi használatban jellemzően egy fokozatnyi eltéréssel használják a kerékpárt, tehát a gyorsításokhoz felesleges magasabb fokozatra váltani. Lassítás esetén a teljesítményszint eleve csökken, váltós gépnél láthatóan meredekebben, ami nem jár különösebb előnnyel, ha a nagyobb terhelésszintet is ki tudta a kerékpáros hajtani. Ilyen körülmények között a váltás felesleges.

Álló helyzetből induláskor, amikor több fokozatnyi gyorsításra van szükség, a gyorsítás rövid ideje alatt, ami 5-10 mp, a felfelé váltogatás időrabló és körülményes. Ha a kerékpáros nem vált, akkor nem vesz el időt és nyomatékot a gyorsítástól, kisebb teljesítmény elegendő. A terhelésszint görbékből pedig az látható, alacsony sebességnél szinte mindegy milyen fordulattal hajtunk. Figyelembe kell venni azonban, hogy az állandó áttétellel történő gyorsításhoz szükséges többleterő az ízületekben nagy igénybevételt okoz.

4. Közlekedésre rosszul használható egysebességesek és a láncváltós kerékpárok rossz méretezése

Magyarországon az egysebességes kerékpár fogalma összekeveredett a gyenge minőségű, kontrafékes kerékpárokkal, melyekről az az általános vélemény, hogy nehéz őket hajtani, de minden viszonyosság közepette is helytállnak. Sajnos ez utóbbit nem lehet indokolni. Az agyszerkezet összetett felépítése miatt általában ritkábban karbantartott, és a hajtás oldalán beépített kis kónusz nagyobb terhelést kap, mint a normál menetes agyak esetében. A közlekedésben hátrány, hogy a pedál hátrafelé nem forgatható, így a felszállás és elindulás sokszor körülményes.

Egysebességes a szabadonfutó nélküli, azaz fix hajtású kerékpár is, amely inkább sporteszköz, mint átlagos felhasználó számára biztonságos jármű, tekintettel arra, hogy a vele közlekedő kevesek a normál hajtástól jelentősen eltérő mozdulatokkal és dinamikával fékeznek, kanyarodnak. A pedál hátrafelé nem forgatható, sőt megállni sem lehet a pedálozással.

A sík vidéki közlekedők is gyakran láncváltós kerékpárt használnak. A (6. ábra)-án bemutatott váltóállás mindennap látható, azt jelzi, hogy a 3×9 sebességes kerékpár gazdája nem használja a váltót, hiszen akkor parkolás előtt visszaváltott volna az elindulást segítő alacsonyabb áttételbe. Ezen felül, sajnos, nem a megfelelő fogakat használja, a nagy lánckerékkel, illetve hátul is nagyobb fogaskereket választva mechanikailag hatékonyabb hajtást valósítana meg. [8]



6. ábra. A legkisebb fogaskerék - középső lánckerék használata gyakori hiba, (saját felvétel)

Ez a meghajtás csak kis mértékben tér el a versenyzésre tervezettől, a magasabb fokozatok, nagyobb sebességek biztosítása miatt a városi közlekedésben használható hátsó fogaskerek a láncvonal szempontjából rossz helyen vannak. A lánckerék méretét a lánc földtől mért távolsága, a lánckerek súlya és anyagtakarékossága, illetve a relatív hatékony hajtások kialakíthatósága határozza meg. A síkvidéki közlekedőnek 27 colos kerékekkel 0,45 és 0,39 közötti áttételre (60-70 velocipéd col) van szüksége. A hatékonyabb meghajtás minél nagyobb fogszámmal érhető el, 16 fog alatt a lánchajtás hatékonysága erősen csökken. 52-es hajtóművel, változó fix áttételi esetekre vonatkozóan a hatásfok (7. ábra):

	50 RPM 100 W	60 RPM 100 W	70 RPM 100W	60 RPM 150 W	60 RPM 175W
52-11	92.5	91.1	88.7	94.6	95.5
52-15	94.7	92.3	90.4	96.2	97.5
52-21	95.2	93.8	92.0	97.4	98.2

7. ábra. Hajtás hatékonyság direkt lánchajtásnál (%) [8]

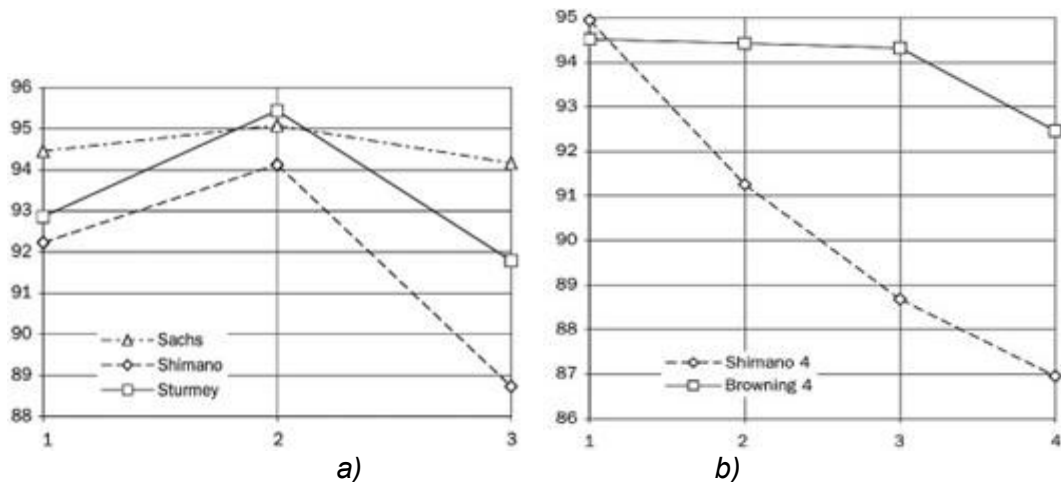
Ezért és a tartósság miatt, a 26, 27, 28 colos kerékpároknál hagyományosan a hátsó kerék legalább 18 fogú. A szükséges lánckerék 40 és 48 közötti. Egy mai fogaskeréksoron a 18-as keréknél 3, vagy 4 kisebb is található, ezek helyigénye miatt a láncvonal rendszerint ferde lesz. A közlekedő nem tudja kihasználni a hajtásláncban rejlő lehetőségeket, számára kényelmetlen, és rossz hatásfoka, illetve kisebb tartóssága miatt gazdaságtalan szerkezetet használ. A fogaskeréksorok nem adnak a könnyed induláshoz áttételt, ahhoz az első váltót is működtetni kellene, és menet közben sem lehet igazán kényelmes és hatékony fokozatot választani. A váltás nélküli hajtás eredménye pedig a feleslegesen beépített alkatrészek, és azok esetleges meghibásodásán túl, például a több sebességes racsnál, kazetta egyetlen kerekének idő előtti kopása, vagy a lánc korai megnyúlása. A hátsó villa szélességéből a fogaskerekkel elvett hely aszimmetrikusan fűzött, ezért függőleges irányban is gyengébb hátsó kereket eredményez.

5. Agyváltós megoldások

Jobb a helyzet az agyváltós kerékpárok esetében, szimmetrikus a kerék, a láncvonal mindig egyenes és álló helyzetben is vissza lehet váltani az induláshoz megfelelő fokozatba. A térd ízület nagy terhelését el lehet kerülni az alacsonyabb fokozattal, és a gyorsításból kieső idő sem túl nagy egy váltással. Sokan használják a 3 sebességes agyváltók lassító fokozatát erre úgy, hogy a

folyamatos haladáshoz alkalmas áttételt a direkt fokozathoz illesztik, amelynél nem jelentős a mechanikai veszteség. A láncváltós géphez viszonyítva a kevesebb fokozatot adó agyváltóknál nagyobbak a fokozatok közti ugrások, és jellemzően 2-10% a belső súrlódások miatt a veszteség. A hatékonyság mellett a tartósság szempontjából is nagyobb változatosságot mutatnak, bár az építési elvek, a kapcsoló kialakítások lényegében a XIX. század vége óta változatlanok.

A 3S mechanika a legegyszerűbb, mégis lehet gyártónként különbözően hatékony, és a direkt fokozat is veszteséges lehet, akár 4%, a lánc hatásán felül. Adott agy hatékonysága fokozatonként eltérő, pl. egy régebbi Shimano 4S legnagyobb fokozatban 90% alatti. (8. ábra) [1] [5] [10]



8. ábra. Különböző kivitelű a) 3S, b) 4S agyváltók hatékonysága [10]

6. Egysebességes kerékpárok a fenntartható városi közlekedésben

A Benelux államokban és Dániában kiemelkedő a kerékpárral közlekedők aránya. Itt a történelmi preferenciák mellett a várostervezés során kialakított infrastruktúrával ösztönzik a lakosságot a kerékpár használatra. Az eredmény, hogy a lakosság többen mozog, egészségesebb, a város tisztább levegőjű, a közlekedés nyugodt, kiszámítható, a kerékpárnak köszönhető. Bár az utóbbi időben az elektromos mikromobilitás terjedése megállíthatatlan, a kerékpár számára kialakított közlekedési hálózat ezen járművek számára is megfelelő, nem úgy, mint az alapvetően gépjárművek számára kialakított struktúrák. A terület sík vidéki, a használt kerékpárok nagy része egysebességes, vagy agyváltós, melyeket relatív kisebb, 25 km/h alatti sebességgel hajtanak, annak ellenére, hogy a jól kiépített, biztonságos úthálózat, a széles útfelületek magasabb sebességű kerékpározást is lehetővé tennének. Az alacsonyabb választott sebesség indokolható a (4. ábra) alapján, melyen a terhelésszint görbék minimuma 14 km/h körül van, és onnan a sebességgel eleinte lassan emelkedik, például 20 km/h-nál még csak 13% a növekmény, de a stresszmentes közlekedés fontos feltétele is egyben. [2] [7]

7. Következtetések

Az alföldi, városi közlekedés körülményeihez az egyszerűbb egysebességes kerékpárok a fentiek alapján nagyon jól illeszkednek, szemben a legtöbbet használt, a versenysporttól ellesett, sok alkatrészrel működő láncváltós kerékpárokkal. Bár a velodromokban versenyzésre használt pályakerékpárok mindig is egysebességesek voltak, a közel állandó fordulatszámú hajtás preferált a kerékpározás sok területén, és ez befolyásolja a gyártókat és a kerékpárral közlekedőket. Az emberileg lehetséges csúcsteljesítmények közelében biztosan szükség van a legmegfelelőbb áttétel kiválasztására, és emelkedők, nagyobb szelek esetén is nélkülözhetetlen a váltó. Azonban a városi közlekedés nyugvó levegőjében a sebességkülönbséget jobb áthidalni egyedül a csapásszám változtatásával, az időnként szükséges magasabb fordulató hajtáshoz pedig, amely eleinte esetleg kevésbé hatékony, kényelmetlennek tűnhet, kis idő alatt hozzá lehet szokni.

Irodalomjegyzék

- [1] E. A. Casteel és M. Archibald, „A Study on the Efficiency of Bicycle Hub Gears”, in *Volume 13: Transportation Systems*, San Diego, California, USA: American Society of Mechanical Engineers, nov. 2013, o. V013T14A044. doi: [10.1115/IMECE2013-64507](https://doi.org/10.1115/IMECE2013-64507).
- [2] H. Dauncey, *French cycling: a social and cultural history*. in Contemporary French and Francophone cultures, no. 23. Liverpool: Liverpool University Press, 2012.
- [3] J. Douglas, A. Ross, és J. C. Martin, „Maximal muscular power: lessons from sprint cycling”, *Sports Med - Open*, köt. 7, sz. 1, o. 48, dec. 2021, doi: [10.1186/s40798-021-00341-7](https://doi.org/10.1186/s40798-021-00341-7).
- [4] T. Driss és H. Vandewalle, „The Measurement of Maximal (Anaerobic) Power Output on a Cycle Ergometer: A Critical Review”, *BioMed Research International*, köt. 2013, o. 1–40, 2013, doi: [10.1155/2013/589361](https://doi.org/10.1155/2013/589361).
- [5] C. R. Kyle és F. Berto, „The mechanical efficiency of bicycle derailleur and hub-gear transmissions”.
- [6] Nagy Sándor, *Kerékpárosok könyve: bicajoskönyv 2*. Budapest: Sport, 1988.
- [7] H. Oosterhuis, „Cycling, modernity and national culture”, *Social History*, köt. 41, sz. 3, o. 233–248, júl. 2016, doi: [10.1080/03071022.2016.1180897](https://doi.org/10.1080/03071022.2016.1180897).
- [8] J. B. Spicer, C. J. K. Richardson, M. J. Ehrlich, J. R. Bernstein, M. Fukuda, és M. Terada, „On the efficiency of bicycle chain drives”.
- [9] K. B. Taylor, S. Deckert, és D. Sanders, „Field-testing to determine power – cadence and torque – cadence profiles in professional road cyclists”, *European Journal of Sport Science*, köt. 23, sz. 7, o. 1085–1093, júl. 2023, doi: [10.1080/17461391.2022.2095307](https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2095307).
- [10] „Human Power 52/2001”
<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=http://www.ihpva.org/HParchive/PDF/hp52-2001.pdf>