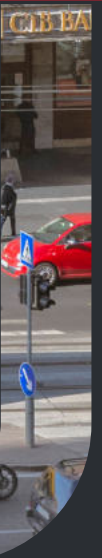
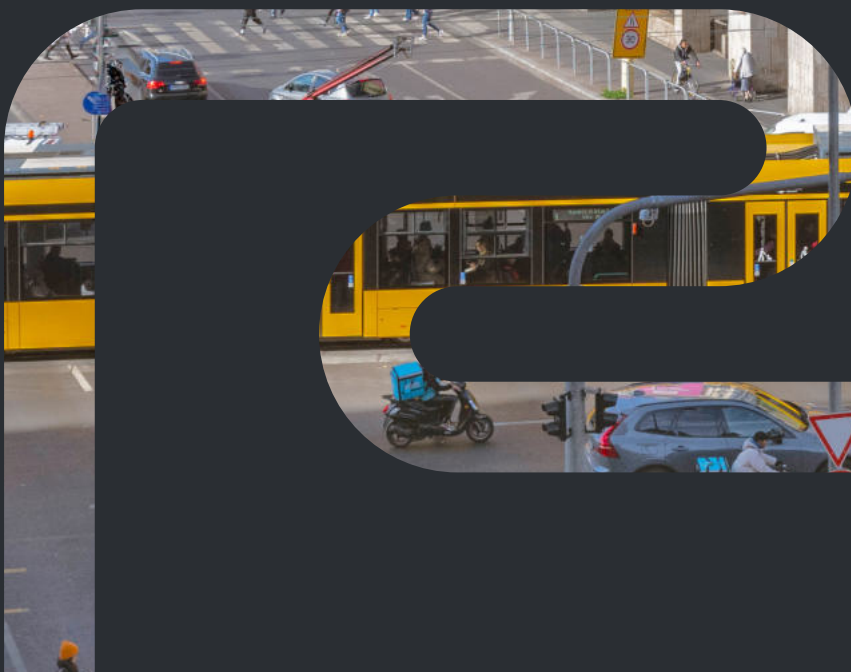


MIVEL MEGYÜNK? WHAT DRIVES US?

Energiamix
a közlekedésben
Energy Mix
in Transportation







Írta és szerkesztette / Written and edited by:
Zima Richárd, Becsei Attila

Tervezőszerkesztő / Design Editor:
Gazdag Mária, Tirczka Orsolya

Grafika és tördelés / Graphics and pagination:
Bukovics Zoltán, Jónás Csongor

Borító / Cover: Tirczka Orsolya

Műtárgyfotók / Art photos:
Szikora Zsombor

Szaklektor / Professional reviewer:
Zichó Viktor

Nyelvi lektorálás / Language proofreading:
Farkas Charlotte

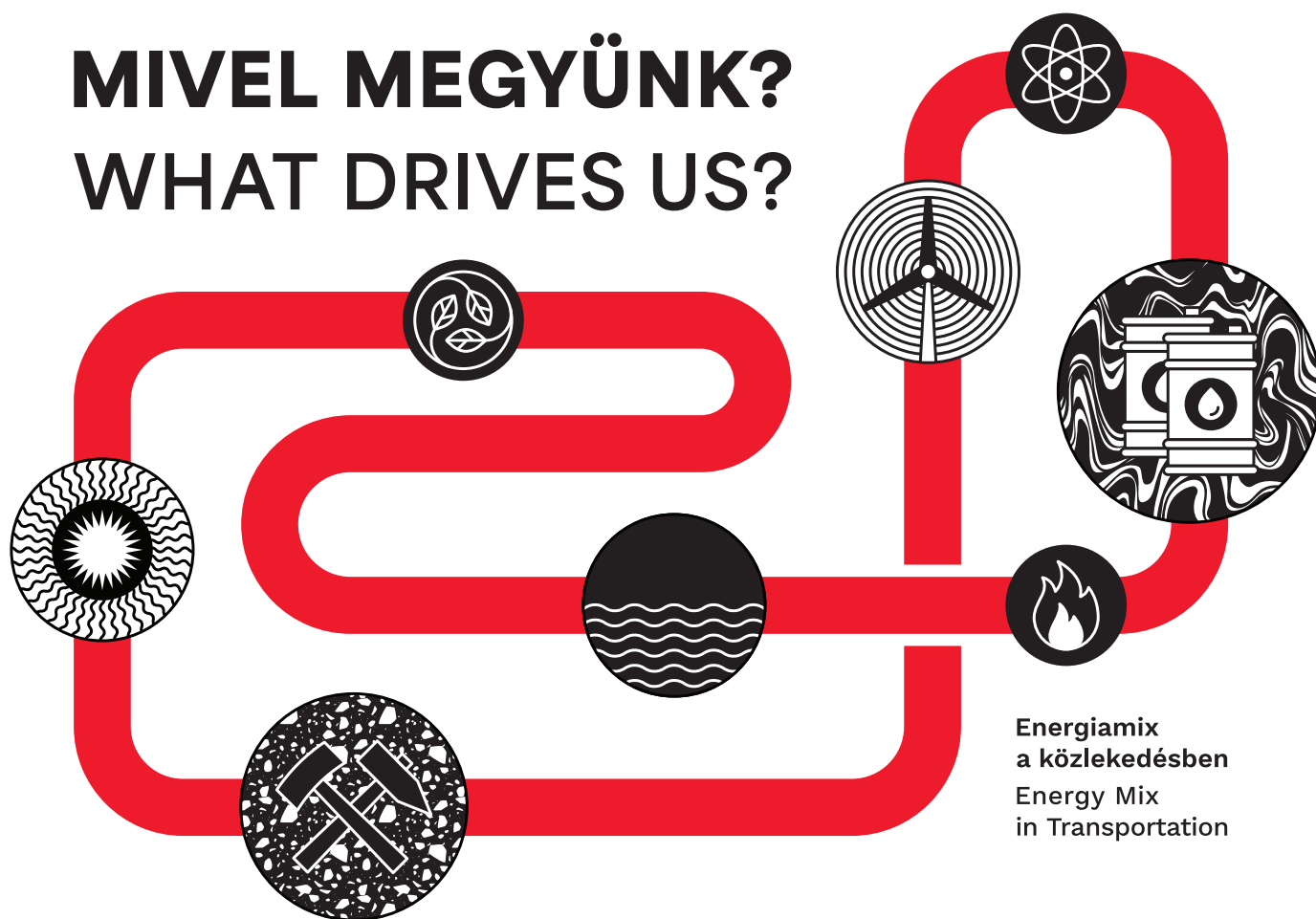
ISBN-szám / ISBN:
ISBN 978-963-7099-45-8

Felelős kiadó / Publisher:
Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum



MAGYAR MŰSZAKI
ÉS KÖZLEKEDÉSI
MÚZEUM

MIVEL MEGYÜNK? WHAT DRIVES US?



Energiamix
a közlekedésben
Energy Mix
in Transportation

A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum időszaki kiállításának katalógusa

Catalogue to the temporary exhibition
of the Hungarian Museum of Science,
Technology and Transport

2024



TARTALOM / CONTENTS

**01 HOGYAN KEZDŐDÖTT?
GŐZERŐVEL!
FULL STEAM AHEAD!**

10

**02 FELVILLANÓ LEHETŐSÉG
A KÖZLEKEDÉS JÖVŐJÉBEN
A SPARK OF OPPORTUNITY**

44

**03 TELE KÉREM!
FILL 'ER UP!**

78

**04 MERRE TOVÁBB?
WHERE TO NEXT?**

112



Dr. Schneller Domonkos
a Magyar Műszaki és
Közlekedési Múzeum
főigazgatója/ General Director
Hungarian Museum of Science,
Technology and Transport

FŐIGAZGATÓI KÖSZÖNTŐ

A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum 2024-ben negyedik alkalommal rendezett kiállítást az Északi Járműjavító Dízelcsarnokában, mely az intézmény történetének legnagyobb alapterületű tárlata.

A múzeum feladata, hogy a múltat és a jelent összekapcsolja, a látogatók ismereteit bővítse, mindamellett, hogy műtárgyait széles körben elérhető kiállításain bemutassa. Ebben az évben a múzeum jelenkorunk egyik legfontosabb kérdését, a fenntarthatóságot helyezi fókuszba, és mutatja be a közlekedéstörténet négy korszakán keresztül a közlekedésben használt üzemanyagokat és nyersanyagokat. Hogyan változott a közlekedés energiafelhasználása a gőzvasút megjelenésétől napjainkig? A kérdés korántsem egyszerű, a technológiai fejlődés eredményeképpen láthatjuk, hogy habár az egyes járművek hatékonysága folyamatosan nőtt, a használók száma viszont meredeken emelkedik, így mind az üzemanyag-felhasználás, mind az egyéb energiafelhasználás évről évre rekordokat dönt.

Közös feladatunk tehát, hogy a közlekedés és fenntarthatóság kapcsolatát kellő mélységében, összefüggésében megismerjük, és az életünket fenntarthatóbbá tegyük. A múzeum ehhez páratlan műtárgyaival és a kérdés objektív bemutatásával járul hozzá.



GENERAL DIRECTOR’S GREETING

In 2024, the Hungarian Museum of Technology and Transport held its fourth exhibition in the Diesel Hall of the Northern Maintenance Depot – the largest exhibition in the history of the institution.

The museum’s mission is to connect the past and the present, to broaden visitors’ knowledge and to present its artifacts in widely accessible exhibitions. This year, the museum focuses on sustainability – one of the most important issues of our time – and presents the fuels and raw materials used in transport throughout four eras of transport history. How has energy use in transport changed from the advent of steam locomotives to the present day? The question is far from simple, as technological progress has meant that, although the efficiency of individual vehicles has increased steadily, the number of users has risen steeply – so that both fuel and other energy use is breaking records year on year.

Our common task is therefore to understand the relationship between transport and sustainability in sufficient depth and context, to make our lives more sustainable. The museum contributes to this with its unique artifacts and objective approach to the issue.





MIVEL MEGYÜNK HOLNAP?

Az emberiség jelenlegi energiafogyasztása hosszú távon fenntarthatatlan, de már rövid távon is érzékeljük súlyos környezeti hatásait. Elegendő csupán a nagy kőolajválságra, a nyersanyagkészletekért folyó háborúkra, vagy a hazánkban is tapasztalható extrém időjárási körülményekre gondolnunk. Az elmúlt bő két évszázadban közlekedési eszközeink teljesítménye és hatékonysága folyamatos fejlődést mutat, ám az ezzel járó globális problémákkal való szembenézés csak az utóbbi néhány évtizedben történt meg.

Be kell látnunk, hogy miközben a fejlődés és növekedés lehetősége végtelennek látszik, az ehhez szükséges nyersanyagkészleteink egyre nehezebben elérhetőek. Jelenünk környezeti és geopolitikai válságait látva alapvetően át kell gondolnunk, hogy milyen energiahordozókat használunk fel mindennapi életünk során, hiszen a belső égésű motoros járművek számának folyamatos emelkedése és az erre alapuló fejlődés nem bizonyul hosszú távon fenntarthatónak.

Nézzük meg együtt a következőkben, hogyan jutottunk el a szénkor-szak optimizmusától a fosszilis energiahordozóktól való függőségig és ezzel a mindannyiunk számára érzékelhető környezeti válsághoz!

HOW ARE WE TRAVELING?

Humanity's current consumption of energy is not only unsustainable in the long term, but is already causing severe environmental impacts. The last two hundred years or more have seen consistent growth in the performance and efficiency of our various forms of transport. However, this has also brought on many global challenges that we have only just begun to address in the last few decades.

We have to see that, even though the possibility of progress and growth might seem endless, the materials needed are less and less available. Seeing the current environmental and geopolitical crisis, we have to rethink what fuels we use in our daily lives, as the constant increase of internal combustion engines and the development based on them are not sustainable in the long run.

Together, let's look at how we have progressed from the optimism of the coal era to our current dependence on fossil fuels – and the resulting environmental crisis we face today.



01

**HOGYAN KEZDŐDÖTT?
GŐZERŐVEL!
FULL STEAM AHEAD!**

HOGYAN KEZDŐDÖTT? GŐZERŐVEL!

Az emberiség szárazföldi közlekedéséhez egészen a 19. századig szinte kizárólag állati erőt használt. A gőzgépek megjelenése ezért nemcsak az ipari termelésben, hanem a közlekedésben is gyökeres változást hozott. A gőzerővel meghajtott járművek, elsősorban a mozdonyok teherbírása, sebessége és megbízhatósága addig nem látott hatékonyságot eredményezett.

A 19. század első felében nagy léptékű vasútépítésbe kezdett a fejlett világ, mivel a vasút révén az elszigetelt területeket is be tudták kapcsolni a távolsági kereskedelembe. Miután összekötötték a szénbányákat a vasúttal, a gőzhajtású járművek üzemanyaggal való ellátása is zavartalanra vált. A vidék és a nagyváros közötti távolság lerövidült, ami nagyfokú társadalmi változásokat eredményezett, milliók számára nyílt ki a világ. Magyarország első vasútvonalát 1846-ban adták át. Ezt követően hatalmas lendületet vett a vasútépítés, így 1914-re már 21 200 km hosszúságú vasúthálózat kötötte be az ország területeit a gőzhajózás segítségével a világkereskedelemben.

411-es gőzmozdony a Nyugati pályaudvarnál, 1964-ben
Fortepan / Magyar Rendőr
Steam locomotive 411 at Nyugati Railway Station, 1964. Fortepan / The Hungarian Policeman

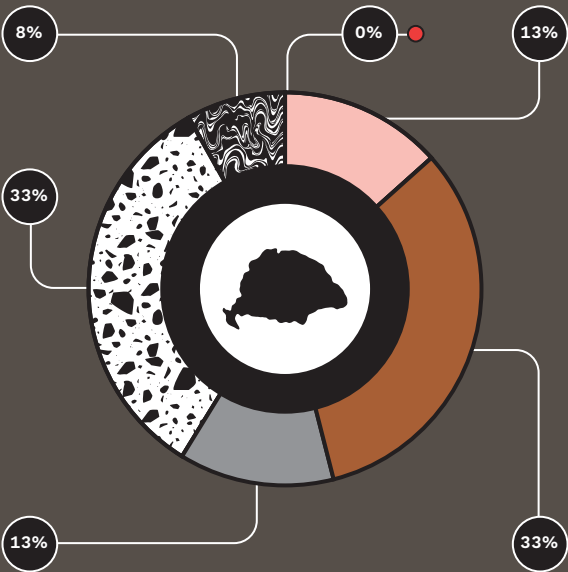
FULL STEAM AHEAD!

Until the 19th century, humans almost exclusively used animals for overland transport. Thus, the advent of steam engines brought about a radical change not only in industrial production, but also in transportation. The load capacity, speed and reliability of steam-powered transport, especially locomotives, resulted in an unprecedented rise in efficiency. In the early 19th century, the developed world began large-scale railway construction projects, as the railway made it possible to connect isolated farming areas into long-distance trade networks. In addition, connecting coal mines with the railways provided an uninterrupted supply of fuel for steam-powered vehicles. Travel between rural and urban areas became quicker and easier, leading to major social changes, and opening up the world to millions. Hungary's first railway line was completed in 1846. This was followed by a huge boost in railway construction – and by 1914, 21,200 km of railways linked the various Hungarian territories to steam-powered shipping ports, and thereby to international trade.

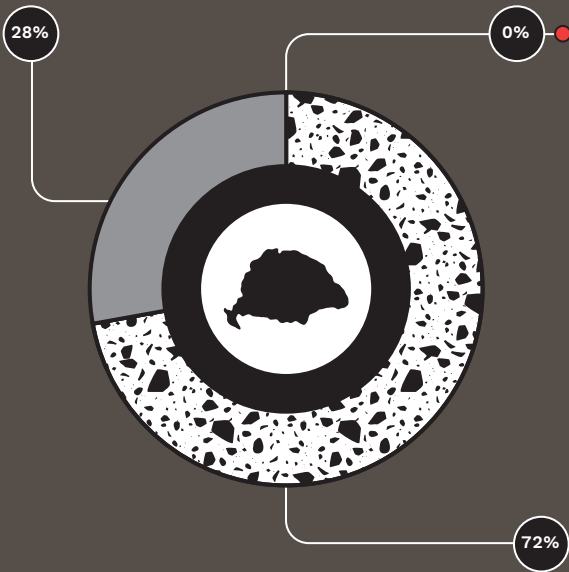
„Labe” nevű lapátkerekes vontatógőzös a Parlament előtti Duna-szakaszon, 1931-ben
Fortepan / Bor Dezső
Paddle wheel steamer named “Labe” on the Danube in front of the Parliament in 1931.
Fortepan / Dezső Bor



A TÖRTÉNELMI MAGYARORSZÁG
BECSÜLT ENERGIAFELHASZNÁLÁSA 1900-BAN
THE ESTIMATED ENERGY CONSUMPTION
IN KINGDOM OF HUNGARY IN 1900



A KÖZLEKEDÉS BECSÜLT ENERGIAFELHASZNÁLÁSA
A TÖRTÉNELMI MAGYARORSZÁGON 1900-BAN
ESTIMATED ENERGY CONSUMPTION OF
TRANSPORTATION IN HISTORICAL HUNGARY IN 1900



1900-BAN
IN 1900
22 petajoule



2022-BEN
IN 2022
212 petajoule

Ezekben az években a villamos energia részaránya a végső fogyasztáson belül nagyon alacsony volt, de nem nulla. A villamos energia előállításához jellemzően szenet és vízenergiát használnak ekkor.
In these years, the share of electricity in final consumption was very low, but not zero. Coal and hydropower are typically used to generate electricity in these years.

- | | | |
|--|--|---|
|  élelem
food |  tűzifa
firewood |  állati erő
animal power |
|  szén
coal |  olaj
oil |  villamos energia
electricity |

A SZÁNTÓFÖLDRŐL EGÉSZEN A TENGERENTÚLRA!

FROM THE FIELDS ALL THE OVERSEAS!



Békési tájjellegű gazdasági kocsi
Békés county farm wagon
11.75.131.1

A 19. század első felében szerte Európában, így Magyarországon is forradalmi változást hozott a vasút megjelenése az áruszállításban. Az állati erővel vont szekerek, kocsik azonban továbbra is nélkülözhetetlen részét képezték az áruszállítási láncnak.

Általánosságban elmondható, hogy ezek a fogatolt járművek rendkívül sokoldalúak voltak, ezért alapvető szerepet töltöttek be a paraszti gazdaságok működésében. Könnyen szétszerelhető, javítható, cserélhető, sőt bővíthető elemeik miatt változatosan lehetett őket alkalmazni személy és terményszállításra egyaránt.

In the first half of the 19th century, the advent of the railway revolutionized the transport of goods throughout Europe, including Hungary. Horse-drawn carriages and carts still played a big role in the supply chain. Since these vehicles were highly versatile, they had a significant role in the rural economy. They were easy to disassemble, repair, replace or even expand – based on its desired function – to transport passengers or goods.



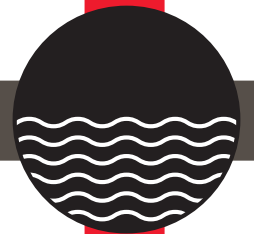
MÁV Ggh. 113.106 psz.
Gyümölcszállító kocsi modellje
Model of the MÁV Ggh. 113.106
fruit wagon
22.69.75.1

1895-ben az áru feladás szempontjából a legfontosabb vasútvonalakon közel 11 millió tonna árut szállítottak. Ehhez a kiállításban szereplő, 15 tonna raksúlyú gyümölcszállító kocsiból több mint 730 ezer darabra volna szükség! A feladott árucikkek 73%-a három árucsoportba sorolható: ásványok és ásványi termékek (39%), fa és faáru (18%), valamint gabona (16%). Ezen kívül számottevő tömegben (100 ezer tonna) kerültek a teherkocsikba növények és növényi termékek, őrlemények, zöldségek, dohány és dohánytermékek, illetve úgynevezett egyéb állati termékek, italok, cukor, agyag és agyagáru, valamint vas és vasáru.

In 1895, nearly 11 million tonnes of goods were transported on the most important rail freight routes. This would require more than 730,000 of the 15-tonne fruit wagons shown in the exhibition! 73% of the goods dispatched fall into one of three categories: minerals and mineral products (39%), wood and wood products (18%), and cereals and grains (16%). In addition, wagons were loaded with a considerable amount (100,000 tonnes) of plants and plant products, grist, vegetables, tobacco and tobacco products, as well as other animal products, beverages, sugar, clay, earthenware, iron and iron products.



MFTR KAZÁN vontató gőzhajó
modellje
MFTR KAZÁN steamboat
maquette
40.69.9.1

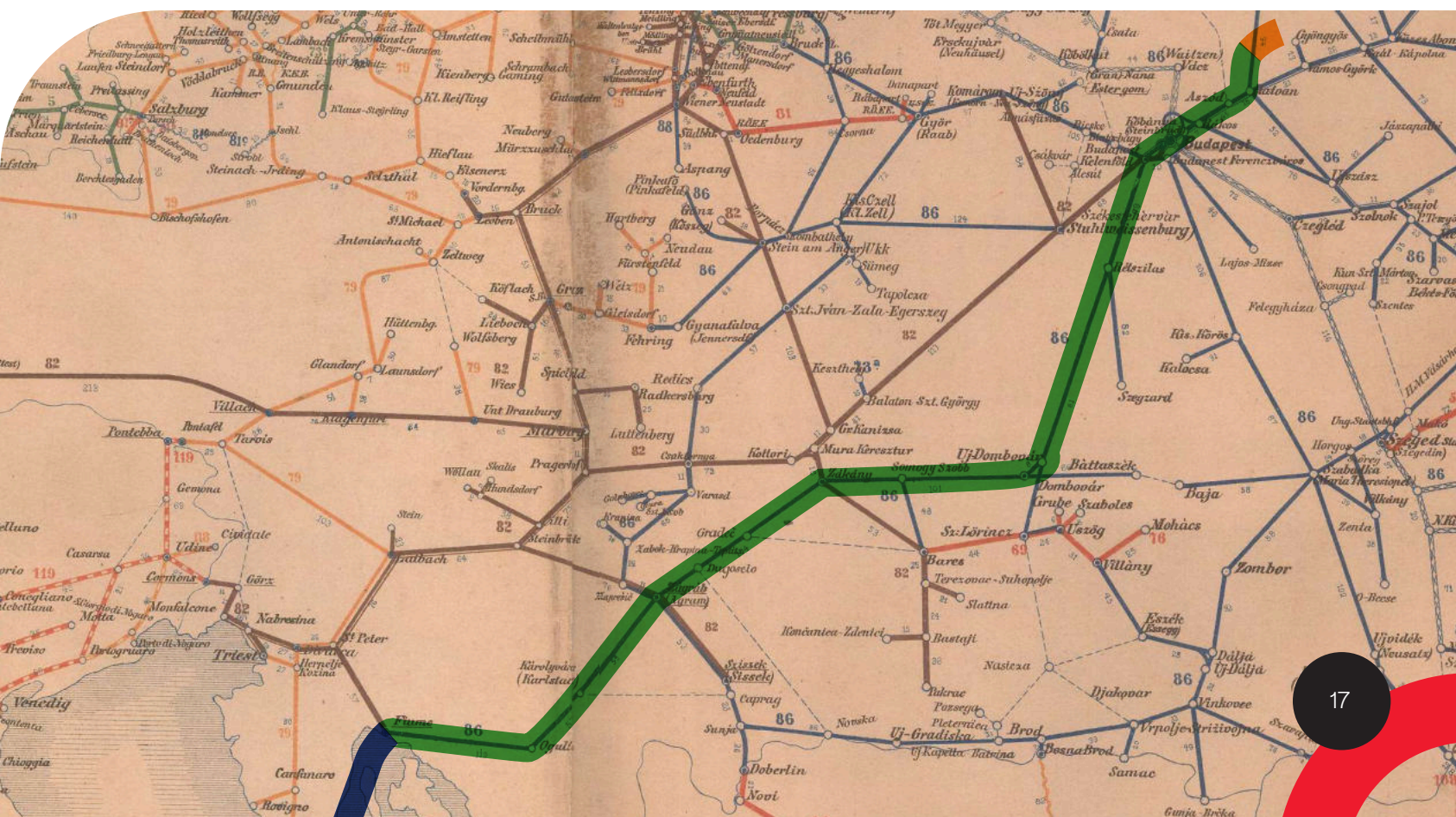


Magyarország tengeri-, és ezáltal a világkereskedelemben való bekapcsolódásának legfontosabb mozzanata a vasút Fiuméig történő megépítése volt 1873-ban. Ezzel a világpiac kapujává vált a kikötő, 1913-ra a magyar kereskedelmi tengerhajózási flotta már 230 gőzhajóból állt. 1881-ben megalakult az Adria Magyar Királyi Tengerhajózási Rt., amely az áruszállítás mellett már a személyszállításba is bekapcsolódott: luxus turistautakat szervezett, illetve kivándorlóhajókat indított.

The construction of the railway all the way to Rijeka (previously Fiume) in 1873 was the most important step for Hungary to become a seafaring country, and thus to join the network of international trade. The port thus became a gateway to the global markets, and by 1913 the Hungarian merchant shipping fleet consisted of 230 steamships. 1881 saw the founding of the Adria Royal Hungarian Shipping Company, transporting both goods and passengers. It organised luxury tourist trips and launched emigrant ships.

A szállítási módok összekapcsolása lehetővé tette a magyar áruk tengerentúli értékesítését is a gőzkorszakban

The connection of transport methods made it possible to sell Hungarian goods overseas in the steam era



A GŐZMODONY MŰKÖDÉSI ELVE

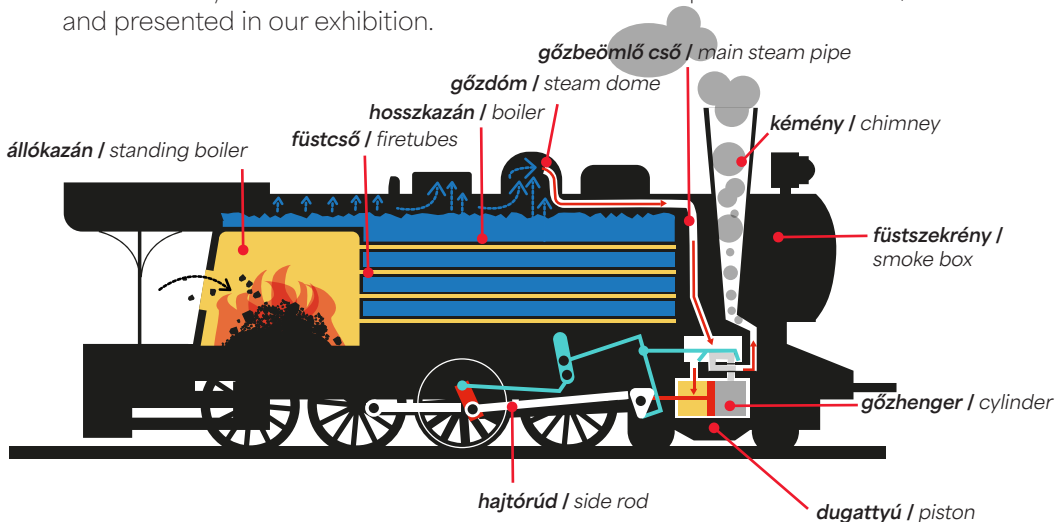
A gőzmozdony kifejlesztése a mérnöki teljesítmény csúcsát jelentette a 19. század első felében. Erőgépe egy olyan gőzgép, amely a működéséhez a szükséges energiát a mozdonykazánban állítja elő. A tűztérben elégetett tüzelőanyag hőenergiát szabadít fel, aminek révén nagy mennyiségű gőz áramlik a csővezetékbe. A megtermelt gőzt a mozdony gőzhengerei alakítják át mozgási energiává. Ez teszi lehetővé a jármű haladását. A gőz áramoltatásának megváltoztatása pedig a mozdony gyorsítását vagy lassítását biztosítja.

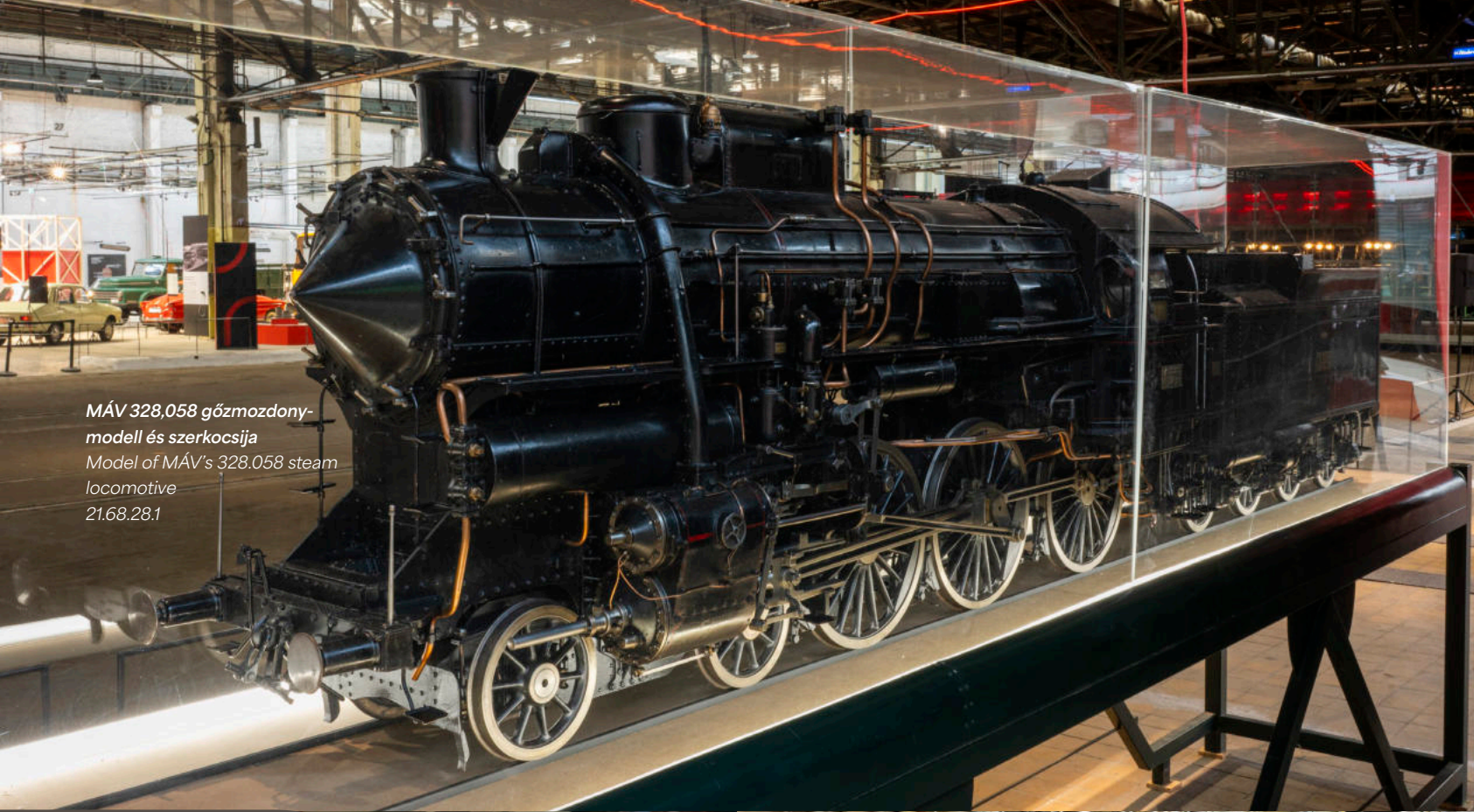
Pest és Vác között 1846. július 15-én nyitották meg az első gőzvontatású, normál nyomtávú vasútvonalat. Egy évvel később a Sopron-Bécsújhely-szakaszt avatták fel, majd egy hónap múlva a Pest-Szolnok-vasútvonal is elkészült 99 km-es hosszúságban. A Magyar Királyi Állami Vasgyárakban (későbbi: MÁVAG) az első magyar gyártmányú gőzmozdonyt 1873-ban építették meg, majd egy évvel később üzembe is állították. A gyár egyik leghíresebb terméke az 1924-től gyártott, 424-es gőzmozdony volt, amely kiállításunkban is megtekinthető.

STEAM POWER IN RAILWAY TRANSPORT

The development of the steam locomotive was the pinnacle of engineering in the first half of the 19th century. Its steam engine used the locomotive boiler to generate the power needed to run the train. The fuel burned in the firebox releases thermal energy, which causes a large amount of steam to flow through the pipes. The steam produced is converted into kinetic energy by the locomotive's steam cylinders. This allows the vehicle to move. Changing the amount of steam flowing through can accelerate or decelerate the locomotive.

The first standard gauge steam railway line between Pest and Vác was opened on 15 July 1846. The Sopron-Bécsújhely section was inaugurated a year later, and the 99 km Pest-Szolnok railway line was completed just one month after that. The first Hungarian-made steam locomotive was built in the Hungarian Royal State Ironworks (later known as MÁVAG) in 1873, and put into service a year later. One of the most famous products of the factory was the 424 steam locomotive - first produced in 1924, and presented in our exhibition.



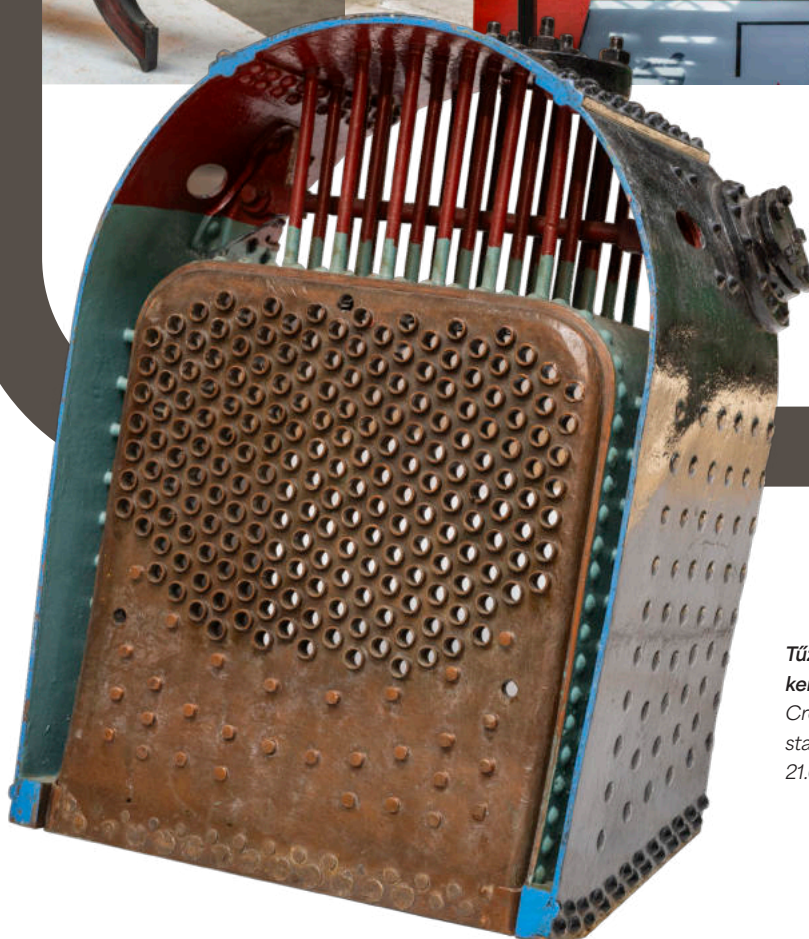


**MÁV 328,058 gőzmozdony-
modell és szerkocsija**
Model of MÁV's 328.058 steam
locomotive
21.68.28.1



**Hullámos mennyezeti
tűzszekrényes
mozdonykazán
hosszmetszeti modellje**
Longitudinal section of
a locomotive boiler
21.71.19.1

Kormánymű metszete
Steering gear section
21.74.32.1

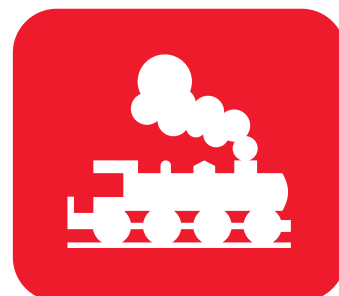


**Tűzszekrény és állókazán
keresztmetszeti modellje**
Cross section of firebox and
standing boiler
21.69.53.1



A 424-es gőzös a magyar vasúti járműgyártás legsikeresebb és egyben legismertebb típusa. Több beceneve ismert: a korszak híres, finn olimpiai bajnok hosszútávfutója, Paavo Nurmi után Nurmiként, és Bivaly néven is emlegették. De nevezték a legmagyarabb mozdonynak is, hiszen magyar mérnök tervezte, magyar gyárban építették, és az exportot leszámítva magyar vonalakon közlekedett. A típus sikerét mutatja, hogy a mozdonyok a hazai vonalakon a gőzkorszak végéig, 1985-ig futottak. Az első 424-est 1924-ben gyártották a Magyar Királyi Állami Vasgyárakban, tehát a kiállítás megnyitásának évében ünnepli centenáriumát! A mozdony kalandos életutat tudhat magáénak, mivel 1945-ben a háborús események következtében a Jugoszláv Vasutak Zágrábi Fűtőházához került, ahol 1978-ig volt szolgálatban. Feltételezések szerint még Josip Broz Tito, jugoszláv elnök híres kék kormányzati luxusvonatát is vontatta. Selejtezését követően szerencsére a zágrábi rendező-pályaudvaron állították ki. 1996-ban a Horvát Vasutak felajánlotta a MÁV és a Közlekedési Múzeum részére, hogy csere útján hazakerülhet. Így egy 376-os és egy 377-es sorozatú szertartályos mozdonyért cserébe a legendás típus első példánya 1997-ben visszakerült Magyarországra, restaurálása után az egykori városligeti Közlekedési Múzeum elé.

A 424-es gőzmozdony teljes terhelés mellett hozzávetőleg 700 személyautó szén-dioxid-kibocsátásával egyenértékű káros anyagot juttatott a levegőbe kilométerenként.

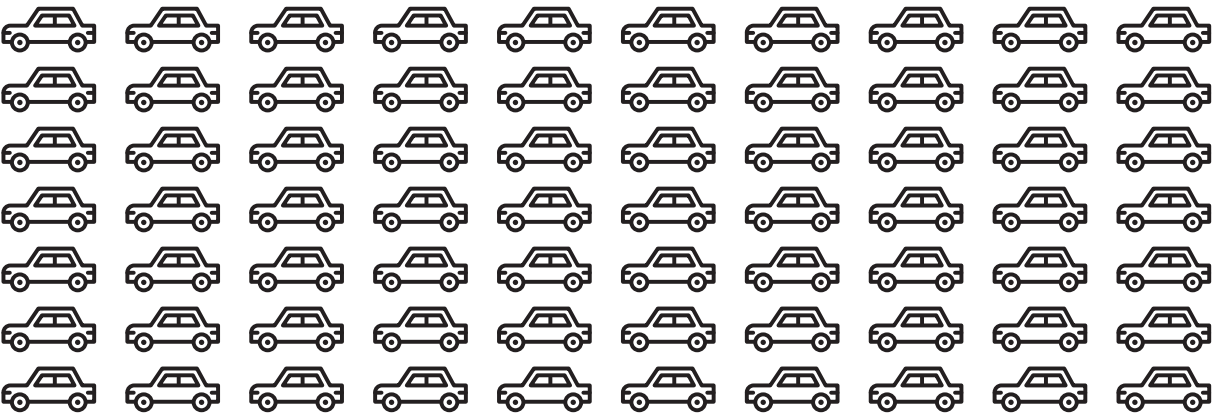




424-es gőzmozdony
szerkocsival
Steam locomotive 424
with tender
21.2000.2.1

The 424 steam locomotive is the best-known and most successful type of Hungarian railway vehicle – a symbol of the golden age of railways. It is known by several nicknames, including “Nurmi” – after Paavo Nurmi, the famous Finnish Olympic long-distance runner of the era – as well as “Buffalo”. But it has also been called the “most Hungarian” locomotive, because it was designed by a Hungarian engineer, built in a Hungarian factory and except for exports, ran on Hungarian lines. The success of the model is shown by the fact that the locomotives ran on domestic lines all the way until the end of the steam era in 1985. The first 424 was produced in 1924 at the Hungarian Royal State Ironworks, meaning that it is celebrating its centenary this year! This locomotive has had an adventurous life. In 1945, due to the events of the war, it was transferred to the Yugoslav Railway Depot in Zagreb, where it remained in service until 1978. It is even believed to have towed the famous blue luxury governmental train of Yugoslav President Josip Broz Tito. Fortunately, after being scrapped, it was exhibited at the Zagreb shunting yard. In 1996, Croatian Railways offered MÁV and the Museum of Transport a deal, allowing the 424 to return home. So in 1997, the very first manufactured locomotive of this legendary model was returned to Hungary, in exchange for a 376 and a 377 series locomotive with freight tanks.

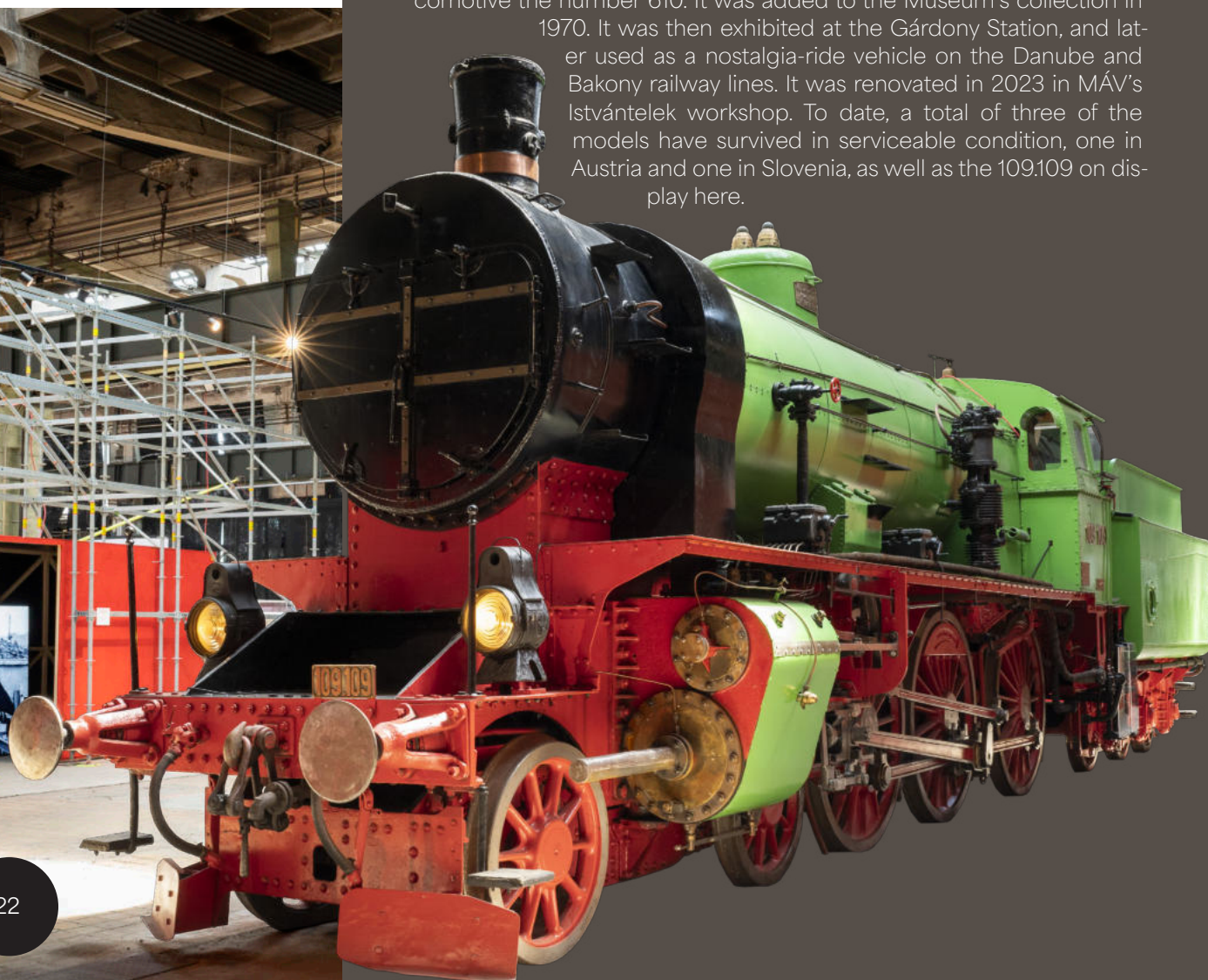
The carbon footprint per kilometre of a fully loaded 424 type steam locomotive is approximately equivalent to the emission of 700 passenger cars.



A magyar vasúttörténet legsikeresebb korszakának tekintik az Osztrák-Magyar Monarchia időszakát. Komoly állami szerepvállalás mellett, hatalmas lendületet vett ekkor a vasútfejlesztés, a mozdonygyártás, továbbá a nagy hazai magán vasúttársaságokat ezekben az évtizedekben sorra államosították. Ennek a korszaknak az utolsó periódusában gyártották a 109.109-es pályaszámú gőzmozdonyt Floridsdorfban 1917-ben. Kezdetben a Déli Vaspálya Társaságnál közlekedett a Budapest-Nagykanizsa-vasútvonalon, innen ered a mozdony zöld színe. A Déli Vaspálya Társaság jogutódja, a Duna-Száva-Adria Vasúttársaság (DSA) 1932-ig használta a mozdonyt. Ekkor a MÁV átvette a társaság járműállományát ezzel a mozdonnyal együtt. A típus ezt követően a MÁV 302-es sorozatszámot kapta, a mozdony pedig a 610-es pályaszámot, amivel a múzeum gyűjteményébe került 1970-ben. Ezután Gárdony állomásán állították ki, majd később nosztalgiajárműként üzemelt többek között a Dunakanyarban és a Bakony vasútvonalain. 2023-ban újították a fel a MÁV Istvántelki műhelyében. Mára a sorozatból összesen három darab maradt fenn, a kiállított 109.109-esen kívül egy Ausztriában, egy pedig Szlovéniában látható.

The period of the Austro-Hungarian Monarchy is considered the most successful period in Hungarian railway history. Alongside a strong state involvement, railway development and locomotive production gained enormous momentum – and it was in these decades that the large Hungarian private railway companies were nationalised. The steam locomotive with track no. 109.109 was produced in Floridsdorf in 1917. Initially, it was operated by the Southern Railway Company on the Budapest-Nagykanizsa line, hence the green colour of the locomotive. The successor of the Southern Railway Company, the Duna-Száva-Adria Railway Company (DSA), used the locomotive until 1932. At that time, MÁV took over the company's rolling stock, including this locomotive. The model was then given the MÁV series designation 302, and the locomotive the number 610. It was added to the Museum's collection in 1970. It was then exhibited at the Gárdony Station, and later used as a nostalgia-ride vehicle on the Danube and Bakony railway lines. It was renovated in 2023 in MÁV's Istvántelek workshop. To date, a total of three of the models have survived in serviceable condition, one in Austria and one in Slovenia, as well as the 109.109 on display here.

109.109-es mozdony
MÁV steam locomotive's
tender
21.74.20.1



A MÁV 242.001-es pályaszámú gőzmozdonya 1936-ban épült, a négy darabból álló sorozat első példánya volt. A Szellemnek, illetve Koporsónak is becézett járművek a Ganz és a MÁVAG gyárak versengésének eredményeként épültek meg. A 242-es sorozat a Ganz-féle sínautóbuszcsaládra adott MÁVAG-válasznak is tekinthető, hiszen a dízelmeghajtású sínautóbuszok ekkoriban rendkívül keresettek voltak. A mozdonyok 120 km/órás utazási sebességükkel azonban a hazai vonalakon minden korábbinál gyorsabbnak számítottak. A típushoz fűződik a Püspökladány-Biharkeresztes-vonalon 1961-ben elért 161 km/órás magyarországi gőzmozdony-sebességrekord felállítása is. A kiállított mozdony a Budapest-Miskolc-Kassa-vonalon látott el gyorsvonati szolgálatot a második világháború előtt és alatt. A Szellem 1945 januárjában Ausztriába került, amelynek francia megszállási övezetéből 1948 augusztusában hozták vissza Magyarországra. Az 1950-es években a Budapest-Pécs, Budapest-Keszthely, később a Stockholmtól Szófiáig közlekedő Balt-Orient expressz kocsijait továbbbővítették a járat magyarországi, Budapest és Biharkeresztes közötti szakaszán. Ezt a típust 1967. december 20-án selejtezték le, ekkor az utolsó olyan áramvonalas gőzmozdony volt Európában, amely még menetrendszerű forgalomban közlekedett. Szerinted is kísérteties?

The MÁV steam locomotive with track no. 242.001 was manufactured in 1936, the first of a series of four. These vehicles, popularly known as the "Ghost" or the "Coffin", were built thanks to the competition between the Ganz and MÁVAG factories. The 242 series can also be seen as MÁVAG's answer to the Ganz family of rail buses, as diesel-powered rail buses were in great demand at the time. However, the locomotives proved to travel faster than ever before on domestic lines, with a cruising speed of 120 km/h. This model set the Hungarian steam locomotive speed record of 161 km/h on the Püspökladány-Biharkeresztes line in 1961. The exhibited locomotive was in service on the Budapest-Miskolc-Kassa line before and during the Second World War. The Ghost was taken to Austria in January 1945, and was returned to Hungary from the French occupation zone of Austria in August 1948. In the 1950s, the coaches of the Budapest-Pécs, Budapest-Keszthely and later the Balt-Orient Express from Stockholm to Sofia were all relayed in pairs on the Hungarian section of the route between Budapest and Biharkeresztes. This model was scrapped on 20 December 1967. At the time, it was the last streamlined steam locomotive in Europe still in regular service. Does it look spooky to you?

242.001 gőzmozdony
242.001 steam locomotive
21.74.2.1





HOGYAN JUT ÜZEMANYAGHOZ EGY GŐZMOZDONY?

Kevesen gondolnak bele abba, hogy a gőzvontatás elterjedésének milyen infrastrukturális igényei voltak. Ezek a járművek ugyanis nagy mennyiségű vizet és fűtőanyagot igényeltek, a „tankolás” lehetőségét pedig a nagyobb állomásokon, pályaudvarokon biztosítani kellett.

A fűtéshez szükséges tüzelőanyagot és a kazánvizet a mozdony a járműbe épített szertartályokban, vagy a mozdonyhoz kapcsolt különálló szerkocsi-ban viszi magával. Az első esetben szertartályos, az utóbbi esetben pedig szerkocsis mozdonyról beszélünk. A gőzmozdony fűtéséhez az 1860-as évekig hasított rönkfát, majd a teljesítménynövelés érdekében kőszén-t használtak. Magyarországon egészen 1984-ig közlekedtek menetrend szer-int gőzmozdonyok. Napjainkban már csak kisvasutakon és nosztalgiajárá-tokon találkozhatunk velük.

HOW DOES A STEAM LOCOMOTIVE GET FUEL?

Few people think about the infrastructural needs that the spread of steam traction had. These vehicles required large quantities of water and fuel, and refuelling had to be provided at major stations.

The fuel and boiler water for heating are carried by the locomotive in tanks built into the vehicle or in a separate wagon attached to the loco-motive. In the former case, the locomotive is a tank locomotive; in the latter case it is a tender locomotive. Until the 1860s, the steam loco-motive was heated with split logs and then with coal to increase its power. Steam locomotives were in regular service in Hungary until 1984. Nowa-days, they are only seen on small railways and nostalgia routes.

Vízdaru modellje
Water crane model
20.74.21.1

Szénszerelő daru modellje
Model of coal handling crane
20.74.22.1





A mozdony működéséhez a kazánt folyamatosan el kellett látni szénnel. Ez a fűtő feladata volt, nálunk azonban bárki fűtővé válhatott egy kis időre! Ráadásul egy dinamikus térképen azt is nyomon követhette, hogy a belapátolt szénmennyiség milyen messzire juttatta volna el az Orient expressz vonatát a Párizstól Isztambulig.

In order for the locomotive to move, it needed coal constantly. This was the job of the stoker, but in our exhibition, everyone can become one. On the dynamic map, you can even follow how far the Orient Express would travel based on the amount of coal you can load.



16 tonna szén nagyjából 350 kilométer megtételéhez elég egy 19. századi gőzmozdony esetében.

16 tons of coal is enough for about 350 kilometres for a 19th-century steam locomotive.



Az Orient expressz útvonala
The route of the
Orient Express



**AHhoz, HOgy
EGY GőzMOZDONY
BUDAPESTRŐL
GÖDÖLLŐRE
ELPÖFÉKELJEN, EGY
TONNA SZÉN IS ALIG
LENNE ELEGENDŐ!**

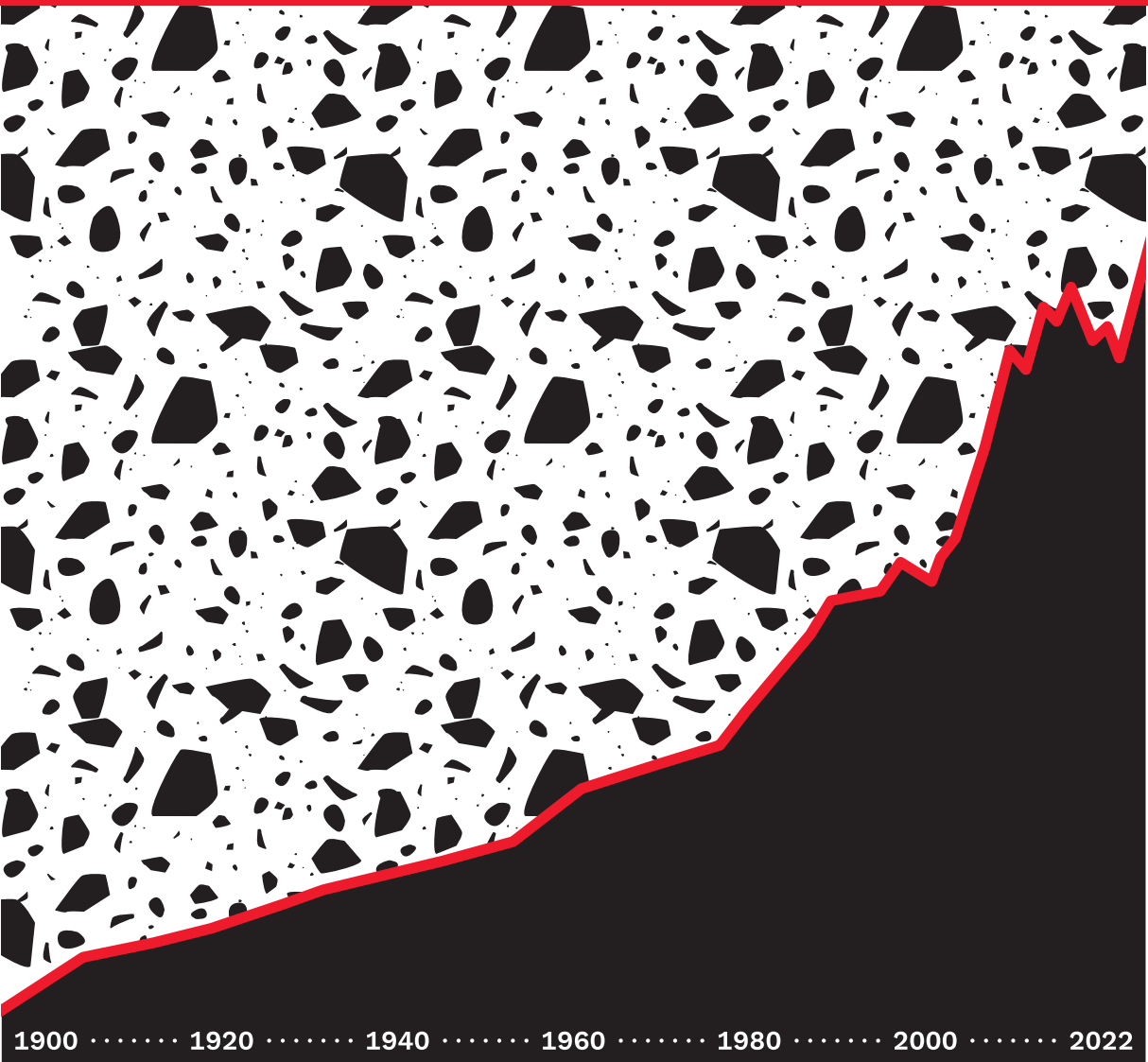
**FOR A LOCOMOTIVE
TO REACH GÖDÖLLŐ
FROM BUDAPEST, IT
WOULD NEED MORE
THAN 1 TON OF COAL!**

**GONDOLTAD
VOLNA?**

DID YOU KNOW?

Az emberiség szénfelhasználása nemhogy nem csökkent, de 2023-ban rekordot ért el 8,5 milliárd tonna szén elégetésével.

Humanity's coal consumption not only did not decrease but reached a record in 2023, with the burning of 8.5 billion tonnes of coal.





*Szénlapátolás billenő csillébe
a Déli pályaudvaron az 1960-as
években.*

MMKM Archívum

*Loading coal into a tipping
container at Budapest Déli
station in the 1960s.*

MMKM Archives



**AZT GONDOLHATNÁNK,
HOGY A SZÉNKORSZAK
BEFEJEZŐDÖTT,
DE EZ KORÁNTSEM IGAZ:
A SZÉNKORSZAK CSAK
ÁTALAKULT, NAPJAINKBAN
ELEKTROMOS ÁRAMOT
ÁLLÍTUNK ELŐ A SZÉN
ELÉGETÉSÉVEL.**

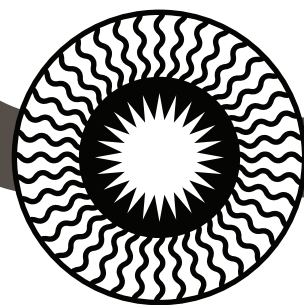
**ONE MIGHT THINK THAT THE
COAL ERA HAS ENDED, BUT
IT IS NOT TRUE: IT HAS ONLY
TRANSFORMED - TODAY WE
STILL CREATE ELECTRICITY BY
BURNING COAL.**



MILLIÓ ÉVES NAPENERGIA

A mocsarak aljára süllyedő elhalt növények a hő és a rájuk nehezedő nyomás hatására, oxigéntől elzárt környezetben, az évmilliók során széné alakultak. A kőolaj és a földgáz esetében ugyanez a folyamat elhalt tengeri élőlények – planktonok – tengerfenékre süllyedésével kezdődött.

A növények és egyes tengeri élőlények fotoszintéziséhez elengedhetetlen a napfény, amelyből olyan értékes tápanyagokat állítanak elő, amelyek az őket fogyasztók számára létfontosságúak. Mivel a szén elhalt növényekből, a kőolaj és a földgáz pedig elhalt tengeri élőlényekből keletkezett, ezért az energiahordozókban eltárolt energia valójában fotoszintézis által közvetlenül vagy közvetetten, de a napból származik. A fosszilis energiahordozók tehát felfoghatók egyszer használatos elemként is.



MILLIONS OF YEARS OF SOLAR POWER

It's time to bust the myth: coal and oil does not actually come from dinosaurs. Over millions of years, dead plants sinking to the bottom of swamps were transformed into carbon by the heat and pressure of an oxygen-free environment. A similar process took place for oil and gas, but with dead marine organisms – plankton – sinking to the bottom of the sea.

Sunlight is essential for the photosynthesis of plants and certain marine organisms, as they use it to produce valuable nutrients that are also vital for the living things eating them in turn. As coal is produced from dead plants, while oil and natural gas comes from dead marine life, all of the energy stored in these fuel sources in fact comes directly or indirectly from the sun, through photosynthesis. This means that we can think of fossil fuels as single-use batteries.

650

3119

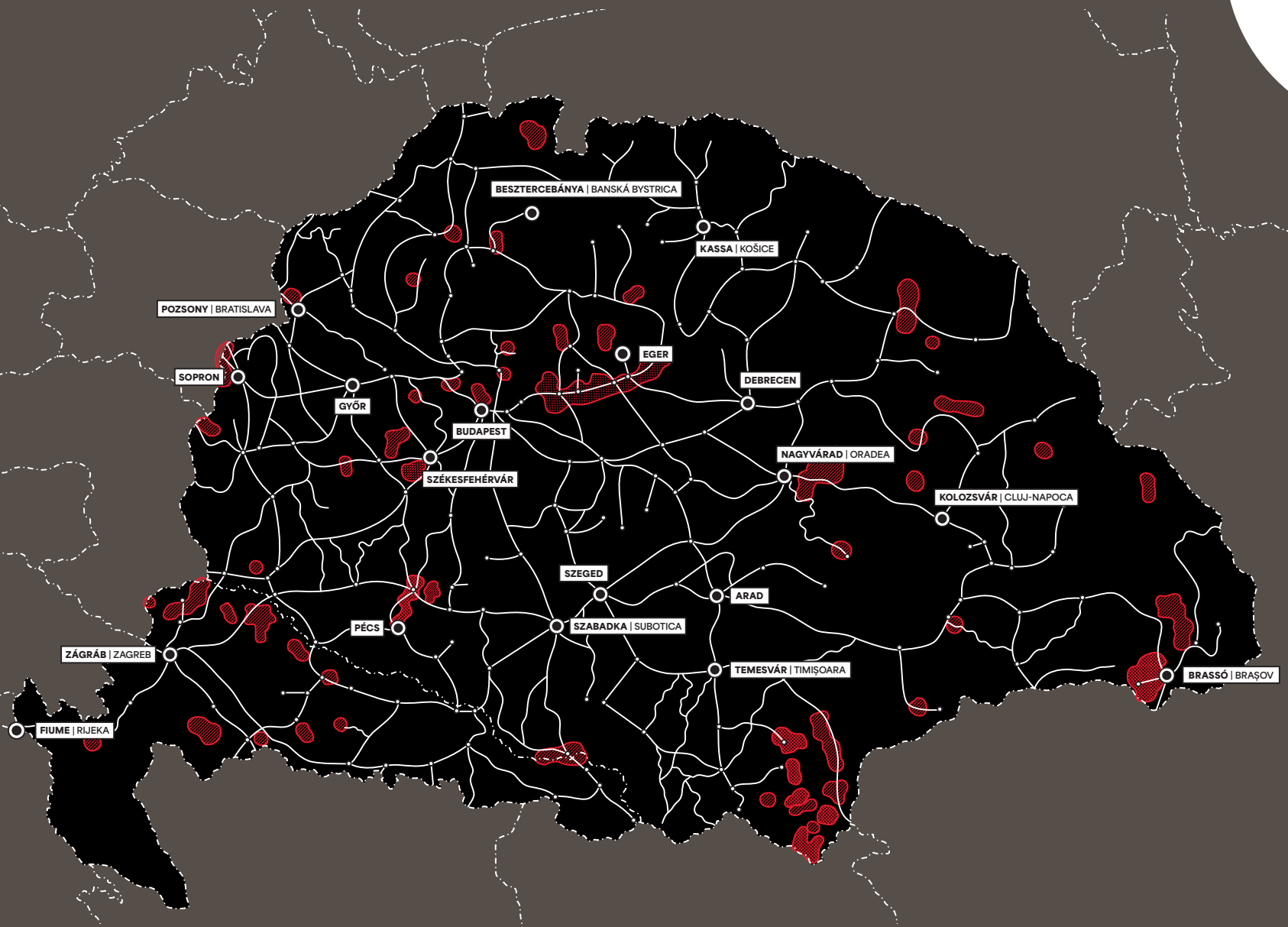


A széntípusokat bemutató installációnk segítségével látogatóink megtudhatják, hogy a különböző korokban keletkező szénfajták között mekkora minőségbeli eltérések vannak. Míg a legfiatalabb szénfajta, a lignit fűtőértéke mindössze 6500-9500 kJ/kg, addig a legidősebb széntípus, az anthracit 31192 kJ/kg-os mutatójával a legértékesebb szénfajta.

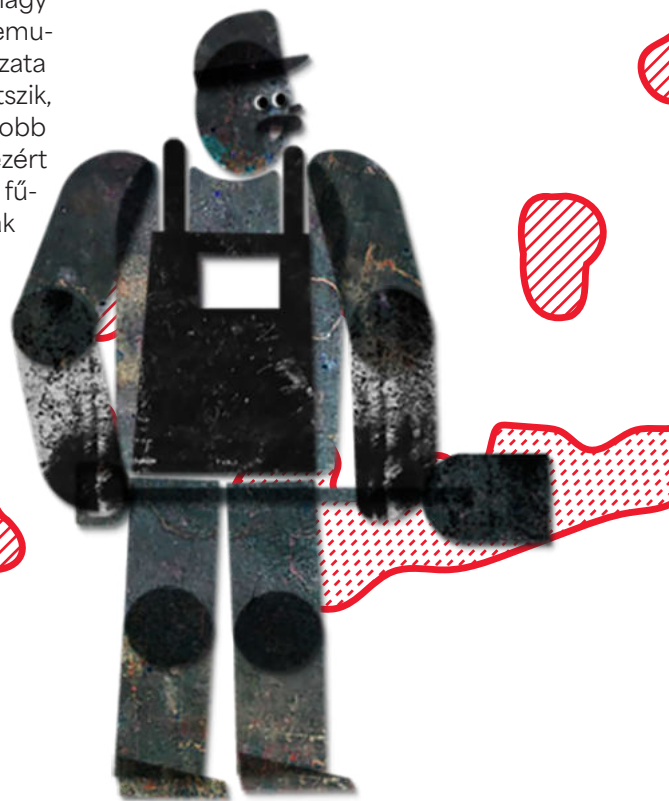
Our installation showing different kinds of coal will help visitors to learn about the difference in quality between the coal types produced in specific eras. While lignite, the youngest coal, has a calorific value of only 6500-9500 kJ/kg, anthracite, the oldest coal, is the most valuable coal, with 31192 kJ/kg.

6500-9500 kJ/kg

31192 kJ/kg

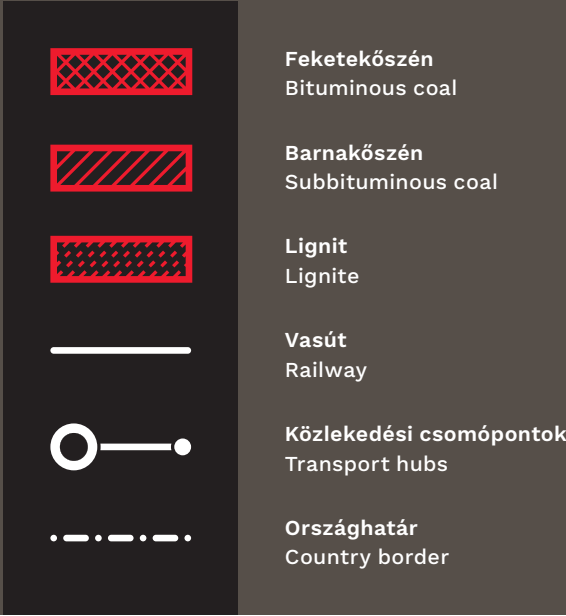


A gőzvasút térnyerése és a szénbányászat fellendülése szorosan összekapcsolódott, mivel a mozdonyoknak szénre, a bányáknak pedig nagy teherbírású szállítóeszközökre volt szükségük. Az 1900-as éveket bemutató térképünk jól szemlélteti, hogy a Magyar Királyság szénbányászata a vasúthálózat bővülésével szoros összefüggésben állt. Jól látszik, hogy az első világháborút követő területvesztések után legnagyobb szénlelőhelyeink határon túlra kerültek. A két világháború között ezért volt szükség olyan mozdonyok kifejlesztésére, amelyek a gyengébb fűtőértékű szenet is hatékonyan fel tudták használni, illetve ezért indultak meg a dízelüzemű és villamosvasúti járművek fejlesztésének irányába a magyar mérnökök.



A TÖRTÉNELMI MAGYARORSZÁG SZÉNKITERMELÉSE ÉS VASÚTHÁLÓZATA

THE COAL MINING AND RAILWAY NETWORK OF THE KINGDOM OF HUNGARY



The rise of steam railways and the boom in coal mining were closely linked, as locomotives needed coal and mines needed heavy-duty transport. Our map of the 1900s illustrates how coal mining in the Kingdom of Hungary was closely linked to the expansion of the railway network. It can be seen that after the territorial losses following the First World War, our largest coal deposits were located across the border. This is why, between the two world wars, it was necessary to develop locomotives that could use coal with a lower calorific value, and why Hungarian engineers started to develop diesel and electric rail vehicles.

KINYÍLT A VILÁG A GŐZÖSÖK RÉVÉN

THE WORLD OPENED UP THROUGH STEAMERS

A gőzerő hatalmas fejlődést hozott a távolsági közlekedésben a 19. század folyamán. Addig soha nem látott embertömegeket szállítottak a személyvonatok távoli nagyvárosokba a jobb megélhetés reményében. Míg 1888-ban tízmillió utast, 1910-ben már 140 millió főt szállítottak a magyar vasutak. A századfordulóra pedig már a kirándulási célú utazások is elterjedtek a turizmus kialakulásával.

The steam engines brought huge improvements in long-distance transport during the 19th century. Passenger trains carried unprecedented numbers of people to distant cities in search of a better living. While in 1888 Hungarian railways carried ten million passengers, by 1910 they were carrying 140 million. By the turn of the century, with the development of tourism excursion trips had become commonplace.

*Utásokat szállító 2C
tengelyelrendezésű
328-as gőzmozdony
MMKM Archívum
Passengers on a class
328 steam locomotive
with 2C axle arrangement.
MMKM Archives*

*Cmn személykocsi
Cmn automobile
22.83.2.1*





Styria férfi kerékpár

Styria men's bike

12.75.20.1



**Omnibuszon utazó cserkészek
az Andrássy úton 1916-ban**
Fortepan / Országos
Széchényi Könyvtár

Scouts traveling on an omnibus
on Andrássy street, 1916.
Fortepan / OSZK

A nagyvárosokban mindeközben továbbra is az állati erővel hajtott közlekedési eszközök domináltak, úgy mint a szekér, a bérkocsi, az omnibusz vagy a lóvasút. A század végén a városi közlekedésben elterjedt a kerékpárok használata is.

Meanwhile, in the big cities, horse-drawn transportation and vehicles, – like the carriage, hackney coach, omnibus or the horse railway – were still dominating. At the end of the century, cycling also became popular in the cities.

A vékony csövekből hegesztett ötszög alakú váz, a központi pedál, a láncáttétel, a kisebb méretű kerek és felfújható gumibroncsok alkalmazásával megszületett a modern kerékpár, amely jelentős szabadságot jelentett az egyéni közlekedésben. Használata egyszerűbb és biztonságosabb volt, mint a korábbi velocipédéké. Ezért biztonsági kerékpárnak is nevezték ezeket. A kerékpár megjelenése közel egy évszázadon keresztül alig változott.

A pentagon-shaped frame built of thin steel tubes, central pedal, chain transmission, and smaller wheels with inflatable tyres. This is how the modern bicycle was born, and provided significant freedom in personal transport. They were much easier and safer to use than their predecessor, the velocipede. That's why they were also called safety bikes. The overall look of the bicycle had little to no change throughout the century.

A VÁROSI KÖZLEKEDÉS HAJNALA

A 19. század első felében a fejlődő városok alapvető közlekedési eszközei a lóvontatta, fogatolt járművek voltak. Ebben változást hozott, hogy az ipari fellendülés az újonnan épített gyárakhoz hatalmas ingázó munkaerőt vonzott a nagyvárosokba. A lakosságszám gyors emelkedésével a közlekedési és áruszállítási szükségletek is megváltoztak. A megnövekedett városi teherforgalomban egyaránt közlekedtek széles, lapos rakfelületű stráfkocsik és speciális teherszállító járművek is, mint például a henteskocsi, a pékkocsi, a tejeskocsi, a személyszállító kocsi, a lakó- vagy cirkuszkocsi, a műhely- és szerszámkocsi, de akár a jégszállító, illetve a szeneskocsi is.

Ekkoriban még nem beszélhetünk klasszikus értelemben vett, szervezett tömegközlekedésről. A vasút megjelenésével a mai taxikhoz hasonlóan lepték el a nagyvárosokat a bérkocsisok. Egyedüli vetélytársuk a nagyobb kapacitású és olcsóbb omnibusz volt.

1860-ban Lippán egy új lóvontatta közlekedési eszköz, a lóvasút kezdte meg működését. Előnye, hogy a kisebb gördülő ellenállás miatt ugyanannyi lóerővel jelentősen több utast el tudtak szállítani a síneken közlekedő kocsikon, mint az omnibusz esetében. Pesten a mai Kálvin tér és Újpest-Városkapu között nyitották meg az első lóvasúti vonalat 1866-ban. Végül összesen 12 vonalat építettek ki a fővárosban 1889-ig. A fővárosi lóvasút 1898-ban 47 km hosszan, 360 kocsival közlekedett. A városi közlekedésből a lóvasutat csak a villamos tudta kiszorítani. Falvakban a mai napig találkozhatunk elvett szekerekkel, a lovas kocsik pedig, a nosztalgiavonatokhoz hasonlóan, a történelmi nagyvárosok utcaképehez tartoznak.

Lóvasúti kocsi modellje
Model of a horse-drawn rail
carriage
30.95.23.1





HORSE-DRAWN VEHICLES IN THE CITY

In the early 19th century, developing cities mostly used horse-drawn vehicles for transport. However, the industrial boom attracted a huge commuter workforce to the newly built factories in the big cities, bringing change to the transportation landscape. The rapid increase in population meant a corresponding change in transport and freight requirements. The increased urban freight traffic included both wide, flat drays and specialized freight vehicles such as butchers' and bakers' wagons, milk wagons, garbage wagons, caravans, circus wagons, workshop and tool wagons, and even ice and coal wagons.

At that time there wasn't yet any organized public transport in the classical sense. With the advent of the railway, hackney coaches began appearing in the cities in large numbers, playing much the same role as taxis do today. Their only competition were omnibuses, which were cheaper and could also transport more people.

In 1860, a new horse-drawn form of transport, the horse railway, started operating in Lippa. Its advantage was that – due to its lower rolling friction – the same amount of horsepower could carry significantly more passengers on the rail cars than on the omnibus. The first horse-drawn railway line was opened in Pest in 1866, running between today's Kálvin square and Újpest-Városkapu. In total, 12 lines were built in Budapest by 1889. The dense network of horse-drawn coaches made horse railways an integral part of the streetscape. By 1898, the capital's horse-drawn railway network had reached a length of 47 km, with a total of 360 coaches. In urban transport, the tram was the only alternative capable of challenging and indeed supplanting the horse-drawn railway. To this day, you can still occasionally see these carriages in villages, and much like nostalgic railways, horse-drawn carriages remain a part of the streetscape of some historic cities.

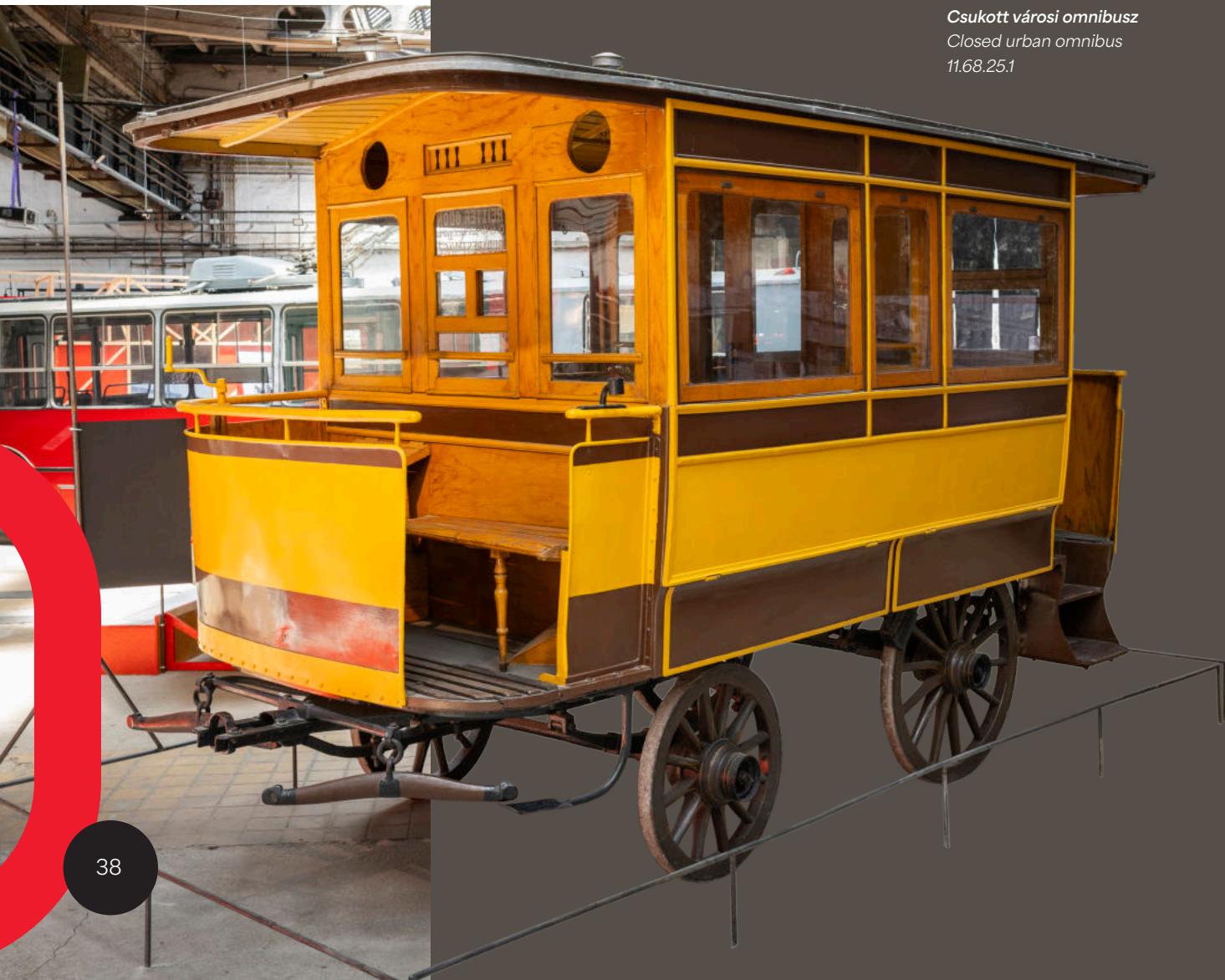


*Emeletes budapesti
omnibusz modellje, 1982
Model of a double-decker
Budapest omnibus, 1982
30.96.10.1*

Az omnibuszok megjelenése indította meg a tömegközlekedést a városokban, ahogyan Pesten is 1832-től. A gyűjteményben lévő 1900-as évekből származó omnibusz elöl és hátul nyitott peronnal, festett, lakkozott oldalfalain 3-3 leereszthető, és a hátoldalon csuklópántos lenyitható ablakkal rendelkezik. A jármű oldalán két beépített ablakot és egy darab letolható átbeszélő ablakot alakítottak ki. A járműszekrény közepén válaszfalat láthatunk tolóajtóval, benne egy fix ablakot. Ezen felül pedig a mennyezeten még egy farácsos szellőztető is található. A rendkívül robusztus, nehéz jármű megmozgatásához két erőteljesebb igáslóra volt szükség. A kocsikban maximum 14 ember tudott utazni, mivel azonban rendkívül lassan haladt a jármű egy menetrend szerinti útvonalon, a tehetősebbek a könnyebben elérhető és gyorsabb bérkocsit választották.

The appearance of the omnibus could be considered the true advent of public transport in cities, just as in Pest from 1832. The 1900s omnibus in the collection has an open front and rear platform, painted and lacquered side panels with 3 openable windows on either side, and a hinged rear window. On the front side are 2 built-in windows, and one partition window which could be pulled down. In the centre of the vehicle cabinet is a partition with a sliding door and a fixed window. In addition, a wooden grid vent can be seen on the ceiling. Two more powerful work horses were required to move the extremely robust, heavy vehicle. These coaches could carry up to 14 people, but as the vehicle travelled extremely slowly on a scheduled route, those in a hurry opted for the much more mobile and faster hackney coaches.

Csukott városi omnibusz
Closed urban omnibus
11.68.25.1



A vidéki városok mindennapjaihoz hozzátartoztak a bérkocsik, amelyek a gőzösök és villanymeghajtású járművek előtt egyedüli alternatívát jelentettek a gyaloglással szemben, gyakorlatilag a taxik elődjeként. Ez a nyitott, félfedeles, kétlovas jármű világosbarna bőrülésekkel és fekete bőr féltetővel szolgálta utasait. A kétszemélyes bérkocsin szükség esetén, némi kényelmetlenség mellett a pótülésen is lehetett utazni. A hajlított sárvédőn egyszerű félköríves fellépőket alakítottak ki a beszállás megkönnyítésére.

Hackney coaches were part and parcel of the everyday life of rural towns and cities, as before the advent of steam and electric vehicles, they were the only viable transport alternative. They mainly stayed outside railway stations to transport people arriving by train. This open-top, partly covered, two-horse vehicle offered light brown leather seats and a black leather canopy for the comfort of its passengers. The two-seater hackney coach also allowed an extra traveller if necessary, although it wasn't too comfortable. The curved fenders have simple semi-circular steps, to facilitate boarding.

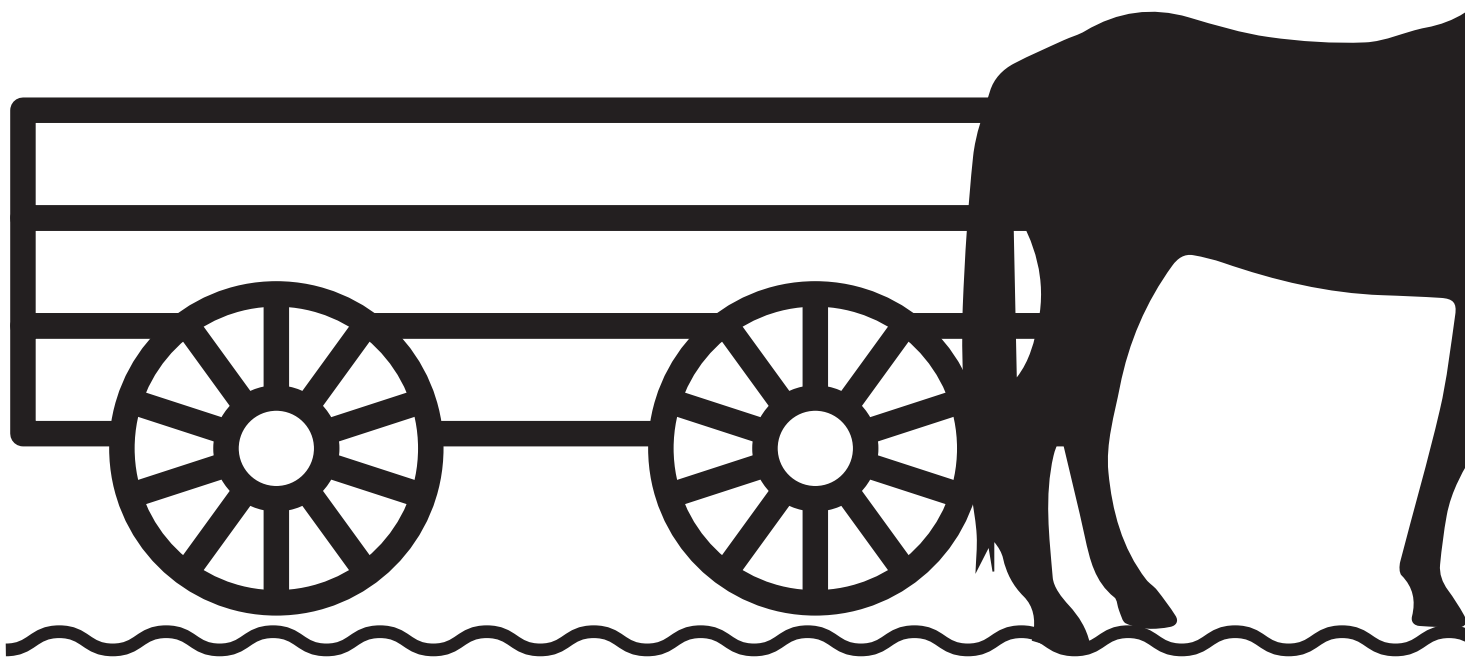
Nagykanizsai bérkocsi
Nagykanizsa hackney coach
11.2010.3.1



**Egy két ló vontatta lovas kocsi
„üzemanyaga” naponta körülbelül
30 kg takarmány és 90 liter víz.**



The “fuel” for a horse-drawn carriage
is approximately 30 kilograms of fodder
and 90 litres of water per day.

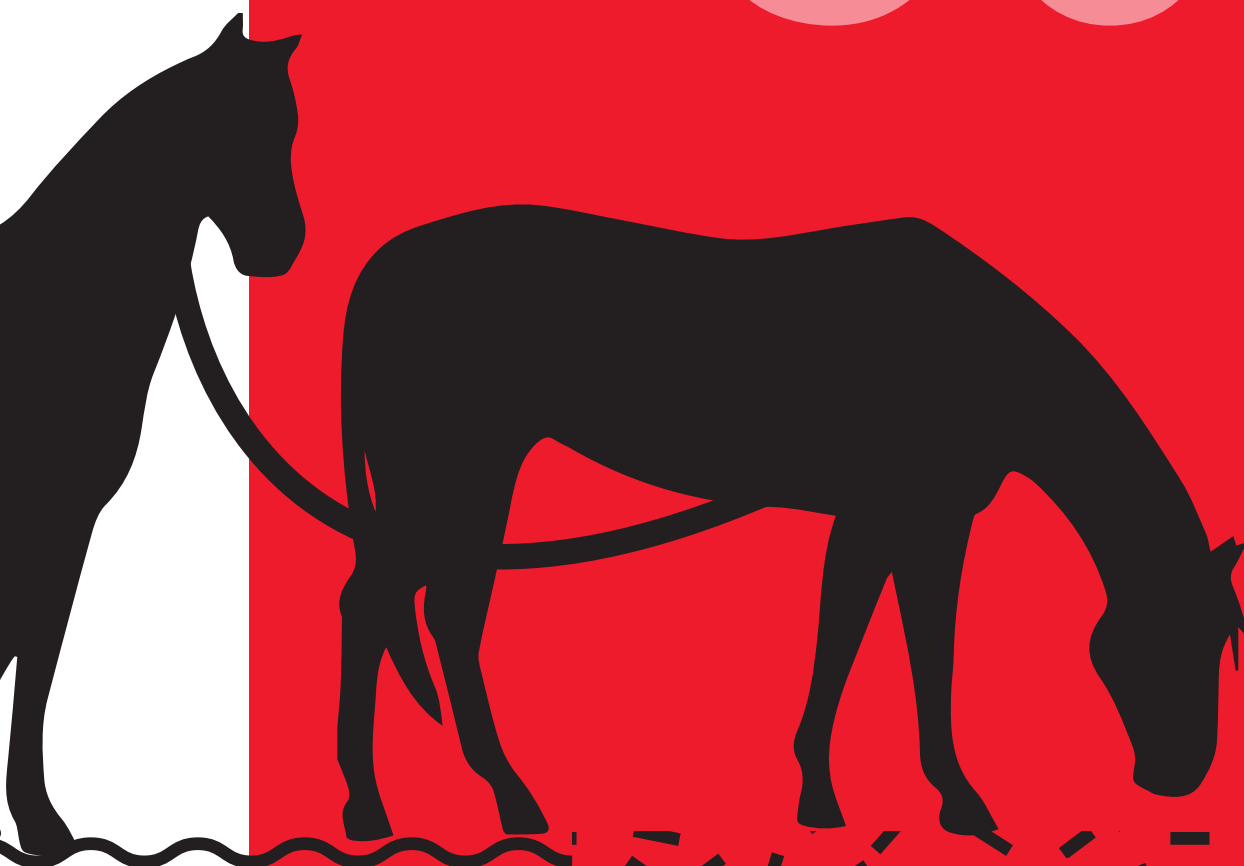


30

kg

90

I



A NAGYVÁROSI ÉLET

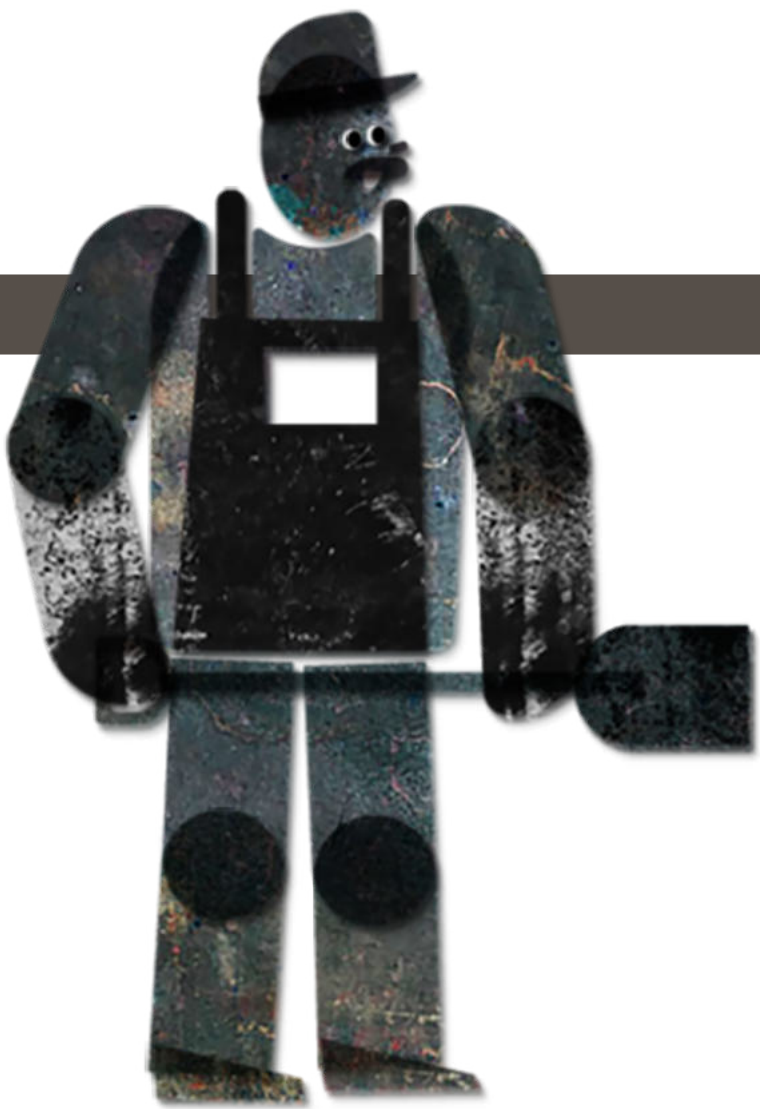
Nagyfokú mobilitást hozott a vasút megjelenése. Elérhető közelségbe kerültek az iparral rendelkező nagyvárosok, amelyek sokkal több és jövedelmezőbb munkalehetőséget biztosítottak az addig elsősorban mezőgazdaságból élő vidéki társadalom számára. A lakóhely már nem jelentett szükségszerűen egyet a munkahellyel, megjelent az ingázó életmód.

LIFE IN THE BIG CITY

The advent of rail transport brought about a high degree of mobility. Large towns with industry came to be within easy reach, providing much more, and more lucrative, employment opportunities for a rural society that had previously lived mainly from agricultural labour. The town of one's residence was no longer necessarily the same as the town one worked in. Commuting was becoming a way of life.



*Lovas kocsi a szegedi
Tisza-hídon 1937-ben
MMKM Archívum
Horse-drawn carriage on the
Tisza-bridge in Szeged, 1937.
MMKM Archives*



HA ELINDUL A VONAT

A vasút rengeteg utast vont el a bérkocsisoktól, mivel gyorsabban és olcsóbban tudta a városokba szállítani utasait. A távolsági bérkocsizás nem tudott lépést tartani a fejlődéssel, csupán romantikus emléke élt tovább a köztudatban. A városi bérkocsizás legfontosabb kiindulópontjai azonban éppen hogy a vasútállomások voltak.

WHEN THE TRAIN STARTS

A lot of people who used to take the hackney coach opted for rail transport, as it was quicker and cheaper to get to town by train. Long-distance transport by hackney coaches could not keep up with this kind of development, therefore it only lingered on in romantic memory. The most important points of departure for urban hackney coach services were none other than railway stations.



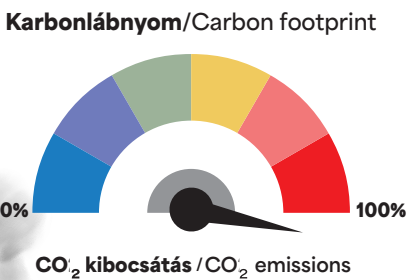
*Zsúfolt szerelvény Máramaros
vidékén az 1910-es években
MMKM Archívum
Crowded train near Máramaros
at the end of the 1910s.
MMKM Archives*

A hatásfok megmutatja, hogy az adott jármű mennyiben képes hasznosítani a rendelkezésére álló energiát, a karbonlábnyom pedig az üvegházhatású gázok kibocsátásának mértéke. Ha a gőzkorszak, vagyis a 19. század jellemző közlekedési eszközeinek hatásfokát és környezeti terhelését vizsgáljuk, szembeötlő, hogy az akkoriban legnagyobb teljesítményű és sebességű gőzmozdonyok messze elmaradnak a régebbi típusú lóvontatású járművektől.

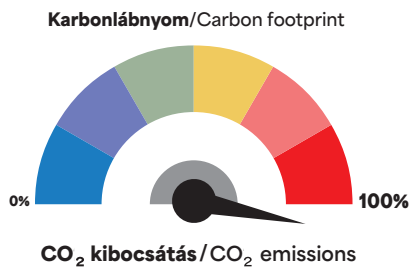
Efficiency shows how much a vehicle is able to use its available energy, while carbon footprint is the indicator of the amount of emitted greenhouse gases. If we look at the efficiency and the carbon footprint of the vehicles of the 19th Century, the steam era, it is evident that the most efficient and powerful steam locomotives are far behind the older, horse-drawn vehicles.



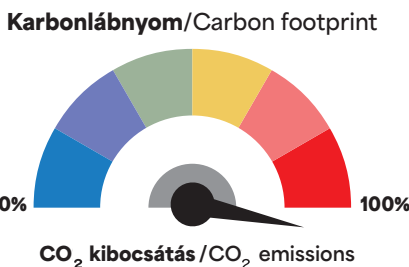
242-es gőzmozdony
MÁV Class 242
Steam locomotive



424-es gőzmozdony
MÁV Class 424 Steam locomotive

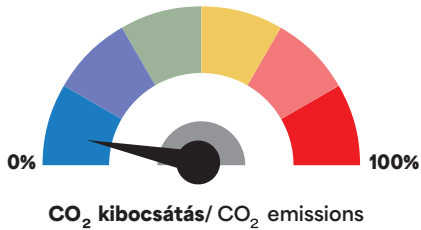


302-es gőzmozdony
MÁV Class 302 Steam locomotive





Karbonlábnyom/Carbon footprint



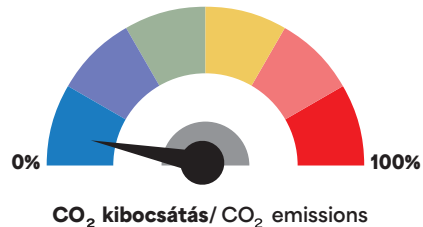
Bérkocsi
Hackney carriage



Omnibusz
Omnibus



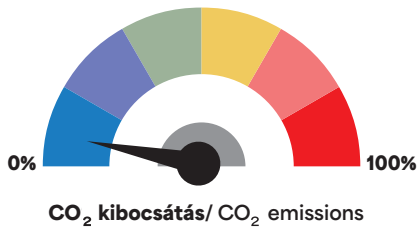
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Gazdasági kocsi
Farm wagon



Karbonlábnyom/Carbon footprint





AZ ELEKTROMOS AUTÓZÁS ELECTRIC CARS

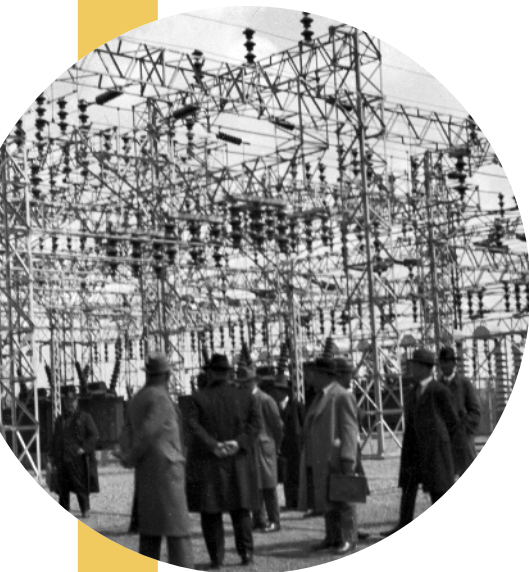
Az elektromos autók története a 19. században kezdődött, amikor a villamosenergia előállításának és elosztásának lehetőségei megjelentek. A korai kísérletek a villamosított járművek fejlesztésére irányultak, amelyek a városi közlekedés megkönnyítésére szolgáltak. A 20. század elején a villamosított buszok és troliszek váltak a városi közlekedés fontos részévé. A modern elektromos autók (EV-k) a 21. században kezdtek elterjedni, köszönhetően a technológiai fejlődésnek és az ökológiai tudatosság növekedésének. Az EV-k előnyeik között szerepel a csendes futás, a alacsony üzemeltetési költség és a nulla károsanyag-kibocsátás. A jövőben várhatóan tovább fog növekedni az elektromos autók aránya a közlekedési eszköztárban.



02

**FELVILLANÓ LEHETŐSÉG
A KÖZLEKEDÉS JÖVŐJÉBEN
A SPARK OF OPPORTUNITY**

FELVILLANÓ LEHETŐSÉG A KÖZLEKEDÉS JÖVŐJÉBEN



Villamos erőmű 1930-ban
Fortepan / Szemere Ákos
Electric power plant in 1930.
Fortepan / Ákos Szemere



A villamos erőművek elterjedésével hatalmas mennyiségű elektromos áram előállítása vált lehetővé. Az ekkor még szinte kizárólag fosszilis energiahordozókkal előállított elektromos áram alkalmassá vált arra, hogy addig nem látott hatékonysággal hajtja meg a közlekedési eszközöket. A gőzkorszakban ugyanis komoly problémát jelentett, hogy a megtermelt energia jelentős része hő formájában távozott. A leghatékonyabb gőzmozdonyok esetében is közel 90%-os volt az energiavesztés.

A 19. század végén az első, generátorokkal felszerelt áramfejlesztő telepek általában egy-egy intézmény vagy üzem világításáért feleltek. A generátorokat gőzerővel, majd olajmotorokkal hajtották, az előállított egyenáramot transzformátorok segítségével alakították át váltóárammá.

A nagyságrendekkel több villamos energiát előállító hőerőművek a 20. század első évtizedeiben jelentek meg hazánkban. A nagyfeszültségű villamos vezetékek hálózatán keresztül képesek voltak elektromos árammal ellátni gyárat, nagyvárosokat, azok egyre gyarapodó villamosait, sőt később a nagyvasúti eszközöket is. A városokban így tudott teret nyerni az új, lokálisan zaj- és füstmentes elektromos hajtás. A század elején a villamosok mellett már az elektromos autók is megjelentek. Az elektromos áram tárolása és szállítási infrastruktúrájának kiépítése azonban olyan problémát jelentett, amely a közlekedésben a motorizáció robbanásszerű fejlődésének adott teret.

A SPARK OF OPPORTUNITY

With the spread of electric power stations, it became possible to generate huge amounts of electricity. As a secondary energy carrier, electricity has the potential to drive many different forms of transport with unprecedented efficiency. A major problem for the steam era was that a large part of the energy produced was lost as heat. Even the most efficient steam locomotives suffered energy losses close to 90%.

At the end of the 19th century, the first power stations equipped with generators supplied electricity to institutions or factories. Generators were powered by steam or petrol; the produced direct current (DC) became alternating current (AC) via transformers.

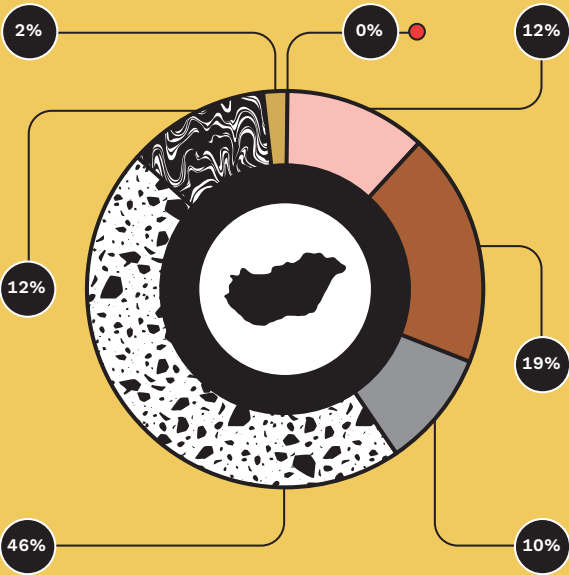
Even more electricity was produced by thermal power plants. In Hungary, they appeared in the first decades of the 20th century. These supplied electricity to towns, factories, trams and later even railway equipment, through a network of high-voltage power lines. This new noise- and smoke-free method of providing electric power thus continued to gain ground in the cities. In the early 20th century, electric cars began to appear alongside trams. However, the problems involved with electricity storage and transport infrastructure resulted in the explosive growth of motorisation instead.



Villamos az Astoriánál 1952-ben.
Fortepan / Magyar Rendőr
A tram on Astoria in 1952.
Fortepan / The Hungarian Policeman

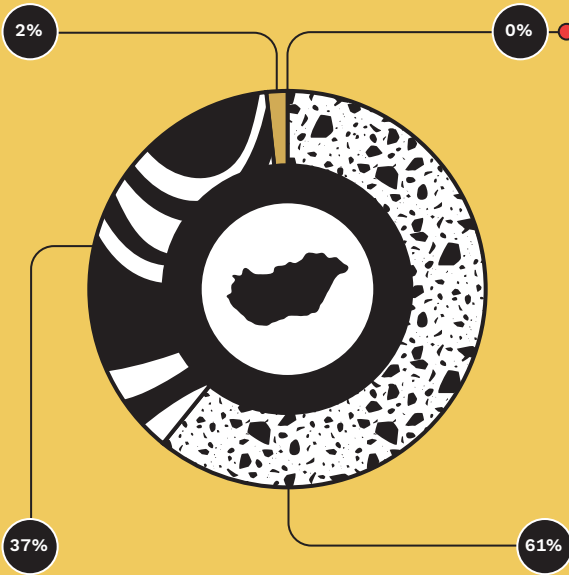
MAGYARORSZÁG BECSÜLT
ENERGIAFELHASZNÁLÁSA 1935-BEN

ESTIMATED ENERGY CONSUMPTION
OF HUNGARY IN 1935



A KÖZLEKEDÉS BECSÜLT ENERGIAFELHASZNÁLÁSA
MAGYARORSZÁGON 1935-BEN

ESTIMATED ENERGY CONSUMPTION
OF TRANSPORTATION IN HUNGARY IN 1935



1935-BEN
IN 1935
50 petajoule



2022-BEN
IN 2022
212 petajoule

Ezekben az években a villamos energia részaránya a végső fogyasztáson belül nagyon alacsony volt, de nem nulla. A villamos energia előállításához jellemzően szenet és vízenergiát használnak ekkor.

In these years, the share of electricity in final consumption was very low, but not zero. Coal and hydropower are typically used to generate electricity in these years.



élelem
food



tűzifa
firewood



állati erő
animal power



szén
coal



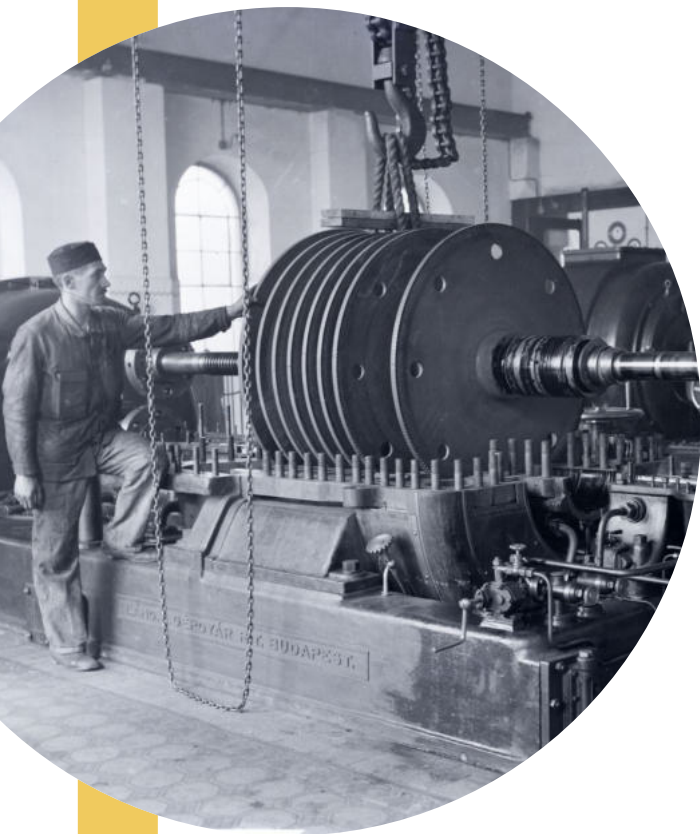
olaj
oil



villamos energia
electricity



gáz
food



**A Láng Gépgyár dolgozója
egy elkészült gőzturbina mellett
az 1920-as években**
MMKM Archívum
*A worker at the Láng Machine
Factory next to a completed
steam turbine in the 1920s.*
MMKM Archives

A MEGTERMELT ENERGIA TOVÁBBÍTÁSÁNAK NEHÉZSÉGEI

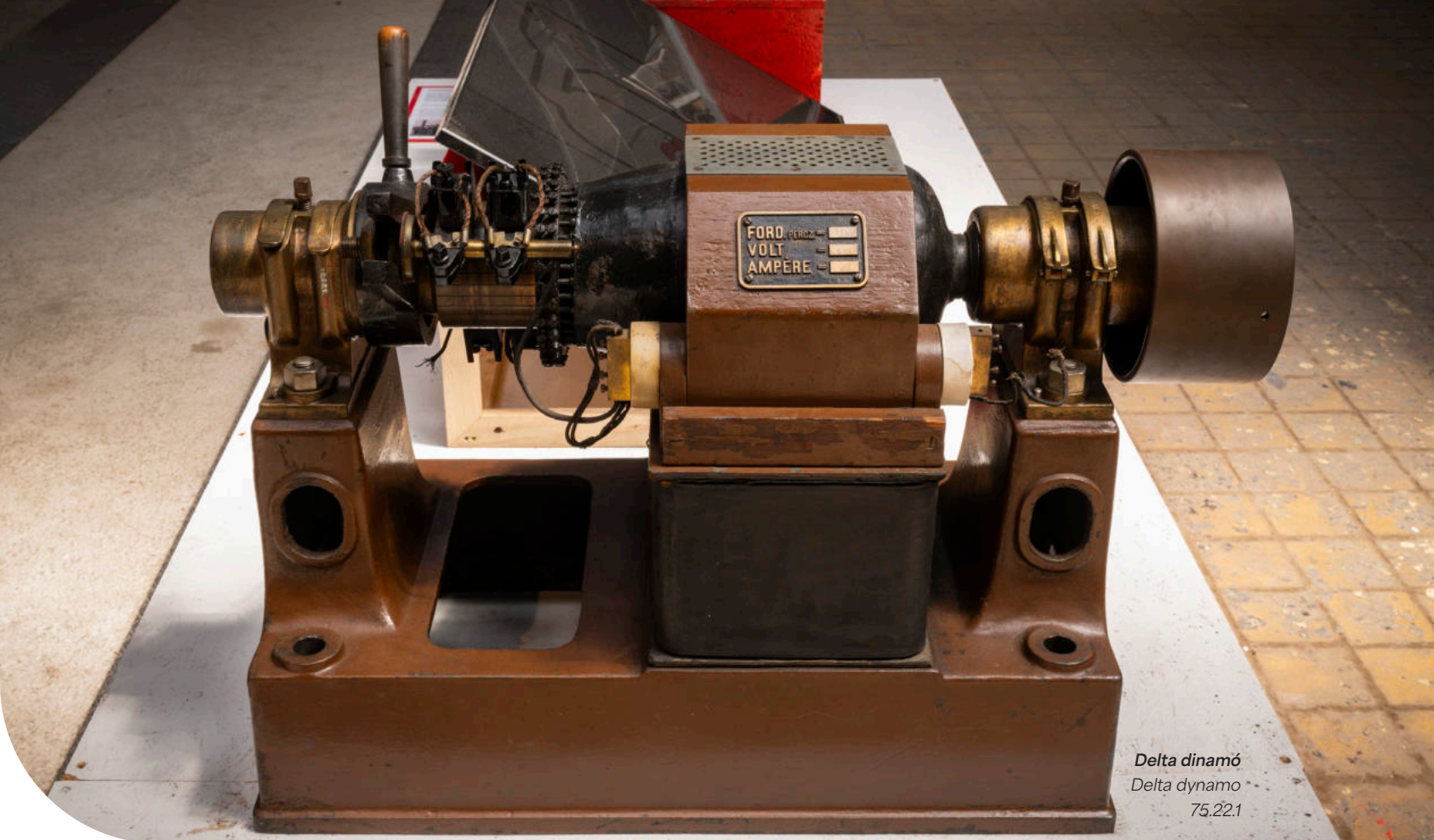
Az 1880-as évek egyik megoldandó feladata volt, hogy gyakorlati lehetőséget találjanak a villamos energia kis egységekre való elosztására, valamint kivitelezzék annak nagyobb távolságra való gazdaságos szállítását és szétosztását. Bár vezető nyugati elektrotechnikusok nagy része továbbra is kitartott az egyenáram egyedüli lehetősége és használata mellett, néhányan ettől az elvtől eltérő lehetőségek kutatásával foglalkoztak.

THE DIFFICULTIES OF TRANSMITTING GENERATED ENERGY

Dividing electricity into smaller units, and also providing its transportation and distribution, were some of the problems to be solved in the 1880s. Even though most of the leading western electrical engineers swore on the unique possibilities and usage of direct current, others were looking for an alternative.

Őstranszformátor másolata
Replica of the first transformer
94.39.1





Delta dinamó
Delta dynamo
75.22.1

AZ ÁRAMSZÁLLÍTÁS ALAPJA

A Ganz-gyár három kiváló mérnökének - Zipernowsky Károlynak, Déri Miksának és Bláthy Ottó Titusznak - történelmi érdeme, hogy a világon elsőként oldották meg a villamos energia nagyobb távolságra történő gazdaságos szállítását és elosztását a transzformátor segítségével. A rendszer szabadalma és végleges kialakítása 1885. március 2-án született meg, ahogy maga a „transzformátor” elnevezés is.

THE BASIS OF ELECTRICITY TRANSMISSION

It was a historical achievement of three outstanding engineers of the Ganz factory - Károly Zipernowsky, Miksa Déri and Ottó Titusz Bláthy - that they were the first to manage to economically transmit and distribute electricity over greater distances with the help of transformers. The final design of the system was created and patented on 2 March 1885, as was the name “transformer” itself.

A VILLAMOSSÁG MOTORJA

Bláthy Ottó 1885-87-ben tervezett kétpólusú Delta dinamója motorként, generátorként és gerjesztőként egyaránt használható volt. A gépek nyolc típusválasztékban készültek, 1650-44000 Wattos teljesítményhatárok között. Vastag, patkó alakú állórészük jól bírta a rövidzárlatokat és a túlterhelést. A „Delta” család megbízhatóságára jellemző, hogy még az 1920-as években is üzemben voltak ezek a dinamók.

THE MOTOR OF ELECTRICITY

The bipolar “Delta” dynamo designed by Ottó Bláthy in 1885-1887 could be used as a motor, generator and exciter alike. These machines were manufactured in eight different models, with a power range of 1650W to 44000W. Their thick, horseshoe-shaped stator was highly resistant to short circuits and overloading. The Delta family’s reliability is demonstrated by the fact that they were still in use and in service in the 1920s.

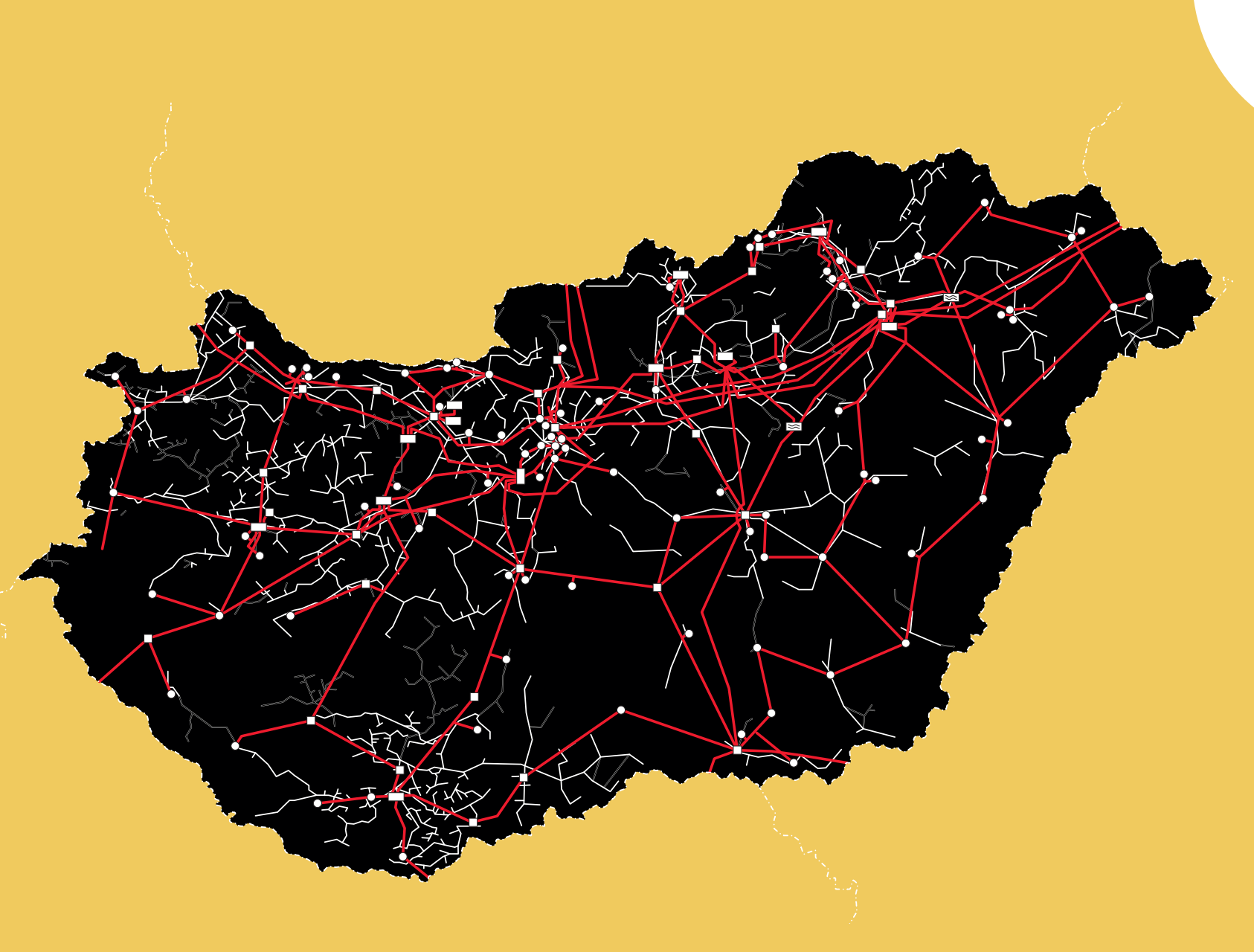
Az erőművekben megtermelt villamos energia akár több, mint 10%-a is elveszhet szállítás közben.

Even more than 10% of the energy can be lost during transport, what was produced in power plants.



-10%

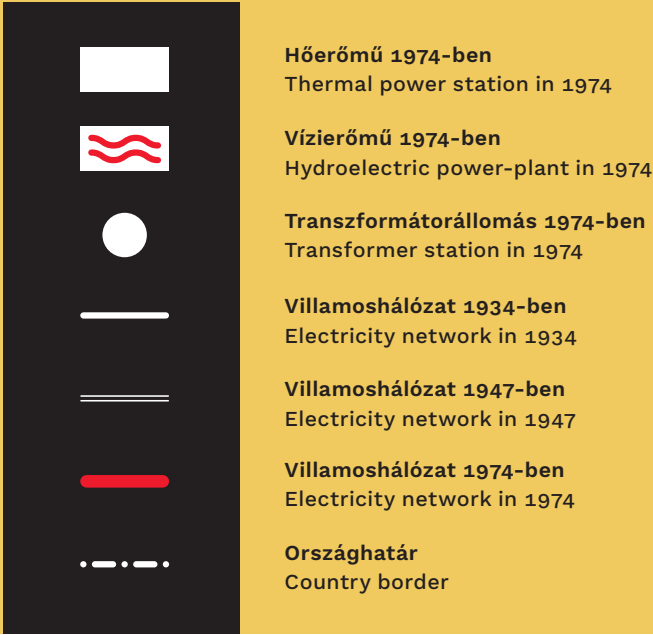




A villamos hálózatok áramellátását a 19. század végén áramfejlesztő telepek biztosították gőzüzemű, majd nyersolajmotoros hajtású generátorokkal. 1889-ben a Hernádmenti Bánya és Vasgyár Rt. Korompán állította üzembe az első egyenáramú villamos vízierőművet az országban, amelyet számos kisebb vízierőmű építése követett. Nagyságrendekkel nagyobb teljesítménye volt az 1914-ben átadott kelenföldi hőerőműnek. Az ország újabb nagyteljesítményű erőműveinek építése, és a villamosítás igazi időszaka az 1930-as évektől indult be igazán, ahogyan a térképünkön is látható.

A MAGYARORSZÁGI VILLAMOS ERŐMŰVEK ELTERJEDÉSE

THE EMERGENCE OF HUNGARIAN POWER PLANTS



Electricity was supplied to the grid in the late 19th century by generating stations with steam and then crude oil engine-driven generators. In 1889, the Hernádmenti Bánya és Vasgyár Rt. put into operation the first direct current hydroelectric power station in the country at Korompa, followed by the construction of several smaller hydroelectric power stations. The Kelenföld thermal power station, inaugurated in 1914, had a much larger capacity. The construction of new high-capacity power stations in the country, and the real era of electrification, really began in the 1930s, as you can see on our map.



MIRE ÉS MENNYI ELEKTROMOS ÁRAMOT HASZNÁLUNK?

Az elektromosság elterjedése hatalmas életszínvonalbeli fejlődést hozott. Elegendő csupán a gáz- és olajlámpát felváltó, jóval gazdaságosabb, hatékonyabb és egyszerűbb villanyvilágításra gondolnunk a köztereken és közintézményekben. Az igazán jelentős változás azonban a háztartási eszközök használatában következett be. Megjelent a mai értelemben vett modern háztartás. Az addigi fáradságosan működtethető mechanikus konyhai és takarítóeszközöket felváltották az automatizált elektronikus darabok. Olyan forradalmi újdonságokat vásárolhattak az emberek, mint a porszívó, a mosógép vagy akár a hűtőszekrény.

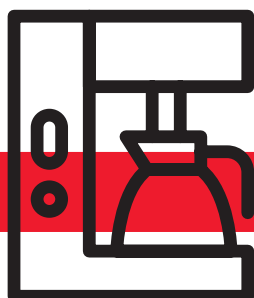
HOW MUCH ELECTRICITY DO WE USE AND FOR WHAT?

The spread of electricity resulted in increased living standards. Just think about electric lighting replacing gas and petrol lamps, providing a more efficient and cheaper solution in public spaces and institutions. But the most significant change happened in personal homes. The idea of the modern household became reality as automatic machines replaced the former mechanical equipment that was tiresome to operate. People could now buy revolutionary new products such as vacuum cleaners, washing machines and even refrigerators.

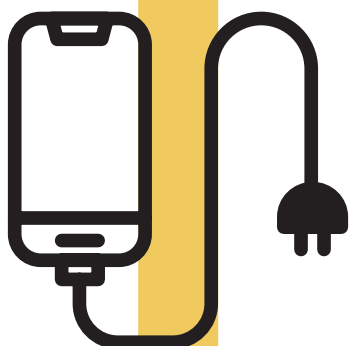




←
két óra használat = 1 kWh
two hours of use = 1 kWh



←
40 csésze kávé
elkészítése = 1 kWh
making 40 cups
of coffee = 1 kWh



←
100 töltés = 1 kWh
100 charges = 1 kWh



←
egy mai modern
troli fogyasztása =
1,35 kWh / km
Current consumption
of a modern trolley =
1,35 kWh / km



FELVILLANYOZTA A VÁROSI TÖMEGKÖZLEKEDÉST

Európa nagyvárosaiban a lóvontatta járművek mellett először a gőzhajtás jelent meg a közösségi közlekedésben, később tértek át a hatékonyabb villamos hajtásra. Budapesten a millenniumi ünnepekre elkészült földalatti vasút már elektromos hajtással épült ki, bár áramellátását még gőzgéppel biztosították. Ezt követően már a villamos erőművekben hatékonyabban előállított elektromos árammal látták el a tömegközlekedési eszközöket.

Az elektromos áram nagy távolságra való eljuttatásának költsége, és az infrastruktúra kiépítésének nehézsége miatt a nagyvasúti vonatok továbbra is gőzhajtással üzemeltek még hosszú évtizedeken át. A villamos üzemeltetése ezzel szemben sokkal praktikusabb és olcsóbb volt, mivel a működtetéshez szükséges, erőművekben megtermelt energiát nem kellett olyan nagy távolságra szállítani. A századfordulótól kezdve a villamos a nagyvárosok utcaképét jelentősen meghatározta, a városiasodás és a technikai fejlődés jelképe lett. A 20. század elején Magyarország területén már 17 városban közlekedett villamos.

Az autók elterjedésével a sűrűn kiépített villamoshálózat világszerte leépült, számos városban meg is szűnt, így New Yorkban, Hamburgban vagy Pécsen sem tudunk már villamossal közlekedni. Napjainkban a nagy kapacitású kötőtpályás közlekedés reneszánszát éli, számos városban nyílnak új vonalak.





Moszkva tér terepaszta
Moscow Square diorama

LIGHTING UP URBAN TRAFFIC

Steam-powered public transport first appeared in Europe’s major cities alongside horse-drawn vehicles. The more efficient electric-powered vehicles would come later. In Budapest, one of the earliest forms of public transportation to use electric power was the underground railway, completed for the millennium celebrations, although the electric power it used was still provided by steam engines. Later, public transport would be powered by electricity generated more efficiently in power stations.

Because of the cost of transporting electricity over long distances, and the difficulty of building the infrastructure, high-speed trains continued to run on steam for many decades more. Trams, on the other hand, were more practical and cheaper to run, as the energy needed to run them was generated in power stations, and did not have to be transported over such long distances. From the turn of the century, trams became a major feature of the streetscape of major cities – a symbol of urbanisation and technological progress. By the beginning of the 20th century, trams were already operating in 17 cities in Hungary.

With the rise of the automobile, many cities around the world have reduced or even dismantled their densely built tram networks, including New York, Hamburg and Pécs. Today, however, high-capacity rail transport is enjoying a renaissance, with new lines opening in many cities.



Omnibusz és alsóvezetékes villamos az Aréna úton a századfordulón
MMKM Archívum
Omnibus and ground-level power supplied tram on Aréna út at the beginning of the 18th century.
MMKM Archives

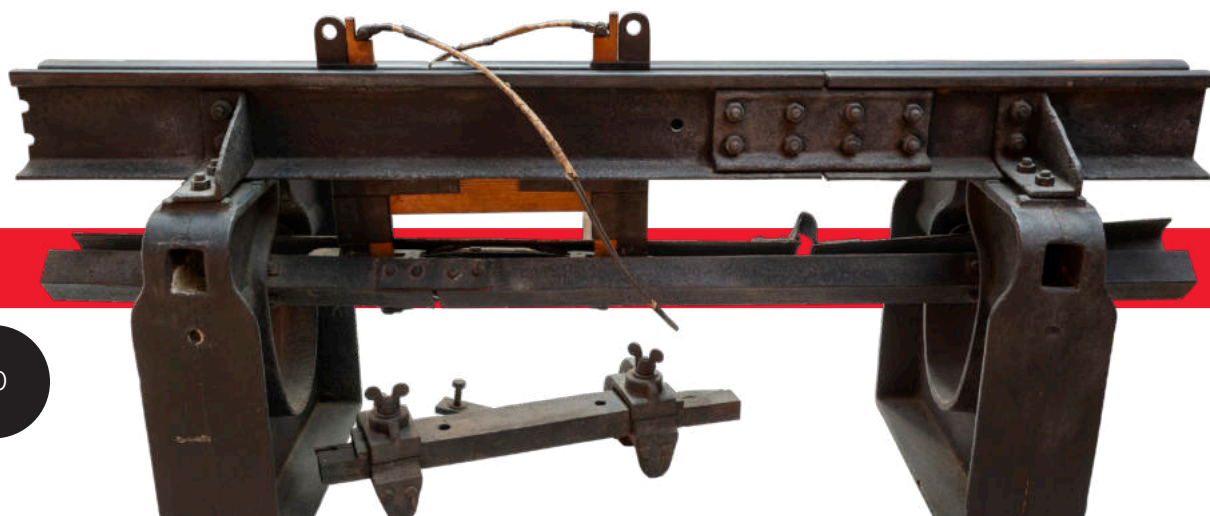
NA, MÉG MIT NEM!

NO WAY!

Budapesten a városvezetés esztétikai okokra hivatkozva hallani sem akart az utcákat behálózó, a városképet elcsúfító villamosvezetékekről, ezért nem támogatták a felsővezetékes villamosvonalak kiépítését. Helyette az alsóvezetékes villamost pártolták. Így a főváros belvárosi villamosai kezdetben mind alsóvezetékesek voltak. Üzemeltetési és karbantartási hátrányai miatt – gondoljunk csak a lehulló falevelekre – néhány vonalon már az 1910-es években megtörtént a csere. 1924-re pedig teljesen megszűnt Budapesten az alsóvezetékes áramvezetési mód.

Városi villamos alsóvezetékes szakasza
A section of the underground power supply system of an urban tram line
30.97.2.1

In Budapest, the city authorities did not want to hear about tram lines crossing the streets and disfiguring the cityscape, citing aesthetic reasons – so they did not support the construction of overhead tram lines. Instead, they favoured tramways with underground lines. Thus, the capital's inner-city trams were initially all overhead. Due to operational and maintenance drawbacks – think of the falling leaves – some lines were replaced as early as the 1910s. And by 1924, the bottom-wire mode of conduction had been completely abandoned in Budapest.



VILLAMOSKATASZTRÓFA BUDAPESTEN

TRAM ACCIDENT IN BUDAPEST

Sok gyakorlati tapasztalat kellett ahhoz, hogy a villamos a mai formájában, zavartalanul közlekedjen. Ilyen volt a közlekedési eszköz hazánkban legnagyobb balesete is, amelynek legfőbb oka az volt, hogy a végállomást egy lejtőre építették. 1900. június 4-én ugyanis súlyos baleset történt a zugligeti 24-es villamoson, miután a várakozó járműre felkapaszkodó tömegben valaki véletlenül kiengedte a féket. A villamos vezető és kalauz nélkül megindult a lejtőn, az első kanyarban kisiklott és belerohant egy oszlopba. A hetven utas közül négyen életüket veszítették, kilenc embert pedig súlyos sérülésekkel szállítottak kórházba.

It took a lot of experience for the tram to work undisturbed, as in its current state. The biggest tram accident in Hungary happened because of a tram station built on a slope. On June 4 1900, someone accidentally released the brake of the tram 24 in Zugliget, causing the tram to start without a driver and conductor. Derailing at the first turn, it crashed into a pole. Four of the seventy passengers died and 9 people were taken to the hospital with serious injuries.



A zugligeti villamos-
katasztrófáról készült
grafika az Új Időkben
MMKM Archívum

Illustration of the tram accident
in Zugliget in Új Idők
MMKM Archives

AZ ÁRAMOT IS VEZETNI KELL

ELECTRICITY NEEDS CONDUCTING TOO

Talán bele sem gondolunk abba, milyen bonyolult jármű a villamos, és hogy milyen sokféle berendezés szükséges ahhoz, hogy az elektromos áram üzemanyagaként funkcionáljon. A villamoskocsi fékezésekor többletként termelt villamos energia „elfűtéséről” például a tetőellenállás gondoskodik, az áramvesztés minimalizálásáról, és az energia biztonságos felhasználásról pedig a magasban elhelyezett szakaszszigetelő és a kezdetben még kézi erővel, kötéllel felhúzott áramszedő.

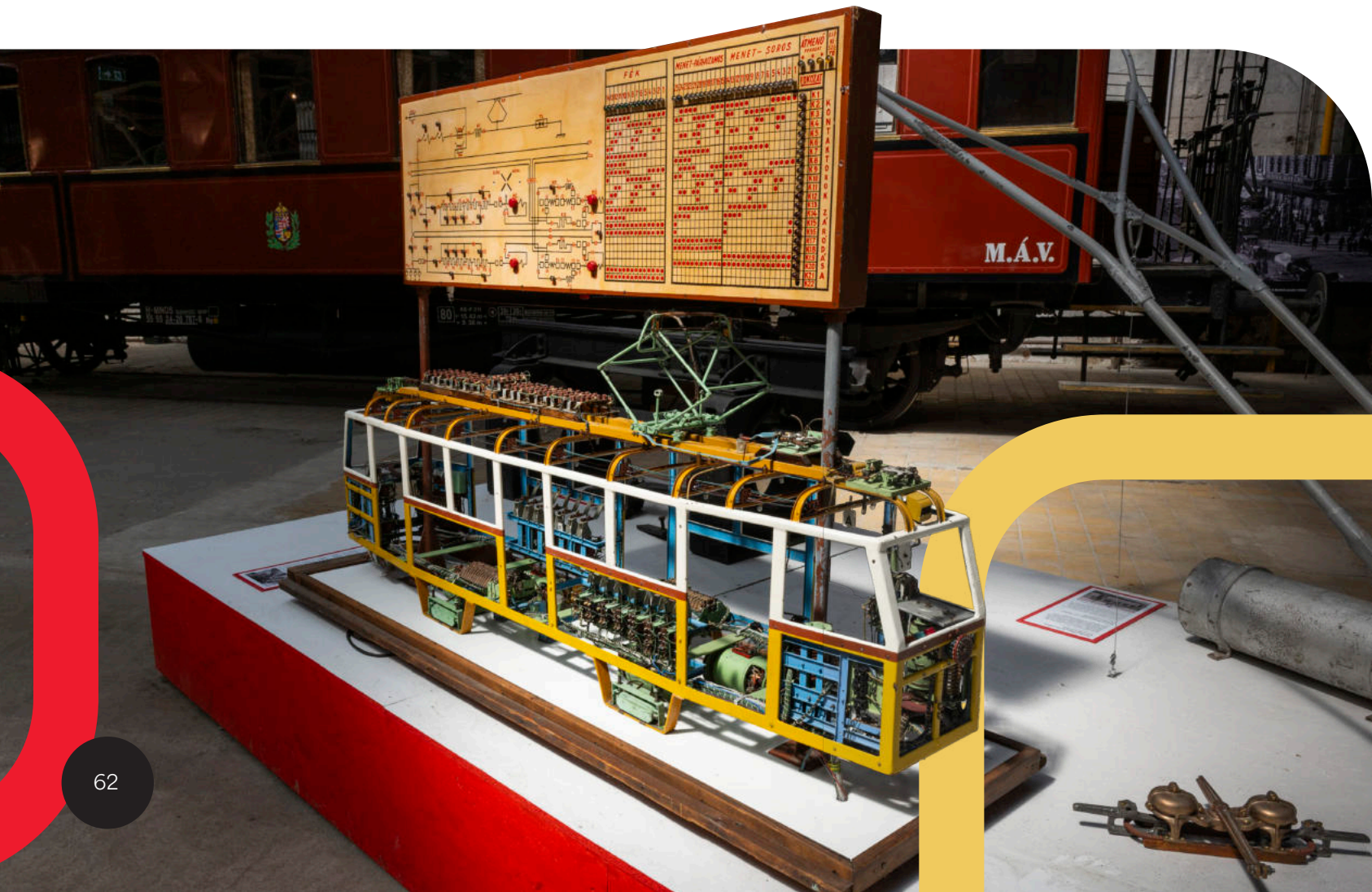
We might not even think about how complicated a tram is, or how many kinds of equipment are needed to use electricity as fuel. For example, the surplus energy generated while the tram brakes needs to be “cooled”. This is the role of the rooftop resistor. To minimize energy loss and provide safe usage of electricity, trams also have overhead line section insulators and pantographs, which were in the early days elevated by manual power, via a rope.



Moszkva téri villamos megálló, 1980
FORTEPAN / Prohászka Imre
Moscow square tram station, 1980
FORTEPAN / Imre Prohászka

A villamos csontváza
Metszetelt villamosmakett
Városi Tömegközlekedési
Múzeum

The skeleton of a tram
Cross-sectioned tram maquette
- Urban Public Transport
Museum





Áramszedő lyra
egy nagyvárad-i villamoson.
MMKM Archívum
Pantograph lyre on a tram
in Nagyvárad.
MMKM Archives



Tetőellenállás BVVV
2700-as motorkocsi tetején
az 1900-as évek elején
MMKM Archívum
Pantograph lyre
on a tram in Nagyvárad
MMKM Archives



Felsővezetékes szakaszszigetelő
a mai Budapesten
MMKM Archívum
Overhead wires with section
insulator in today's Budapest
MMKM Archives

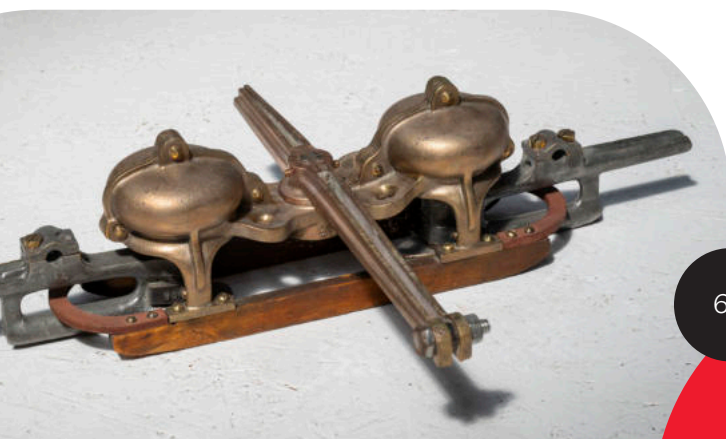


A villamos „töltője”
Áramszedő lyra
The “charger” of the tram
Pantograph “Lyre”
31.72.80

Tetőellenállás villamos
motorkocsihoz
Rooftop resistor
for trams' railcars
31.72.371



Felsővezetékes szakaszszigetelő
Overhead line section insulator
30.72.71



TUDDAD, HOGY A TROLINAK IS VAN PAPUCA?

Az áramszedő papucskok a jármű áramfelvételét biztosítják. A cső alakú tartóra csuklósan felerősített csúszó alkatrészek minden irányban el tudnak mozdulni, követve a trolibusz manőverezését. Az áramot biztosító felsővezetékkel csupán a legfelső szénbetét érintkezik. Erre a típusú áramszedőtartóra egy 5 cm átmérőjű fémkarika volt erősítve, amely az áramszedő leeresztésénél játszott szerepet. Ebbe akasztották be egy farúd kampós végét. Manapság már automatizáltan engedik le és fel a trolibuszok áramszedőjét.

DID YOU KNOW THAT EVEN TROLLEYBUSES HAVE SHOES?

The pantograph shoes used on the Hungarian-made Ikarus 60 trolleybus ensured the vehicle's power supply. The sliding parts, hinged to the tubular support, can move in all directions, following the manoeuvring of the trolleybus. Only the topmost carbon lining is in contact with the overhead contact line. A metal ring of a 5-centimetre diameter was attached to this type of pantograph support, for use in lowering the pantograph, where it was caught with a hook attached to the end of a wooden pole. Nowadays, the pantographs of trolleybuses are lowered and raised automatically. The power loss of the trolleybus overhead line system is about 5-10%.

MIÉRT HÍVJÁK TROLINAK A TROLIT?

Az első kísérleti trolibusz áramszedője helyett egy, a felsővezetéken guruló görgős szerkezet továbbította az áramot a jármű motorja felé. Ezt az eszközt angolul trolley-nak nevezték, innen ered a mai troli kifejezésünk. A trolibuszokat kezdetben ketten üzemeltették: a segédvezető, aki a vezetéket irányította, illetve a kocsi-vezető, aki a járművet kormányozta.

A belső égésű motoros technológia kezdetlegessége és a villamoshoz szükséges infrastruktúra kiépítésének költségeivel szemben gazdaságos alternatívát jelentett az elektromos árammal, de közúton közlekedő jármű. Magyarországon 1904-ben indult trolibusz-közlekedés Poprád és Ótátrafüred között. Később Nagyszebenben és a Pozsony-Vaskutacska-vonalon is használtak trolikat. Budapesten már 1933-tól járt trolibusz a Vörösvári út és az Óbudai temető között. A dízelmotor fejlődésével a felsővezetékhez nem kötött autóbuszok hamar háttérbe szorították a trolit, de a versengés a két közlekedési eszköz között sokáig megmaradt.

*Ziu 9-es trolibusz Gysz. 860
Ziu 9 trolley a.n. 860*



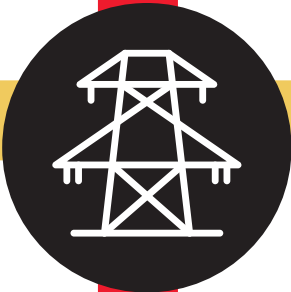
WHY IS IT CALLED A TROLLEY?

Instead of a pantograph, the first experimental trolleybus had a roller mechanism that would roll on the overhead line, transmitting the current to the vehicle's engine. This device was called a trolley, hence our modern term: the trolleybus. At first, trolleybuses were operated by two people: the assistant driver, who controlled the conductor device, and the driver, who steered the vehicle.

A trolis áramszedőjének papucs
The trolleybus pantograph shoe 30.91.4.1.a-c



Given the rudimentary nature of internal combustion engine technology at the time, as well as the cost of building the infrastructure needed for trams, an electrically powered vehicle that could be driven on public roads proved to be an economically sound alternative. In Hungary, trolleybus services started in 1904, between Poprád and Ótátrafüred. Later, trolleys would be introduced in Sibiu (Nagyszeben), as well as on the Bratislava-Vaskutacska line. In Budapest, trolleybuses have been running between Vörösvári Road and Óbuda Cemetery since 1933. With the development of the diesel engine, buses soon eclipsed the trolleybus, having the major advantage of not being tied to overhead lines. And the rivalry between these two forms of transport persisted for a long time.



Trolibusz lengő felsővezetékének felfüggesztője
Suspension of the trolleybus overhead line 30.72.3.1

INNEN KAPJA AZ ÁRAMOT A TROLI

A lengő felsővezeték felfüggesztője csökkenti az áramszedő „kiugrásának” veszélyét, mivel ellenállóbb a környezeti hatásokkal – hőmérséklet-változás, szeles időjárás – szemben.

Trolibusz felsővezetékének keresztezése
Trolleybus overhead line crossing 30.72.2.1

A kiterjedt trolihálózatok egyes vonalai sűrűn keresztezhetik egymást. Mivel a felsővezeték-hálózaton különböző polaritású munkavezetékek találkoznak, ezért a zárlat elkerülése érdekében az elektromos szigetelés különösen fontos. A trolik végállomásain és a remizekben is alkalmaztak ilyen svájci rendszerű alkatrészt.

THIS IS HOW THE TROLLEY IS SUPPLIED WITH POWER

The suspension of an overhead line reduces the risk of the pantograph “jumping off”, as it is more resilient to environmental influences such as temperature changes or high winds.

The lines making up Budapest’s extensive trolleybus network cross each other at many places. Since contact wires of different polarities cross one another in the overhead line network, electrical insulation is particularly important for avoiding short circuits. This Swiss-system component was used at trolley terminals and in depots alike. The exhibited artifact – made of bronze and copper – was used in Budapest from 1949. It has been part of our institution’s urban transport collection since 1966.



A METRÓ MÚLTJA ÉS JELENE

A metrók a városok legnagyobb kapacitású, gyors közlekedési eszközei. A közúti forgalomtól teljesen elválasztva, akadályok nélkül, nagy sebességgel képesek milliók mindennapi közlekedését biztosítani. A metrók tulajdonképpen vonatok, amelyek jellemzően föld alatt vagy magasvezetésben közlekednek. Nélkülük ma már szinte elképzelhetetlen a nagyvárosi élet. A világ első metróvonalát 1863-ban Londonban adták át az utasforgalom számára. Az akkori szerelvényeken még első-, másod- és harmadosztályú kocsikban utazhattak az emberek. Ez ma már egyedinek minősül, ám a dubai metróon még mindig találkozhatunk az úgynevezett „aranyosztályú” kocsikkal, amelyek bőrüléseit és panorámaablakait csak az arra külön jegyet váltók élvezhetik. A kontinentális Európa első földalatti villamosvasútja Budapesten, az Andrásy úton épült meg, mindössze 9 hónap alatt. Létrejöttének egyik fő célja volt, hogy - tehermentesítve a korabeli közlekedést - kiszolgálja az ezredéves kiállításra érkező tömegeket. A földalatti vasút első szerelvényeit a máig létező Siemens gyár készítette el.

A '70-es évektől hazánkban a szovjet technológiával megépült nagy kapacitású metróvonalak naponta már több százezer embert szállítottak lakóhelyük és munkahelyük között. A mai budapesti metróhálózat teljes hossza 39,4 kilométer. A hasonló lakosságszámú Prágában 65,4 km hosszú metróhálózaton utazhatunk. A közeljövőben várhatóan a Kisföldalatti útvonalának meghosszabbítása valósulhat meg a fővárosban Rákospuszta és a Vigadó tér irányába. Az utóbbi években megtörtént a meglévő vonalak felújítása és modernizálása. A visszatápláló rendszer bevezetésével ma már nem vész el a metrók fékezés energiája sem. Ezt a technológiát alkalmazzák a 2-es, 3-as és 4-es metróon is.



**A kettes metró egyik
szerelvénye 1973-ban
MMKM Archívum**

*A train of metro line 2 in 1973.
MMKM Archives*

**HONNAN KAPJA
AZ ÁRAMOT A METRÓ?**

A metróperonon állva megfigyelhetjük, hogy a sín pár mellett van egy harmadik sín, ezt hívjuk áramszedő sínnek. Az áramszedő sín funkciója a villamosfelsővezetékhez hasonlóan szerelvény áramellátásának biztosítása. A metró járművek 825V feszültségű egyenárammal működnek.

Az alkalmazott sínleerősítés rendszerre megegyezik a vasúton is használt (GEO-rendszerű) leerősítéssel. Feladata, hogy biztosítsa a sín és az alátámasztó aljak közötti szilárd, egyben rugalmas kapcsolatot.

**WHERE DOES THE METRO GET ITS
POWER FROM?**

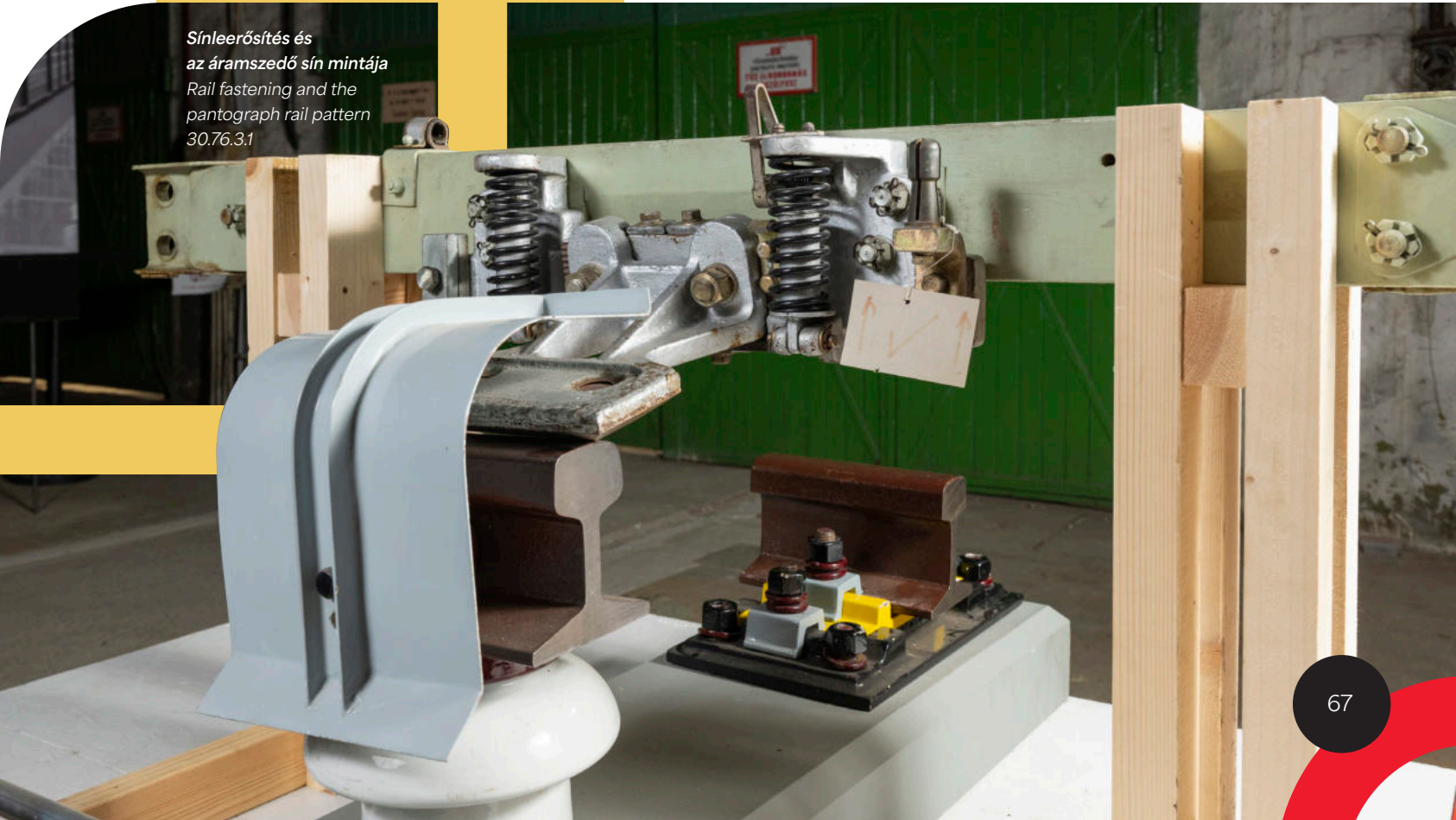
Standing on the metro platform one can see a third – electrified – rail alongside the pair of rails on which the trains run. The electrified rail performs the same function as the overhead line of a tram: it supplies the trains with power. Metro vehicles operate on 825 VDC. The system of rail fastening used on metro lines is the same as that used on the railways (GEO system). It is to ensure a strong, yet flexible connection between the rail and the sleepers. The photo shows another way of fastening, that of a UIC 60 rail.

**THE METRO
- PAST AND PRESENT**

Metro lines are the fastest, highest capacity forms of transport in urban areas. They move completely independently from public road traffic, and are able to provide unobstructed high-speed transport for millions of people every day. A metro is actually a type of train, typically one running underground or overhead. Without them, urban life would be almost unthinkable today. The world's first metro line was opened to passenger transport in London in 1863. In those days, the metro had first-, second- and third-class coaches. This is now considered unique, although the Dubai metro still has the occasional “gold class” coach, with leather seats and panoramic windows that are only available to those buying a special ticket. The first underground tramway in continental Europe was built in Budapest, on Andrassy Avenue, in just 9 months. One of its main purposes was to relieve the burden from other contemporary forms of transport by transporting the crowds arriving for the Millennium Exhibition. The first coaches of the underground railway were built by the Siemens factory, which still exists today.

Since the 1970s, high-capacity metro lines built in Hungary using Soviet technology have transported hundreds of thousands of commuters between their homes and workplaces every day. The total length of the current Budapest metro network is 39.4 kilometres. Prague, with a similar population, has a metro network stretching over 65.4 km. In the near future, the Kisföldalatti (Small Underground) line is planned to be extended towards Rákospuszta and Vigadó Square. In recent years, all of the existing lines have been renovated and upgraded. The introduction of the regenerative braking system allows the metro to retain the power used for braking. This technology is used on metro lines 2, 3 and 4.

*Sínleerősítés és
az áramszedő sín mintája
Rail fastening and the
pantograph rail pattern
30.76.3.1*

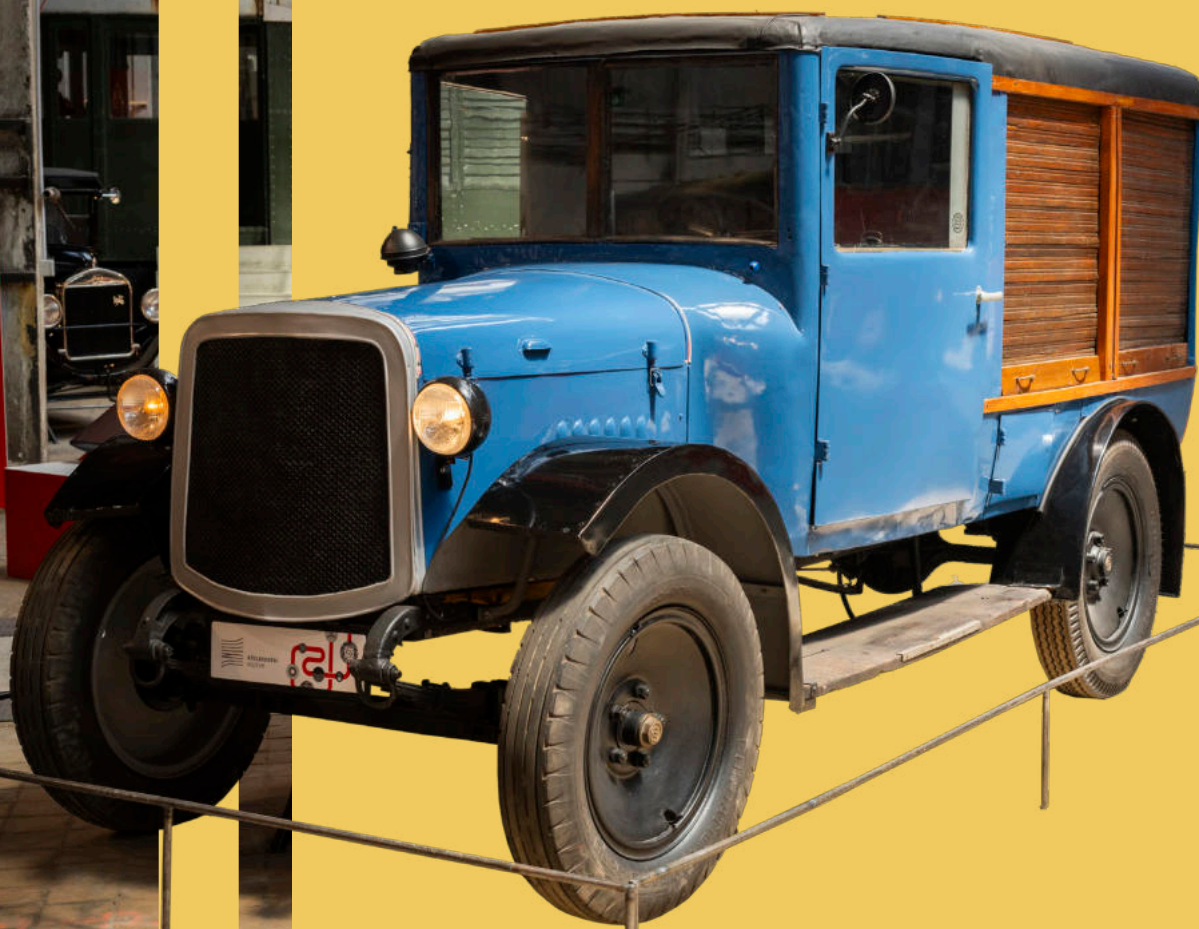


AZ ELEKTROMOS AUTÓZÁS HAJNALA

Az elektromos autózás elvét 1829-ben Jedlik Ányos villámdelejes forgonya alapozta meg, amely a világon az első egyenáramú villanymotor volt. Az első ilyen elven üzemképes kocsi elindulásáig azonban egészen 1884-ig várni kellett. Ezt követően több működő típus is elkészült Angliában, Németországban és Amerikában is. Az első elektromos autók megjelenésükben rendkívül hasonlítottak még az elegáns lovas hintókra. Füst- és zajmentes üzemeltetésük, kényelmük és egyszerű beüzemelésük tovább fokozta az eleganciát, ami miatt rendkívül népszerűek voltak a női sofőrök körében. Ezzel szemben a benzinmotoros autók beindítása nagy fizikai erőt igényelt és sok zajjal járt.

Jól mutatja a villanyautók sikerét, hogy a századfordulón közel kétszer annyi elektromos autó közlekedett az USA-ban, mint belső égésű motoros. Az elektromos hajtásmód elterjedt az egész világon, nem csak a személyszállításban, de a teherszállításban is. 1915-ben, a budapesti autóbusz-közlekedés megindításakor a két autóbusz egyike Daimler-gyártmányú, akkumulátoros volt. A Magyar Királyi Posta pedig 1927-től villamos hajtású csomaggyűjtő gépkocsikat is használt.

*Bergmann elektromobil
tehergépkocsi
Bergmann electric truck
12.70.141.1*

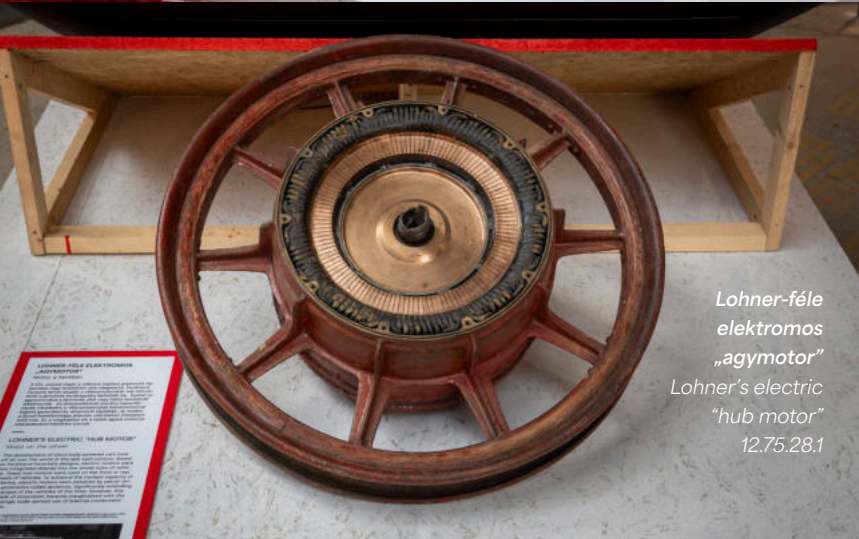


THE DAWN OF ELECTRIC CARS

The principle of the electric automobile was pioneered in 1829 by Ányos Jedlik, who invented the electric rotary, the very first direct current electric motor. However, it was not until 1884 that the first operational automobile based on this principle was launched. Subsequently, several different types of these cars were built in England, Germany and the US. The first electric cars looked very much like elegant horse-drawn carriages. Their smoke- and noise-free operation, comfort and ease of use all added to their elegance, making them extremely popular with female drivers. By contrast, petrol-fuelled cars at the time required a lot of physical strength to start, and made a lot of noise.

By 1910, the Viennese company Lohner had produced more than 300 electric cars. A good indicator of the success of electric cars is that by the turn of the century, there were nearly twice as many electric cars on the road in the US as there were internal combustion engines. Electric propulsion gained popularity worldwide, not only in passenger transport but also in freight transport. In 1915, when the Budapest bus service started, one of the two buses was a Daimler-built, battery-powered vehicle. The Royal Hungarian Post Office also used electrically powered parcel collection vehicles from 1927.

**Az első két budapesti autóbusz egyikének,
az Austro-Daimler akkumulátoros autóbuszának modellje**
*One of the first two autobuses of Budapest
The Austro-Daimler battery-powered bus model
30.2019.5.1*



**Lohner-féle
elektromos
„agymotor”**
*Lohner's electric
“hub motor”
12.75.28.1*

Ferdinand Porsche tervei alapján a villanymotorokat már közvetlenül a járművek kerékagyába építették be. Ezeket az agymotorokat a járművek első vagy hátsó kerekeinél alkalmazták. Az akkumulátorok szerény kapacitásának növelésére a villanymotorokat benzinmotorral hajtott generátorról, dinamóról táplálták. Így módon a jármű hatótávolsága jelentős mértékben kiterjeszthető volt.

Based on Ferdinand Porsche’s designs, electric motors were now integrated directly into the wheel hubs of vehicles. These hub motors were used on the front or rear wheels of vehicles. To enhance the modest capacity of batteries, electric motors were powered by petrol-driven generators called dynamos, significantly extending the ranges of the vehicles of the time. However, this principle of propulsion became marginalized with the increasingly wide-spread use of internal combustion engines.

MIÉRT TÚNTEK EL AZ ELEKTROMOS AUTÓK?

WHY DID ELECTRIC CARS DISAPPEAR?

A kezdetben nehezen kurbilizható benzines autók újabb típusait már ellátták önindítóval, fokozták kényelmüket és a sebességüket is. Míg az elektromos autók akkumulátorát tölteni kellett 50–60 kilométerenként, addig egy Ford T-modell könnyedén megtett 200 kilométert is egyetlen tankolással. Az elektromos autózás egészen a kétezres évekig, a hibrid autók megjelenéséig parkolópályára került. A hibrid technológia utat nyitott a tisztán elektromos autózás újbóli térnyerésének.

The cars that needed cranking, in order to start, were later equipped with self-starters, increasing their comfort and overall speed. While the battery of electric cars needed charging after 50–60 kilometres, a Ford Model T could easily travel 200 kilometres with a single refuelling. Electric cars lost their popularity until the 2000s, with the introduction of hybrid vehicles.

Ford T- modell személygépkocsi

Ford Model T automobile

12.2001.2.1



Az első magyar autógyárat 1908-ban Aradon létesítették az amerikai Westinghouse gyár párizsi leányvállalatának autógyártó részlegeként. A gyár első gyártmányai az aradi közlekedési vállalat járművei voltak. A MARTA buszok emeletes kialakításúak voltak, nyitott felső szintjükre, az úgynevezett „imperiálra” csigalépcsőn lehetett feljutni. Összesen 39 utast tudtak szállítani. A belső világítást izzólámpák biztosították, a felső kis ablakok a szellőzés érdekében kivehetőek voltak. A jármű kerekei tömörgumi abroncsot kaptak.

The first Hungarian automobile factory was opened in Arad in 1908, as a department of the American Westinghouse factory's Parisian subsidiary. The first products were vehicles of the transport company of Arad. The MARTA buses had two storeys, and their opened top level, the so-called “imperial”, was accessed by a spiral staircase. The maximum passenger count was 39. The interior light was provided by light bulbs, and the small upper windows were removable for ventilation. The bus's wheels had solid tyres.



MARTA emeletes busz modellje
Model of the MARTA
double-decker bus
12.68.41.1

DKW Meisterklasse
személygépkocsi
DKW Meisterklasse motor car
12.84.11



A VILLAMOSÍTÁS ELHOZTA A VASÚT JÖVŐJÉT

A gőzmozdonyok fejlődése során hamar kiderült, hogy a közvetlen – járművön történő – szénégetéssel közel 90%-os energiavesztéssel kell számolni. A villamosvontatás a városi közlekedésben hamar elterjedt, de nagyvasúton problémát jelentett az elektromos áram nagy távolságra való eljuttatása.

V60 villanymozdony vezérkapcsolója

*The master controller of the
Class V60 electric locomotive
21.68.58.1.a-b*



Hazánkban a Ganz gyár villamosszerkesztési osztályának vezetője, Kandó Kálmán vizsgálta a vasútvillamosítás lehetőségeit. Bár az ő tervei alapján már 1902-ben sikeresen kiépítettek egy 106 km hosszúságú villamosított szakaszt Olaszországban, Magyarországon az első próbákra csak 1923-ban került sor. Ugyanis a területi veszteségeket követő hatalmas szénhiány miatt hatékony megoldást jelentett a villamosítás. Az újítás abban rejlett, hogy a váltóáram átalakítása már a mozdonyon történt, így nem kellett jelentős átalakító infrastruktúrát kiépíteni a vasútvonalak mentén. A Budapest-Hegyeshalom-fővonalat is Kandó fázisváltós elve alapján villamosították 1934-ben. Ezen a szakaszon Kandó-rendszerű V40-es, illetve V60-as mozdonyok közlekedtek. Jelentősen csak az 1970-es évektől bővült intenzíven országunk villamosított vasúthálózata, mely ekkor még csak a vasútvonalak 10%-át tette ki. Ez az arány jelenleg hazánkban 41%-os, a szomszédos Romániában 38%, míg Ausztriában 72%. Az EU villamosított vasútvonalainak részaránya eléri a 60%-ot, a vasúti forgalom 80%-át a villamosított vonalakon bonyolítják le.



MÁV V60-as Kandó-mozdony
21.83.3.1 | MÁV Class V60
locomotive



ELECTRIFICATION BROUGHT THE FUTURE OF THE RAILWAY

With the development of steam locomotives, it soon became apparent that direct coal combustion – that is, burning coal directly on the vehicle itself – would result in an energy loss of nearly 90%. Electric traction quickly became widespread in urban transport, but transporting electricity over long distances remained a problem for high-speed railways.

In Hungary, Kálmán Kandó, head of the electrical engineering department at the Ganz factory, explored the possibilities of railway electrification. In Italy, they had already successfully implemented his plans to build a 106 km-long electrified section in 1902, but the first tests in Hungary were only carried out in 1923. Hungary’s territorial losses after World War I resulted in a massive shortage of coal, and electrification proved to be an effective solution. The key innovation lay in the fact that the locomotive itself was capable of performing the conversion of alternating current, meaning that no major conversion infrastructure needed to be built along the railway lines. The Budapest-Hegyeshalom main line was also electrified in 1934, using Kandó’s phase converter principle. This section used V40 and V60 locomotives, equipped with Kandó’s designs. Hungary’s electrified railway network would only see significant expansion from the 1970s. Until then, the electrified network would account for only 10% of the country’s railways. Currently, this ratio is 41% in Hungary, 38% in neighbouring Romania, and 72% in Austria. The proportion of electrified rail lines in the EU is around 60%, with 80% of rail traffic taking place on electrified lines.

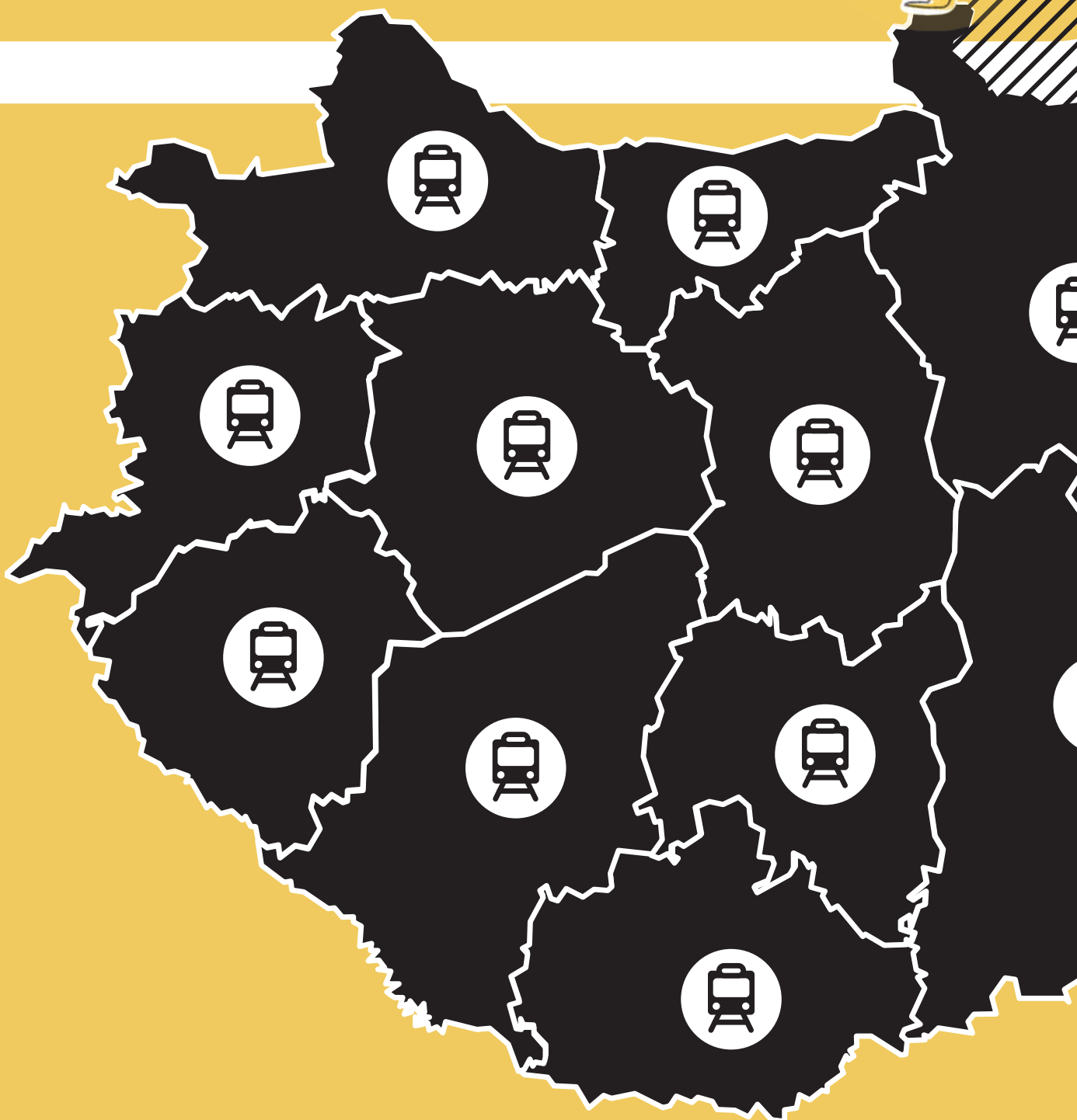
**A V42 sorozatú mozdony
áramszedője**
The pantograph of the
Class V42 locomotive

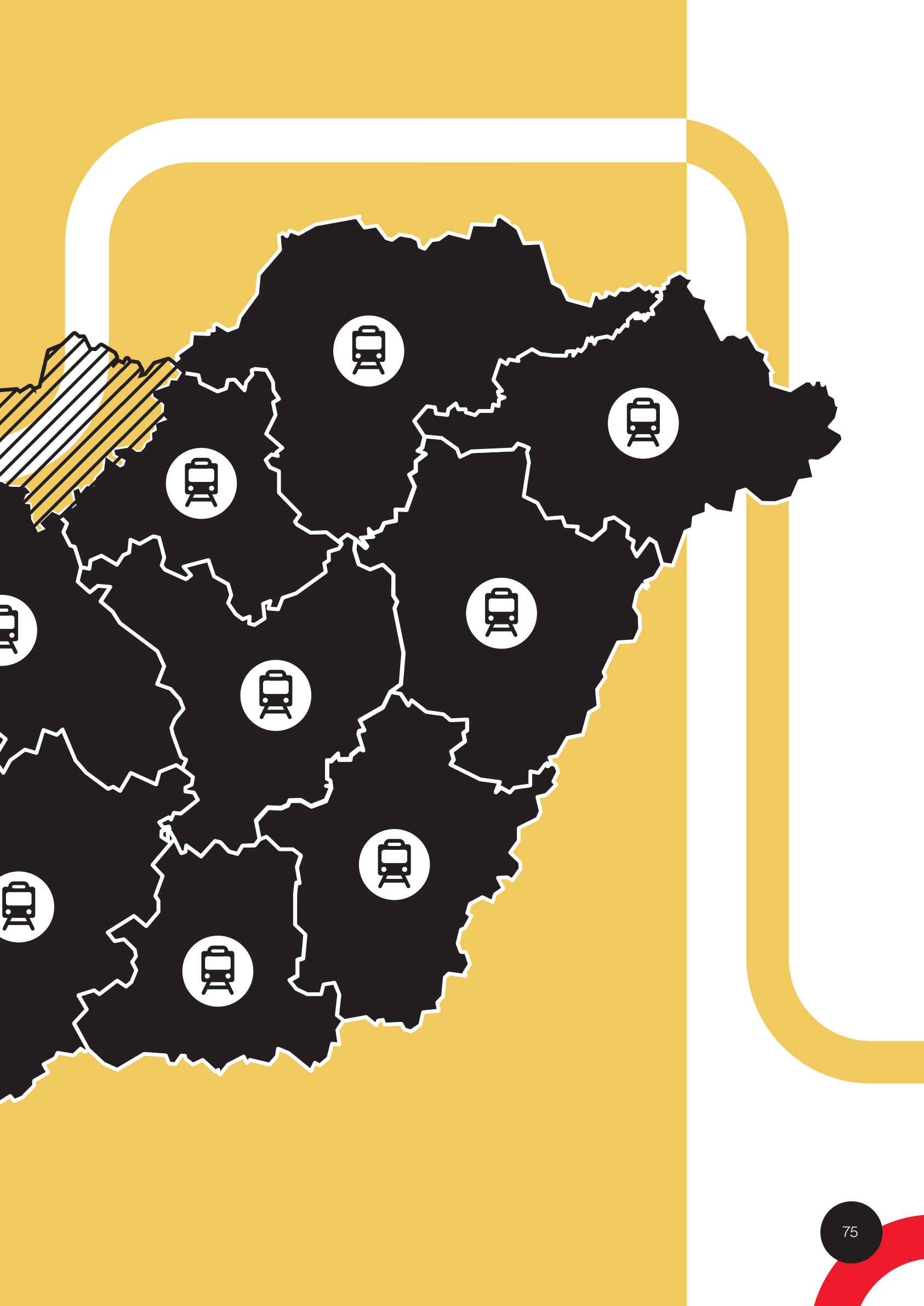
**A vasúti felsővezeték
porcelánszigetelői**
Porcelain insulators for overhead
contact lines for trams
24.2004.8.1-7



Magyarországon egyedül Nógrád vármegyében nem történt meg egyetlen vasútvonal villamosítása sem.

In Nógrád County, uniquely in Hungary, to this day, not a single railway line has been electrified.







A 7400-as pályaszámú villamos motorkocsi orr-részában kialakított kontrollér segítésével látogatóink kipróbálhatják, milyen villamost vezetni. Azoknak, akik inkább utasok maradnának, egy EP- villamos ülésével szolgálunk.

A controller in the front of the 7400 tram will allow visitors to try out what it's like to drive a tram. For those who prefer to stay as passengers, we have an EP tram seat.

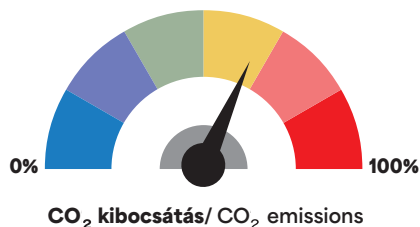


Az EvA típusú metrókocsi belső berendezéseiből készített, robbantott installációnk a 3-as metró hangjaival teszi valóságossá az utazási élményt.

Our blown-up installation made from the internal equipment of the type EvA subway car makes the travel experience real with the sounds of the subway line 3.



Karbonlábnyom/Carbon footprint



A korszak tömegközlekedési eszközei nem csak utaslétszámban múlták felül a benzinmotoros meghajtású járműveket, de a villamos energia használatával hatékonyságuk is jelentősen nőtt, mindez ráadásul nem a károsanyag-kibocsátás kárára történt.

The public transportation of the coal era outperformed petrol-powered vehicles not just in terms of passenger count. By using electricity their efficiency also increased, without a growth in emissions.



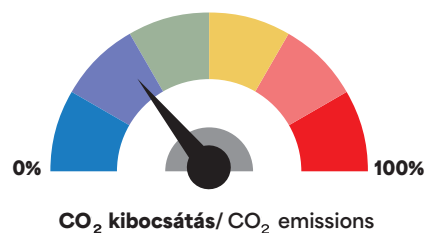
Ford T-modell
Ford Model T



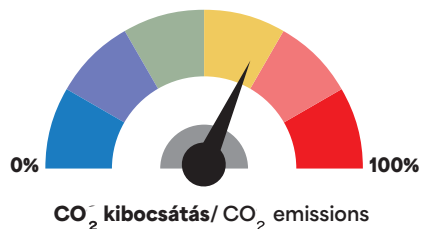
Elektromos hajtású teherautó
Electric powered truck



Karbonlábnyom/Carbon footprint



Karbonlábnyom/Carbon footprint



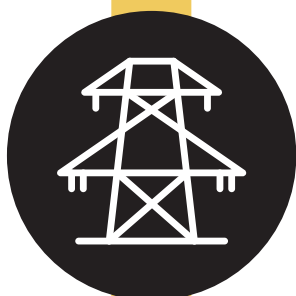
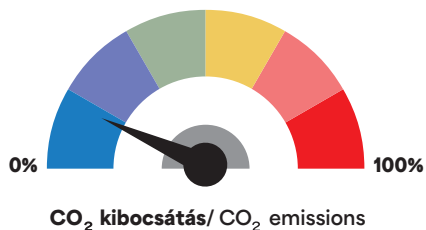
DKW Meisterklasse
DKW Meisterklasse



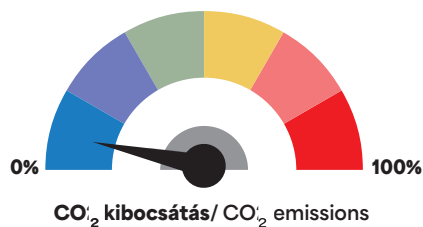
Trolibusz
Trolley



Karbonlábnyom/Carbon footprint



Karbonlábnyom/Carbon footprint



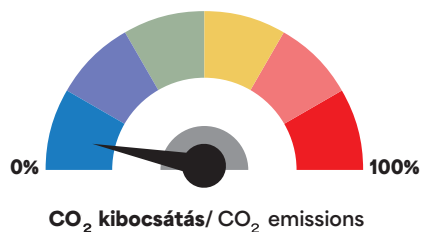
V60-as villanymozdony
V60 Electric locomotive



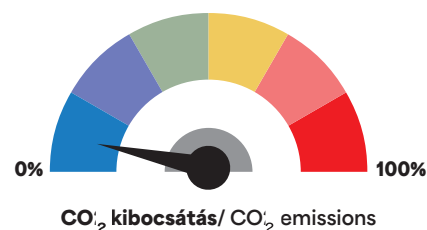
Villamos
Tram



Karbonlábnyom/Carbon footprint



Karbonlábnyom/Carbon footprint



Földalatti
Subway



03

**TELE KÉREM!
FILL 'ER UP!**



TELE KÉREM!

Az olajkitermelés felvirágzásával rendkívül olcsóvá vált a belső égésű motoros autók üzemeltetése. Ráadásul a sorozatgyártás által tömegek számára vált elérhetővé az autózás szabadsága. Háttérbe szorult a villamos közlekedés, a „folyékony arany” könnyebben kiépíthető közlekedési infrastruktúrát és olcsóbb alternatívát ígért az egyéni és a tömegközlekedésben egyaránt.

A kőolajipar folyamatosan növekvő fogyasztói igényeket generált. Az autógyártás a hétköznapi luxus ígéretével ontotta egyre modernebb típusait. A közúti szállítás a modernitást jelképező hatalmas léptékű autópálya-építésekkel a vasút igazi kihívójává vált. Magyarországon az 1968-as közlekedéspolitika jelölte ki azt a ma is érzékelhető irányt, ami a közúti közlekedést részesíti előnyben a vasúttal szemben. Mindeközben a légi közlekedés utasszáma is meredeken emelkedett, és a szintén kőolajat használó tengeri szállítás is lépést tartott a fogyasztói társadalom megnövekedett igényeivel.

FILL 'ER UP!

With the boom in oil production, cars with internal combustion engines have become extremely cheap to operate. In addition, mass production has brought the freedom of driving to the masses. Electric means of transport have been sidelined, with “liquid gold” promising easier construction for transport infrastructure, as well as cheaper alternatives for both private and public transport.

The oil industry has generated ever-increasing consumer demand, and the automotive industry has been churning out newer and newer models – promising affordable, everyday luxury. Road transport has grown to become a worthy challenger to railways, with huge motorway constructions having become symbolic of the modern world. In Hungary, the transport policy of 1968 marked a direction that is still evident to this day, favouring public road transport over railways. Meanwhile, there has also been a marked increase in the number of air passengers, and maritime transport – which also uses oil – has likewise kept pace with the increased demands of consumer society.



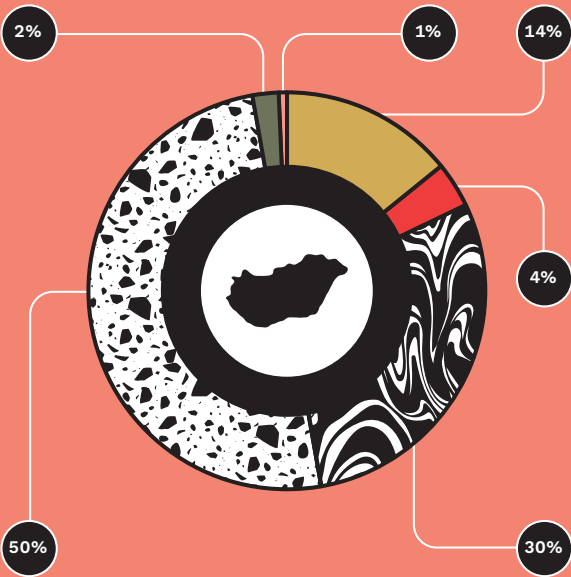
Olajhimba
Zala megyében 1959-ben.
Fortepan / Sattler Katalin
Pumpjack in Zala county in 1959.
Fortepan / Katalin Sattler



Tankolás egy ÁFOR-kúton
a '60-as években.
Magyar Olaj- és Gázipari
Múzeum archívuma
Refuelling at an ÁFOR gas
station in the 1960s.
Hungarian Oil and Gas Museum

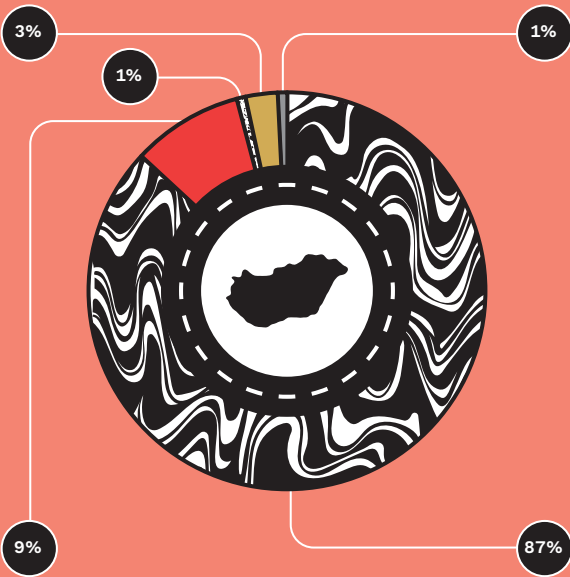
MAGYARORSZÁG BECSÜLT
ENERGIAFELHASZNÁLÁSA 1970-BEN

ESTIMATED ENERGY CONSUMPTION
OF HUNGARY IN 1970



A KÖZLEKEDÉS BECSÜLT ENERGIAFELHASZNÁLÁSA
MAGYARORSZÁGON 1970-BEN

ESTIMATED ENERGY CONSUMPTION
OF TRANSPORTATION IN HUNGARY IN 1970



1970-BEN
IN 1970
87 petajoule



2022-BEN
IN 2022
212 petajoule

A villamos energia előállításához jellemzően szén és vízenergiát használnak ekkor.
Coal and hydropower are typically used to generate electricity in these years.



állati erő
animal power



szén
coal



olaj
oil



villamos energia
electricity



gáz
gas



biomassza
biomass



egyéb
other

ES1-DUP típusú kútoszlop
ES1-DUP dispenser pump



A XX. századig főként a gőzgépek kenőanyagaként és a petróleum világításához használtak kőolajszármazékokat. A motorizáció elterjedése és üzemanyag szükséglete azonban hatalmas igényt támasztott az olajipar felé. Hazánkban 1937. november 21-én kezdték meg az olajkitermelést a zalai olajkutak. A második világháborút követő pusztítás és a megszálló Szovjetunió felügyelete azonban véget vetett az önálló kitermelésnek. Az első szovjet kőolajszállítmányok 1956-ban érkeztek az országba, ezzel kezdetét vette a máig tartó függés az orosz olajtól. 1964-ben pedig áadták a Magyarországot a Szovjetunióval összekötő "Barátság" kőolajvezetékét is. A magyar olajipar 1980-ban érte el feldolgozó kapacitásában a 14,5 millió tonnát, amelyet nagyságrendileg napjainkig is tart.

Until the 20th century, petroleum products were used as lubricant for steam engines or petrol lights. The spread of motorization had a huge demand towards the oil industry. In Hungary, oil production started on 21 November 1937, by the oil pumps of Zala - but the devastating effects of World War II and Soviet oversight ended this autonomy. The first Soviet oil shipment arrived in 1967, and that dependence is still present. In 1964 the "Friendship" pipeline was presented, connecting Hungary to the Soviet Union. The Hungarian oil industry's processing capacity reached 14.5 million tons in 1980 - a capacity that remains the same today.

Hímzás olajszivattyú modellje
A műtárgy a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum tulajdona.
Pumpjack model
The artefact belongs to the Hungarian Oil and Gas Museum.





A MOL Prielle Kornélia utcai benzinkútjának (2003, Budapest) makettje
 A műtárgy a Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum tulajdona
 Maquette of the MOL petrol station on Prielle Kornélia Street (2003, Budapest)
 The artefact belongs to the Hungarian Oil and Gas Museum



Gilbarco Euroline 10-5-ös kútoszlop
 Gilbarco Euroline 10-5 fuel
 dispenser pump



Wayne-Dresser 587 8-4-es kútoszlop
 Wayne-Dresser 587 8-4 fuel
 dispenser pump



MINDHÁROM KÚTOSZLOPOT
 A MOL SZÁZHALOMBATTAI DUNAI
 FINOMÍTÓJA KÖLCSONÖZTE
 A KIÁLLÍTÁS SZÁMÁRA.
 ALL THREE DISPENSER PUMPS
 WERE BORROWED FROM
 MOL'S DUNAI REFINERY
 IN SZÁZHALOMBATTA.



A MOL szerint az új olaj- és gázkutatások átlagosan 30–40% körüli találati aránnyal kecsegtetnek hazánkban. A közelmúltban a legnagyobb olajmezőt 2015-ben, Vecsés mellett tárták fel.

According to MOL, new oil and gas searches in Hungary promise an average hit rate of around 30-40%, the largest oil field was recently discovered in 2015, near Vecsés.



A BELSŐ ÉGÉSŰ MOTOROS AUTÓK ELTERJEDÉSE MAGYARORSZÁGON

Az első belső égésű motorral felszerelt autó 1896-ban érkezett Budapestre. Noha a Magyar Automobil Clubot 1900-ban már megalapították, ekkortájt még csak tíz budapesti autóról van tudomásunk. Az autók elterjedését nem csak rendkívül magas árak, de a komoly fizikai erőt igénylő működtetésük is hátráltatta.

1908-ban már 224 gépkocsit tartottak nyilván a fővárosban. A Mercedes volt a legnépszerűbb márka a Peugeot és a Darracq előtt. 1910-ben bevezették az országos nyilvántartást, melyben már 937 személygépkocsi és 110 teherautó szerepelt. A gyors fejlődésnek az első világháború vetett véget.

Az addig megszokott, lóvontatású járművek sebességének sokszorosát érték el a motorizált járművek, így egyre gyakoribbá váltak a balesetek. Erre reflektált Ady Endre *A Halál automobilján* címmel írt verse is. A gépjárművek számát tekintve az ország jelentős lemaradásban volt Nyugat-Európához képest a '30-as években, mivel az állam ekkoriban a vasútfejlesztést részesítette előnyben. Később a Rákosi-korszakban a tulajdonosoknak be kellett szolgáltatniuk járműveiket. A propaganda szerint a gépkocsikat tulajdonosaik a dolgozó nép megkárosításával szerzett profitból vásárolták. A '60-as évek politikai enyhülésével újra engedélyezték a személyautó vásárlást.

A rendszerváltás időszakától a teljes lakosság számára elérhetővé váltak a jóval korszerűbb nyugati autómárkák is. A magyaroknak többé már nem kellett éveket várniuk új autóikra. 2023-ban több mint 4,1 millió személyautót számláltak a magyar utakon, amelyek átlagéletkora 15,8 év volt. A járműflotta folyamatos növekedésével és öregedésével a káros-anyag-kibocsátás elleni küzdelem egyre nehezebbé válik.



*Budapesten, a Rákóczi út 34. sarkán álló Ford T-modell és utasai 1931-ben
Fortepan / Dr. Varga Csaba*

*Ford Model T and its passengers parked at the corner of Rákóczi street 34 in Budapest in 1931
Fortepan / Dr. Csaba Varga*

A 20. század elején az autók alvázának és karosszériájának felépítésében, illetve a motor elhelyezésében különféle elképzelések valósultak meg. Ennél a Ferdinand Porsche tervei alapján készült Mercedes 130-as típusnál központi cső „alvázat” és farmotoros hátsókerék-hajtást alkalmaztak. A gépkocsi felépítése sokban emlékeztet a cseh Hans Ledvinka által szabadalmaztatott konstrukcióra. Nem véletlenül, ugyanis Porsche is dolgozott a kopřivnicei Tatra gyárban. A központi főtartós alváz és a farmotoros hajtáselrendezés a Porsche által tervezett későbbi konstrukciókat is jellemzi. A farmotoros hajtást viszont a Mercedes ez egyetlen típusánál alkalmazták. Később, átmeneti időre, más gyáraknál (Škoda, Renault stb.) az 1960-as években újra visszatért ez a hajtáselrendezési mód.



THE SPREAD OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE AUTOMOBILES IN HUNGARY

*Metszetelt Mercedes Benz 130H
Mercedes Benz 130H in sections
12.68.10.1*

The first automobile with an internal combustion engine arrived in Budapest in 1896. Although the Hungarian Automobile Club was founded in 1900, only ten cars were known in Budapest at that time. The spread of cars was hampered not only by their extremely high prices, but also by the fact that they required considerable physical strength to operate.

By 1908, the number of cars registered in Budapest had grown to 224. Mercedes was the most popular brand, ahead of Peugeot and Darracq. In 1910, a national registry was introduced, which at the time included 937 automobiles and 110 lorries. This rapid development, however, was brought to a halt by World War I.

Motorised vehicles could drive at speeds many times that of the horse-drawn carriages that had previously been common – which led to frequent accidents. This was reflected in Endre Ady's poem, titled *"On the Automobile of Death"* (*A Halál automobiliján*). In terms of the number of motor vehicles, the country lagged significantly behind Western Europe in the 1930s, as the state favoured the development of railways at the time. Later, during the Rákosi era, owners were forced to surrender their vehicles to the state. According to state propaganda, these cars were bought from the profits made by exploiting the working people. As the political situation became more relaxed in the 1960s, the purchase of private cars was once again permitted.

After the end of Communist rule, the entire population gained access to the far more modern Western car brands as well. Hungarians no longer had to wait years for their new cars. In 2023, there were more than 4.1 million cars on Hungarian roads, with an average age of 15.8 years. As the vehicle fleet continues to expand and grow older, combating emissions is becoming increasingly difficult.

In the early 20th century, various ideas were developed for the construction of the chassis and body of cars and the positioning of the engine. This Mercedes 130, designed by Ferdinand Porsche, used a central tube "chassis" and a rear-wheel drive with a rear engine. The design of the car is very reminiscent of the design patented by Hans Ledvinka of the Czech Republic. Not coincidentally, Porsche also worked at the Tatra factory in Kopřivnice. The chassis with its central main support and the layout of the power train with rear-engine drive ended up also influencing later Porsche designs. However, the rear-engine drive was only used on this single Mercedes model. Later, other factories (Skoda, Renault, etc.) temporarily reverted to this type of layout in the 1960s.



Opel Rekord P2
12.99.14.1

Az Opel 1960-ban modern vonalú karosszériával kezdte gyártani Rekord típusát, amelyből 1963-ig több, mint 775 500 darab készült el. A típust a korábbi erőátviteli rendszerektől eltérően már 4+1 fokozatú sebességváltóval is felszerelték. A kiállított gépkocsi karosszériája középkék fényezésű, a jármű teljesen eredeti állapotú. Négyhengeres motorja 1680 köbcentiméteres, 55 LE-s, 40,44 kW teljesítményű. A gépkocsit külszolgálatban dolgozó budapesti tulajdonosa közvetlenül az Opel gyártól rendelte meg, és bár akkor már gyártottak 4+1 fokozatú sebességváltót ő mégis a „rég” háromfokozatú váltóval kérte a gépkocsija felszerelését.



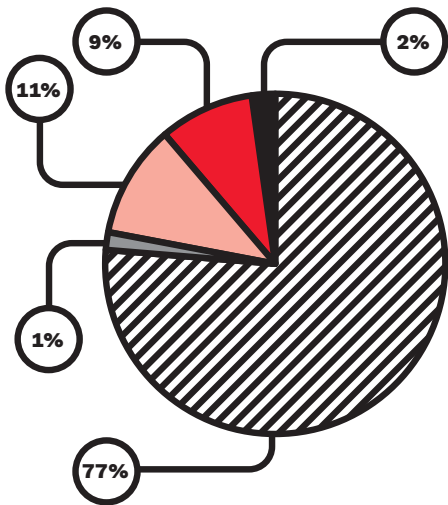
Opel began production of the Rekord in 1960. It had a modern-style chassis, and by 1963 more than 775,500 Rekord models had been produced. Unlike the previous transmission systems, the model was now also equipped with a 4+1 speed gearbox. The exhibited car has blue bodywork, and the vehicle is completely in its original condition. Its four-cylinder engine has a displacement of 1680 cc, 55 hp and a power output of 40.44 kW. The Budapest owner of the car, who was working in foreign service, ordered the car directly from Opel, and although a 4+1 speed gearbox was already in production, he specifically asked for the “old” 3-speed gearbox to be fitted.

A közlekedés által okozott összes szén-dioxid-kibocsátás közel 80%-áért a közúti közlekedés felelős, míg a vasút mindössze 1%-áért.

Road transport is responsible for nearly 80% of all carbon dioxide emissions caused by transport, while railways are responsible for only 1%.



Fiat Topolino
12.74.32.1



- közút
public road
- vasút
railway
- hajózás
shipping
- repülés
flight
- egyéb
other

A Fiat 1934-ben határozta el egy olcsó kisautó gyártását, amelynek tervezésével Dante Giacosa formatervezőt bízták meg. 1936-ban kezdődött meg a Topolino (magyarul Kisegér) sorozatgyártása. A típust 19 évig három változatban, többféle karosszériával gyártották. Az alig 500 köbcentiméteres, 13 lóerős teljesítményű motorral felszerelt autó összesen több, mint félmillió példányban kelt el Európában, így jelentős szerepet játszott a kontinens kevésbé fejlett országainak motorizálásában. A második világháború után korszerűsített karosszériával és erősebb motorral folytatódott a gyártása egészen 1955-ig. Bár a törpe autók kategóriájába sorolták, műszaki jellegzetességeit tekintve minden olyan részegységgel fel volt szerelve, mint a nagyobb gépkocsik. A Kisegér hazánkban is nagy népszerűségnek örvend, amit mi sem bizonyít jobban, mint az, hogy a 2024-es nemzetközi Topolino-találkozót Magyarországon rendezik meg.

In 1934, Fiat decided to produce a low-cost small car, entrusting its design to the designer Dante Giacosa. In 1936, the Topolino (meaning “Little Mouse” in English) went into series production. For 19 years, the type was produced in three models, with a number of different body designs. The car, with its 13 horsepower engine of just under 500 cc, sold more than half a million units in Europe, and played a significant role in the motorisation of the continent’s less developed countries. After the Second World War, production continued until 1955 with a modernised body and a more powerful engine. Although it was classified as a dwarf car, it had all the technical features of larger cars. The Little Mouse is also very popular in Hungary, as proven by the fact that the 2024 International Topolino Meeting will be held in Hungary.

Polski Fiat
12.2018.11



Zastava 750
12.99.11.1



Trabant 601
12.97.21



Škoda Octavia Super



A KELETI TÖMB AUTÓI A MAGYAR UTAKON

Magyarországon az államszocialista rendszer enyhülésével, 1958-tól újra engedélyezték a magánautó-birtoklást. Ezt követően, a fokozatosan javuló életszínvonal részeként, egyre többek számára vált elérhetővé az autót vásárlás. A növekvő igények kielégítésére 1964-ben létrehozták a Merkur Személygépkocsi-értékesítő Vállalatot. Míg a hatvanas években alig pár tízezer autó volt forgalomban, addig 1980-ban már 1 millió autót számoltak.

A lehetőségeket azonban továbbra is korlátozta a szocialista gazdaságpolitika. Autót szinte csak a KGST országaiból importáltak. A Moszkvics, Zsiguli (Lada), Wartburg, Trabant, Škoda, Dacia és Polski Fiat típusok gyártói viszont nem bírtak a kereslettel, így a várólisták gyakran 4-5 évek voltak. A szocialista rendszer sajátosságának megfelelően, itt is voltak „kiskapuk”: aki külföldi valutával fizetett, az lényegesen gyorsabban hozzájuthatott az autójához, és akár nyugati típust is választhatott. Rövidítette a várakozási időt az is, ha valaki leadott az igényeiből, például az autó színét illetően.

A Merkur 1989-ig több mint kétfélmillió autót helyezett forgalomba, de mindvégig a szocialista gyártmányok jelentették a kínálat gerincét, a hazai autópark a rendszerváltás előestéjén is 90%-ban ilyen típusokból állt. Ezek a konstrukciók harminc év alatt keveset fejlődtek, így mennyiségben hiába közeledett a magyarországi autóállomány a nyugati léptékhez, a műszaki lemaradás a rendszerváltáskor hatalmas volt. A Magyarországon 2023-ban forgalomba helyezett személyautók közül a legtöbbet a Toyota, majd a Suzuki és a Škoda értékesítette. Az egykori kelet-európai autókat azonban ma is hatalmas nosztalgia övezi.





CARS OF THE EASTERN BLOC

The state socialist regime grew less oppressive with time, and from 1958 private car ownership was permitted once again. Subsequently, car ownership became more and more affordable, as part of a gradually improving standard of living. The Merkur Passenger Car Sales Company was established in 1964 to meet growing demand. While there were only a few tens of thousands of cars on the road in the 1960s, by 1980 this number had ballooned to 1 million cars.

However, opportunities were still limited by socialist economic policy. Cars could be imported almost exclusively from the countries of the Council for Mutual Economic Assistance (Comecon). However, the manufacturers of Moskvitch, Zhiguli (Lada), Wartburg, Trabant, Škoda, Dacia and Polski Fiat models could not keep up with demand, so waiting lists were often 4–5 years long. As was typical of the socialist system, there were also “loopholes”: those who were able to pay with foreign currency could get their car much faster, and could even choose a Western model. Waiting times could also be shortened by being more flexible about preferences, for example regarding the colour of the car.

By 1989, Merkur had put more than two million cars on the market. However, the majority of these were always the socialist models, and even right before the regime change 90% of the Hungarian car fleet consisted of cars from Comecon countries. These designs had improved very little in thirty years, so while the number of cars in Hungary had come close to Western levels by the end of the Communist regime, they remained woefully behind in terms of technical development. Of the passenger cars registered in Hungary in 2023, Toyota was the most popular, followed by Suzuki and Škoda. But strong nostalgic feelings still remain for the cars of Eastern Europe.

Tavria 1102
12.2018.3.1



Dacia 1300



A DACIA ELFOGYOTT, ŠKODA NEM IS VOLT!

A Rákosi-korszakban eltörölt magánautó-birtoklást 1958-tól engedélyezték ismét. A hatalmas igények kielégítésére 1964-ben létrehozták a Merkur Személygépkocsi-értékesítő Vállalatot. Mivel azonban autót csak a KGST országaiból importáltak, a gyártók nem bírtak a kereslettel, így a várólisták gyakran 4-5 évesek voltak. Ráadásul gyakran előfordult az is, hogy az igényelt autó helyett egész mást kapott a vásárló...



THE DACIAS SOLD OUT; THERE WERE NO ŠKODAS AT ALL

Private car ownership, abolished in the Rákosi era, was permitted again from 1958. The Merkur Passenger Car Distribution Company was established in 1964 to meet the enormous demand. Since cars were only imported from Comecon (Council for Mutual Economic Assistance) countries, manufacturers were unable to keep up with demand, resulting in up to 4-5 year long waiting lists.



Trabant

*Trabant P50 személygépkocsi bemutatása
egy kiállításon az 1960-as években
MMKM Archívum
Trabant P50 automobile at an expo
in the 1960s.
MMKM Archives*



MENNYI?!

Az 1973-ban bekövetkezett olajárrobbanás Magyarországon kezdetben nem volt érzékelhető, mivel a politikai vezetés hitelek felvételével képes volt alacsonyan tartani az árakat. Az energiaválság hatásai azonban így is begyűrűztek. Hat évvel később azonban már több mint 50%-kal drágábban lehetett üzemanyaghoz jutni, mint '73-ban!

HOW MUCH?!

The oil price shock of 1973 left Hungarians unaffected for a while, because the country's political leadership managed to keep prices low by borrowing. The ripple effects of the energy crisis could not be avoided, however. Six years later fuel prices were more than 50% higher than in 1973.



*Tankolás benzineskannába
egy gödöllői ÁFOR-kúton,
1968-ban
Fortepan / UVATERV
"Refuelling" a petrol can
at an ÁFOR station
in Gödöllő, 1968
Fortepan / UVATERV*





Ez az összegyűrt roncs valaha egy Polski Fiat 126p típusú autó, köznyelven „kispolski” volt. A '80-as években az autók kohászati újrahasznosításánál gyakorlatilag a teljes autót, még a nagyobbakat is hasonló méretűre préselték össze a könnyebb szállítás miatt. Ekkoriban nem törődtek a különböző komponensek különválasztásával, ellentétben a napjainkban alkalmazott újrahasznosítási eljárásokkal.

This crumpled wreck used to be a Polski Fiat 126p, dubbed the “Small Polski”. In the 1980s, metallurgical recycling of cars practically meant that entire cars – even the larger ones – were compressed to this size for easier shipping. In contrast to today’s recycling techniques, no care was taken to separate the different components at that time.



A Trabantból 3 millió darabot adtak el, de ezzel még csak német rekordot sem állított, a Volkswagen Bogárból pedig 21,5 milliót, ami meg sem közelíti az 50 milliós példányszámban eladott Toyota Corollát.

3 million Trabants were sold, but this did not even set a German record, as 21,5 million Volkswagen Beetles were sold, which is not even close to the 50 million sold Toyota Corolla.



A KÖZÚTI TEHERSZÁLLÍTÁS

1896-ig kizárólag állati erővel valósult meg a közúti áruszállítás. Ekkor mutatták be Stuttgartban Gottlieb Daimler találmányát, az első belső égésű motorral felszerelt teherautót „Főnix” néven. A kéthengeres, négyütemű, 1,6 literes motorral ellátott autó másfél tonnás teherbírásával és 12 km/órás sebességével forradalmi jelentőséggel bírt. Összehasonlításképpen: egy kétlovas szekér ugyanekkora teherrel megrakva mindössze 4 km/órás sebességgel tudott haladni. Még ebben az évben megérkeztek Angliából az első megrendelések, az új, már 5 tonna teherbírású gépkocsikra. A legnagyobb megrendelők kezdetben a téglagyárak és sörfőzdék voltak. Magyarországon először a Törley cég vásárolt teherautókat 1897-ben. Az úthálózat fejlődése és bővülése magával hozta a teherszállító járművek elterjedését.

Magyarországon a tehervonatokkal versengő közúti áruszállítás az 1968-as közlekedéspolitikai koncepció hatására terebélyesedett ki igazán. Ennek hatására újonnan megépített út- és autópálya-hálózatok hatalmas kamionforgalmat eredményeztek az utakon, amit ma is érzékelhetünk. 1970-ben a győri Magyar Vagon- és Gépgyárban elkészültek az első magyar gyártmányú RÁBA típusú teherautók. Ekkor az egyetlen nemzetközi közúti áru fuvarozási vállalat az országban a Hungarocamion volt, eredményei komoly valutabevételt hoztak. A cég 1970-ig tartó monopolhelyezete után, ezt követően engedélyezték további nemzetközi fuvarozócégek alapítását.

A 2023-as évben közel 192 millió tonna árut szállítottak az országban közúton, ami hozzávetőlegesen 8 millió kamion rakományát jelenti.

Az 1970-es években vált lényeges kérdéssé, hogy mekkora az utakon haladó járművek, jellemzően a teherautók tengelynyomása, mert addigra már olyan tömegű járművek közlekedtek az utakon, amelyek azok fokozott tönkremenetelét okozták. Emiatt vezették be ennek a műszernek a használatát, amely tulajdonképpen egy alumínium- és acélházba épített elektronikus mérleg, amelyet a teherautó mind a négy kereke alá betettek. Így tudták ellenőrizni, hogy a teherautó átlépte-e az adott útra engedélyezett maximális tengelyterhelést.



Mérlegrendszer közúti járművek kerékterhelésének méréséhez

A weighing system for measuring the wheel load of road vehicles
10.94.19.1

Kamaz és IFA teherautók a Petőfi hídon, 1983-ban
Fortepan / Magyar Rendőr
Kamaz and IFA trucks on the Petőfi bridge in 1983
Fortepan / The Hungarian Policeman





Csepel D-450

ROAD FREIGHT TRANSPORT

Until 1896, road freight transport exclusively used animal power. It was in that year that Gottlieb Daimler's invention, the first lorry with an internal combustion engine, was presented in Stuttgart, under the name "Phoenix". With its two-cylinder, four-stroke, 1.6-litre engine, a load capacity of one and a half tonnes and a speed of 12 km/h, the car was truly revolutionary. For comparison, a two-horse cart with the same load could only travel at 4 km/h. Later that year, the first orders from England arrived for the newest 5-tonne vehicles. Initially, the biggest customers were brickworks and breweries. In Hungary, the Törley company was the first to buy lorries in 1897. The development and expansion of the road network also resulted in the increasingly widespread use of freight vehicles.

In Hungary, road freight transport truly began to compete with freight trains in 1968, due to the new national transport policy. As a result, the newly built road and motorway networks led to massive lorry traffic on the roads, which remains true to this day. In 1970, the first Hungarian-made RÁBA lorries were built at the Hungarian Wagon and Machine Factory in Győr. At the time, the only international road freight transport company in the country was Hungarocamion, which generated substantial foreign exchange earnings. The company retained its monopolistic position until 1970, when other international transport companies were finally permitted to enter the market.

In 2023, nearly 192 million tonnes of goods were transported by road in Hungary, representing approximately 8 million truckloads.

It was in the 1970s that the axle load of vehicles on the roads, typically trucks, became a major issue. By that time some of the vehicles plying the roads grew so bulky that they accelerated the wear of the pavement. That is why this device was introduced: it is basically an electronic weighing scale in an aluminium and steel housing, placed under all four wheels of the truck. This enabled users to check whether the truck exceeded the maximum axle load allowed for the road.





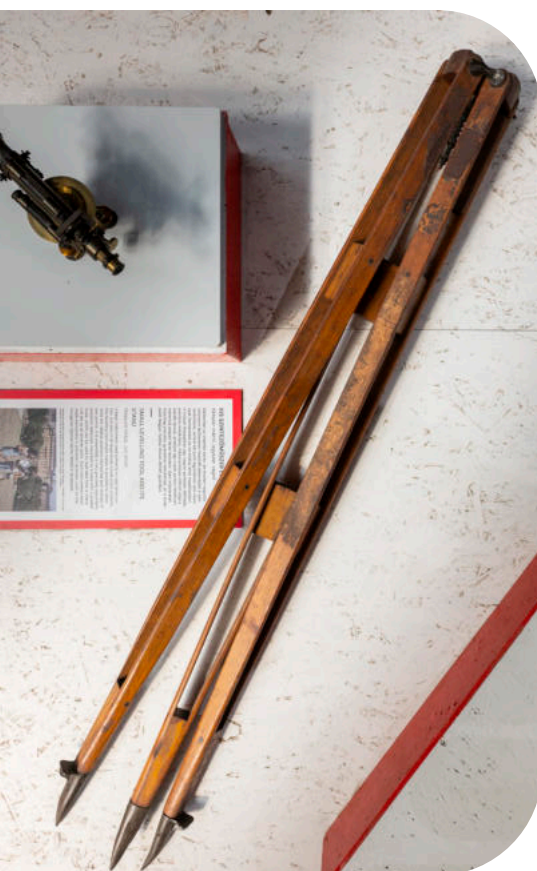
**Az M7-es autópálya
építése 1971-ben.**
Fortepan / Urbán Tamás
Construction of
M7 motorway in 1971.
Fortepan / Tamás Urbán



AZ ÚTÉPÍTÉS LÁBNYOMA

A 20. század elején a közúti viszonyokat döntő részben rossz állapotú makadámutak jellemezték, bár 1867-ben már megépült az első aszfaltozott út is hazánkban. 1914-re Budapest még Bécsset is hagyta az aszfaltozott utak mennyiségében. A korabeli autópályák (automobilutak) hálózati terve is ezen időszakban készült, az első autópályára – az M1-es és M7-es közös Budapestre bevezető szakaszára – mégis 1965-ig kellett várni. Az aszfaltutak építési mennyisége az 1970-es években jelentős mértéket ért el. A szilárd burkolatra átépülő főutak mellett fokozatos ütemben bővült már a gyorsforgalmi úthálózat is, mely 1965-ben 7 km, 2000-ben 531 km, 2023-ban pedig 1880 km volt.

Az útépítési technológia fejlődése egyre hatékonyabbá teszi a infrastruktúra-fejlesztést. Ehhez hazai találmány is hozzájárul. A kémiaiilag stabilizált gumibitumen összetevőinek 15 százalékát hulladék gumiabroncsból nyerik, újrahasznosított komponensként. Az így készült utak élettartama kétszer hosszabb. Egy átlagos személyautó életciklusa során egy utaskilométerére vetített összes szén-dioxid-kibocsátásának (egy utas egy km-re szállítása 0,25 kg CO₂) mindössze 1,7%-a adódik a közúti infrastruktúra kiépítéséből. A közúti infrastruktúra helyigénye a vasúthoz képest általánosságban nagyobb, így kiépítésének jóval nagyobb tájformáló hatása van.



Szintezőműszer és állvány
Small levelling tool and its stand
10.72.4.1-2

**Útminták aszfalt-
és betonútból**
Asphalt
road sample
10.74.8.1, 10.74.9.1,
10.73.12.1



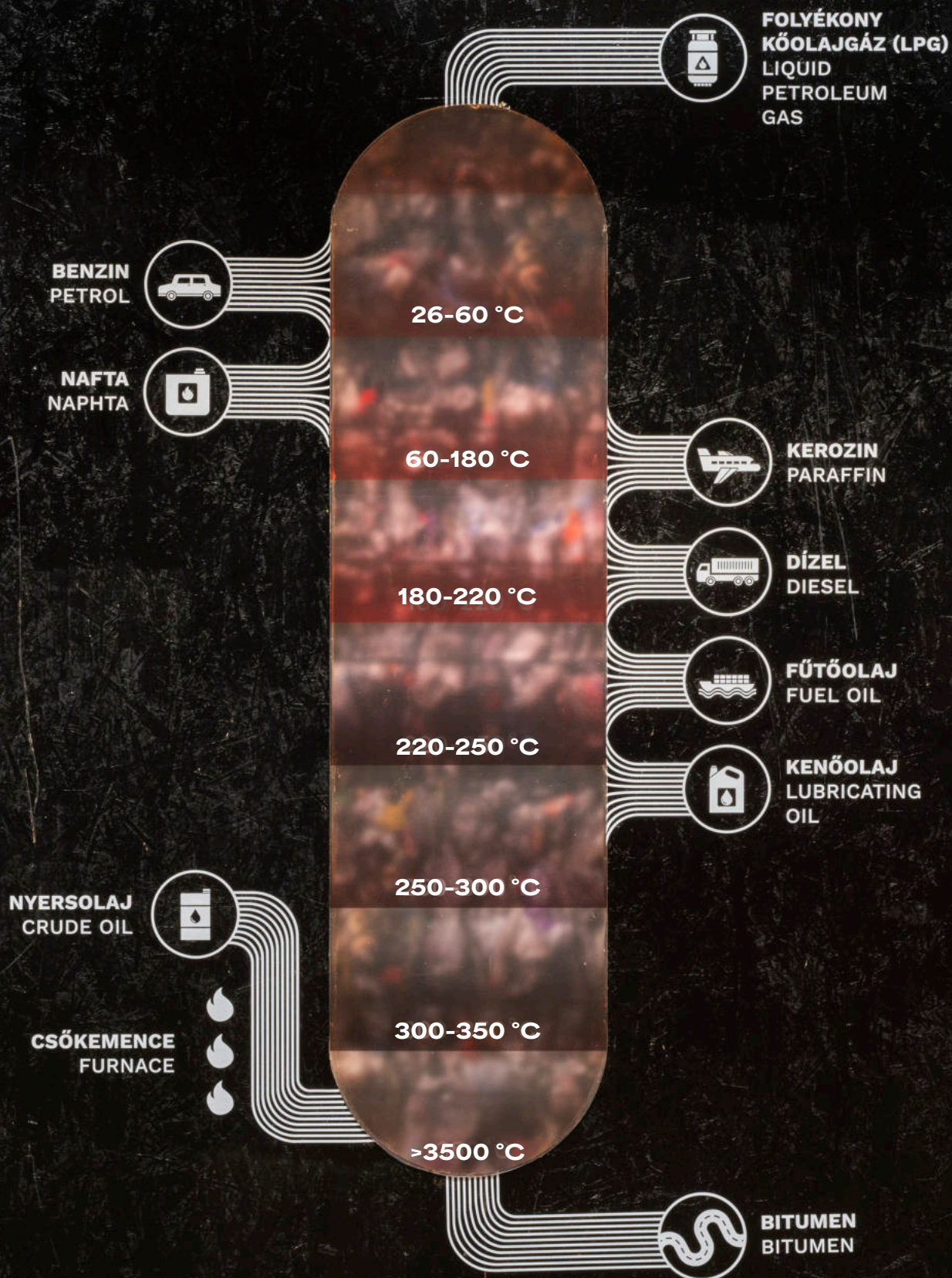
ON ROAD INFRASTRUCTURE CONSTRUCTION

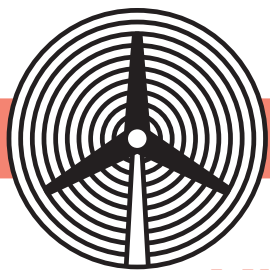
In the early 20th century, most roads were low-quality macadam roads, although the first asphalt-paved road was constructed in Hungary as early as in 1867. By 1914 Budapest had overtaken even Vienna in terms of the total length of asphalt roads. A map of motorways (automobile roads) was also drafted during that period. However, it was not until 1965 that the first actual motorway – the joint section of motorways M1 and M7 into Budapest – was completed. The volume of asphalt road construction increased to significant levels in the 1970s. Main roads were being upgraded to hard-surface roads, and at the same time the motorway network was gradually expanded – from 7 km in 1965 to 531 km in 2000, and 1880 km in 2023. Advancements in road construction technology are making infrastructure development more and more efficient. This process has even been driven by a domestic invention. 15% of the ingredients of chemically stabilised rubber bitumen is derived from waste tyres as a recycled component. Roads made this way last twice as long. A mere 1.7% of the total carbon dioxide emission per passenger-kilometre over the life cycle of an average car (0.25 kg CO₂ per passenger-kilometre) is accounted for by the construction of the public road infrastructure. Road infrastructure generally requires more space than railway, so its development has a greater impact on the landscape.

Reiser öntöttaszfalt-főző modell
Reiser mastic asphalt boiler model
10.2007.9.1



A KŐOLAJFINOMÍTÁS ÉS TERMÉKEI THE FRACTIONAL DISTILLATION OF CRUDE OIL





MIÉRT OLYAN ÉRTÉKES A KŐOLAJ?

Ha azt gondoljuk, hogy a kőolajlepipárlás legfőbb terméke a benzin és a dízel, nem tévedünk sokat. Fontos azonban kiemelni, hogy ez csupán az előállított olajipari termékek kétharmad részét jelenti. A kőolaj közel 10%-ából a repülőgépek üzemanyagát, vagyis kerozint állítanak elő, 3%-ából cseppfolyósított gázt, 4%-ából aszfaltot, a fennmaradó rész pedig a legkülönbözőbb ipari termékek gyártásának alapjául szolgál.

WHAT MAKES PETROL SO VALUABLE?

It is easy to think that the main products of petroleum distillation are petrol and diesel. But it is also important to know that these are only just more than two-thirds of the oil industry's output. Nearly 10% of oil is used to produce kerosene, the fuel for airplanes, 3% for liquefied petroleum gas, and 4% for asphalt. The remainder is used to manufacture a wide variety of industrial products.

*Üzemanyagtöltő gépkocsi
repülőgép számára 1930-ban
MMKM Archívum
Aircraft refueling vehicle in 1930
MMKM Archives*



*D-150/B Finisher típusú útéptető
gép munka közben, 1967-ben.
MMKM Archívum
D-150/B Asphalt Finisher
at work, 1967.
MMKM Archives*



*M62-es dízelmozdony
üzemanyagtöltő
állomáson 1975-ben
MMKM Archívum
M62 diesel locomotive at a
refueling station in 1975
MMKM Archives*



A MÁV M62-es sorozatú dízel-villamos mozdonyának modellje
Model of MÁV's Class M62
diesel-electric locomotive
21.75.9.1



A MÁV M31-es dízel-hidraulikus mozdony modellje
Model of MÁV's M31
diesel-hydraulic locomotive
21.68.46.1

A DÍZELMOZDONYOK MEGJELENÉSE A MAGYAR VASÚTVONALAKON

Az első világháborút követően az ország szénvagyonának túlnyomó többsége a határokon túlra került, ami alternatív megoldások keresésére készítette a magyar mérnököket. Az 1920-as évektől megjelentek az első – Ganz gyárból érkező – benzinmotoros sínautóbuszok. A modern motorkocsik először a fővonalakon, az utasok számára nagyobb kényelmet biztosítva látták el feladataikat 1926-tól. Később azonban a mellékvonalak személyszállítását vették át a gőzösöktől. A kevesebb személyzettel, tisztább körülmények mellett működtetett, ám kis teljesítményű motorkocsik Európa-szerte népszerűvé váltak. Alacsony fenntartási és gyártási költségeik, valamint a villamoshálózattól való függetlenségük miatt a motorkocsik a mai napig meghatározó szerepet töltenek be a vasúti mellékvonalakon.

A belső égésű motoros vasúti üzem a kedvezőbb tulajdonságú dízel-motorok által terjedt el világszerte. A dízel-elektromos mozdonyokban lévő dízelmotor mechanikai energiáját egy generátor alakítja át villamos energiává a vontatómotorok ellátásához. Így a dízelmozdonyok a hatékonyabb gőzösök hatásfokának sokszorosát érik el. Ahhoz azonban, hogy a magyar dízelmozdonyos vontatás átvegye a gőzösök szerepét, az ország nem rendelkezett a kellő technológiával. Ezért az első fővonalai dízelmozdonyokat, az ikonikus Nohabokat 1963-ban Svédországból importálta a MÁV. A Szovjetunió 1965-től azonban a saját fejlesztésű M62-es dízelmozdonyok vásárlására kötelezte az országot.

Bár a világon üzemelő összes dízelmozdony az üvegházhatású gázok kibocsátásának mindössze 0,26 százalékáért felelős, a Nemzetközi Vasútegylet az Európai Unió környezetvédelmi szigorításával összhangban nulla emissziós működést irányoz elő tagjainak 2050-re.

Az Árpád típusú gyorssínautóbuszok a két világháború közötti magyar járműgyártás és formatervezés csúcstermékei, amelyeket exportra is gyártottak. Magyarországon összesen hét darab közlekedett belőlük, nevüket a magyar történelem jeles alakjairól kapták. Közülük egyedül a Tas nevű motorkocsi maradt fenn. Az Árpád gyorssínautóbusz Jendrassik-dízelmotorjával a Bécs-Budapest távolságot (270 km) mindössze 2 óra 57 perc alatt tette meg.

**Ganz gyártmányú Árpád sínautóbusz
bemutató úton Krakkóban, 1934-ben.**
Fortepan / Surányi Sándor - György József
Árpád railbus made by Ganz Works
on the way to Kraków in 1934.
Fortepan / Sándor Surányi - József György



THE APPEARANCE OF DIESEL LOCOMOTIVES ON HUNGARIAN RAILWAY LINES

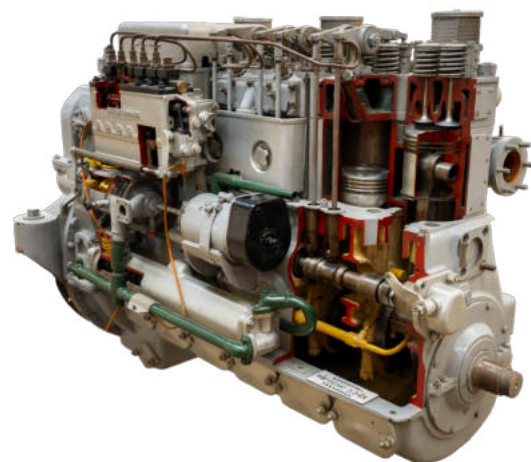
*Tas Aa 23. psz. sínautóbusz
(ma Árpád néven)
Tas railbus
21.871.1 T*

After World War I, the vast majority of Hungary's coal reserves ended up outside of its borders, forcing Hungarian engineers to look for alternative solutions. The 1920s saw the emergence of the first petrol-fuelled rail buses, from the Ganz factory. Modern railcars first began to carry passengers along the main lines in 1926, providing increased comfort. Later, however, they also took over the role of steam engines, providing transport along the branch lines as well. With fewer staff and cleaner running conditions, these low-powered railcars grew increasingly popular across Europe. Because of their low maintenance and production costs, as well as their independence from the tram network, railcars continue to play a dominant role on railway branch lines to this day.

Internal combustion engine railway operations have enjoyed global spread, thanks to the more economical diesel engines. Diesel-electric locomotives have proven to be more efficient, with a generator converting the mechanical energy of the diesel engine into electricity to power the traction engines. Diesel locomotives thus achieve many times the efficiency of even the more efficient types of steam engines. However, Hungary did not have the necessary technology for Hungarian diesel locomotives to take over the role of steam engines. Therefore MÁV (Hungarian State Railways) imported our first mainline diesel locomotives – the iconic Nohab engines – from Sweden in 1963. However, from 1965, the Soviet Union forced Hungary to buy Soviet-designed M62 diesel locomotives instead.

Although all of the diesel locomotives in operation worldwide are currently responsible for only 0.26 percent of greenhouse gas emissions, the International Union of Railways is aiming for zero-emission operations by 2050, in line with the European Union's stricter environmental regulations.

It was in 1934 that the Ganz & Co. factory developed this diesel motor car, the “Árpád” express rail bus, powered by a Ganz-Jendrassik diesel engine. The railways then were synonymous with smoky steam trains, and the Árpád series opened up a new dimension in travel with its nimble agility. It took 2 hours and 58 minutes for the rail bus to cover the distance between Budapest and Vienna, which today is just under 2 hours 40 minutes by Railjet.



**Ganz – Jendrassik rendszerű
vasúti dízelmotor**
Ganz-Jendrassik railway
diesel engine
21.72.2.1

A VASÚTÉPÍTÉS KIHÍVÁSAI

A vasúti pályának jelentős erőhatásokat kell kiállnia a napi üzem során. Az időjárás szélsőségei, de a több ezer tonnás szerelvények kerekének koptató hatása mellett is biztosítani kell az infrastruktúrának a biztonságos vonatközlekedést. A vasútépítés robosztusságát szemlélteti, hogy a tavalyi évben az 1-es vasútvonal 29 kilométerének felújításakor 120 kilométernyi sínszál és százezer betonalj cseréjét végezték el, továbbá mintegy százezer tonna – nagyjából 700 kék bálna súlyával meg egyező – zúzott követ használtak fel. A csúcstechnológia képviselői a gyorsvasutak, amelyek a repülőkkal is versenyeznek, akár 350 km/órás nagy sebességgel. Ezek építésekor eltérő szabályokat kell betartani, így nagyságrendekkel drágábbak. Hazánkban a leggyorsabb vonatok a 160 km/órás sebességet érik el rövidebb szakaszokon. A legújabb koncepciótervek szerint viszont Budapest és Varsó között épülhet meg az első hazánkat is érintő nagy sebességű vasút. A vasút életciklusa során egy utaskilométerre vetített összes szén-dioxid-kibocsátásának (egy utas egy km-re szállítása 0,06 kg CO₂) 19%-a adódik a vasúti infrastruktúra kiépítéséből. Szemléltetésként egy átlagos benzinüzemű személyautó esetén ennek mintegy négyszerese az egy utaskilométerre jutó CO₂-kibocsátás.



Vasúti szárnyvonal építése

Uzsán, 1950-ben

Building of a branch line in Uzsá in 1950

Fortepan / UVATERV

**Buda típusú
aláverőgép modellje**
*Model of tamping
machine Buda
20.72.4.1*



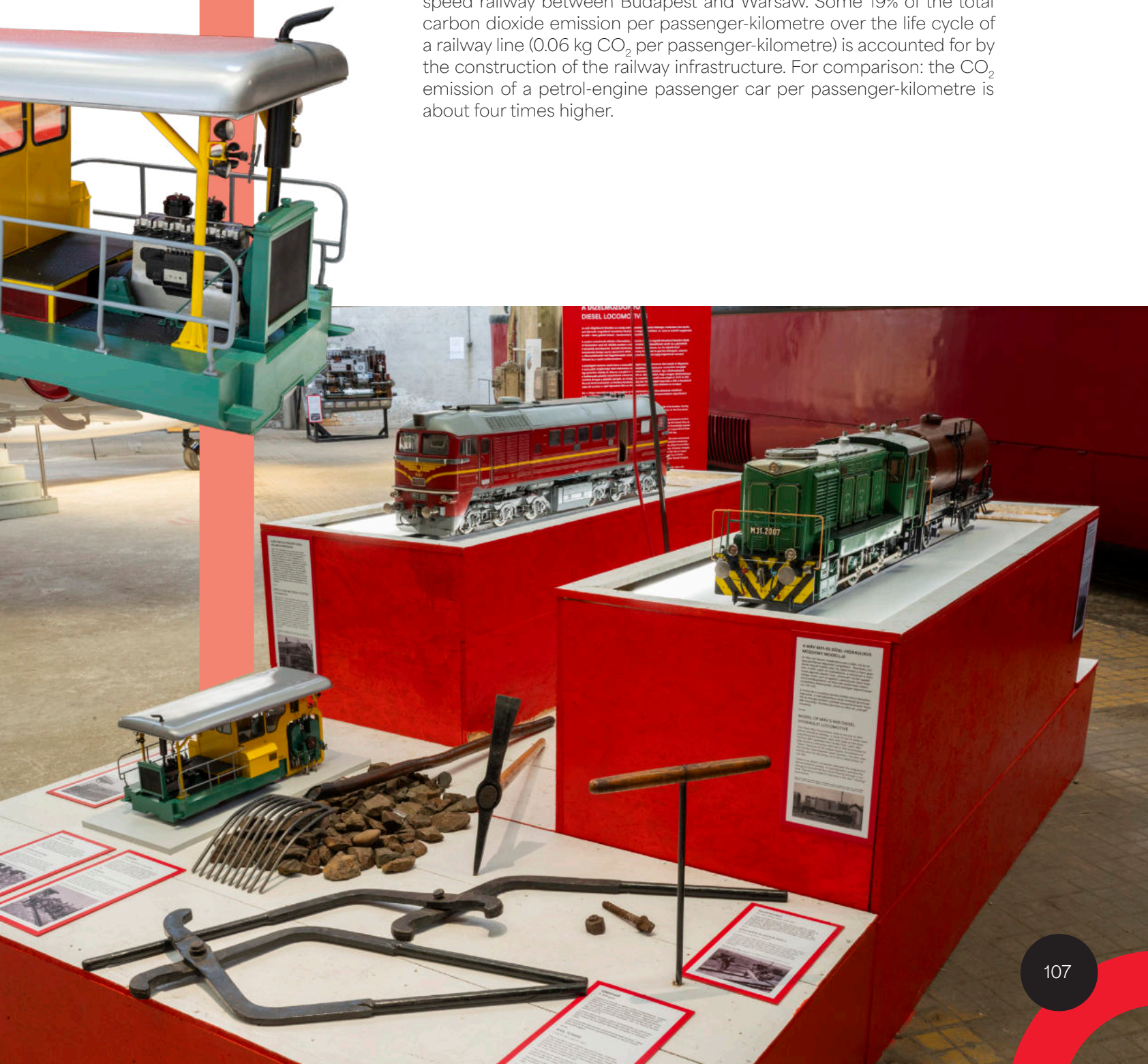
Ezt a géptípust 1961-ben fejlesztette ki a MÁV Gépjavító Üzemi Vállalata. Feladata a vasúti pálya keresztalja (talpfa vagy vasbetonalj) alatti tömör ágyazat kialakítása volt. Körülbelül 220 méter kavicságyazat tömörítését tudta ellátni egy óra alatt. Munkájának köszönhetően jelentősen, évtizedekkel volt megnövelhető egy-egy pályaszakasz élettartama.

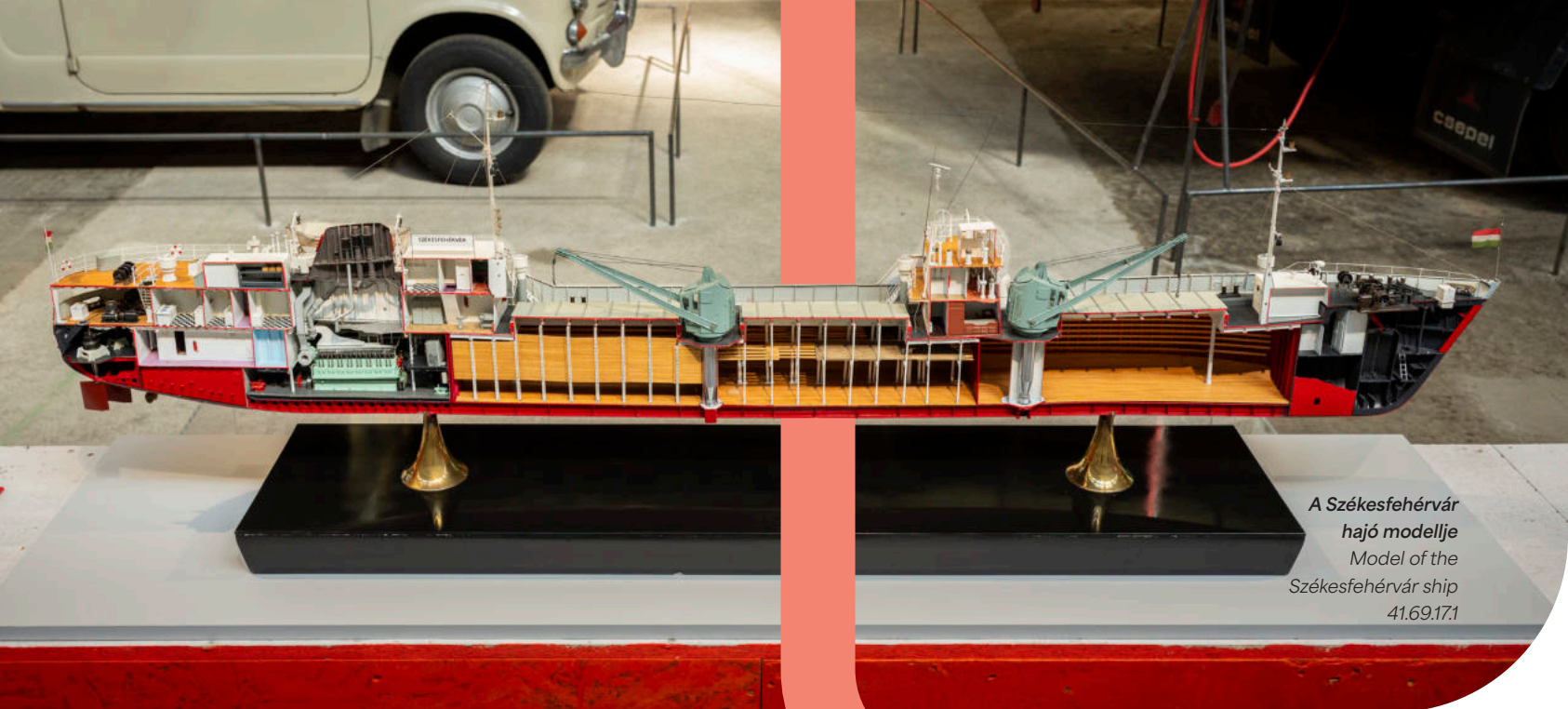
This type of machine was developed in 1961 by the MÁV Machine Repair Company. Its task was to form a solid ballast underneath the rail track's wooden or reinforced concrete sleepers. It was able to compact around 220 metres of gravel ballast in an hour. Their work makes it possible to extend the lifetime of a track section significantly, by up to several decades, while also maintaining the maximum legal speed of trains on the line.



ON RAILWAY INFRASTRUCTURE CONSTRUCTION

A railway track has to withstand considerable forces during daily operation. The infrastructure has to ensure safe rail transport even in extreme weather conditions, and in spite of the abrasive effect of the wheels of trains weighing thousands of tonnes. The robustness of railway construction is illustrated by the fact that last year the renovation of a 29 kilometre section of Railway Line 1 involved the replacement of 120 kilometres of rails, and about a hundred thousand concrete sleepers. Approximately a hundred thousand tonnes of crushed stone – roughly the weight of 700 blue whales – was used during the process. High-speed railways are the cutting edge of technology, competing even with aeroplanes at speeds of up to 350 km/h. Their construction is governed by different rules and are therefore orders of magnitude more expensive. The fastest trains in Hungary run at speeds up to 160 km/h on certain short sections. The latest concept plans, however, envisage the construction of the first high-speed railway between Budapest and Warsaw. Some 19% of the total carbon dioxide emission per passenger-kilometre over the life cycle of a railway line (0.06 kg CO₂ per passenger-kilometre) is accounted for by the construction of the railway infrastructure. For comparison: the CO₂ emission of a petrol-engine passenger car per passenger-kilometre is about four times higher.





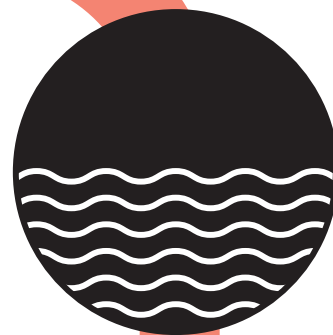
A Székesfehérvár
hajó modellje
Model of the
Székesfehérvár ship
41.69.17.1

A MAGYARORSZÁGI TEHERHAJÓZÁS

Az első világháború veszteségei után a '30-as években újra fellendült a dunai hajózás, melyhez jelentősen hozzájárultak a hajópark modernizálására indított beruházások. Ezen a területen jelentős eredmény volt a Ganz Hajógyárban 1938-ban megépített Széchenyi lapátkerekes vontató, melyet műszaki megoldásai egyedülállóvá tettek Európában. A második világháború után az újból előtérbe kerülő folyami és tengerhajózás fellendítésére folyamatosan épültek új hajók, viszont az 1955-ben létrejött MAHART a '60-as, '70-es években már csak a külföldi vásárlással gyarapította flottáját.

A magyar folyami és tengeri hajózás egyik meghatározó darabja volt a kiállításunkban is megtekinthető Székesfehérvár névre keresztelt hajó. A valóságban több, mint 80 méter hosszúságú, 1300 tonnás teherhajót 1964-ben építették a Magyar Hajó- és Darugár angyalfüldi gyáregységében eredetileg a Duna-Tengerhajózási Rt. (DTRT) számára. A Székesfehérvár szárazáru-szállítást végzett Magyarország és a Közel-Kelet között. Főként a Földközi-tenger keleti részén, továbbá a Dunán, a Fekete-tengeren és az Adrián. 1967-ben a Vörös-tengeren teljesített szolgálatot, amikor kitört az arab-izraeli háború, és a Szezi-csatornát éppen a magyar hajó előtt zárták le. Hatalmas küzdelmek árán, Afrikát megkerülve mégis hazatért.

Magyarország nemzetközi vízi áruszállításának hazai központja a Csepeli Szabadkikötő. Az éves szállított árumennyiség már 2024 nyarára elérte a 3,2 millió tonnát.



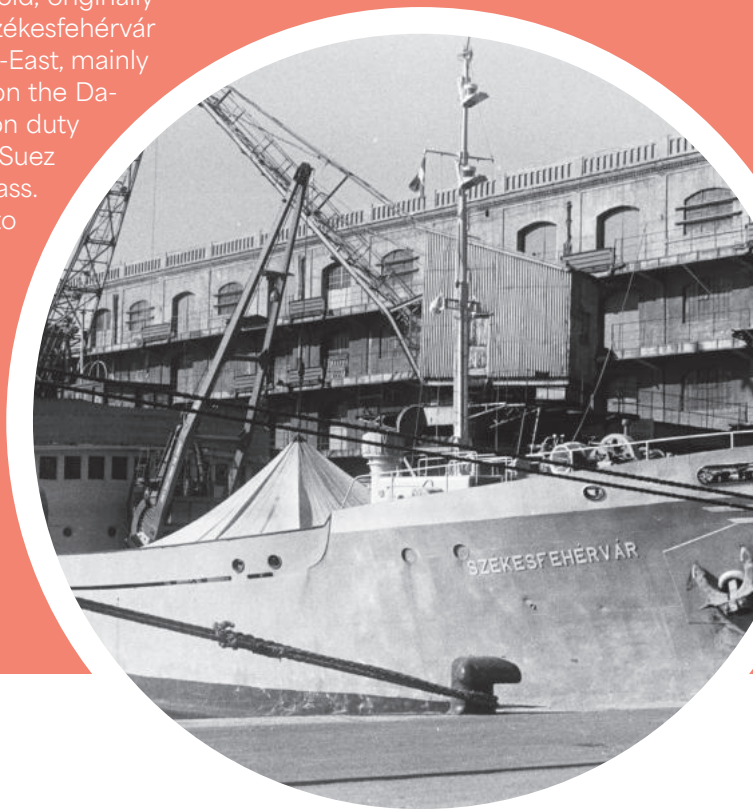
SHIPPING IN HUNGARY

After the devastation of World War I, the 1930s once again saw a revival of shipping on the Danube, with a significant contribution from the investments launched to modernise the fleet. A significant achievement in this field was the Széchenyi paddle-wheel tugboat built at the Ganz Shipyard in 1938, with technical solutions that made it unique in all of Europe. After World War II, new ships were constantly built to boost river and sea transport. However, MAHART – the Hungarian Shipping Company, founded in 1955 – only bought foreign ships in the 1960s and 1970s to expand its fleet.

The Székesfehérvár ship, whose model can be seen in the exhibition, was one of the most influential ships in Hungary. More than 80 meters long and weighing 1300 tons, it was built in 1964 in a manufacturing unit of the Hungarian Ship and Crane Factory in Angyalföld, originally for the Hungarian Danube-Sea Nav. Co. Ltd (DTRT). The Székesfehérvár transported dry goods between Hungary and the Middle-East, mainly to the eastern part of the Mediterranean Sea, as well as on the Danube, the Black Sea and the Adriatic Sea. In 1967, it was on duty on the Red Sea when the Six-Day War broke out, and the Suez Canal was closed just before the Székesfehérvár could pass. With great struggles, by going around Africa, it was able to reach Hungary again.

Hungary's waterborne freight transport is centred on the Csepel Free Port. The annual amount of transported goods in 2024 reached 3.2 million tons just by August.

*A Székesfehérvár hajó Fiumében,
a Mária Valéria mólónál 1966-ban.
Fortepan / Chuckyeager tumblr
The Székesfehérvár ship in Fiume,
at the Mária Valéria pier in 1966.
Fortepan / Chuckyeager tumblr*



**1 km távolságon 1 liter
üzemanyaggal közúton
50 tonna, vasúton 97 tonna,
míg vízi úton 127 tonna rakományt
lehet elszállítani.**

**At a distance of 1 km, with 1 liter of fuel
50 tons of cargo can be transported by
truck, 97 tons by rail, and 127 tons by ship.**

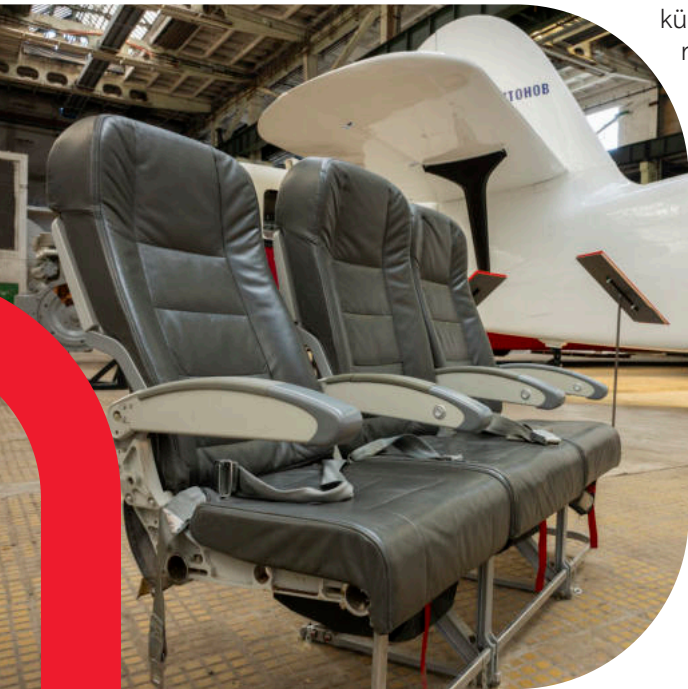
A POLGÁRI REPÜLÉS ELTERJEDÉSE ÉS MAI ÖKOLÓGIAI LÁBNYOMA

1933-ban az USA-ban készült el a világ első modern, 10 fős utasszállító repülőgép típusa Boeing 247-es, amely képes volt 300 km/h-s sebességgel szállítani utasait. A gép felépítése szabványt hozott létre az összes többi utasszállító számára. Ebben az időszakban már rendszeres repülőjáratok közlekedtek Magyarország nagyvárosai között is. A második világháború repülő fejlesztései nagyban hozzájárultak a polgári repülés fejlődéséhez is. A katonai nagyhatalmak az egykor legmodernebb bombázógépeket alakították át személyszállítóvá. Az első sorozatgyártású sugárhajtású utasszállító gépet 1952-ben Nagy-Britannia indította útjára Dél-Afrikába. A Comet 1A fedélzetén már 44 fő utazott 770 km/h-s sebességgel. Így, miután a technikai feltételek adottak voltak, megfigyelhető volt a légitársaságok utasforgalmának meredek emelkedése a '60-as, '70-es években. A légi utasforgalom ma ismert formája azonban csak a hidegháborút követően jött el, miután az utazási korlátozások megszűntek.

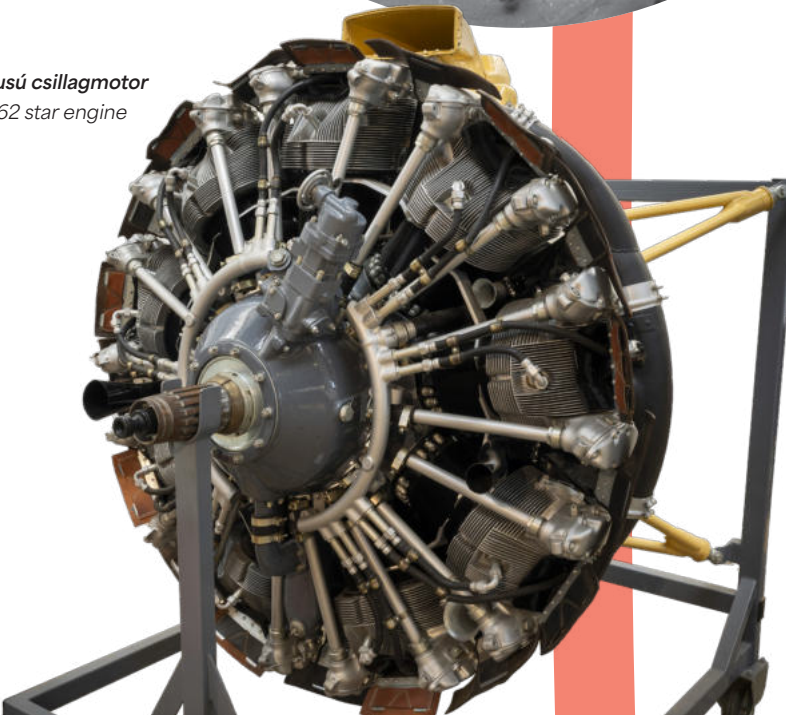
Egy utasokkal teli repülőn, egy főre vetítve kisebb légszennyezéssel jár Milánóba utazni, mint egyedül egy személyautóval. Ugyanakkor felmerülne-e bennünk, hogy utazási célként tekintünk Milánóra, ha a fapados légitársaságok nem kínálnának jobbnál jobb ajánlatokat? A világ légi utasforgalma 2022-ben 783 tonna szén-dioxid kibocsátásával járt, és ez a szám folyamatos növekedést mutat. 2024-ben várhatóan újra el fogja érni a pandémia előtti, 1063 tonnás szintet. Miközben a vezető légitársaságok a járműpark modernizálásával igyekeznek csökkenteni a gépek károsanyag-kibocsátását, az elérhető járatok száma folyamatosan növekszik. 2023 legforgalmasabb napján 18 és félmillió ülőhelyet biztosítottak utasaiknak a légitársaságok.

Utoljára a Közlekedési Múzeum városligeti épületének tetején láthatták a látogatóink ezt az An-2-es repülőgépet, amely kiállításunkban immár megújult külsővel a magyar polgári repülést reprezentálja.

A MALÉV Li-2 típusú repülőgépe és utasai a Ferihegyi repülőtéren 1957-ben
Fortepan/FSZEK Budapest Gyűjtemény / Sándor György
Li-2 airplane of MALÉV and its passengers at the Ferihegy airport in 1957
Fortepan / FSZEK Budapest Collection / György Sándor



Az AS-62 típusú csillagmotor
The type AS-62 star engine
50.2013.073.1





THE SPREAD OF CIVIL AVIATION AND ITS ECOLOGICAL FOOTPRINT TODAY

An-2 Antonov repülőgép
An-2 Antonov airplane

1933 saw the completion of the world's first modern 10-passenger aircraft in the USA. This was the Boeing 247, capable of carrying passengers at speeds of up to 300 km/h. Its design ended up setting the standard for all other passenger aircraft. During this period, there were regular flights between major Hungarian cities.

The aeronautical developments of World War II also greatly contributed to the development of civil aviation. The great military powers converted what were once state-of-the-art bombers into passenger aircraft. The first production jet airliner took its maiden voyage in 1952, from Britain to South Africa. 44 people were on board the Comet 1A, which was already able to fly at a speed of 770 km/h. Thus, once the technical conditions were in place, there was a sharp increase in airline passenger transport in the 1960s and 1970s. However, air passenger transport as we know it today would only commence after the Cold War, with the lifting of travel restrictions.

Flying to Milan with a full load of passengers results in lower air pollution per person than travelling alone in a car. However, would we really consider Milan a viable travel destination if low-cost airlines did not keep offering better and better deals? Global air passenger transport in 2022 will have emitted 783 tonnes of carbon dioxide, and this figure continues to rise steadily. In 2024, it is expected to once again reach its pre-pandemic level of 1,063 tonnes. While leading airlines are modernising their fleets to reduce emissions, the number of flights available continues to increase steadily. On the busiest day of 2023, there were a total of 18.5 million passengers flying with various airlines.



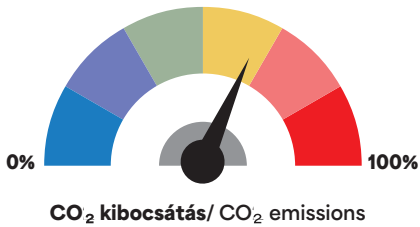
Utoljára a Közlekedési Múzeum városligeti épületének tetején láthatták a látogatóink ezt az An-2-es repülőgépet, amely kiállításunkban immár megújult külsővel a magyar polgári repülést reprezentálja.

This An-2 aircraft was last exhibited on the top of the old museum of transport building in the City Park. The airplane now represents the Hungarian civil aviation in our exhibition with a renewed look.





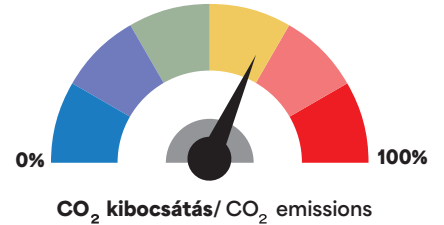
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Trabant
Trabant



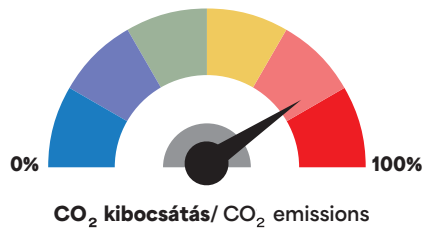
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Dacia 1300
Dacia 1300



Karbonlábnyom/Carbon footprint



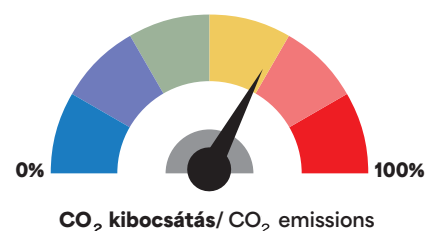
Antonov An-2
Antonov An-2



Opel Rekord P2
Opel Rekord P2

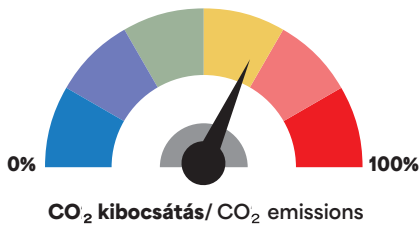


Karbonlábnyom/Carbon footprint





Karbonlábnyom/Carbon footprint



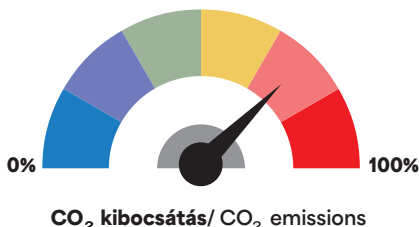
Škoda Octavia Super
Škoda Octavia Super



Csepel D450 Teherautó
Csepel D450 Truck



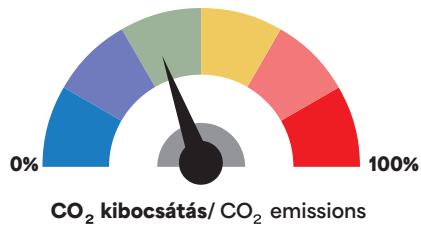
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Ikarus 266 Autóbusz
Ikarus 266 Bus



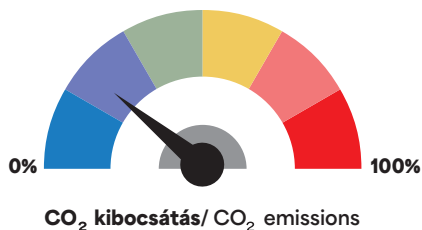
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Árpád sínautóbusz
Árpád Railbus



Karbonlábnyom/Carbon footprint



A kőolajkorszak járművei jól mutatják, hogy ugyanazon hajtóanyag mellett is jelentősen kisebb karbonlábnyomot hagynak a tömegközlekedési eszközök a személyautókkal szemben. A dízelhajtású gépek hatásfoka pedig általában nagyobb, mint a benzinüzemű társaiké.

The vehicles of the petrol era are great examples of how even while using the same fuel, public transportation emits far less greenhouse gases than automobiles. Diesel-powered cars are also more efficient than gasoline-powered ones.



04

**MERRE TOVÁBB?
WHERE TO NEXT?**

MERRE TOVÁBB?

Már az első olajválság idején nyilvánvalóvá vált, hogy a végtelen fogyasztás és luxus ígérete hamis. A kőolaj- és szénalapú energiamix visszafordíthatatlan globális környezeti károkat okoz. Klímakutatók évtizedek óta figyelmeztetnek azokra az éghajlati jelenségekre, amelyek globális környezeti katasztrófákat vetítenek előre. Mindezek legfőbb oka a túlzott mértékű károsanyag-kibocsátás és a környezetpusztítás.

Számos új alternatíva áll rendelkezésre ahhoz, hogy a kibocsátást nagymértékben csökkentse az emberiség. Ennek egyik legfontosabb kiindulópontja, hogy a megújuló energiák kerüljenek előtérbe a fosszilis energiahordozók helyett, és a társadalom mérsékelje fogyasztási szokásait. Jelenleg nincs olyan közlekedési eszköz, amelynek előállítása ne járna károsanyag-kibocsátással. Azonban a különbség rendkívül nagy a hosszú élettartamú, villamos meghajtású tömegközlekedési eszközök, és például egy család harmadik belső égésű autójának környezeti lábnyoma között.

WHERE TO NEXT?

The first oil crisis was enough to prove that the promise of endless consumption and luxury was just an illusion. The mix of oil and coal-based energy is causing irreversible global environmental damage. For decades, climate scientists have been sounding the alarm about climate phenomena foreshadowing global environmental disasters. The main causes are excessive emissions and environmental degradation.

We have many new alternatives available to greatly reduce emissions. One of the key starting points would be to promote renewable energies instead of fossil fuels, and to reduce society's consumption habits. There are currently no emission-free forms of transport. However, there is still a massive difference between the environmental footprint of long-life, electrically powered public means of transport and, for example, a family's third internal combustion car.

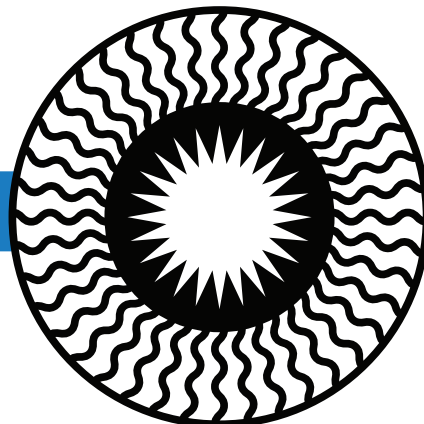


**Kazetta-kilépőhőmérséklet
mérőjének revíziója a pódiumon
a paksi atomerőben**
Atomenergetikai Múzeum
Archívum

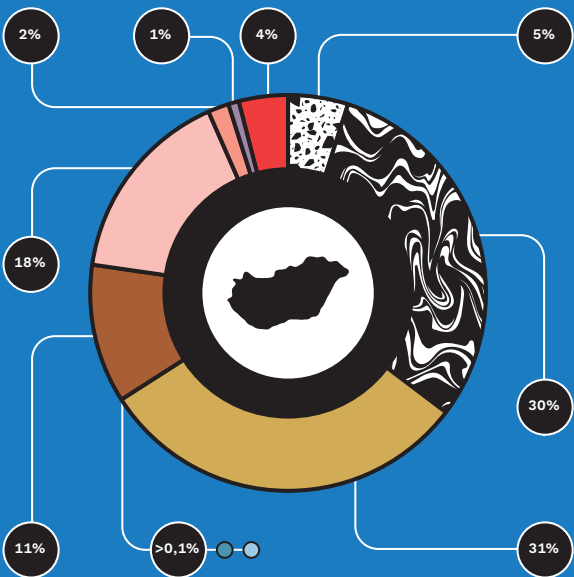
Revision of the cassette outlet
temperature meter on the
podium at the Paks nuclear
power plant
Museum of Atomic Energy,
Archives



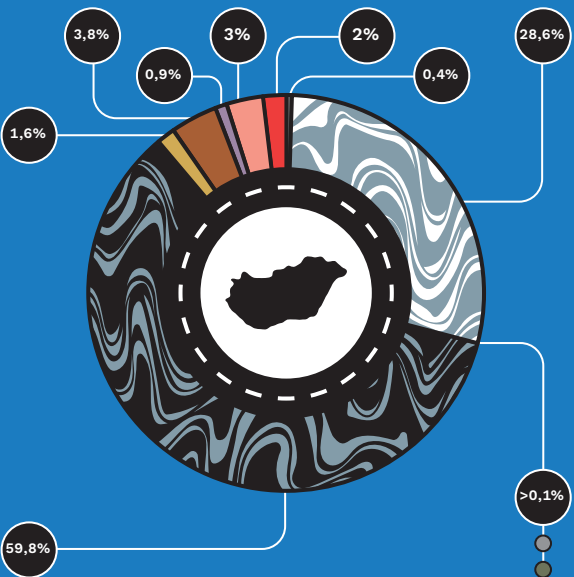
**Korlátozott forgalmú övezet
Budapesten**
MMKM
Protected zone in Budapest
MMKM



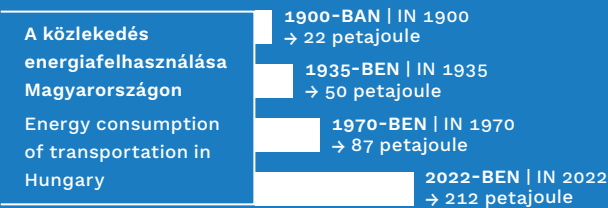
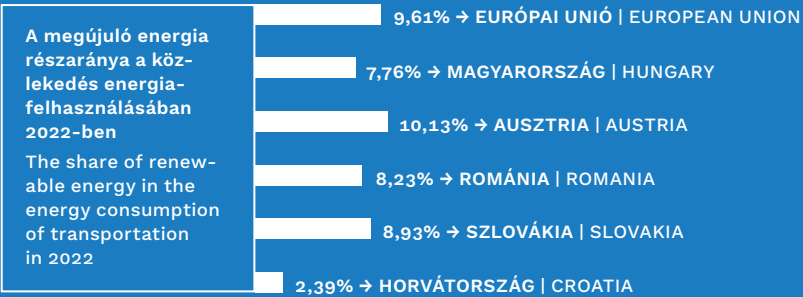
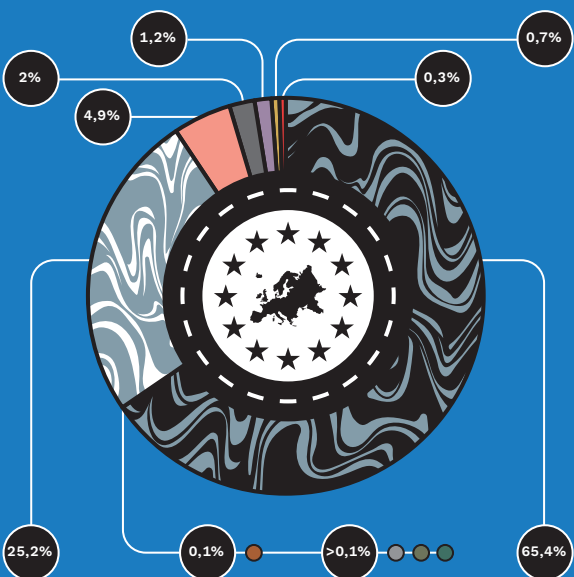
MAGYARORSZÁG
ENERGIAFELHASZNÁLÁSA 2022-BEN
ENERGY CONSUMPTION
OF HUNGARY IN 2022



A KÖZLEKEDÉS ENERGIAFELHASZNÁLÁSA
MAGYARORSZÁGON 2022-BEN
ENERGY CONSUMPTION OF TRANSPORTATION
IN HUNGARY IN 1970

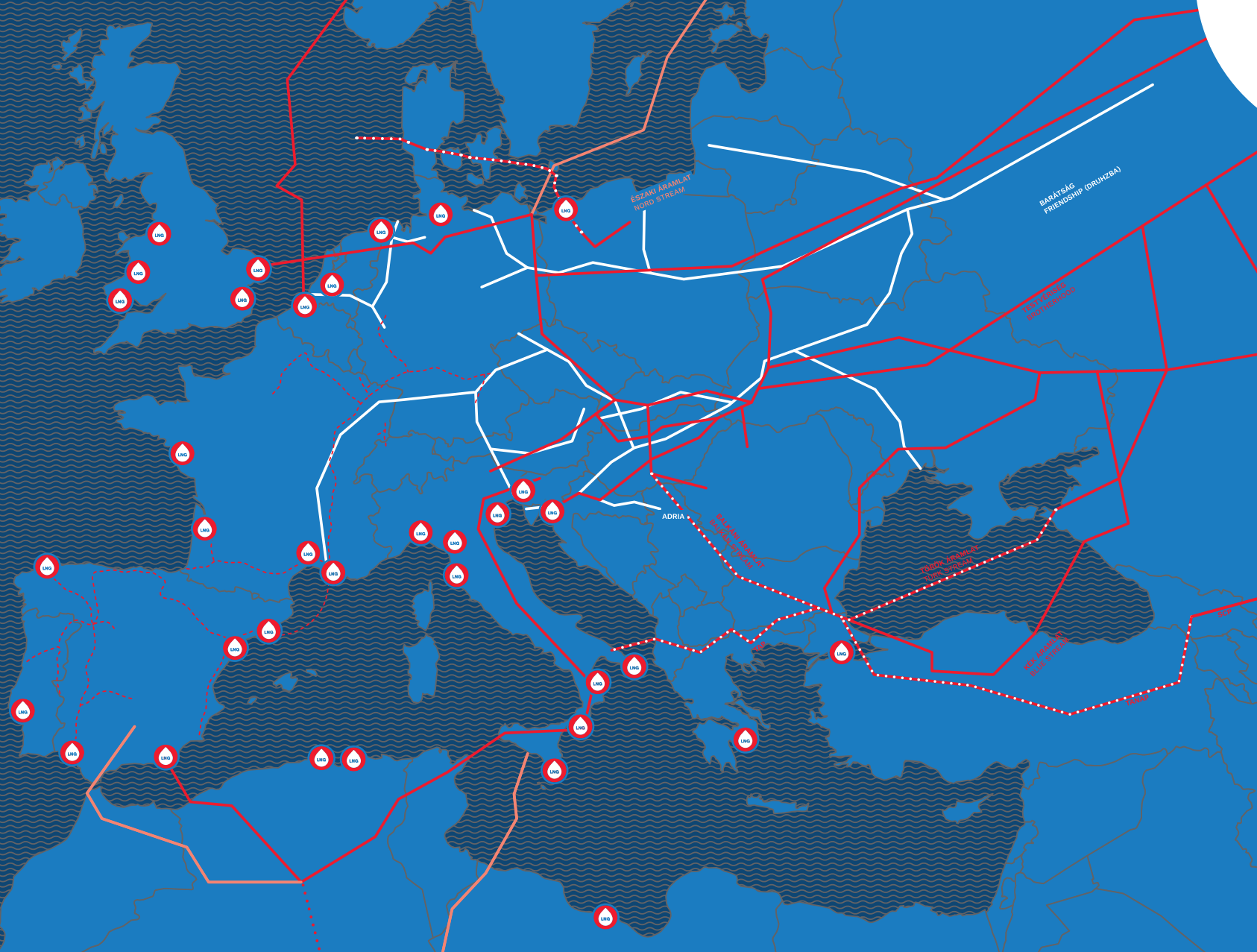


A KÖZLEKEDÉS ENERGIAFELHASZNÁLÁSA
AZ EURÓPAI UNIÓBAN 2022-BEN
ENERGY CONSUMPTION OF TRANSPORTATION
IN THE EUROPEAN UNION IN 2022



- szén és széntermékek
coal and coal products
- kőolaj és kőolaj termékek
oil and petroleum products
- földgáz
natural gas
- villamos energia
electricity
- motorbenzín (biotartalom nélkül)
motor gasoline (excluding biofuel portion)
- geotermikus
geothermal
- víz
water
- szél
wind
- nap
sun
- egyéb folyékony bioüzemanyag
other liquid biofuels
- repülőbenzín
aviation gasoline
- bekevert biobenzín
blended bioethanol
- bekevert biodízel
blended biodiesel
- tiszta biodízel
pure biodiesel
- gázolaj és dízelolaj (biotartalom nélkül)
gas oil and diesel oil (excluding biofuel portion)
- nukleáris
nuclear
- éghető megújulók és hulladékok
combustible renewables and waste
- propán-bután gázok (LPG)
liquefied petroleum gases
- megújulók és bioüzemanyagok
renewables and biofuels





Az orosz – ukrán háború következtében megváltozott energia- és geopolitikai viszonyok új lendületet adtak az Európába érkező szénhidrogének alternatív útvonalainak kiépítéséhez.



A SZÉNHIDROGÉNEK ALTERNATÍV ÚTJAI EURÓPA FELÉ

ALTERNATIVE ROUTES OF HYDROCARBONS TO EUROPE



Changing energy and geopolitical conditions as a result of the Russia-Ukraine war have given new impetus to the development of alternative routes for hydrocarbons to Europe.





A GLOBÁLIS TEHERSZÁLLÍTÁS

A globális kereskedelem környezeti terhelése kimagasló. A járművek által kibocsátott gázok jelentősen hozzájárulnak a globális felmelegedéshez, a különböző fények, zajok, rezgések és egyéb hatások károsítják a környezetet, az élővilágot, az ember életterét. Ahhoz, hogy fenntarthatóbb alternatívákat találjunk, elengedhetetlen, hogy mindannyian tisztában legyünk azzal, milyen következményekkel jár jelenlegi életvitelünk.

A 21. században nem ritka, hogy az áru – például egy banán vagy egy ruhadarab – több ezer kilométert utazik, amíg a helyi boltba kerül. Mivel a fogyasztói társadalom soha nem látott minőségben érheti el a szolgáltatásokat, a globális teherszállítás mértéke is történelmi rekordokat dönt. A világkereskedelem 80%-át kitevő tengeri szállítás 2021-ben 1,95 billió tonna árut mozgatott meg. Bizonyos frissen árusított termékeknél azonban kiemelten fontos a gyors szállítás. Így a Norvégiában repülőgépbe pakolt lazac már 36 óra alatt el tud jutni a japán boltok polcaira. A globális élelmiszeripar árnyoldala az élő állatok szállítása. 2022-ben egy zsúfolásig pakolt, 15 ezer birkát szállító hajó süllyedt el a Vörös-tengeren.

A globális áruszállítás és a nemzetközi turizmus útvonalai, de akár az egyes járművek mozgása is pontosan nyomon követhető a kortárs közlekedésirányítási és-megfigyelési rendszerekben. A valós időben látható mozgások jellemző mintázatokba rendeződnek, de különleges események – mint egy teherhajó elakadása a Szezi-csatornán – átrajzolják az útirányokat. Elsősorban paradigmaváltással, valamint az útvonalak optimalizálásával és a globális hálózatok jobb összekapcsolásával csökkenthető a megtett kilométerek száma. A környezettudatos szemlélet bevezetésével, a gazdasági és kereskedelmi kultúra átalakításával redukálható a globális közlekedés karbonlábnyoma.



GLOBAL FREIGHT TRANSPORT

The environmental burden of global trade is enormous. Vehicle emissions contribute significantly to global warming, and the various lights, noises, vibrations and other impacts cause harm to the environment, to wildlife, and to human habitats alike. In order to find more sustainable alternatives, it is essential that we all clearly understand the consequences of our current lifestyles.

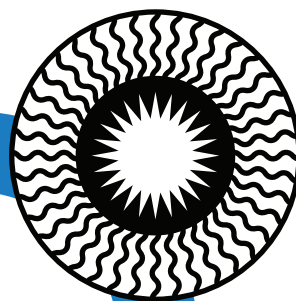
In the 21st century, it is not uncommon for goods – such as a banana or a piece of clothing – to travel thousands of kilometres before reaching a local shop. As consumer society has access to services of unprecedented quality, global freight transport is also setting new historic records. Maritime transport – which accounts for 80% of world trade – moved 1.95 trillion tonnes of goods in 2021. However, for certain fresh products, fast delivery is a priority. For example, salmon loaded onto a plane in Norway can reach Japanese shelves in as little as 36 hours. The transport of live animals is the dark side of the global food industry. In 2022, a crowded ship carrying 15,000 sheep sank in the Red Sea.

Modern traffic management and monitoring systems can accurately track not only the routes of global freight transport and international tourism, but even the movements of individual vehicles. These movements can be observed in real time, and tend to arrange themselves into typical patterns. Extraordinary events, however – such as a freighter getting stuck in the Suez Canal – can completely redraw the paths. A paradigm shift, the optimisation of existing routes, and better interconnection of global networks are the main ways of reducing the total number of kilometres travelled. By adopting an environmentally conscious approach and transforming our economic and commercial culture, it is possible to reduce the carbon footprint of the global transport industry.





*Klímaaktivisták
a Lánchídon
Reviczky Zsolt
Climate activists
on the Chain Bridge
Zsolt Reviczky*

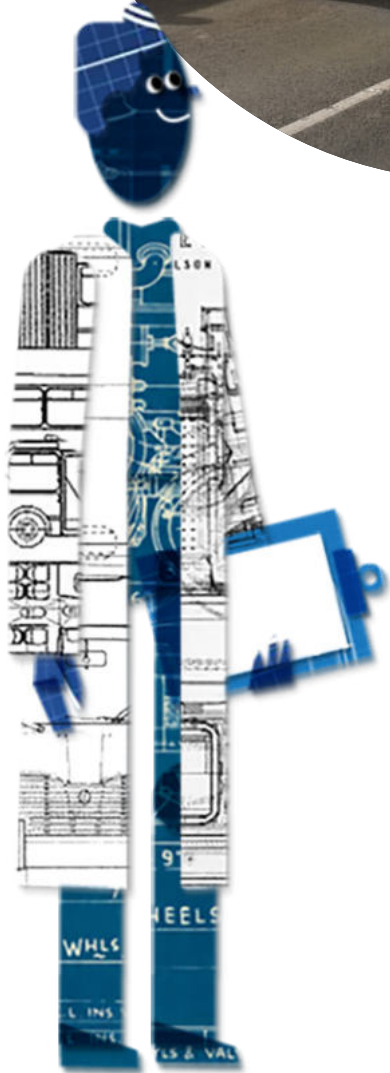


KLÍMASZORONGÁS

Bolygónkon felgyorsultak azok a globális folyamatok, amelyek az eddig megszokott életünkhöz képest egy kiszámíthatatlan környezeti jövő képét festik fel. Ez a jelenség a tinédzser korosztály számára kifejezetten kézzelfogható. Elég csupán a négy évszak elmosódására vagy Európa nagy folyóinak kiszáradására gondolnunk. Földi létünk jövője sokak számára okoz szorongást. Vannak, akiket ez a szorongás cselekvésre sarkall. A környezetvédő aktivizmus az 1970-es években kezdett életre kelni. Ekkor tartották az első Föld napja rendezvényt is Amerikában, amely során több millióan álltak ki a cél érdekében. A rendezvény később világmozgalommá vált. Létrejött a Greenpeace is, a világ legnagyobb független természet- és környezetvédelmi szervezete.

MI AZ A GREENWASHING?

Egyre több vállalat ismerte fel, hogy „zöldebb” kommunikációval közelebb kerülhet a fogyasztókhoz. Legtöbbször azonban arculatváltáson és hangos marketingen kívül semmilyen komoly lépést nem tesznek a gyártástól az értékesítésig azért, hogy csökkentsék hatalmas ökológiai lábnyomukat. Ezt a jelenséget hívjuk „greenwashing”-nak. Ha nem vásárolunk tudatosan, mi is könnyen bedőlhetünk azoknak a zöld színű címkéknek, amik azt hangsúlyozzák, hogy a termék „bio”, „karbonsemleges”, „környezetbarát” vagy „fenntartható”. Kis utánajárással kideríthetjük, hogy legtöbbször egy apró pozitívum felnagyításával takarnak el hatalmas negatívumokat. A fél világot átutazva a bögrénkbe kerülő kávé mégis mitől lenne „zöld” választás?



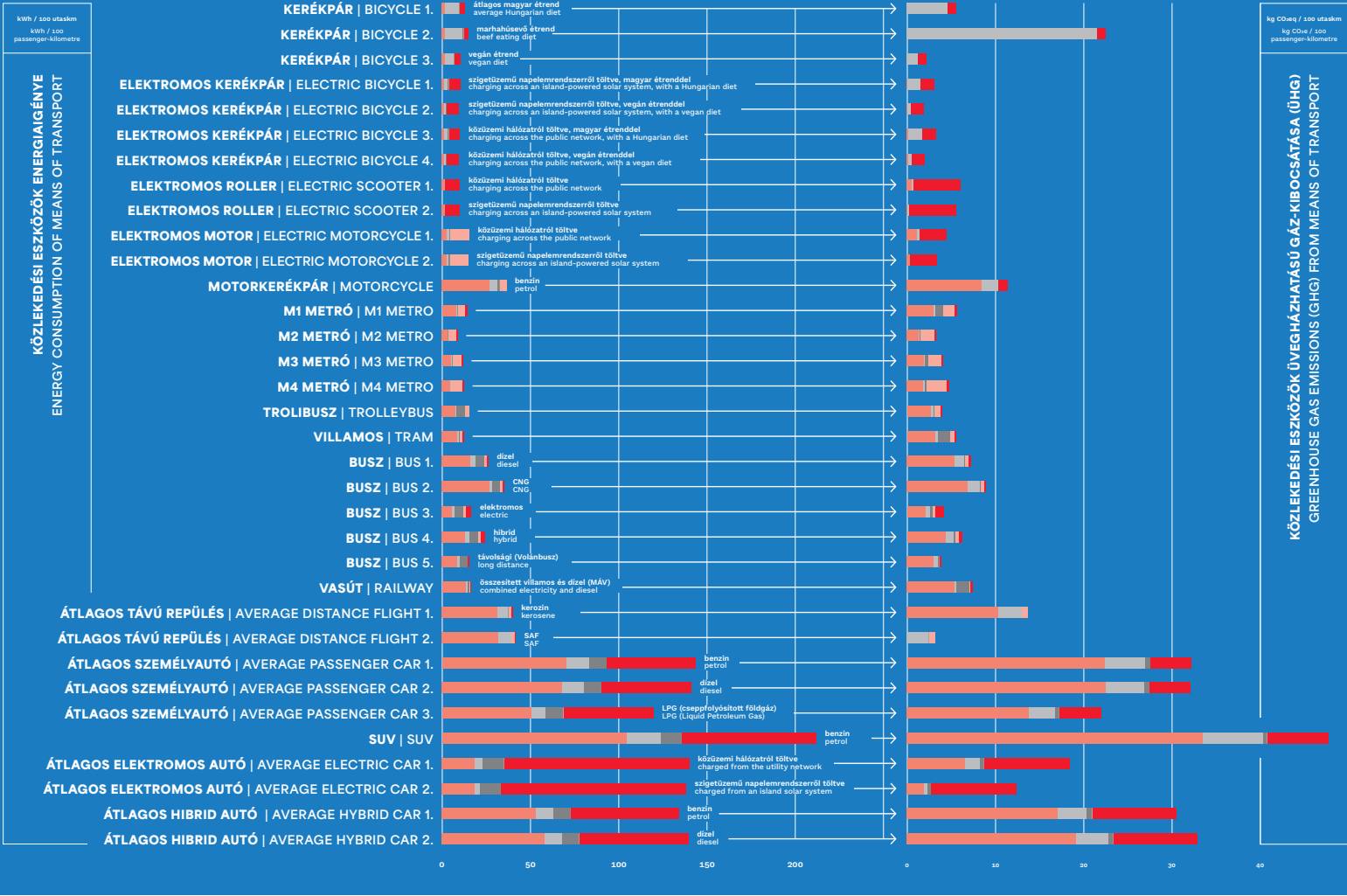
CLIMATE ACTIVISM

Global processes have accelerated on our planet, which paints a picture of an unpredictable environmental future compared to our usual life. This phenomenon is especially tangible for teenagers. It is enough to think of the blurring of the four seasons or the drying up of Europe's great rivers. The future of our existence on earth causes anxiety for many. For some, this anxiety spurs them to action. Environmental activism began to emerge in the 1970s. At that time, the first Earth Day event was held in America, during which millions of people stood up for the cause. The event later became a worldwide movement. Greenpeace was also created, the world's largest independent nature and environmental protection organization.

GREENWASHING

With society becoming increasingly concerned about global environmental issues, climate change and sustainability, more and more companies have realised that "greener" communication can bring them closer to consumers. In most cases, however, they only change their image and do some loud marketing, without taking any meaningful steps - from production to sales - towards reducing their huge ecological footprint. This practice has come to be known as "greenwashing". If we do not shop consciously, we too can easily fall for green labels claiming that a product is "organic", "carbon neutral", "environmentally friendly" or "sustainable". It only takes a little research to see that in most cases they cover enormous negatives by blowing up small positives. What makes the coffee in your cup, which has travelled half the globe, a "green" choice?





LÁSSUK, MILYEN VÁROSI
KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZZEL
LEHETÜNK A LEGZÖLDEBBEK!



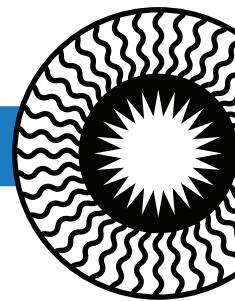
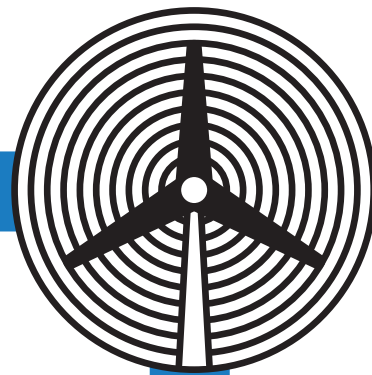
A SZÉNHIDROGÉNEK ALTERNATÍV ÚTJAI EURÓPA FELÉ

ALTERNATIVE ROUTES OF HYDROCARBONS TO EUROPE



LET’S SEE WHICH URBAN
TRANSPORTATION METHOD
CAN MAKE US THE GREENEST!





ALTERNATÍV ENERGIA

Az 1973-as kőolajválság rávilágított arra, hogy az emberiség nem hagyatkozhat tisztán fosszilis energiahordozókra egyrészt azok véges mennyisége, másrészt a felhasználásuk nyomán keletkező jelentős környezeti károk miatt. Annak érdekében, hogy a fosszilis energiahordozóktól való függésünket minimalizáljuk, alternatívák keresése kezdődött meg.

Alternatív energia a természeti jelenségek hasznosításából kinyerhető tiszta energia: a napenergia, a vízenergia, a szélenergia, a geotermikus és a biomassza-energia. A megújuló energiaforrások azok, amelyekből az energia úgy nyerhető ki, hogy az jelentősebb emberi beavatkozás nélkül legfeljebb néhány éven belül újratermelődik. A megújuló energiahordozókra való átállás erősen csökkenti az energiatülszórás mértékét, viszont csak abban az esetben jelent alternatívát, ha ezek nagymértékben rendelkezésre állnak. Az elérhető nap- és a szélenergia-potenciál például a földrajzi elhelyezkedéstől és az éghajlattól függ.

A klímaváltozás mérséklése céljából az átállás különösen sürgető. Az Európai Unió ezért intézkedési keretrendszert vezetett be 2050-re, amely az unió összes nettó üvegházhatású gáz kibocsátását nulla értékben határozta meg. A közlekedésnek ebben kiemelten fontos szerepe van, miután a globális kibocsátás több, mint harmadát adja. 2021-ben a megújuló energiaforrások végső felhasználáson belüli részaránya 14,11% volt Magyarországon. A villamos energia terén 2010 és 2021 között 7,1%-ról 13,66%-ra, míg a közlekedésben 0,19%-ról 6,16%-ra nőtt a megújuló energia részaránya.

A hazai alternatív útkeresés részeként a Hódmezővásárhelyi Mezőgazdasági Gépgyár, a HÓDGÉP 1986-ban egy dízelmotorral hajtott városi használatra készülő kisautó kifejlesztésébe kezdett. A japán Yanmar L60 típusú dízelmotorral hajtott kisautó alig 2 liter gázolajat fogyasztott 100 km-en. A dízelmotor kellemetlen vibrációja miatt az 1990-es évek elején villamos hajtásúvá alakították. Az átalakítást sürgette a Németországból és Svájcból érkező érdeklődés, mert ezekben az országokban rendkívüli kedvezményekkel lehetett villamos hajtású járművet vásárolni. A gyártás hamarosan megindult, összesen azonban mindössze 150 járművet gyártottak, mivel a céget később felszámolták. A múzeum gyűjteményébe az egyetlen példányban készült, nyitott karosszériás Puli City gépkocsi került. A kisautó első kerekét mechanikus áttételen keresztül egy 7,4 kW teljesítményű villanymotor hajtja, az akkumulátorok teljes feltöltése után hozzávetőleg 65 km/órás sebességgel 100 km-t tud megtenni.



**Csepel-Pannónia
elektromos kerékpár**
Csepel-Pannónia electric
motorcycle
12.89.59.1



Puli villamos hajtású kisautó
Puli electric car
12.2003.2.1

ALTERNATIVE ENERGY

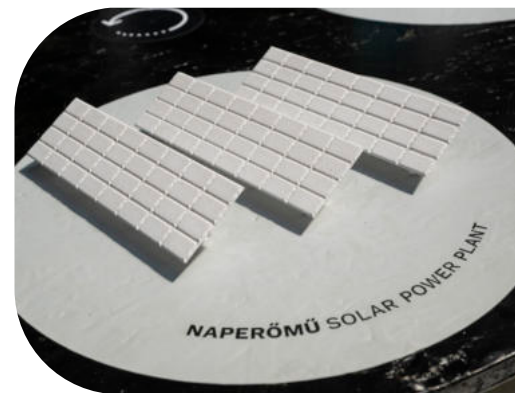
The 1973 oil crisis highlighted the fact that humanity cannot rely on fossil fuels alone, due to their finite supply and significant environmental impact. In an effort to minimize our dependence on fossil fuels, the search for alternatives has begun.

Alternative energy is clean energy, generated by harnessing natural phenomena: solar, hydro, wind, geothermal, and biomass. Renewable energy sources are those from which energy can be extracted in such a way that the source will regenerate within a few years at most, without any significant human intervention. Switching to renewable energy sources strongly reduces energy dependence, but can only be a viable alternative where the source in question is abundant. For example, the potential for usable solar and wind energy depends on the specifics of geography and climate.

The transition to alternative fuels is particularly urgent, in order to mitigate climate change. The European Union has therefore introduced a Climate Action framework for 2050, which sets the target for the EU's total net greenhouse gas emissions at zero. Transport plays a particularly important role, accounting for more than a third of global emissions.

In 2021, the share of renewable energy sources in final energy consumption in Hungary was 14.11%. Between 2010 and 2021, the share of renewable energy increased from 7.1% to 13.66% in electricity, and from 0.19% to 6.16% in transport.

The Hódmezővásárhely Agricultural Machinery Factory (HÓDGÉP), began developing a diesel-powered small car for urban use in 1986. The car, powered by a Japanese Yanmar L60 diesel engine, consumed barely 2 litres of diesel per 100 km. Because of the unpleasant vibrations of the diesel engine, it was converted to electric drive in the early 1990s. The conversion was spurred by interest from Germany and Switzerland, where electric vehicles were available at special discounts. Production started soon after, but only 150 vehicles were manufactured in total, as the company was later liquidated. The Museum's collection includes the only open-bodied Puli City car ever made. Its bodywork is made of glass-fibre reinforced resin, and the paintwork is bright yellow. The front wheel is driven by a 7.4 kW electric motor via a mechanical transmission, and the car can travel 100 km at a speed of approximately 65 km/h with the batteries fully charged.



Installációnk segítségével a látogató egy kereket elforgatva, interaktív módon kaphat információt a megújuló energiát előállító erőművek típusairól

Our installation allows visitors to interactively learn about the different types of renewable energy plants by turning a wheel





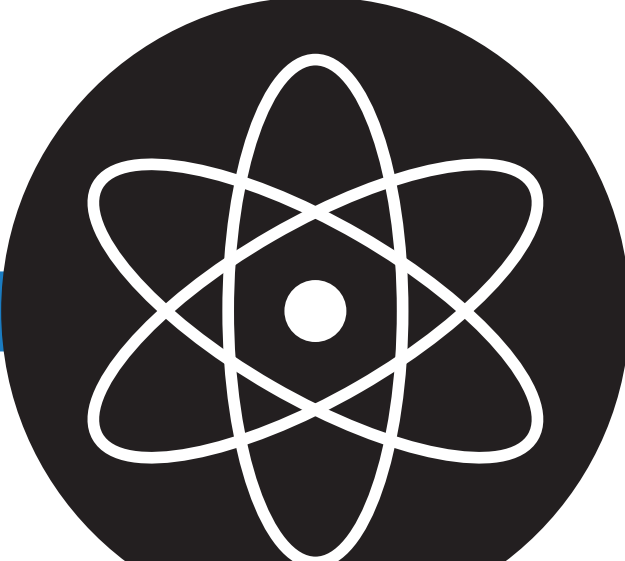
AZ ATOMENERGIA HELYZETE AZ ENERGIAELLÁTÁSBAN

Az atomenergia a fosszilis tüzelőanyagok alacsony szén-dioxid-kibocsátású alternatívájának számít, mely hozzávetőleg 22%-át teszi ki az EU-ban termelt villamos energiának. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség adatai alapján világszerte mintegy 30 országban több, mint 400 atomerőmű-blokkot rendszeresítettek. A hazai villamosenergia-termeléshez a Paksi Atomerőmű hozzávetőleg 50%-kal járul hozzá. A nukleáris kapacitások hosszú távú fenntartása az energiahatékonysági és megújuló energiát támogató programok mellett jelentős hatással van az üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklésére. Az elkövetkező évtizedben már Paks II is működésbe léphet, így a tervezett üzemidő hosszabbításával együtt már a 4400 megawatt beépített kapacitást is elérhetjük a jelenlegi 2000 megawatt helyett.

A Csernobilban 1986-ban és Fukusimában 2011-ben bekövetkezett katasztrófa óta az atomenergia megítélésének ellentmondásai felerősödtek, de az EU-ban a tagállamok önállóan dönthetnek arról, hogy az atomenergia része legyen-e energiamixüknek. Az uniós jogalkotás célja az atomerőművek biztonsági normáinak javítása, illetve a nukleáris hulladék biztonságos kezelésének, ártalmatlanításának biztosítása.

Az atomenergia biztonságos és védett alkalmazásával kapcsolatos egyik legfontosabb nemzetközi elvárás, hogy a felügyelő hatóság függetlenül működjön. Hazánkban az Atomtörvény és a kapcsolódó végrehajtási rendeletek garantálják a függetlenségre vonatkozó nemzetközi elvárásoknak való megfelelést.

**A reaktortartályt beemelik
végleges helyére 1980. október 20-án**
*The reactor tank being put into
its final place on 20th October 1980*





THE ROLE OF NUCLEAR POWER IN THE ENERGY SUPPLY

Nuclear power is a low-carbon alternative to fossil fuels, accounting for around 22% of electricity produced in the EU. According to the International Atomic Energy Agency, over 400 nuclear power plant units have been deployed in approximately 30 countries around the world. The Paks Nuclear Power Plant contributes approximately 50% of the electricity generated in Hungary. The long-term maintenance of nuclear capacity can support energy efficiency and renewable energy programmes, with a significant impact on reducing greenhouse gas emissions. Paks II could become operational within the next decade, meaning that with the power plant's planned lifetime extension, total installed capacity could reach 4,400 megawatts, as opposed to the current 2,000 megawatts.

Controversy over the use of nuclear power has intensified since the Chernobyl disaster in 1986 and the Fukushima disaster in 2011, but EU Member States have the autonomy to decide whether nuclear power should be part of their energy mix. EU legislation aims to improve safety standards at nuclear power plants, and ensure the safe management and disposal of nuclear waste.

One of the most important international requirements for the safe and secure use of nuclear energy is ensuring the independence of the regulatory body. In Hungary, the Atomic Energy Act and the related implementing regulations guarantee compliance with the international requirements for independence.

BAUER típusú talajszilárdító gép makettje
Model of a BAUER drilling rig



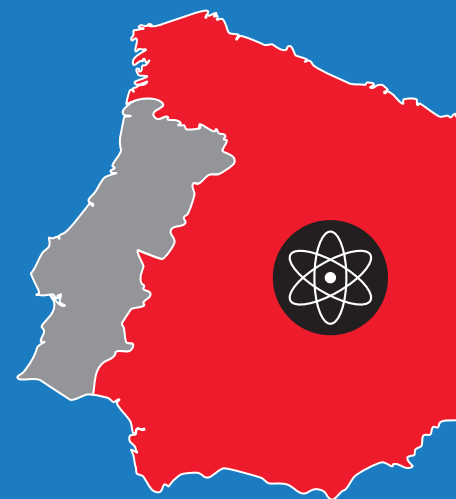
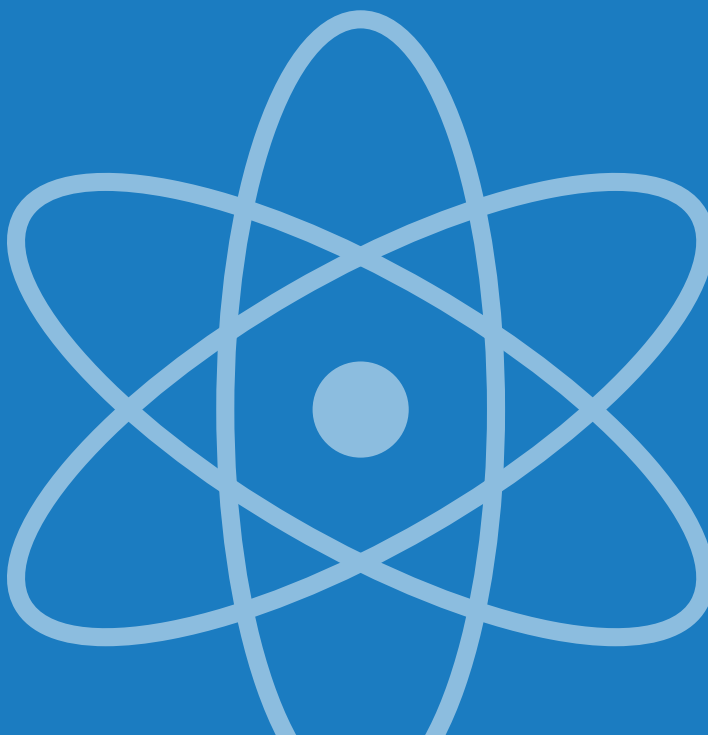
A paksi atomerőmű reaktorának méretarányos makettje
Scale model of the Paks nuclear power plant reactor

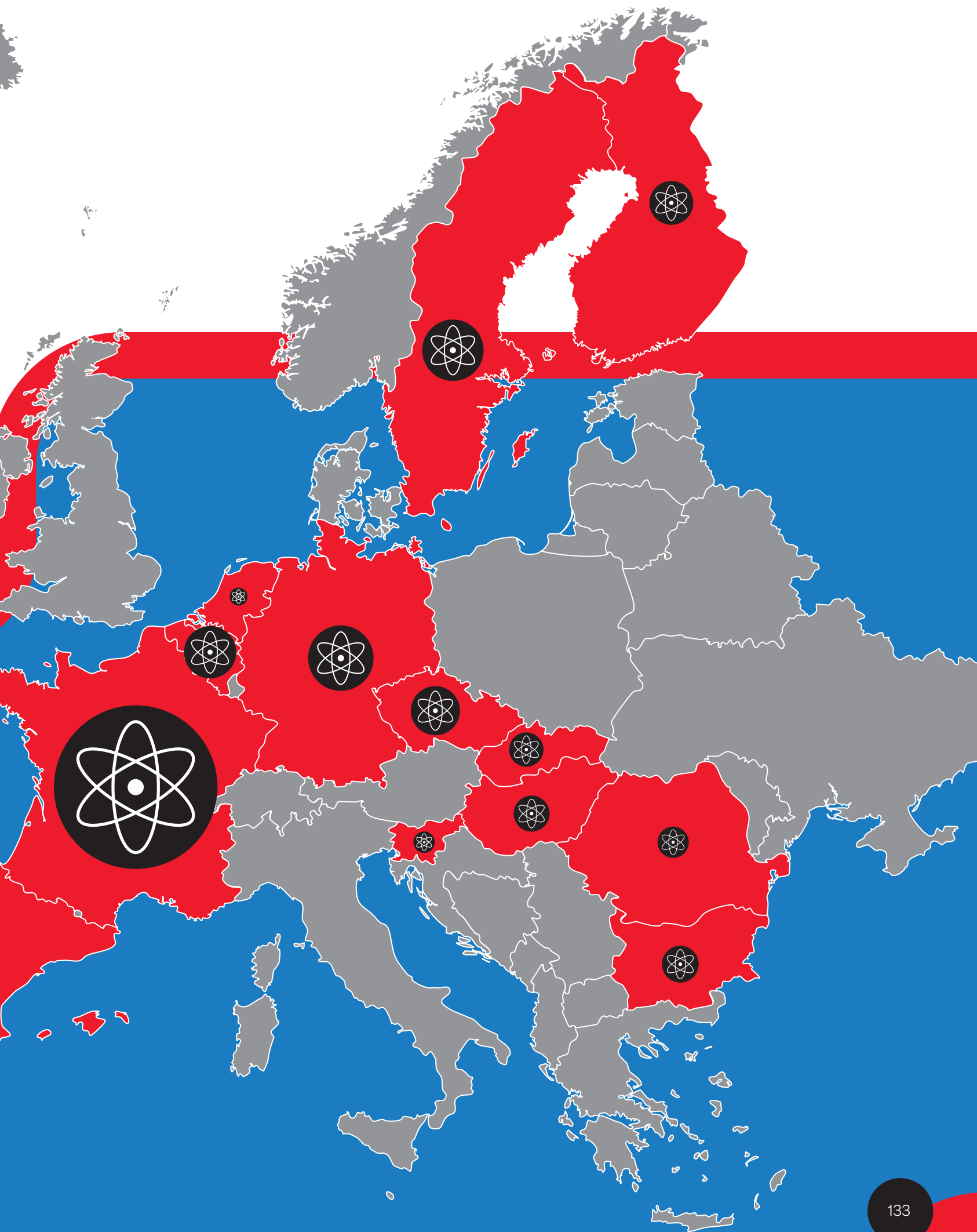


Az EU 13 tagországa rendelkezik atomerőművel, melyek a teljes EU villamosenergia-termelésének 25%-át biztosítják. A legnagyobb atomerőmű-kapacitással az EU-n belül Franciaország rendelkezik, őket követi Németország, majd Spanyolország.

13 EU member states have nuclear power plants, which provide 25% of the total EU electricity production. France has the largest nuclear power plant capacity within the EU, followed by Germany and Spain.

25%





BIOÜZEMANYAGOK A KÖZLEKEDÉSBEN

A bioüzemanyagok folyékony vagy gáz halmazállapotú megújuló üzemanyagok, amelyek a fosszilis tüzelőanyagok helyettesítésére biztosítanak alternatívát. Jelentősen hozzájárulhatnak az EU közlekedési ágazatában az energiafüggőség csökkentéséhez és az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának mérsékléséhez. Az első generációs bioüzemanyagok, mint a bioetanol és a biodízel megtermelésével, feldolgozásával és szállításával együttesen már több CO₂ kerül a légkörbe, mint amennyit a szükséges energianövények (gabonafélék, olajos magvak) megkötnék teljes életciklusuk alatt. Nagyságrendileg tehát nem jelent javulást a kőolajalapú üzemanyagok kibocsátásához képest. Magyarország kukorica-termesztésével nagymértékben hozzájárul az első generációs bioetanol-gyártáshoz.

A második és harmadik generációs bioüzemanyagok értéktelen mezőgazdasági növényekből, melléktermékekből, állati hulladékokból és ételmaradékokból, sütőolajból származnak. Ilyen a biometán (bio-SNG), a zöld hidrogén vagy a fenntartható légitársaság-üzemanyag (SAF). A többek között autóbuszok meghajtásához is felhasználható biometán előállítási mennyiségének növelésével a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőség és a CO₂ kibocsátás ténylegesen csökkenthető.

Az alternatív üzemanyagok kérdésében az unió tagállamainak biztosítaniuk kell, hogy a megújuló energia részaránya a közlekedés végső energiafogyasztásában 2030-ra legalább 14 százalék, ezen belül a korszerű bioüzemanyagoké legalább 3,5 százalék legyen. Az unió bioüzemanyagokra vonatkozó szabályozása által Magyarországon bioetanolt is kevernek a 95-ös oktánszámú benzinhoz.

BIOFUELS IN TRANSPORT

Biofuels are liquid or gaseous renewable fuels, serving as an alternative to fossil fuels. They can make significant contributions to alleviating energy dependence and reducing greenhouse gas emissions within the EU transport sector.

Just the production, processing and transport of first-generation biofuels, such as bioethanol and biodiesel, already end up emitting more CO₂ into the atmosphere than what the required energy crops (cereals, oilseeds) absorb during their entire life cycle. This means that they cannot represent a huge improvement, compared to emissions from petroleum-based fuels. Hungary's maize cultivation is a major contributor to first-generation bioethanol production.

Second- and third-generation biofuels are derived from worthless agricultural crops, by-products, animal waste, food scraps, and cooking oil. These include biomethane (bio-SNG), green hydrogen or sustainable aviation fuel (SAF). By increasing the production of biomethane, which can be used to power vehicles such as buses, it is possible to effectively reduce dependence on fossil fuels and CO₂ emissions.

With regard to alternative fuels, EU Member States must ensure that the share of renewable energy in their final energy consumption for transportation reaches at least 14% by 2030, including at least 3.5% for advanced biofuels. The EU biofuels regulation also allows bioethanol to be blended with 95 octane petrol in Hungary.





AZ AKKUMULÁTOR AZ ÉLETÜNK RÉSZE

Az elektromos autók elterjedése elősegítheti a fosszilis tüzelőanyagokról való átállást, de az alternatív megoldások környezeti fenntarthatósága is fontos kérdés. Nem megfelelő működés esetén a gyárból akár vegyi anyagok juthatnak környezetbe, illetve a nyersanyagok bányászata is jelentősen terhelheti a környezetet. Az akkumulátorokhoz szükséges lítium egy tonnájának kitermeléséhez a Friends of The Earth szervezet becslése alapján több, mint 2 millió liter vizet használnak fel. Ez a mennyiség hozzávetőleg 10 ezer mobiltelefonhoz elegendő. Az akkumulátorok néhány éves élettartamuk után már nem nyújtják az elvárt minőséget, cseréjük, feldolgozásuk szükséges. A teljeskörű újrahasznosítás körforgásába bekerülő akkumulátorok száma egyre bővül. Előtérbe kerültek továbbá a kevesebb veszélyes anyagot tartalmazó akkuk is. A technológia fejlődésével az autógyártók töreksenek a minél rövidebb idő alatt feltölthető, a mai elektromos autók hatótávolságának sokszorosát elérő energiatárolók megalkotására. A tavalyi év során közel dupla annyi akkumulátorkapacitást építettek be elektromos járművekbe, mint a 2022-es évben.

Az energiatárolás az energiaipar egyik alapvető kérdésévé nőtte ki magát. A megújuló energiaforrásokra való átállás jelentős sarokpontja, hogy hogyan tároljuk el szélcsendes vagy épp borús napokra a kedvező időjárási körülmények során megtermelt áramot. Az akkumulátorok már a 19. század közepe óta részei életünknek, alkalmazásuk úttörő megoldás volt az energiatárolásban. Az újratölthető ólomsavas típusok mellett csak az 1970-es években jelent meg a mára széles körben alkalmazott lítiumionos akksi, ami ma nélkülözhetetlen többek között az okostelefonok működéséhez vagy épp az elektromos autókhoz.



BATTERIES ARE PART OF OUR LIVES



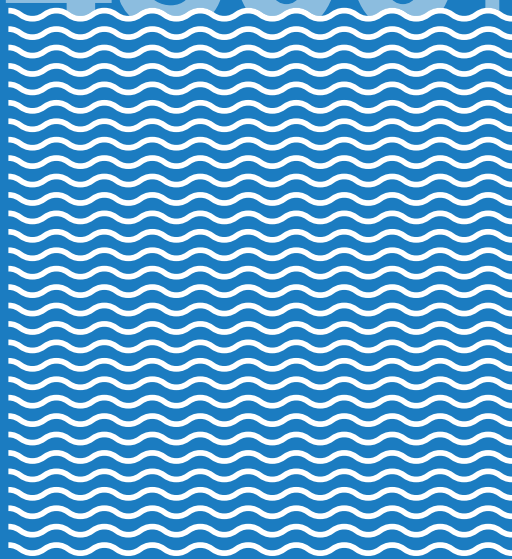
The uptake of electric cars may facilitate a shift away from fossil fuels, but the environmental sustainability of alternative solutions is also an important issue. Factories can, if not properly operated, release chemicals into the environment, and the mining of raw materials can also have a significant impact on the environment. According to the Friends of The Earth organisation, more than 2 million litres of water is used for the extraction of one tonne of lithium for batteries, for instance, for 10,000 mobile phones. After a few years of service life, batteries no longer provide the expected quality and need to be replaced and processed. The number of batteries entering the full recycling loop is on the increase. There is also a focus on batteries containing less hazardous substances. As technology advances, car manufacturers are striving to create energy storage devices that can be charged in the shortest possible time, with ranges many times those of today's electric cars. Last year, nearly double the battery capacity was installed in electric vehicles compared to 2022.

Energy storage has become a fundamental issue for the industry. A major cornerstone of the transition to renewable energy sources is how to store electricity generated during favourable weather conditions, for windless or cloudy days. Batteries have been part of our lives since the mid-19th century, and their use paved the way for energy storage. In addition to the rechargeable lead-acid batteries, it was not until the 1970s that lithium-ion batteries, now widely used, appeared - and are now indispensable for the use of your smartphone or even electric cars.

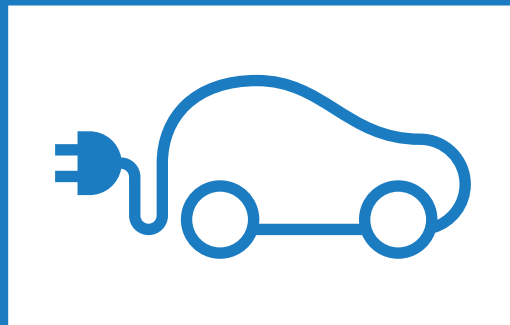
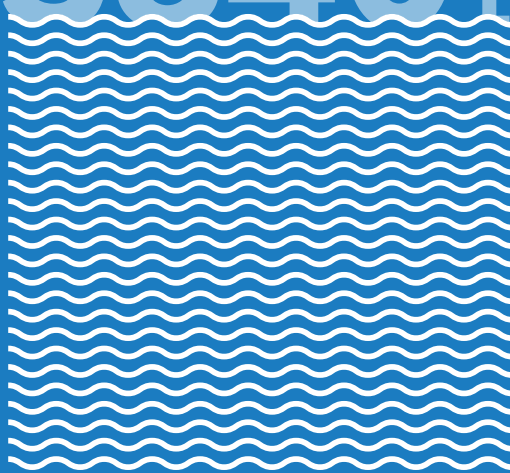




4500,



3840,





300 g marhahús előállítása 4500 liter vizet igényel, míg egy 64 kWh-s elektromos autó akkumulátorának előállításához 3840 liter vizet használnak fel.

The production of 300 g of beef requires 4,500 liters of water, while 3,840 liters of water are used to produce a 64 kWh electric car battery.



A VÁROSI KÖZLEKEDÉS HATÉKONYSÁGA

A világ nagyvárosai – többek között London – behajtási díjjal igyekeznek a közúti forgalom által zsúfolttá és szennyezetté vált belvárosok élhetőségét visszaadni, a városi zöldfelületeket bővíteni. Magyarországon ilyen nagyságrendű beavatkozások még nem történtek, de egyes belvárosi körzetek átalakultak sétáló- vagy csökkentett forgalmú övezetökké, illetve jelentősen bővült a kerékpáros infrastruktúra az utóbbi évtizedekben. Egyes kis és közepes nagyságú városainkban szinte ingyenes lett a helyi közösségi közlekedés.

A nagyvárosokban élők nagyobb arányban veszik igénybe a fejlett közösségi közlekedést, hiszen azzal a legtöbb esetben gyorsabban érhetik el céljukat, mint autóval. A budapesti délutáni csúcsban az Örs vezér terétől a kelenföldi vasútállomásig autóval átlagosan 40 perc alatt juthatunk el, míg metróval mindössze 18 perc a menetidő. Ha a metró választjuk, a közúti közlekedés stresszhelyzetei mellett nagyjából 1,7 kilogrammnyi CO₂ kibocsátást is megspórolhatunk.

Az elővárosokba kiköltözők számának növekedésével a városokat előzőnlő autók, a folyamatos torlódások és a nagymértékű szmog mindennap figyelemztetnek arra, hogy utcáinkat hatékonyabban kellene felosztanunk a közlekedés résztvevői között. Az agglomeráció növekedése miatt egyre égetőbb kérdéskör megoldása összetett urbanisztikai és közlekedéspolitikai feladat.



Lime-roller
Lime scooter
30.2021.1.1



Porterlight teherhordó kerékpár
Porterlight cargobike



THE EFFICIENCY OF URBAN TRANSPORT

BDt vasúti vezérlőkocsi
BDt railway control trailer
21.2022.11

The world's big cities, including London, are trying to restore the liveability of city centres that have become congested and polluted by road traffic, and to expand urban green spaces, with tolls. Interventions of this magnitude have not yet taken place in Hungary, but some downtown districts have been transformed into pedestrian or reduced-traffic zones, and the cycling infrastructure has been significantly expanded in recent decades. In some of our small and medium-sized cities, regional public transport has become almost free.

People living in big cities use advanced public transport to a greater extent, since in most cases they can reach their destination faster than by car. During the afternoon rush hour in Budapest, you can get from Örs vezér square to the Kelenföld railway station by car in an average of 40 minutes, while the journey time by metro is only 18 minutes. If we choose the metro, in addition to avoiding the stressful situations of road traffic, we can also save roughly 1.7 kilograms of CO₂ emissions.

With increasing numbers of people moving out to the waiting areas, as well as cars flooding the cities, and continuous smog and congestion, there are daily reminders that we should divide our streets more efficiently between the participants in public transport. Due to the growth of the agglomeration, the solution to an increasingly pressing issue is a complex urban planning and transport policy task.

Csepel R 26-os
női kerékpár
Csepel R 26
women's bicycle
12.2005.31



A vezérlőkocsi kialakításának lényege abban rejlik, hogy a vonat elején lévő mozdonyal nem kell a végállomásra érkezve – hosszú idővesztés mellett – átállni a szerelvény túoldalára. Az addig leghátsóként közlekedő vezérlőkocsiból a mozdonyvezető irányítani tudja a vonatot a visszafelé úton is. Ezzel jelentős időt lehet spórolni, és vasúti pályakapacitás bővítése nélkül is javul a hatékonyság, továbbá bővíthet a biztosított férőhelyek száma is.

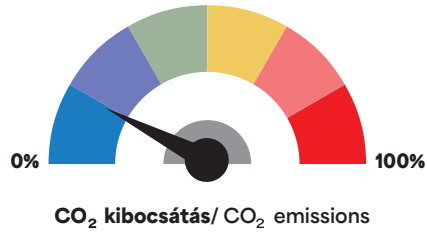
The advantage of this solution was that the locomotive at the front of the train did not have to move over to the other side of the train when arriving at the terminus, a procedure that caused long delays. The engine driver could control the train on the return journey from the control trailer, which until then would have been the rearmost carriage. This saved considerable time, improving efficiency without having to increase railway line capacity, and could also increase the number of seats provided.



CNG autóbusz
CNG bus



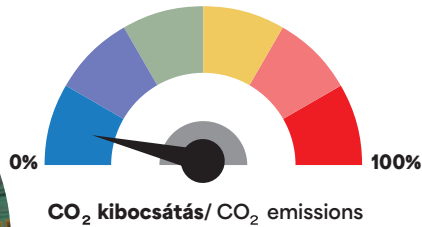
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Megosztott
elektromos autó
Shared electric vehicle



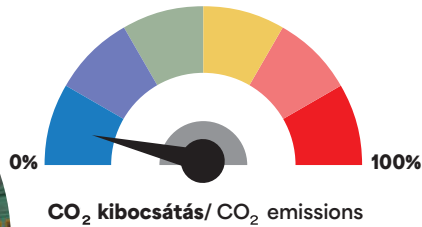
Karbonlábnyom/Carbon footprint



V43-as villanymozdony
V43 Electric Locomotive



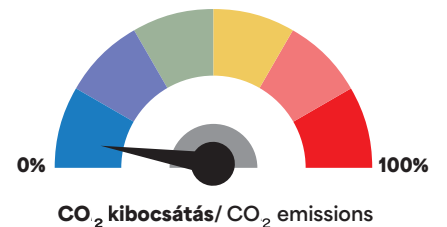
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Elektromos roller
Electric scooter



Karbonlábnyom/Carbon footprint

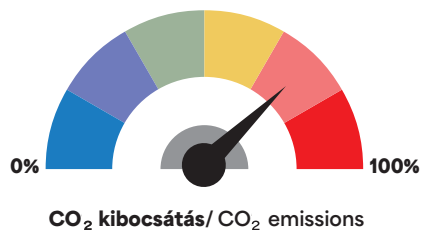


Bár a megújuló alternatívákat alkalmazva szinte minden esetben kisebb a környezetre gyakorolt terhelésünk a fosszilis energiahordozókkal szemben, a leghatékonyabb és egyben legkörnyezetbarátabb megoldást az emberi erővel hajtott, illetve a tömegközlekedési eszközök jelentik.

By using renewable alternatives, our environmental harm is almost always less than by using fossil fuels. The most efficient and most environmentally friendly solutions are provided by vehicles powered by human effort, and public transportation.



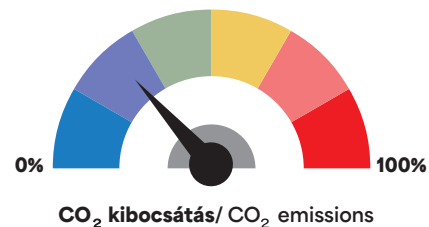
Karbonlábnyom/Carbon footprint



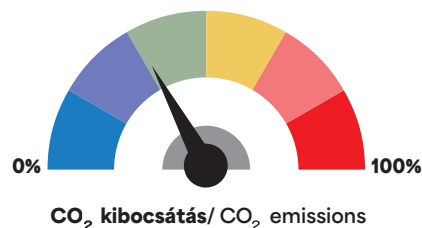
Mai autóbusz
Today's bus



Karbonlábnyom /Carbon footprint



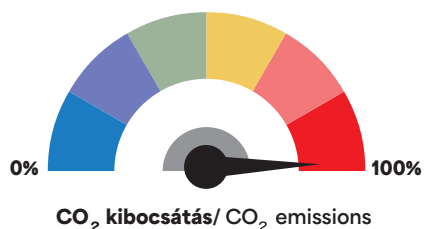
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Mai személyautó
Today's car



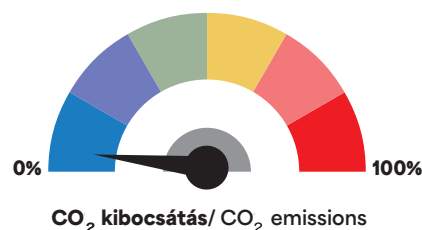
Karbonlábnyom/Carbon footprint



Kerékpár
Bicycle



Karbonlábnyom/Carbon footprint





Napról napra szembetűnőbb az ember környezeti beavatkozásának hatása: a lesújtó villámárvizek, a tikkasztó nyári hőség, a városi szmog, a szaporodó erdőtüzek, a vízhiány, vagy a kiszáradó tavak látványa. A közlekedés Európa összes CO₂-kibocsátásának mintegy 30%-áért felel, így jelentősen hozzájárul a környezetszennyezéshez. Fontos tudatosítani, hogy bárki tehet azért, hogy az élhető jövő közelebb kerüljön. Akár azzal is, ha autózás helyett a bringát vagy a tömegközlekedést választja.

Kiállításunkban körüljártuk a közlekedés múltbeli és jelenlegi energiamixét, technológiáit és annak hatásait. A hatékonyság növelése a legtöbb esetben az egyes járművek kibocsátásának csökkentésével is együtt járt. Azonban a technológia nyújtotta egyre nagyobb, és gyakran felesleges kényelem olyan mértékű fogyasztást generál, ami hatalmas környezeti lábnyomot hagy bolygónkon.

Most már tudjuk, hogy mivel jár, ha busszal, ha repülővel, vagy ha villamossal megyünk. Ha tehetjük, válasszuk mindig azt a lehetőséget, ami kisebb terhelést jelent a környezetünk számára. Néha jobb egy séta, mint megszokásból beszállni az autónkba. Az pedig garantált, hogy a HÉV-en ülni nyugodtabb, mint a dugóban.

**EZÉRT, HA LEGKÖZELEBB ÚTRA
KELÜNK, EGY KICSIT MÁSKÉPP
TEGYÜK FEL AT A KÉRDÉST:
MIVEL MEGYÜNK?**





*MÁV V55-ös villamos
mozdony modellje
Model of a MÁV V55
electric locomotive
21.68.471*



*BHÉV M VII
motorkocsijának
modellje S369
Model of a BHÉV M VII railcar*

Energiamix a közlekedésben Energy Mix in Transportation

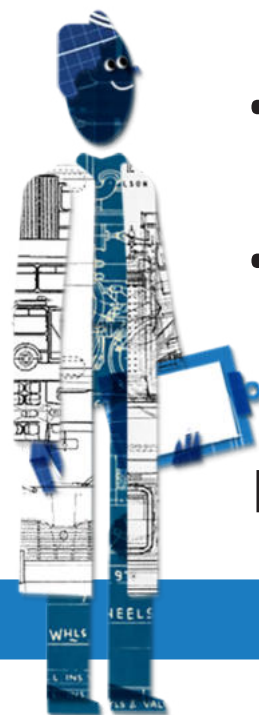
The impacts of human interference on the environment are growing more and more visible by the day, in the shape of devastating flash floods, sweltering summer heat, urban smog, more frequent outbursts of forest fires, water shortages, lakes drying up, and so on. Transport is responsible for around 30% of Europe's total CO₂ emission, thus making it a significant contributor to environmental pollution. Cities around the world, including London, are using access charges to restore the liveability of city centres that have become congested and polluted by road traffic, and to expand urban green spaces. No interventions of such a scale have taken place in Hungary so far, but some inner city areas have been transformed into pedestrian or reduced-traffic zones, and the cycling infrastructure has been significantly expanded in recent decades. In some of our small and medium-sized towns, local public transport services are now available nearly free of charge. It is important to raise awareness that everyone can do something to bring a liveable future closer. Instead of driving, hop on a bike, bus or tram whenever you can.

Our exhibition explored the energy mix and transport technologies used in times both past and present, as well as their impacts. In most cases, efficiency improvements also resulted in reduced per-vehicle emissions. However, the ever-increasing – and often unnecessary – convenience provided by technology is creating a level of consumption that is leaving a huge environmental footprint on our planet.

Now you understand the environmental impact of taking a bus, or a plane, or a tram. Please always try to choose the option that is less environmentally demanding, whenever possible. Sometimes a walk can be a better choice than just taking your car out of habit. And sitting on the HÉV (suburban railway) is definitely going to be less stressful than being stuck in a traffic jam.

**SO NEXT TIME YOU GO ON A TRIP,
ASK THE USUAL QUESTION
A LITTLE DIFFERENTLY:**

WHAT DRIVES US?



ZIMA RICHÁRD - BECSEI ATTILA: MIVEL MEGYÜNK 2024-BEN?

Kiállításunkat azzal a céllal hoztuk létre, hogy az egyszerre zajló, ám különböző eredetű diskurzusokat összekössük, közös mederbe tereljük. Az üzemanyag-ellátás geopolitikai kitettsége és a klímaváltozás közel sem friss elemei a közbeszédnek, mégis napjainkban hágott tetőfokára a közlekedés fenntarthatóságának kérdése. Ennek legerősebb kiváltó oka a jelenleg is zajló orosz–ukrán háború. A Magyarországra is begyűrűző benzinár-növekedés és a hatósági árszabályozás alapvetően változtatta meg az emberek közlekedéshez és üzemanyag-fogyasztáshoz való hozzáállását. Ezzel egy időben már hazánkban is kézzelfoghatóvá váltak a globális felmelegedés extrém következményei – évről évre megdőlnék a hőszegrekordok, miközben sűrűsödnek az aszályos időszakok. A csapadékeloszlás egyenetlensége miatt villámárvizek és erdőtűzek jelzik, hogy egyre nagyobb a probléma. A közlekedési ágazat a teljes üvegházhatású gázok kibocsátásának egyharmadért felelős, így a klímaváltozás mérséklésében kulcsszerepe lehet.

A világsajtót és -politikát élénken foglalkoztató klímaváltozás és klímaszkepticizmus olyan médiazajt eredményez, amely egyszerre nagyítja fel és bagatellizálja el az egyén szerepét a globális folyamatokban. Úgy hisszük, hogy ebben a helyzetben egy múzeumnak mint kulturális intézménynek kiemelten fontos feladata, hogy objektíven összefoglalja és a látogatók elé tárja a jelen válságán keresztül a fenntarthatóság témakörét.

A múzeumok eszköztára a személyes párbeszéd, a térbeli élmények, a tárgyak és installációk utánózhatalan együttes hatása miatt lényegesen mélyebb és maradandóbb kommunikációt tesz lehetővé, mint a sajtó vagy a közösségi média, így természetesen, hogy napjainkban egy múzeum ne csupán az elfeledett múlt őrzője legyen, hanem a jelen problémáiról szóló komplex diskurzusnak is teret adjon. A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeumban gyűjtő- és kutatóterületünkénél fogva is kötelességünknek éreztük, hogy a témában átfogó, objektív kommunikációt kezdeményezzünk, és a lehetőséget megragadva, Magyarországon elsőként nagyszabású kiállítást rendezzünk.

A kiállítás előkészítése több, mint egy évet vett igénybe, és ennek csak kis része telt a kiállítótér koncepciójának kialakításával. A kiállítás tartalmának meghatározása és kidolgozása hosszadalmas, de izgalmas folyamat volt. Hogyan lehet a jelen kontextusából a történelem során felhasznált üzemanyagokról beszélni anélkül, hogy a látogatót túlterheljünk számokkal és grafikonokkal? Hogyan alakíthatók ki azok a narratív csomópontok, amelyek összefoglalják és meghatározzák az egyes közlekedéstörténeti korszakokat? Elsősorban ezek a kérdések foglalkoztattak bennünket az előkészítés során.

Kiállításunk alcímének – Energiamix – szóösszetétele jól szemlélteti, hogy akár egy jó koktél esetében, amelyben többféle, markánsan eltérő alapanyag jó érzékkel válogatott mixét kell megalkotni, úgy nekünk is szembe kellett néznünk számos egymásnak látszólag ellentmondó kritériummal. Ugyanis egy rendkívül mély és sokrétű témát kellett teljeskörűen, mégis leegyszerűsítve elmesélnünk anélkül, hogy elrontanánk az arányokat. Emellett úgy kellett egy fenntarthatósági és társadalmi kérdéseket a középpontba helyező narratívát kialakítanunk, hogy közben végig szem előtt kellett tartanunk a közlekedéstörténeti fókuszot.

RICHÁRD ZIMA - ATTILA BECSEI: HOW ARE WE TRAVELING IN 2024?

We have created this exhibition with the aim of tying together a number of different, simultaneously ongoing debates. The geopolitical vulnerability of our fuel supply, and the problems of climate change, are both well-worn elements of public discourse - but the issue of sustainable transport has recently been garnering public interest like never before. The most powerful trigger for this is the ongoing Russian-Ukrainian war. The increase in petrol prices and the introduction of price controls by Hungarian authorities have caused a fundamental shift in people's attitudes to transport and fuel consumption. At the same time, the extreme consequences of global warming are already evident in Hungary - year after year, heat records are being broken, while droughts are becoming ever more frequent. The uneven distribution of rainfall is causing flash floods and forest fires - even more signs of a growing problem. The transportation sector is responsible for a full third of all greenhouse gas emissions, and could therefore play a key role in mitigating climate change.

Climate change and climate scepticism are both perennial topics in global media and politics, and this constant attention serves to at once magnify and trivialise the role of the individual in these global processes. We believe that as a cultural institution, it is a museum's key responsibility to objectively summarise and present the issue of sustainability to its visitors, through the lens of the present crisis.

Museums are capable of establishing a much deeper and more permanent communication than the press or social media, due to the inimitable combination of personal dialogue, spatial experiences, and the material objects and installations on display. Thus, it is only natural for modern museums to become more than a mere custodian of the forgotten past, and also facilitate complex discourse on the problems of the present. In the Hungarian Museum of Transport and Technology, our specific areas of collection and research made it even more obvious to us that we needed to initiate a comprehensive and objective dialogue on the subject. Seizing the opportunity, we opted to organise the first large-scale exhibition of its kind in Hungary.

The exhibition took more than a year to prepare, with only a small part of that time spent on the conceptual design of the exhibition space. Determining and developing the content of the exhibition was a long but intriguing process. How could we provide information on the fuel sources used throughout history from the vantage point of the present, without overloading the visitor with figures and graphs? How could we find the appropriate narrative through lines for summarising and defining each individual era in the history of transportation? These were the main questions that concerned us during our preparatory works.

The phrase "energy mix" in the title of our exhibition serves to illustrate that - much like when mixing a fine cocktail with an expertly selected complement of distinctly different ingredients - we were faced with a number of seemingly contradictory criteria. We needed to find a way to tell an extremely deep and complex story in a comprehensive yet simplified way, while keeping the proportions just right. In addition, we needed to develop a narrative focusing on sustainability and social issues, while constantly keeping the history of transportation as our main focus throughout.



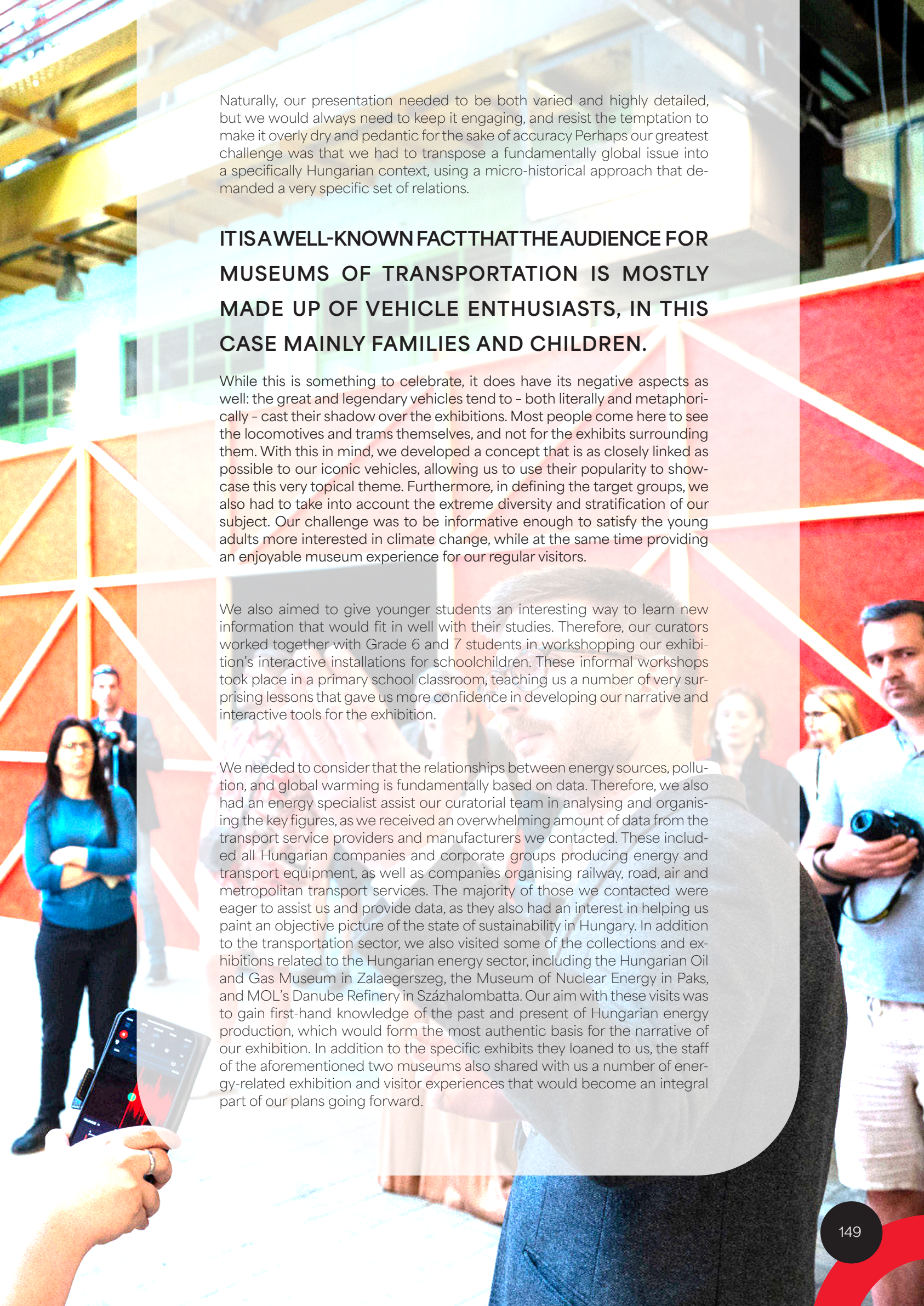
Természetesen elengedhetetlen feltétel volt a változatos, részletekre is kitérő bemutatás, ami azonban az élvezhetőség miatt sohasem lehetett túlságosan didaktikus. Ami talán a legnagyobb kihívást jelentette, hogy egy alapvetően globális kérdéskört kellett átültetnünk a mindenkori magyar, sőt a mikrotörténeti megközelítés kívánalmai szerint egészen egyedi viszonyrendszerek közé.

MINDEN KÖZLEKEDÉSI MÚZEUMRA IGAZ, HOGY KÖZÖNSÉGÉNEK HATALMAS BÁZISÁT JELENTIK A JÁRMŰVEKÉRT RAJONGÓK, EBBEN AZ ESETBEN ELSŐSORBAN A CSALÁDOK ÉS A GYERMEKEL ÉRKEZŐK.

Ennek az alapvetően pozitív jelenségnek van egy negatív oldala is, mivel a legenda nagy járművek árnyéka a térben és átvitt értelemben is rávetül a kiállításokra. A legtöbben magukért a mozdonyokért és villamosokért érkeznek hozzánk, nem pedig az őket körülvevő kiállítási tartalom miatt. Ezt szem előtt tartva dolgoztuk ki a koncepciónkot, amely a lehető legszorosabban kötődik ikonikus járműveinkhez, így ezek népszerűségét felhasználva mutatjuk be ezt az egészen aktuális témakört. Továbbá a célcsoportok meghatározásakor figyelembe kellett vennünk a téma rendkívüli sokoldalúságát és rétegzettségét. Nagy kihívást jelentett, hogy egyszerre tudjunk informatívak lenni a klímaváltozással kapcsolatban érdeklődőbb fiatal felnőtt korosztály számára, és egyben kellemes múzeumi élményt nyújthassunk állandó látogatóinknak is.

Célunk volt úgy megszólítani az iskolás korosztályt, hogy számukra is érdekes, a tanulmányaikhoz jól illeszkedő ismereteket sajátítsanak el. Ezért a kiállítás iskolásoknak szóló interaktív installációinak terveit kurátorokkal közös műhelymunka keretében, 6. és 7. osztályos tanulókkal közösen alkottuk meg. Ezek az alkalmak egy általános iskola tantermében valósultak meg, kötetlen módon, számos rendkívül meglepő tanulsággal, amelyek birtokában magabiztosabban alakíthattuk ki narratívánkat és interaktív eszközeinket a kiállításban.

Számolnunk kellett azzal, hogy az energiahordozók, a károsanyag-kibocsátás és a globális felmelegedés kapcsolatának bemutatása alapvetően adatokon nyugszik. Ezért az értékek elemzését és rendszerezését a kurátori team segítőként energetikai szakember végezte, hiszen a megkeresett közlekedési szolgáltatóktól és gyártóktól hatalmas mennyiségű adat érkezett hozzánk. Ezek a megkeresések érintették az összes hazai energetikai, illetve közlekedési eszközöket gyártó céget és cégcsoportot, valamint a vasúti, közúti, légi, és fővárosi közlekedést szervező társaságokat. A megkeresettek nagyobb része nyitott volt a közös munkára és az adatszolgáltatásra, hiszen érdekeltek abban, hogy objektív képet adjunk a fenntarthatóság hazai állapotáról. A közlekedési ágazat szereplőin túl felkerestük a hazai energetikához kapcsolódó gyűjtemények és kiállítóhelyek egy részét, így látogatást tettünk a zalaegerszegi Magyar Olaj- és Gázipari Múzeumban, a paksi Atomenergetikai Múzeumban, valamint a MOL százhalombattai Dunai Finomítójában is. E tapasztalatszerző utak célja az volt, hogy első kézből kapjunk olyan tudást a hazai energetika egykori és jelenlegi szerepéről, amely a lehető leghitelesebb módon alapozza meg kiállításunk narratíváját. Az említett két múzeum munkatársai pedig a konkrét, számunkra kölcsönzött kiállítási tárgyakon felül olyan, az energetikával kapcsolatos kiállítási és látogatói tapasztalatokat osztottak meg velünk, amelyek szerves részét képezték a további tervezéseinknek.



Naturally, our presentation needed to be both varied and highly detailed, but we would always need to keep it engaging, and resist the temptation to make it overly dry and pedantic for the sake of accuracy. Perhaps our greatest challenge was that we had to transpose a fundamentally global issue into a specifically Hungarian context, using a micro-historical approach that demanded a very specific set of relations.

IT IS A WELL-KNOWN FACT THAT THE AUDIENCE FOR MUSEUMS OF TRANSPORTATION IS MOSTLY MADE UP OF VEHICLE ENTHUSIASTS, IN THIS CASE MAINLY FAMILIES AND CHILDREN.

While this is something to celebrate, it does have its negative aspects as well: the great and legendary vehicles tend to – both literally and metaphorically – cast their shadow over the exhibitions. Most people come here to see the locomotives and trams themselves, and not for the exhibits surrounding them. With this in mind, we developed a concept that is as closely linked as possible to our iconic vehicles, allowing us to use their popularity to showcase this very topical theme. Furthermore, in defining the target groups, we also had to take into account the extreme diversity and stratification of our subject. Our challenge was to be informative enough to satisfy the young adults more interested in climate change, while at the same time providing an enjoyable museum experience for our regular visitors.

We also aimed to give younger students an interesting way to learn new information that would fit in well with their studies. Therefore, our curators worked together with Grade 6 and 7 students in workshopping our exhibition's interactive installations for schoolchildren. These informal workshops took place in a primary school classroom, teaching us a number of very surprising lessons that gave us more confidence in developing our narrative and interactive tools for the exhibition.

We needed to consider that the relationships between energy sources, pollution, and global warming is fundamentally based on data. Therefore, we also had an energy specialist assist our curatorial team in analysing and organising the key figures, as we received an overwhelming amount of data from the transport service providers and manufacturers we contacted. These included all Hungarian companies and corporate groups producing energy and transport equipment, as well as companies organising railway, road, air and metropolitan transport services. The majority of those we contacted were eager to assist us and provide data, as they also had an interest in helping us paint an objective picture of the state of sustainability in Hungary. In addition to the transportation sector, we also visited some of the collections and exhibitions related to the Hungarian energy sector, including the Hungarian Oil and Gas Museum in Zalaegerszeg, the Museum of Nuclear Energy in Paks, and MOL's Danube Refinery in Százhalombatta. Our aim with these visits was to gain first-hand knowledge of the past and present of Hungarian energy production, which would form the most authentic basis for the narrative of our exhibition. In addition to the specific exhibits they loaned to us, the staff of the aforementioned two museums also shared with us a number of energy-related exhibition and visitor experiences that would become an integral part of our plans going forward.

Ahogy a látogató belép az Északi Járműjavító egykori dízelcsarnokába, multiszenzorális élményként a legkülönbébb zajok, szagok és látványok jelzik számára, hogy a közlekedés által átítatott helyre érkezett. A megérkezést a pénztárhelyiségből elérhető első, lesötétített terem, a Napjaink válságai című installáció teszi immerszív élménnyé. A látogató labirintusszerűen elrendezett kortárs, a magyarországi klímaváltozásról szóló sajtófotókon kell, hogy keresztültörjön, hogy eljusson egy kipreparált, hatalmas, reflektorfényben csillogó dízelmotorhoz, hogy elolvashassa a kiállítás bevezető szövegét, amely tartalmazza annak alapvetését: meg kell haladnunk a belső égésű motoros járművek dominanciájának korszakát ahhoz, hogy a klímaváltozást megállítsuk. A jelenünk nem fenntartható.

E szigorú felütés után a látogató megérkezik a múzeum hatalmas belmagasságú csarnokába, ahol a nagy vasúti járművek és az épített installációk tagolják a teret. A kiállítás által alkotott mesterséges tájban egyaránt történetet mesél az óriási gőzmozdony és az apró omnibusz makettje, a látogató pedig eldöntheti, melyikkel ismerkedik meg részletesebben.

Ahogyan a valóságban, úgy a kiállításban sincsenek éles határok az egyes technológiák között, hiszen egymás mellett létező tendenciákról beszélhetünk. A korszakhatárokat csupán valamely energiaforrás dominanciája jellemzi.

A négy nagy egység középpontját térben is kiemelkedő, falécekből vagy fém építési állványokból alkotott blackboxok jelenítik meg, amelyekben a korszak esszenciáját rövid kisfilm és hozzá tartozó hanginstalláció mutatja meg. Hatásukat tekintve ilyen központi szekcióként határoztuk meg az ipari forradalommal megforduló, szénelapú közlekedés korát, az elektromos közlekedés megszületésének időszakát, a kőolaj megállíthatatlan térhódításának jelenségét és végül a fenntarthatóság és az alternatívák jelenlegi helyzetét.

A különböző jelenségeket, találmányokat kronologikus sorba állítva rajzolódott ki az az említett négy nagy narratív csomópont, amelyek köré a tárgyakat és az adatokat rendeltük. Az így kialakult történetben azonban feloldódik a kronológia szigorúsága, a témákon belül szabadon jelennek meg különböző korszakok járművei és találmányai.

Kiállításunk szövegeinek felépítése a laza térbeli elrendezés ellenére hierarchikus. A szekciók legelején található kiemelt szövegek és grafikonok adják az adott korszak legfontosabb összefoglalását és információit. Ezt kiegészítendő a térben arányosan elosztva található az úgynevezett alszekciók, amelyek a kisebb tematikus egységeket jelölve bővebb leírást adnak azokról a résztemákról, amelyek teljes körűvé teszik a korszak közlekedésének és energiafelhasználásának ismertetését. Itt helyezkednek el azok a szövegek is, amelyek egy-egy érdekes jelenség bővebb kifejtésével támogatják az ok-okozati összefüggések megértését. Elszórván több mint harminc ponton helyeztünk el infografikás paneleket, amelyek a mai tartalomfogyasztási szokásoknak megfelelően kompakt, érdekes tényeket tartalmaznak, lazán kapcsolódva egymáshoz és a kiállításhoz.

When entering the former diesel shop of the Northern Vehicle Repair Plant, visitors will be met with a multisensory experience of sounds, smells and sights of all kinds, letting them know that they have arrived in a place that lives and breathes transportation. Their experience is made all the more immersive by the very first darkened room, immediately accessible from the cashier's office, entitled The Crises of Our Times. Visitors will then have to traverse a maze-like arrangement of contemporary photographs relating to climate change in Hungary, finally reaching a huge, repaired diesel engine gleaming in the spotlight. It is here that they will read the exhibition's introductory text, which explains its basic premise: in order to stop climate change, we must move beyond the era of the internal combustion engine. Our present course is not sustainable.

Having received this harsh wake-up call, the visitor arrives in the museum's high-ceilinged hall, with large railway vehicles and built-in installations dividing the vast space. In the artificial landscape created by the exhibition, the giant steam locomotive and the tiny omnibus model both tell their own story, with visitors free to choose which one they wish to explore in more detail.

Just as in the real world, the exhibition presents no sharp boundaries between individual technologies. Rather, it presents them as co-existing trends. The boundaries of the various eras are simply defined by what sources of power were dominant at the time. The four large units are centred around black boxes made of wooden or metal scaffolding, with the essence of each era presented in the form of a short film and an associated sound installation. As these four central, high-impact exhibits, we have selected the era of carbon-based transport, which took off with the industrial revolution; the birth of electric transport; the unstoppable rise of oil; and finally, the current state of sustainability and the existing alternatives.

By arranging the various phenomena and inventions in chronological order, we defined these four major narrative nodes, around which we have arranged the associated objects and data. The resulting story, however, is not locked into a rigid chronology; vehicles and inventions from different eras appear freely within the individual themes.

Despite the loose spatial arrangement, the texts in our exhibition are arranged in hierarchical fashion. The highlighted texts and graphs at the beginning of each section provide the most important summaries and information for the period in question. To complement this, there are subsections distributed proportionally throughout the space, which are used to provide a more detailed description of the subtopics that make up the smaller thematic units, thus providing a more complete description of transport and energy use in the given era. These subsections also display various texts that help explain the cause-and-effect relationships by explaining the interesting phenomena in more detail. We have also scattered over thirty infographic panels around the exhibition. These panels present short and interesting facts, loosely connected to each other and to the exhibition, in line with today's content consumption habits.



Kiállított tárgyaink és járműveink egy-egy korszak technológiailag fontos mérföldköveit, vagy a társadalomra, az energiafelhasználásra és a közlekedésszervezésre gyakorolt jelentős hatását reprezentálják. Ezek válogatásánál nem az elsőt, az egyedít vagy a prototípust kerestük, hanem mindig azt az általános darabot, amely jól illeszkedik a nagyobb közlekedéstörténeti kontextusba. E koncepció alól kivételt képezett a Puli elektromos kisautó, illetve a CNG-autóbusz beválogatása, amelyek az alternatív hajtásmódokat kereső hazai erőfeszítéseket tükrözik, mintegy többletinformációt adva történetünk fő irányvonalának.

Annak érdekében, hogy a korszakok járműveinek működési elvét, illetve az energiavételezés mikéntjét is érthetővé tegyük, a technológiát közérthető és látványos formában elmagyarázó animációs filmeket helyeztünk el a szekciók egyes pontjain. Ezek a megértés további szintjeit segítették elő azoknál a kiállított tárgyainknál, amelyek önmagukban is a működési elvről beszéltek, mint például a gőzmozdony vezérműve, vagy éppen a metszetelt Mercedes Benz autónk. Kevésbé direkt, érzelmekre ható, emlékezetes eszközeink voltak a különböző installációk, amelyek egy-egy történelmi mozzanat, jelenség mellé tettek a térben felkiáltójelet. Amikor a szén meghatározó szerepéről és korabeli felhasználásának gigantikus mértékéről beszélünk, sokkal megjegyezhetőbb képet adhatunk a látogatónak akkor, ha az energiahordozót kézzelfoghatóan, nagy tömegben helyezzük el a kiállítótérben. Ugyanezen elv mentén mesélnek a hétköznapi életet forradalmi módon megváltoztató háztartási áramhasználatról az egykori látványos reklámplakátok. Úgy gondoltuk, a gazdaságot és hétköznapi életünket alapjaiban megváltoztató olajválságról sem elegendő szöveges és képi összefoglalást adnunk. A felhalmozott olajshordókból kifolyó olaj, az egykori válsággal kapcsolatos újságcikkek és a további interaktivitással elérhető fotók mind-mind azt a célt szolgálták, hogy ez a történelmi fordulat megismerése egyedi élmény legyen. Célunk volt az is, hogy a meglepetésszerűen túl további gondolkodásra, objektív hozzáállásra ösztönözzük látogatóinkat. Ezért a napjainkban oly népszerű, zöldnek kikiáltott elektromos autózásról alkotott képet is igyekeztünk árnyalni azáltal, hogy egy zöld pázsitra helyezettük el az akkumulátorgyártás darabjait. Hiszünk abban, hogy a kiállítás adathalmazára és számos információja, érdekessége mellett ezek az erős térbeli hatások egyfajta kapaszkodót jelentenek majd a mondanivalónk felidézésében.

Hasonlóan a bevezető térhez, a tárlat utolsó szekciója után építettünk egy olyan, tükrök segítségével bővített teret, amely tárgyak és feliratok nélkül, képi és hanganyagokkal a mai mindennapi közlekedésünk látványvilágát és benyomásait foglalja össze. Ezzel tulajdonképpen kilépünk a kiállítás világából, és visszatérünk a jelen zajos közlekedésébe dugókkal, dudaszóval. Ebben a térben nincs semmilyen adat, vagy bármilyen értéktétel, a közlekedést mint egy lüktető organizmust mutatjuk be a maga valójában. A tanulságot reményeink szerint mindenki maga vonja majd le a hétköznapiakban, amikor felteszi a kérdést: mivel megyünk?





Our exhibited objects and vehicles represent the technologically important milestones of the individual eras, or otherwise showcase major impacts on society, energy use and transport management. In selecting these, our focus was not on exhibiting pioneering, unique, or prototype machines, but rather to present generic pieces that fit well into the larger context of transport history. We did make two exceptions by including the Puli electric microcar and the CNG bus, which both reflect Hungary's efforts to find alternative modes of propulsion, providing additional context for the main thrust of our story.

We have also installed animated films at a number of points in the individual sections. These films explain how the vehicles of each era worked and how they were powered, presenting the technologies in an easily accessible and visually pleasing fashion. These also help facilitate higher levels of understanding for exhibits that are themselves intended to explain various principles of operation, such as the steam locomotive's control unit, or our Mercedes Benz automobile cross-sections.

Some of our installations are less direct, and designed to be more emotional and highly memorable experiences, emphasizing key historical events or phenomena. Visitors will find our explanation on the dominance of coal, and the gigantic scale of its use in the modern era, to be far more memorable if they can see the coal itself as a large, tangible mass within the exhibition space. The same principle can be found behind the spectacular advertising posters of the past, telling the story of how household electricity use revolutionised everyday life. We believed that it would not be enough to give a textual and visual summary of the oil crisis, which has fundamentally altered both the economy and our daily lives. The oil spilling from the piled-up oil barrels, the newspaper articles about the crisis, and the photos with additional interactive elements, were all designed to make this historic turning point a unique experience. Our aim was not merely to astonish, but also to encourage further reflection and objective assessment. To this end, we have also attempted to provide a counterbalance to the ever-popular "green" image of electric cars, by placing the various elements of battery manufacturing on a green lawn. We believe that these strong spatial elements will serve to complement the interesting pieces of information and data presented throughout the exhibition, serving as anchor points for visitors. Much like what we did with the entry space, the last section of the exhibition is followed by a room filled with mirrors, giving the illusion of an extended space, filled with images and audio materials without any material objects or inscriptions. The aim of this final space is to serve as a summary and reminder of the visuals and impressions of everyday transport. Through this space, visitors essentially step out of the world of the exhibition, and back into the noisy traffic of the present, with its traffic jams and blaring horns. This space contains no data and no value judgements of any kind. Transport is presented as a pulsating organism in its own right. We hope that everyone will be able to learn the lesson for themselves in their everyday lives, as they ask themselves the question: how are we traveling?

The Museum of Transport will organise temporary exhibitions of varying sizes for its visitors during the interim period, until the new permanent exhibition space is ready. The largest of these - and the most visited - are the temporary exhibitions of the Northern Vehicle Repair Plant. The vast spaces of the industrial hall have been brought back to life for the fourth year running, demonstrating the huge opportunities inherent in preserving our industrial heritage.

A Közlekedési Múzeum abban az átmeneti időszakban, ameddig az új állandó kiállítóhelye nem készül el, kisebb-nagyobb időszaki kiállításokat rendez közönségének. Ezek közül a legnagyobb területű és legnagyobb látogatószámú tárlatok az Északi Járműjavító időszaki kiállításai. Az ipari csarnok hatalmas tereit immár negyedik éve tölti meg újra élet, megmutatva a hatalmas lehetőséget az ipari örökség megőrzésében. A Közlekedési Múzeum épületét 2016-ban bontották le, a múzeum azonban a felszín alatt továbbra is dolgozik. A jövőre vonatkozó nagyszabású tervek mellett a régi és az új közötti időszakban a múzeum ápolja és gyarapítja gyűjteményét, elvégzi kötelező feladatait, de közben elemi érdeke, hogy új csatornákat nyisson látogatói felé. A közlekedési és általában a technikai múzeumok hatalmas lehetősége abban áll, hogy olyan társadalmi rétegeket is be tudnak vonni a múzeumok világába, amelyek egyébként nem látogatnának ilyen intézményeket, vagy éppen a látogatás nyomán kapnak kedvet a múzeumi élményekhez, hiszen gyűjteményünk a hétköznapi élet eszközeiből áll, amelyekhez mindenki tud nosztalgiával vagy az ismerősség érzésével kapcsolódni.

A Közlekedési Múzeum bezárása előtt az ország egyik leglátogatottabb múzeuma volt. Az első, már az Északi Járműjavítóban megrendezett időszaki kiállításra csak 2021-ben került sor, ekkorra látogatóinak jelentős része elvándorolt olyan társintézmények felé, mint az Aeropark vagy a Magyar Vasúttörténeti Park, így az intézmény hatalmas feladat előtt áll,

hogy a korlátozott lehetőségei mellett látogatóit visszaszeresse, a családok és más érdeklődők életének újra részévé váljon. A korábbi időszaki kiállítások a járműjavító történetéről, a múzeum gyűjteményének legértékesebb darabjairól és a kerékpározásról szóltak. A negyedik alkalommal azonban bátor lépésre határozta el magát az alapításának 125. évfordulóját ünneplő intézmény: tabula rasa megrendezi történetének legaktuálisabb és legnagyobb alapterületű kiállítását. Felismerve azokat a nemzetközi trendeket, melyek alapján a múzeum mint kulturális tér társadalmi funkcióját teljes körűen csak akkor tölti be, ha a körülöttünk zajló eseményekre is reflektál, az új koncepció a küldetés részévé vált. Az időszakosság megújulásra vonatkozó kényszeréből lehetőség lett. A jelen kihívásai természetesen nehezen dolgozhatók fel tárgyilagosan, különösen, ha politikai és tőkés lobb

árnyalja a diskurzust. A kiállítás ebben az értelemben szűk mezsgyén mozog, az objektív tények világában. Mindemelllett ez egy kiváló lehetőség arra, hogy a múzeum társadalmi párbeszédbe is bekapcsolódhasson, és hogy a teljes kép megalkotása érdekében felhasználja mindazt a tárgyi és képi anyagot, amely a közlekedés- és technikatörténet releváns időszakaiból származik. A tematikus időszaki kiállítások természetesen nem helyettesítik a múzeum féltve őrzött kincseinek állandó kiállításán való bemutatását, de emellett hosszú távon is elengedhetetlen, hogy részt vegyen a folyamatosan zajló szakmai és társadalmi párbeszédben. A Közlekedési Múzeumnak mindeztől elvétve volt lehetősége aktualitásokról szóló kiállítást rendezni. A Mivel megyünk? azonban megmutatta ennek fontosságát, és megnyitotta a kaput olyan témák feldolgozása előtt, amelyek közvetlenül érintik a látogatók mindennapjait.





The Museum of Transport building was demolished in 2016, but the museum continues to operate underground. In addition to its ambitious plans for the future, the museum will continue to maintain and grow its collection and carry out its required tasks, bridging the old and the new. That said, it also has a clear interest in opening up new channels for its visitors. The great potential of transport museums – and technical museums in general – is that they are able to engage people who would not otherwise visit them, or who find the joy of experiencing these exhibits through the very act of visiting them, as our collections are made up of everyday objects that anyone can relate to with a sense of nostalgia or familiarity.

Before its closure, the Museum of Transport was one of the most visited museums in Hungary. It was not until 2021 that it finally had its first temporary exhibition, displayed in the Northern Vehicle Repair Plant, by which time many of its visitors had already moved on to other institutions such as the Aeropark or the Hungarian Railway History Park. Thus, the challenge currently facing the museum is to find some way to regain its visitors and once again become a mainstay of the everyday lives of families and other interested visitors, despite its limited resources. The museum's previous temporary exhibitions were concerned with the history of the vehicle repair plant, the most valuable items in the museum's collection, and cycling. For its fourth exhibition, however, the institution decided to celebrate its 125th anniversary by taking a bold step: it is now going to host the largest and most modern exhibition in its entire history. International trends have shown that a museum can only truly fulfil its social function as a cultural space if it also reflects on the current events surrounding it. Acknowledging and embracing this concept has become part of the museum's new mission. The necessity to periodically reinvent itself has become an opportunity. Naturally, any attempt to provide an objective overview of the present poses its own set of challenges, particularly in arenas where the discourse is clouded by political and financial lobbying. In this sense, the exhibition operates in a narrow field: the world of objective facts. That said, this is also an excellent opportunity for the museum to engage in social dialogue, and to use all available materials and visuals from the relevant periods in the history of transport and technology to create a more complete picture. Temporary thematic exhibitions are of course no substitute for a permanent exhibition of the museum's treasures, but they are also essential in the long term, allowing the museum to engage in an ongoing professional and social dialogue. Until now, the Museum of Transport has rarely had the opportunity to organise an exhibition on current affairs. However, the "How are we traveling?" exhibit has amply demonstrated the importance of doing so, and has opened the door to topics that directly affect the daily lives of its visitors.



ZICHÓ VIKTOR
KÖZLEKEDÉSI
ESZKÖZÖK TELJES
ÉLETCIKLUS-ELEMZÉSES
ÖSSZEHASONLÍTÁSA
ENERGIAHATÉKONYSÁG
ÉS CO₂-KIBOCSÁTÁS
SZEMPONTJÁBÓL



ABSTRACT

The low-impact future of mobility is already in our hand. There is no necessity of any expectations from scientists and researchers, we have the infrastructure and technology in most of the cases. In order to have the knowledge finding our way in this labyrinth of propaganda and greenwashing around the transportation sector, we have to dig deep. The only meaningful way of comparing different means of transport's impact and energy consumption is Life Cycle Assessment. If we solely confine ourselves to the comparison of the use phase, we embrace a false image that leads us ending up as victims of greenwashing. The energy supply, the material sourcing, manufacturing and end of life phase are just as important to count with, and in many instances infrastructure use and maintenance are important factors as well.

A large spectrum of transportation was analyzed in this paper, distinguishing vehicles with a range of energy supply. The output of the research gives a comprehensive tool to find vehicles that enable us to keep our individual carbon footprint under the targeted annual 1 metric ton of CO₂. Imagine - you only have a credit of 1000 kg of CO₂ to use each year for transportation, food, space heating and cooling and buying stuff. Realistically you have to solve transportation of 300-400 kg. The great news is that it's solvable - see the diagrams.

Tartalom

1.	Bevezetés	160	11.5.	A metrók pálya- és pályainfrastruktúra- használata	176
2.	Számítási módszerek	160	11.6.	A metrók infrastruktúra-üzemeltetése	176
3.	Adatforrások	161	11.7.	Eredmények	176
4.	Energiahordozók	162	12.	BKK-villamos	177
4.1.	Kőolajszármazékok	162	12.1.	Energiahordozó, hatásfok	177
4.1.1.	Benzin	162	12.2.	A villamosok üzeme	177
4.1.2.	Gázolaj	162	12.3.	Energiaellátás	177
4.1.3.	Kerozin	162	12.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	177
4.1.4.	LPG	162	12.5.	A villamosok pálya- és pályainfrastruktúra-használata	177
4.2.	Villamos energia	163	12.6.	Infrastruktúra-használat	177
4.2.1.	A villamosenergia-rendszer (VER) vesztesége	163	12.7.	Eredmények	178
4.2.2.	Magyarországi villamosenergia-mix	163	13.	BKK-buszok és trolibuszok	178
4.2.3.	Szigetüzemű napelemrendszer	163	13.1.	Energiahordozók, hatásfok	178
4.3.	CNG	164	13.2.	Buszok és trolibuszok üzeme	179
4.4.	Biomassza	164	13.3.	Energiaellátás	179
4.5.	Távhő	166	13.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	179
5.	Úthasználat, útkarbantartás	167	13.5.	A buszok és trolibuszok használata	179
6.	Kerékpár	167	13.6.	Infrastruktúra-használat	179
6.1.	Energiahordozók, hatásfok	167	13.7.	Eredmények	180
6.2.	A kerékpározás üzeme	168	14.	Vasút	181
6.3.	Energiaellátás	168	14.1.	Energiahordozók, hatásfok	181
6.4.	A kerékpár előállítása és életciklusának vége	169	14.2.	A vasút üzeme	181
6.5.	A kerékpár úthálózat-használata	169	14.3.	Energiaellátás	181
6.6.	A kerékpározás teljes energiaigénye és kibocsátása	169	14.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	182
7.	Elektromos kerékpár	170	14.5.	A vasút pálya- és pályainfrastruktúra- igénye	182
7.1.	Energiaforrások, hatásfok	170	14.6.	Infrastruktúra-használat	182
7.2.	Az elektromos kerékpár üzeme	170	14.7.	Eredmények	182
7.3.	Energiaellátás	170	15.	Autóbusz (Volánbusz)	182
7.4.	Az elektromos kerékpár előállítása és életciklusának vége	171	15.1.	Energiahordozók, hatásfok	182
7.5.	Az elektromos kerékpár úthálózat-használata	171	15.2.	Az autóbuszok üzeme	182
7.6.	Az elektromos kerékpározás teljes energiaigénye és kibocsátása	171	15.3.	Energiaellátás	182
8.	Elektromos roller	171	15.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	183
8.1.	Energiahordozó, hatásfok	171	15.5.	Úthasználat	183
8.2.	Az elektromos roller üzeme	172	15.6.	Eredmények	183
8.3.	Energiaellátás	172	16.	Repülő	184
8.4.	Az elektromos roller előállítása és életciklusának vége	172	16.1.	Energiahordozók, hatásfok	184
8.5.	Az elektromos roller úthálózat-használata	172	16.2.	A repülőök üzeme	184
8.6.	Az elektromos rollerezés teljes energiaigénye és kibocsátása	173	16.3.	Energiaellátás	184
9.	Motorkerékpár	173	16.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	184
9.1.	Energiahordozó, hatásfok	173	16.5.	A repülőtér infrastruktúra-használata	184
9.2.	A motorkerékpárok üzeme	173	16.6.	Eredmények	185
9.3.	Energiaellátás	173	17.	Belső égésű motoros személyautó	185
9.4.	A motorkerékpárok előállítása és életciklusának vége	173	17.1.	Energiahordozók, hatásfok	185
9.5.	A motorkerékpárok úthálózat-használata	173	17.2.	A személyautók üzeme	185
9.6.	A motorozás teljes energiaigénye és kibocsátása	173	17.3.	Energiaellátás	185
10.	Elektromos motorkerékpár	174	17.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	185
10.1.	Energiahordozó, hatásfok	174	17.5.	Úthasználat	186
10.2.	Az elektromos motorkerékpárok üzeme	174	17.6.	Eredmények	186
10.3.	Energiaellátás	174	18.	Hibrid személyautó	186
10.4.	Az elektromos motorkerékpárok előállítása és életciklusának vége	174	18.1.	Energiahordozók, hatásfok	186
10.5.	Az elektromos motorkerékpárok úthálózat-használata	174	18.2.	A hibrid személyautók üzeme	186
10.6.	Az elektromos motorozás teljes energiaigénye és kibocsátása	175	18.3.	Energiaellátás	186
11.	BKK-metró	175	18.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	186
11.1.	Energiahordozó, hatásfok	175	18.5.	Úthasználat	187
11.2.	A metrók üzeme	175	18.6.	Eredmények	187
11.3.	Energiaellátás	175	19.	Elektromos személyautó	187
11.4.	A metró előállítása és életciklusának vége	176	19.1.	Energiahordozók, hatásfok	187
			19.2.	Az elektromos személyautók üzeme	187
			19.3.	Energiaellátás	187
			19.4.	Előállításuk és életciklusuk vége	187
			19.5.	Úthasználat	188
			19.6.	Eredmények	188
			20.	Az eredmények összehasonlítása	189
			21.	Következtetés	192
			22.	Irodalom	194

1. BEVEZETÉS

A termodinamika első főtétele a termodinamikai rendszerekre kimondja az energiamegmaradást, vagyis azt, hogy az energia a termodinamikai folyamatok során átalakulhat, de nem keletkezhet és nem veszhet el. A közlekedés során, mely egy adott személy vagy szállítmány A pontból B pontba való eljuttatását jelenti, ez az elmozdításhoz szükséges energia ugyanúgy megmarad, csak hővé alakul, amely hő a vizsgált rendszer határain belül marad. Tekintettel arra, hogy a közlekedés energiaellátása jelenleg több, mint 90%-ban nem fenntartható fosszilis tüzelőanyag-ellátáson alapul, a jövő közlekedésének kialakítása és fenntartása új energetikai útkeresést sürget.

A közlekedés energiafelhasználása jellemzően károsanyag-kibocsátással jár, amely a Föld bioszférájára negatív hatással van, bizonyos fókig érintve a Földön élő legtöbb faj és ember hosszú távú fennmaradását. A tanulmány ezen károsanyag-kibocsátások közül a légkörben tartósan megmaradó üvegházhatású gázokra (továbbá ÜHG), a CO₂-re és a CH₄-re fog fókuszálni, amely korunk egyik legsúlyosabb problémáját, az antropogén eredetű klímaváltozást és globális felmelegedést okozza.

Mindazonáltal a tanulmány célja, hogy betekintést nyújtson a legkülönbözőbb közlekedési esz-

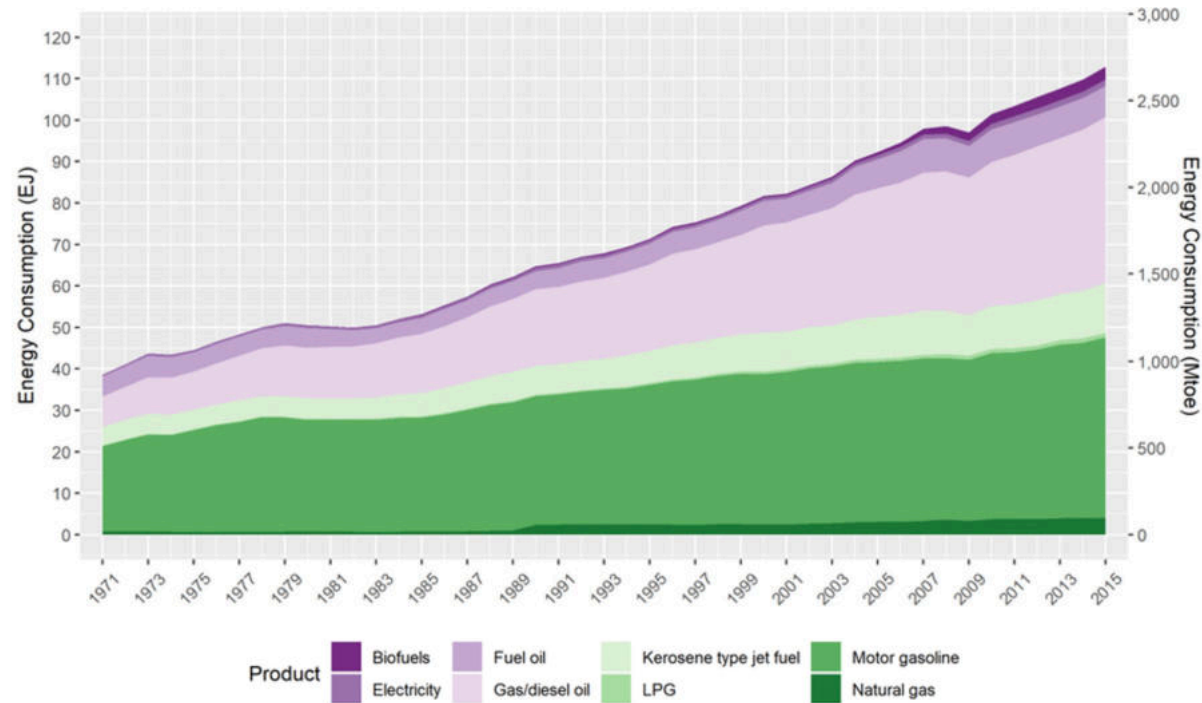
közök teljes életciklusa alatt felmerülő egységnyi utaskilométerre vetített energiafogyasztására és ÜHG-kibocsátására, amely alapján könnyebb döntést hozhatunk arról, hogy milyen járművet használjunk, ha útnak indulunk.

2. SZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK

Elsődlegesen a járművek energiaforrását és az ezekkel járó háttér folyamatokat, azok ÜHG-kibocsátását vizsgáljuk meg, aminek az ismeretében a teljes életciklus minden fázisához tartozó energiaigényt és kibocsátást meghatározhatjuk.

Az alábbi fázisokat különböztetjük meg az életciklus alatt:

- A járműhöz szükséges nyersanyag-kitermelés, gyártás és hulladékkezelés
- Energiaellátás (WTT, Well To Tank)
- Üzem (TTW, Tank To Wheel)
- Út vagy vasút és pálya-infrastruktúra használata
- Infrastruktúra-üzemeltetés



1. ábra - A világ közlekedésének energiafelhasználása energiahordozónként forrás: IEA (2016)

Minden jármű minden életszakasza során a felmerülő energiaigényt és a kibocsátást 100 utaskilométerre fajlagosítjuk, ami olyan összehasonlítási alapot nyújt, amivel minden járművet értelmezhetően össze lehet hasonlítani. Minden tömegközlekedési eszköznek megvan az átlagos utastelítettsége, amely alapján az egy jármű 100 kilométeres útja alatt meghatározható, hogy ez hány utas szállítását eredményezi ezen a 100 kilométeres szakaszon, vagyis, hogy hány 100 utaskilométert jelent. A privát járművek esetén egyszerűen minden járműre 1 főt vettünk, hiszen a tanulmány célja, hogy megmutassa, hogy ha egy ember útnak indul, milyen következményekkel számolhat, és hogy mit tehet a fenntarthatóbb közlekedésért. Azon privát járművek, amelyek esetén lehetséges több, mint egy ember szállítása (motorkerékpár, személyautó), ott a kapott üzemi eredményeket egyszerűen az utasok számával leoszthatjuk. A tömegközlekedési eszközök esetén az az alapvetés, hogy a telítettség nem, vagy csak kismértékben változik az egyéni döntésektől, mivel a szolgáltató (bizonyos hiszterézissel persze) járatszámváltoztatással követi le a telítettség változásait, bizonyos korlátokon belül.

A tanulmányban és az Energiamix kiállításon három fő mértékegységet vezetünk végig:

- fajlagos energiafogyasztás, kWh/100 utaskilométer (kWh/100pkm)
 - Az energia, a munka mértékegysége a Wh (wattóra), amely segítségével minden energianem összehasonlítható. Egy wattóra pontosan egy 1W-os teljesítményű fogyasztó által 1 óra alatt elfogyasztott energia, vagy egy 1W-os energiaforrás által 1 óra alatt megtermelt energia mennyisége. Ehhez képest az 1 kWh (kilowattóra) ennek az ezerszerese, vagyis 1000 wattóra.
- fajlagos ÜHG-kibocsátás, kilogrammonkénti CO₂-egyenérték/100 utaskilométer (kgCO₂eq/100pkm)
 - Az ÜHG-kibocsátás rendszerint CO₂-egyenértékben mérendő, mert a különböző gázok más és más mértékű üvegházhatással, vagy felmelegedési potenciállal rendelkeznek, pl. a CH₄ 25-ször erősebb felmelegedési potenciállal rendelkezik, mint a CO₂. Ezért hasznos, ha minden ÜHG-gázt CO₂-egyenértékre fajlagosítunk a jobb összehasonlíthatóság érdekében.

- hatásfok, %-ban
 - a járművek hatásfoka szintén hasznos eredményt ad, ezzel megértjük, hány egység hasznos energiát nyerünk egységnyi energiahordozó felhasználásából.

A tanulmány során egyik közlekedési eszköz vizsgálatakor sem vesszük figyelembe, hogy az utas mennyi energiát éget el a saját nyugalmi szervi funkcióinak ellátására, így nem teszünk különbséget abban, hogy mennyi időt tölt el az ember egyes járművek fedélzetén, és hogy mekkora az ez által okozott energiaigény- és kibocsátásbeli különbség.

3. ADATFORRÁSOK

Az adatok elsődleges forrását a Múzeum ipari kapcsolatain keresztül történő adatbeszerzés képezte a hazai szolgáltatóktól és termelővállalatoktól. Amennyiben nem álltak rendelkezésre adatok ilyen forrásból, a másodlagos adatforrások léptek életbe, mint a KSH adatai, tudományos cikkek és életciklus-elemzések tanulmányok. Az előzőek hiányában pedig a hiányzó adatokat az Ecoinvent életciklus-elemző szoftver segítségével kaptuk, amelynek révén elsősorban az út- és infrastruktúra-használat, a nyersanyag-kitermelés, a gyártás és az életciklus végével kapcsolatos energiaigény és kibocsátás meghatározása történt. Egyes esetekben lineáris interpolációval vagy extrapolációval éltünk, pl. a járművek nyersanyag-kitermelésével és gyártásával kapcsolatos adatoknál, járműtömeggel arányosítva.



4. ENERGIA-HORDOZÓK

Minden közlekedési eszköz meghajtásához bizonyos energiahordozó, üzemanyag, tüzelőanyag szükséges. A tanulmány számos különböző üzemanyag felhasználására kitér, amelyeknek előállítása és az ezzel kapcsolatos energiaigény, környezetterhelés és átalakítási hatások nagyjában különbözik.

4.1. KŐOLAJSZÁRMAZÉKOK

A kőolajtermékekhez szükséges kőolaj távvezetéseken érkezik a kitermelés helyéről a finomítóba, ahol számos finomítási eljárás során nyerik a fehértermékeket, vagyis az energetikai hasznosításra alkalmas termékeket. A kőolaj-kitermelés és a finomítóiig történő szállítás energiaigénye és ÜHG-kibocsátása 1 kg nyers kőolajra vonatkoztatva (Ecoinvent):

- 12,36 kWh fosszilis energiahasználat,
- 0,243 kg CO₂eq kibocsátása.

Az energiahasználat értékénél látható, hogy nagyobb, mint az olajszármazékok fűtőértéke. Az Ecoinvent az energiaszármazékokban az energiahordozó fűtőértékét ebbe a folyamatba integrálja, de a jelen tanulmány vizsgálati keretei szerint a fűtőértéket az aktuális üzemhez allokáljuk, így a valós, kitermeléssel és finomítóiig történő szállítással járó energiaigény 2,08 kWh.

Ezt követően a finomítási eljárások során veszteségek keletkeznek, valamint a finomítók által vételezett külső energiaigény következtében a fehérárú gyártására további energiamennyiség és kibocsátás könyvelhető el. A hazai finomítók fehéráruhozama az összes fehérárura jellemzően 79% (MOL).

A hazai finomítók külső forrásból éves szinten az alábbi energiamennyiségeket vételezik:

- vételezett gőzmennyiség 9,3 millió GJ/a [MOL, 2023],
- vételezett gázmennyisége 13 millió GJ/a [MOL, 2023],
- vételezett villamosenergia 660 millió kWh/a [ESZK, 2015].

A hazai finomítók összesen 6,8 millió tonna nyers kőolajat dolgoztak fel, így egy kg-ra vonatkoztatva meghatározhatók a finomítói belüli energiaigények és kibocsátások.

4.1.1. BENZIN

A MOL adatai szerint a hazai értékesített benzin mennyisége 1,4 millió tonna, vagyis kb. 1,79 milliárd m³ volt 2023-ban. A benzin fűtőértéke 8,94 kWh/l, az elégetésével történő fajlagos kibocsátása pedig 2,278 kgCO₂eq/l.

Eredően a benzin teljes életciklusa során az 1 liter üzemanyag előállításához szükséges

- energiafogyasztás: 2,67 kWh/l,
- kibocsátás: 0,76 kgCO₂eq/l.

4.1.2. GÁZOLAJ

A MOL adatai szerint a hazai értékesített gázolaj mennyisége 3,1 millió tonna, vagyis kb. 3,65 milliárd m³ volt 2023-ban. A gázolaj fűtőértéke 9,95 kWh/l, az elégetésével történő fajlagos kibocsátása pedig 2,631 kgCO₂eq/l.

Eredően a gázolaj teljes életciklusa során az 1 liter üzemanyag előállításához szükséges

- energiafogyasztás: 2,46 kWh/l,
- kibocsátás: 0,70 kgCO₂eq/l.

4.1.3. KEROZIN

A MOL adatai szerint a hazai értékesített kerozin mennyisége 260 ezer tonna, vagyis kb. 329 millió m³ volt 2023-ban. A kerozin fűtőértéke 9,46 kWh/l, az elégetésével történő fajlagos kibocsátása pedig 2,46 kgCO₂eq/l.

Eredően a kerozin teljes életciklusa során az 1 liter üzemanyag előállításához szükséges

- energiafogyasztás: 2,64 kWh/l,
- kibocsátás: 0,75 kgCO₂eq/l.

4.1.4. LPG

A MOL nem közölt eladott LPG-mennyiséget az adatszolgáltatás során. Az LPG-t átlagosan 7 bar nyomáson tárolják, ilyen körülmények között a fűtőértéke 6,92 kWh/l, az elégetésével történő fajlagos kibocsátása pedig 1,51 kgCO₂eq/l.

Eredően az LPG teljes életciklusa során az 1 liter üzemanyag előállításához szükséges

- energiafogyasztás: 3,86 kWh/l,
- kibocsátás: 1,10 kgCO₂eq/l.

4.2. VILLAMOS ENERGIA

4.2.1. A VILLAMOSENERGIA-RENDSZER (VER) VESZTESÉGE

Számos jármű, mind tömegközlekedési eszköz, mind privát jármű működik részben vagy teljes egészében villamos energiával. Két módon történhet a villamos energia eljuttatása a végfelhasználás helyére (a villanymotorokhoz):

- közvetlenül, felsővezetéseken keresztül,
- közvetetten, töltőállomáson keresztül és akkumulátoros tárolással.

Mind a közvetlen és a közvetett felhasználás esetén figyelembe kell venni a hálózati veszteségeket, illetve közvetett felhasználás esetén a töltési hatékonysággal kell számolnunk, amely járművenként változik, jellemzően 75%-os és 93%-os értékek között.

Magyarországon a 2022-es év hazai villamosenergia-termelése 35699 millió kWh volt, a hálózat veszteségét pedig 2781 millió kWh-ban határozták meg (KSH). Innen a hálózat vesztesége 7,79%, vagyis a hálózat hatásfokát így 92,21%-ra vehetjük.

A tanulmány során két különböző forrást vizsgáltunk a villamosenergia-felhasználáshoz.

4.2.2. MAGYARORSZÁGI VILLAMOSENERGIA-MIX

Hazánkban a villamos energiát atomerőművi blokkokkal, széntüzelésű hőerőművekkel, gázturbinás erőművekkel, biomassza-tüzelésű hőerőművekkel és megújuló energiaforrásokkal állítják elő. Ezeknek az erőműveknek a működése, hatékonysága, fajlagos kibocsátása eltér egymástól. Ugyanakkor, ismert az évente megtermelt villamos energia összetétele az erőművek által kiadott villamos energia mennyiségének ismeretében. Ezek alapján a teljes energiamix által előidézett kibocsátás is ismert, összegezve az egyes erőművi technológiák fajlagos kibocsátásának és a kiadott villamos energia mennyiségének szorzatát. Magyarországon a jellemző

ÜHG-intenzitás értéke az alábbiak szerint változott az elmúlt hét évben.

Év	Kibocsátás (gCO ₂ eq/kWh)
2017	351
2018	348
2019	319
2020	299
2021	304
2022	307
2023	260

1. táblázat: a magyar villamosenergia-hálózat átlagos ÜHG-intenzitása évi bontásban [app.electricitymaps.com] Az értékek teljes életciklus-elemzéssel meghatározott értékek

Ugyan nem folytonosan, de a hálózat karbonintenzitása csökkenő tendenciát mutat, mivel az elmúlt években nagy mértékű bővítések zajlottak a napenergia-kapacitás terén, 2023-ban már elértük a 3 GW beépített kapacitást. Ennek megfelelően célszerűnek találjuk az elmúlt két évet figyelembe venni, melynek karbonintenzitás-átlaga 285 g/kWh. Egy hálózati fogyasztónak a fogyasztás időpontjának megválasztását leszámítva nincs lehetősége az adott vételezett kilowattórán belül döntenie afelől, hogy milyen forrásból és milyen karbonintenzitással érkezen az áram, így a fogyasztását tekintve ezzel az értékkel kell számolnia, éves átlagban. Ez természetesen napszakonként, évszakonként eltér, épp e tanulmány írásakor egy napfényes márciusi délutánon ez a mérőszám 178 g/kWh értéken állt a másfél GW aktuális napelem-teljesítmény miatt, ugyanakkor mindössze 16 órával korábban ez 340 g/kWh értéket mutatott. Ezek alapján sokat számít, hogy mikor is fogyasztunk villamos energiát, ha át tudjuk helyezni a napi fogyasztási menetrendünket a napos órákra.

4.2.3. SZIGETÜZEMŰ NAPELEMRENDSZER

A stabilan azonos karbonintenzitással működő rendszerek alapja, hogy egyetlen forrásból történik az ellátás, és nem kapcsolódnak a közüzemi hálózatra. Ezeket hívjuk mikrohálózatnak, vagyis a szigetüzemű vagy autonóm rendszereknek. Egy fogyasztó kialakíthat magának ilyen rendszert, viszont mindössze néhány energiaforrásra

korlátozódnak a lehetőségei, életszerű körülmények között. Magyarországon gyakorlatilag csak az aggregátoros (dízel, benzines, gázmotoros) és a napelemes termelés jöhet szóba, valamilyen akkumulátoros tárolással kombinálva. Az egyes nagyfogyasztóknál működő biogázüzemű villamosenergia-termelés olyan ritka eset, és olyan alacsony az esélye, hogy közlekedési célokra történik a termelt áram felhasználása, hogy ezt a lehetőséget elvetettük e tanulmány készítésekor. Ugyanakkor a fosszilis üzemanyagon alapuló termelés sem releváns, hiszen a rendszer karbon-intenzitása magasabbra adódik, mintha hálózatról töltenénk a járművünket.

Mindazonáltal a szigetüzemű napelemes rendszerrel való töltés lehetőségét tartjuk relevánsnak, egy átlagos fogyasztó oldaláról, közlekedési célú hasznosításra. Egy teljes életciklus-elemzéses tanulmány [IEA 2020] eredménye az ilyen hálózatokra 80, 84 és 88 g/kWh, akkumulátorkapacitástól függően (sorrendben 5, 10, 20 kWh LiFePo₄ akkumulátorok esetén). Egy átlagos háztartás jellemzően 10 kWh kapacitású akkumulátorral képes szigetüzemben működni, így a további számítások során a 84 g/kWh értéket vesszük alapul.

4.3. CNG

A tanulmányban egyetlen esetben foglalkozunk CNG-vel, vagyis sűrített metánból való üzemanyaggal: néhány BKK-busz ezzel a tüzelőanyaggal üzemel. A CNG-ellátás energiafogyasztását és kibocsátását az Ecoinvent segítségével állítottuk elő.

Energiaigény (kWh/kg fehéráru)	Kibocsátás (kg CO ₂ eq/kg fehéráru)
0,9167	0,6350

4.4. BIOMASSZA

Egyes bioüzemanyagok, mint a biodízel, bioetanol, vagy az SAF (fenntartható repülőgép-üzemanyag) már létező részét képezik a fosszilis tüzelőanyagokat helyettesítő alternatív megoldásoknak.

Az első generációs bioüzemanyagok, mint a bioetanol és a biodízel megtermelése és feldolgozása során jellemzően több CO₂ kerül a légkörbe, mint amennyit az ilyen üzemanyagok előállításához termesztett növények (gabonafélék, olajos magvak) megkötnék teljes életciklusuk

alatt. Ez azt jelenti, hogy pusztán a felhasználást tekintve a teljes körfolyamat alatt a légkörben a karbon mennyisége nem változik (amennyi karbont kibocsátunk, annyit megköt a növény), de ha már a teljes életciklus folyamatát nézzük, meghatározó a kibocsátás mértéke. Magyarország jelentős kukoricatermesztésével nagymértékben hozzájárul az első generációs bioetanolgyártáshoz.

A második és harmadik generációs bioüzemanyagok értéktelen mezőgazdasági növényekből, melléktermékekből, állati hulladékokból és ételmaradékokból, sütőolajból készülnek.

Ilyen a bio-SNG, vagyis a biometán, a zöld hidrogén vagy az SAF (fenntartható légijármű-üzemanyag). Feldolgozásuk, előállításuk során kevesebb CO₂ kerül a légkörbe, mint az alapanyagok (növények, melléktermékek, maradékok) életciklusa alatt megkötött CO₂ mennyisége. A többek között autóbuszok meghajtásához is felhasználható biometán előállítási mennyiségének növelésével a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőség tehát szintén csökkenthető.

Egy végfelhasználó nem tud választani az imént taglalt üzemanyagok közül, mivel az E85-öt belekeverik a benzinbe, külön nem kapható, a dízelbe legfeljebb 7% biodízelt kevernek, SAF-fel közlekedő járatot sem lehet egyelőre foglalni, egyedül a SAF üzemanyagfelár kifizetésére van lehetőség egy független oldalon, ahol virtuálisan SAF-et tankolhat az utas a saját részére a repülőbe (gyakorlatban pedig támogatja az SAF-fejlesztéseket).

Az SAF előállításakor a preferált alapanyag az állati eredetű zsiradékoktól a mezőgazdasági és erdészeti melléktermékeken és kommunális hulladékokon át a használt sütőolajig terjedhet, amely erre elkülönített termőföldet nem igényel, így csak a szállítás és feldolgozás fog kibocsátást eredményezni. Néhány technológiára összegyűjtöttük az SAF előállításának fajlagos kibocsátását, és vettük ezeknek a számtani átlagát.



Technológia	SAF forrása	Kibocsátás (kgCO ₂ eq/kg)
Fischer Tropsch	Mezőgazdasági melléktermékek	0,26
	Erdészeti melléktermékek	0,28
	Kommunális szilárd hulladékok	0,17
HEFA	Állati zsiradékok	0,75
	Használt sütőolaj	0,46
	Pálmazsírsav-desztillátum	0,69
	Kukoricaolaj	0,57
ATJ	Mezőgazdasági melléktermékek	0,97
	Erdészeti melléktermékek	0,79
ETJ	Mezőgazdasági melléktermékek (köztes termékkel*)	1,32
	Mezőgazdasági melléktermékek (integrált**)	0,82
	Erdészeti melléktermékek (köztes termékkel*)	1,33
	Erdészeti melléktermékek (integrált**)	0,83
	Hulladékgázok (köztes termékkel*)	1,41
	Hulladékgázok (integrált**)	0,98
HEFA (olajfinomítókban)	Állati zsiradékok	0,90
	Használt sütőolaj	0,55
Átlag		0,77

2. táblázat – SAF-előállítás életciklus-elemzéses kibocsátási értékei technológia és forrás szerint [ICAO 2022],
*köztes termék elkészítésével, melyet egy másik üzemben dolgoznak fel a végső üzemanyag kinyeréséhez
**integráltan, a köztes termék előállítása és a végső feldolgozás ugyanabban az üzemben történik

Ennek megfelelően az átlagos 0,77 kgCO₂eq/kg kibocsátási rátájára fókuszál.

Szintén biomasszát használ fel a kerékpáros és az elektromos kerékpáros közlekedés. A kerékpározás üzemanyaga leegyszerűsítve minden esetben biomassza. Ez megújuló energiahordozónak minősül, tehát üzem során a CO₂-kibocsátása nulla. Ez azt jelenti, hogy a kerékpáros által elégetett szén körforgásban van, tehát pusztán üzem során nem keletkezik üvegházhatású gáz.

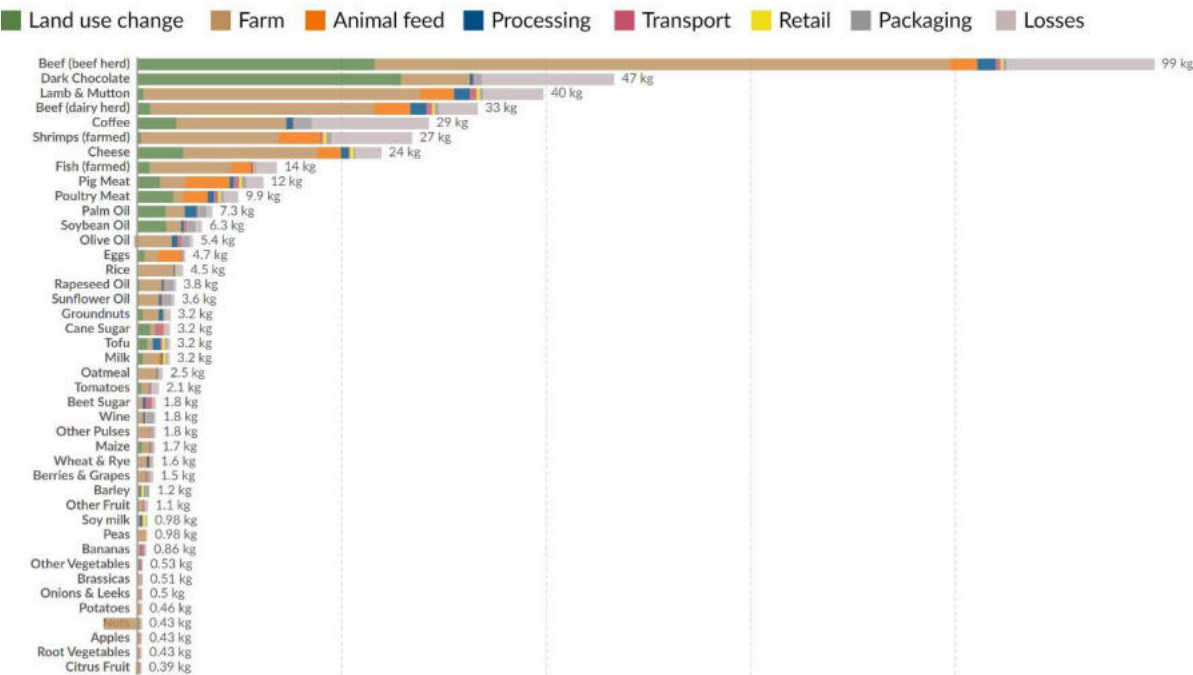
Az Our World in Data oldalán elérhető, élelmiszerek környezeti lábnyomát elemző adatsorokat találunk, ÜHG-kibocsátás, vízhasználat, földhasználat, eutrofizációs hatás szempontjából. A tanulmányt érintő ÜHG-kibocsátásra vonatkozó elemzés a 20. fejezetben található.

Az élelmiszeripar, az ételmezési ellátási lánc, mely segít fedezni a kerékpározás energiaszükségletét, egy energetikailag komplex rendszert képez, amennyiben nem magunknak termeljük meg az ételmünket. Magyarországon az élelmiszer-önellátók aránya túl alacsony, hogy a saját termelésű ellátási modellel foglalkozzunk, így a tanulmány az átlagos magyar étrendekhez kapcsolódó ellátási láncok energiaigényére és

Food: greenhouse gas emissions across the supply chain

Our World
in Data

Greenhouse gas emissions¹ are measured in kilograms of carbon dioxide-equivalents (CO₂eq)² per kilogram of food.



2. ábra - Egyes élelmiszerek előállításának ÜHG-kibocsátása [Poore J. & Nemecek T. (2008)]

Az átlagos magyar étrendet a KSH 2019-es adataiból szereztük, mely megfelelően leírja egy normál magyar napi étrend élelmiszerekenkénti megoszlását. Ez átlagban 2237 kcal/nap értéket ad ki, az ezzel járó energiaigény 10,11 kWh/nap, a kibocsátás pedig 4,68 kgCO₂eq/kg.

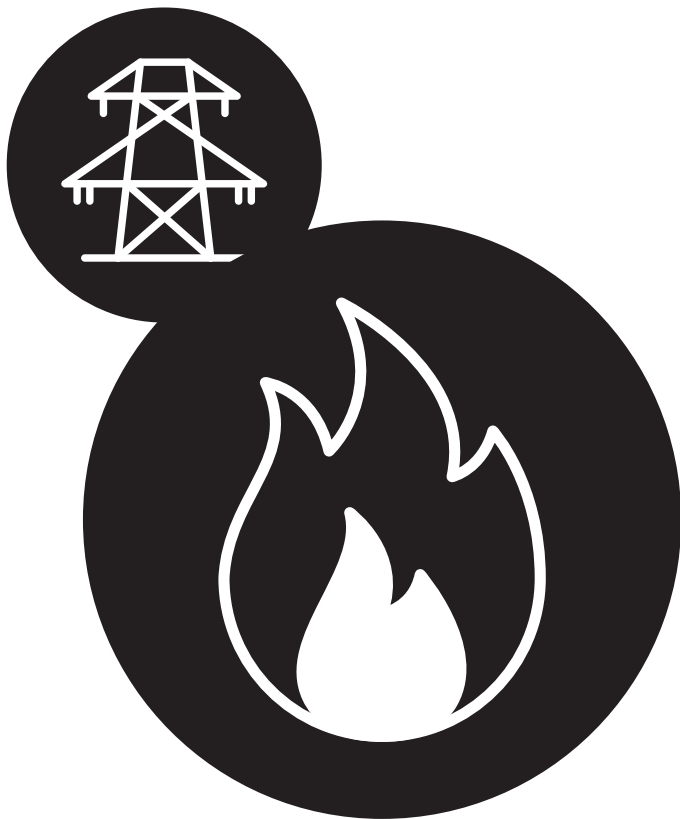
Vagyis a villamosenergia-termelés módjára meghatározott karbonintenzitás 0,22-szerese lesz a kogenerációból nyert távhő karbonlábnyomának.

4.5. TÁVHŐ

A távhő önmagában nem számít üzemanyagnak, mégis pragmatikus így kezelni. A BKK járműtelepei, kocsiszínei különböző kogenerációs (kapcsolt hőerőművi) forrásokból kapják a távhőt, így az ezzel kapcsolatos karbonlábnyom allokációja is lényeges. A tanulmányban az exergiaalapú karbonlábnyom-allokációt alkalmazzuk, mely a kogeneráció esetén történő erőművi hőelvonás átlaghőmérséklete (T_{el}) és az éves átlagos külső hőmérséklet (T_k) arányától függ. Ez meghatározza az exergia-energia arányt.

Mivel az észak-pesti távhőhálózatot leszámítva Budapesten mindenhol a 120/65°C-os távhőellátási hőfoklépcső a jellemző, a hőelvonás átlaghőmérsékletét 92,5°C-ban (365,5K) határozzuk meg, az átlagos külső hőmérséklet pedig 285K, ennek megfelelően az exergia-energia arány:

$$\tau = 1 - \frac{T_k}{T_{el}} = 0,22$$



5. ÚTHASZNÁLAT, ÚTKARBANTARTÁS

A vizsgált járművek többségének igénybevételel a közúthálózatot használjuk, melynek a kiépítése nyersanyag- és energiaigényes, és ÜHG-kibocsátással jár. Az ehhez tartozó értékeket az adatbekérés eredményének hiányában az Ecoinvent adatbázisából határoztuk meg, melyhez az egységnyi úthasználatból eredő energiaigényt és kibocsátást, valamint az egyes járművek egységnyi utaskilométeréhez tartozó úthasználat mérőszámait alkalmaztuk. Az úthasználat mérőszáma a méter*év mértékegységben használatos, amely minden járműhöz meghatározható.

	Energiaigény [kWh/ma]	Kibocsátás [kg CO ₂ eq/ma]
Útépítés	90,78230239	14,552129
Útfelújítás	65,04848411	15,69145454

3. táblázat – Az útépítés és útfelújítás energiaigénye és kibocsátása egységnyi úthasználatra vetítve

6. KERÉKPÁR

6.1. ENERGIAHORDOZÓK, HATÁSFOK

Miután emberi erővel meghajtott járműről beszélünk, lényeges a hatásfok definiálása a körülményeknek megfelelően. A kerékpározás hatékonyságát, hatásfokát elemző számos tudományos cikk elérhető, melyekben különböző hatásfok-definíciókat találunk.

Ettema és Lorås (2009) szerint az alábbi hatásfokok definiálhatók:

- nettó hatásfok, $\eta_{\text{nettó}} = \frac{\text{hatásos teljesítmény}}{\text{metabolikus teljesítmény} - \text{nyugalmi metabolikus teljesítmény}}$
- munka hatásfok, $\eta_{\text{munka}} = \frac{\text{hatásos teljesítmény}}{\text{metabolikus teljesítmény} - \text{üresjárás metabolikus teljesítménye}}$
- delta hatásfok, $\eta_{\Delta} = \frac{\Delta \text{hatásos teljesítmény}}{\Delta \text{metabolikus teljesítmény}}$
- bruttó hatásfok, $\eta_{\text{bruttó}} = \frac{\text{hatásos teljesítmény}}{\text{metabolikus teljesítmény}}$

Azok alapján, hogy milyen rendszeren átmenő energiaáramot veszünk figyelembe a kerékpározásra helyzetváltoztatásra fordított energiaként, meghatározza, hogy melyik hatásfok-definíciót kell használnunk. A hatásos teljesítmény végeredményben a pedálon közölt teljesítmény, ami a kerékpárt hajtja, innen már csak a kerékpár hajtásláncának vesztesége veendő figyelembe, ami jellemzően A. Denham empirikus tanulmánya szerint 95 és 97% közötti értékeket vesz fel a hajtás típusától függően. A nyugalmi metabolikus teljesítmény az ember nyugalmi állapotakor működésben lévő funkciók ellátását fedező teljesítmény, ami megjelenik minden közlekedési, utazási módszernél. Az üresjárás metabolikus teljesítménye a pedál (és a hajtókar) forgatásához igényelt teljesítmény, mikor nincs erőátvitel a láncon, tehát üresben jár a kerékpár hajtása. A rendszerbe bevitt bruttó teljesítmény a metabolikus teljesítmény, mely a kerékpározás során jelenik meg, és magában foglalja az üresjárást és a nyugalmi metabolikus teljesítményt.

Tekintettel arra, hogy egyik közlekedési eszköznél sem vesszük figyelembe, hogy az utas mennyi energiát éget el a saját nyugalmi szervi funkcióinak ellátására, a nyugalmi metabolikus teljesítményt a kerékpározás hatékonyságánál sem szabad figyelembe vennünk a megfelelő összehasonlítás végeredményének érdekében. Innen kiindulva a nettó hatásfokot kell figyelembe vennünk, amely a nyugalmi metabolikus teljesítményt kiveszi az energiaáramok közül.

Nettó, bruttó és munka metabolikus hatásfokra végzett el empirikus tanulmányt Gaesser és Brooks (1975) 12 kerékpáron, akiket egyenként több alkalommal ültettek kerékpár-ergométerre, és átlagolták ki a hatásfok eredményeket. A felmérés során négy különböző fordulatszámon hajtották a tesztalanyok az ergométereket négy különböző terhelési fokozaton.

1. terhelési fokozat: 32,7 W

	Fordulatszám (1/min)			
	40	60	80	100
$\eta_{\text{nettó}}$	18,8	18,9	14,7	9,8

2. terhelési fokozat: 65,38 W

	Fordulatszám (1/min)			
	40	60	80	100
$\eta_{\text{nettó}}$	22,9	22,3	19	14,9

3. terhelési fokozat: 98,06 W

	Fordulatszám (1/min)			
	40	60	80	100
$\eta_{\text{nettó}}$	23,9	23,8	21,4	17,8

4. terhelési fokozat: 130,75W

	Fordulatszám (1/min)			
	40	60	80	100
$\eta_{\text{nettó}}$	23,8	23,8	21,4	17,8

Figyelembe véve, hogy valós életkörülmények között a kerékpárral közlekedők jellemző le-adott teljesítménye 50 W és 200 W közötti tartományban mozog, illetve, hogy a fordulatszám túlnyomóan a 60–80 percenkénti értékek között változik, az 1. terhelési fokozatot és a 40, illetve 100 percenkénti fordulatszámokat nem vesszük figyelembe.

Innen a megmaradó, használatra alkalmas hat hatásfokérték számtani átlagát véve a kerékpáros közlekedőkre jellemző nettó hatásfok: 22,08%. Ezt a hajtáslánc hatásfokának átlagával, 96%-kal felszorozva megkapjuk a kerékpáros és a kerékpár összhatásfokát: 21,2%.

Ez annyit jelent, hogy a bevitt élelem energiata-
lalmának 21,2%-a jelenik meg a hajtott keréken.

6.2. A KERÉKPÁROZÁS ÜZEME

A kerékpár meghajtásához szükséges bruttó energiaigény kiszámításához a következő meto-
dológiát alkalmazzuk:

A referenciaérték 100 utaskilométer alatt elfo-
gyasztott energiamennyiséghez célszerű egy
átlagos sebességet meghatározni, amihez egy
átlagos kerékpárra (és üléspozícióra) meghatá-
rozható a nettó, kerékpár mozgatásához szük-
séges teljesítmény. Átlagos közlekedőt vizsgálva
a hegyikerékpárok és az aerodinamikus ország-
úti kerékpárok kizárhatók.

A közlekedés során 22 km/h átlagsebességet
feltételezve normál üléspozícióban ülve a nettó
teljesítmény 90–100 W.

Kerékpáros teljesítménykalkulátorok által adott
adatok:

- <http://bikecalculator.com/about.html>
- <https://www.tribology-abc.com/calculators/cycling.htm>

Ezek alapján a nettó teljesítmény becsülhető
95 W-ra. A 22 km/h-s átlagsebességnél a 100
km megtételéhez szükséges idő 4,545 h. Ezek
alapján a teljes táv megtétele alatt a mechanikai
energia összesen 432 Wh. Innen a 6.1. fejezetben
prezentált összhatásfokkal visszszámolva a ke-
rékpár meghajtására allokált teljes bevitt ener-
giamennyiség (élelem tápértéke) 2,037 kWh.
Ez az energiamennyiség 1746 kcal-nak meg-
felelő. Ezt az energiamennyiséget kell bevinni,
étrendtől függetlenül, hogy megmozgassuk
a kerékpárt 100 kilométeren, átlagos edzettségi
állapot és terepviszonyok mellett.

6.3. ENERGIAELLÁTÁS

Ezt az energiafogyasztást a 4.5. fejezetben meg-
kapott napi referenciaértékkel arányosítva és
az arányszámot a napi referenciaélelem ener-
giaigényével és kibocsátásértékével beszorozva
megkapjuk a 100 kilométer kerékpározással járó
üzemanyag-előállítással járó értékeket.

Emellett összeállítottunk két másik étrendet is
1746 kcal-ra, amely szemléletes lehet főként a ki-
bocsátások terén. Az élelmiszeripar kibocsátásai
élelmeként nagyban eltérnek, és ez kihatással
lesz a kerékpározás üzemanyag-előállítással járó
értékeire. Ezek egyszerűsített, kevés tételből álló,
viszont energiaigény és kibocsátás szempontjá-
ból valóságghű étrendek, melyek a két szélsősé-
get, a teljesen vegán és a marhahúsevő étrendet
reprezentálják.

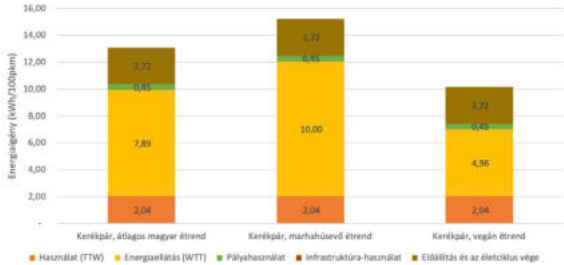


Vegán étrend	Tömeg (g)	Tápérték (kCal/100g)	Energia-tartalom (kcal)
rizs	65	345	224,25
borsó	15	81	12,15
tészta	100	288	288
diófélék	70	650	455
kenyér, pékáru	100	270	270
olívaolaj	21	717	150,57
banán	80	170	136
vegyes gyümölcstál	200	60	120
vegyes zöldségtál	200	45	90
			1745,97
			1746 kcal

4. táblázat - vegán étrend

Marhahúsevő étrend	Tömeg (g)	Tápérték (kCal/100g)	Energia-tartalom (kcal)
steak	150	220	330
rizs	70	350	245
diófélék	25	650	162,5
kenyér, pékáru	134	270	361,8
vaj	30	717	215,1
sajt	40	370	148
tojás	140	155	217
vegyes zöldségtál	150	45	67,5
			1746,9
			1746 kcal

5. táblázat - marhahúsevő étrend



3. ábra - A kerékpározás energiaigénye

6.4. A KERÉKPÁR ELŐÁLLÍTÁSA ÉS ÉLETCIKLUSÁNAK VÉGE

Az Ecoinvent adatbázisaiból egy 17 kg-os városi kerékpárra határoztuk meg a nyersanyag- ki-termelésből, gyártásból és az életciklus végéből adódó értékeket.

Élettartam (km)	Energiaigény (kWh)	Kibocsátás (kg CO ₂ eq)
20 000	544	145

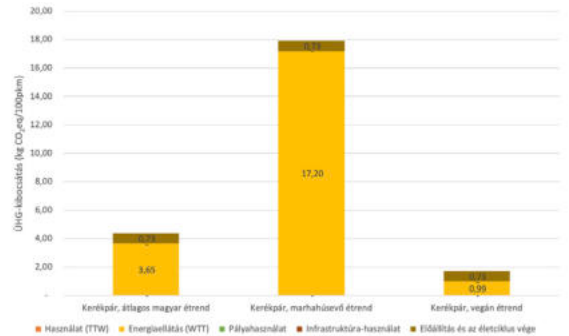
A kerékpár élettartamát 20.000 km-re vettük, a legtöbb tanulmány ezt a méretezési élettarta-mot említi. Természetesen megfelelő karban-tartással a 100.000 km is könnyedén teljesíthető egy jól megépített kerékpárral, de maradjunk a méretezési élettartamnál.

6.5. A KERÉKPÁR ÚTHÁLÓZAT-HASZNÁLATA

Az Ecoinvent adatbázisaiból egy 17 kg-os váro-si kerékpárra határoztuk meg az útépitésből és útkarbantartásból adódó értékeket, a korábban említett 20.000 kilométeres élettartamra. A ke-rékpár úthasználata $4,9 \cdot 10^{-5}$ ma, amit az 5. fe-jezetben leírtaknak megfelelően alkalmaztunk a kalkulációban.

6.6. A KERÉKPÁROZÁS TELJES ENERGIAIGÉNYE ÉS KIBOCSÁTÁSA

A kinyert adatokat összegezve az alábbi adatokat kapjuk a három különböző (átlagos magyar, mar-hahúsevő és vegán) étrendre alkalmazva.



4. ábra - A kerékpározás kibocsátása

7. ELEKTROMOS KERÉKPÁR

7.1. ENERGIAFORRÁSOK, HATÁSFOK

Az elektromos kerékpár (pedelec) olyan jármű, melyet technikailag két külön „motor” hajt: egy humán motor, illetve az erre ráségítő villanymotor. Ennélfogva a pedelec két üzemanyag felhasználásával adja le teljesítményét a hajtott tengelyen:

- biomassza,
- villamosenergia

felhasználásával. Ennek megfelelően ez a jármű két külön energiaárammal rendelkezik, melyek a ráségítés mértékétől függően bizonyos arányban állnak egymással.

A hajtáslánc és az ember hatásfoka identikus a 6.1. fejezetben tárgyalt hatásfokokkal. A villanymotor hatásfoka elektromos kerékpáronként változó, és nagy szórása van, mert mind a szénkefés és a szénkefe nélküli villanymotorok elterjedtek. Általában 60 és 90% közötti hatásfokértékekkel lehet számolni ennek megfelelően, és az átlagot meghatározhatjuk 75%-ban.

7.2. AZ ELEKTROMOS KERÉKPÁR ÜZEME

A TUHH egyik tanulmánya szerint, mely során 6 tesztalannyal pedálynomaték-szenzoros és elektromos teljesítménymérési módszerrel valós körülmények között mértek, tipikus esetben a hosszú távon jellemző ráségítés mértéke 2:1 arányban állt egymással, vagyis ha 100 W teljesítményt adunk le a lábunkkal, akkor a villanymotor 200 W teljesítményt fog nyújtani.

Ezt a 22 km/h sebességre alkalmazva (25 km/h pedelec, EPAC) a 95 Wattos összteljesítményből 63 W villanymotor-teljesítményt és 32 W pedál-teljesítményt jelent. Innen a használatból eredő energiaigény 100 kilométerre vetítve 0,291 kWh és 0,145 kWh a villanymotor és a láb hajtásából. Ez az energiaigény a hajtott keréken jelenik meg, innen a hajtáslánc, a villanymotor és az ember hatásfokával visszaszámolva kapjuk meg a bruttó energiaigényeket:

- ember bruttó energiaigénye (tápérték): 0,69 kWh (591 kcal)
- villanymotor energiaigénye: 0,39 kWh

Mivel az üzem során az ember továbbra is karbonsemleges a körfolyamat szempontjából, csak a villamosenergia-felhasználással társul kibocsátás az üzemfázisban. Az elektromos kerékpárokon nem jellemző regeneratív fékezés, így extrém domborzati viszonyok között energiaigény- növekedéssel kell számolnunk. Magyarországi viszonyok között azonban ez a tényező nem számottevő.

7.3. ENERGIAELLÁTÁS

A kerékpáros élelmezésének energiaigénye és kibocsátása a kerékpározással azonos módon határozható meg, a bevitt kalóriaszám alapján.

Ha közművi hálózatról töltjük az elektromos kerékpárt, a villanymotor energiaigényéből származó WTT-háttérfolyamat meghatározó eleme a közüzemi hálózat energiavesztesége és a töltési veszteség. A közüzemi hálózat vesztesége a 4.2.1. fejezetben meghatározott érték, valamint Arango et al 2021 tanulmánya szerint a töltés hatásfoka vehető 85,77%-nak, tehát a veszteség 14,23%.

Abban az esetben, ha szigetüzemű napelemes rendszerről töltjük, a hálózat vesztesége gyakorlatilag elhanyagolható, csak a töltési hatásfokot kell figyelembe venni.

A motor energiafogyasztásának és a veszteségtényezőknek a szorzata adja a teljes üzemanyagszállítással kapcsolatos energiaigényt. Ezt az energiaigényt az áramforrástól függően

- a közüzemi hálózat átlagos, elmúlt két évre vett karbonintenzitásával vagy
- a szigetüzemű napelemrendszer életciklusszintű karbonintenzitásával felszorozva kapjuk a WTT-kibocsátásértékeket.



7.4. AZ ELEKTROMOS KERÉKPÁR ELŐÁLLÍTÁSA ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A kerékpár értékeinek és egy átlagos méretű (625 Wh) akkumulátor értékeinek összegéből határoztuk meg a nyersanyag-kitermelésből, gyártásból és az életciklus végéből adódó értékeket. Az elektromos járművekben használt lítium-ion-technológia fajlagos energiaigénye 1153,6 kWh/kWh [Thomitzek et al (2019) Cradle-to-Gate analysis], valamint a vele járó kibocsátás 175 kg CO₂ eq/kWh [Hall D., Lutsey N. (2018)].

Élettartam (km)	Energiaigény (kWh)	Kibocsátás (kg CO ₂ eq)
20 000	1265	254

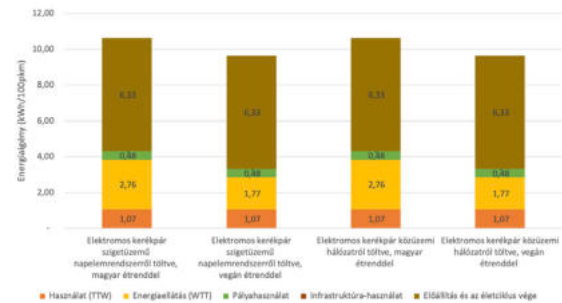
A kerékpár élettartamát 20.000 km-re vettük, a legtöbb tanulmány ezt a méretezési élettartamot említi, ez az élettartam elérhető akkumulátorcseré nélkül.

7.5. AZ ELEKTROMOS KERÉKPÁR ÚTHÁLÓZAT-HASZNÁLATA

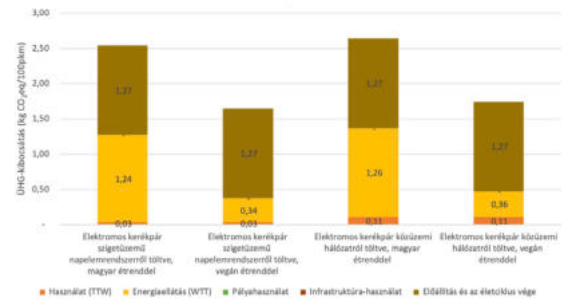
Az Ecoinvent adatbázisaiból egy városi elektromos kerékpárra határoztuk meg az útépitésből és útkarbantartásból adódó értékeket, a korábban említett 20.000 kilométeres élettartamra. Az elektromos kerékpár úthasználata 5,29*10⁻⁵ ma, amit az 5. fejezetben leírtaknak megfelelően alkalmaztunk a kalkulációban.

7.6. AZ ELEKTROMOS KERÉKPÁROZÁS TELJES ENERGIAIGÉNYE ÉS KIBOCSÁTÁSA

Mind a kerékpáros és a villanymotor energiaforrására két esetet elemeztünk az elektromos kerékpárok vizsgálatakor. Normál magyar étrendű, vegán kerékpáros, illetve közüzemi hálózatról és szigetüzemű napelemes rendszerről töltött esetek variációira hoztuk ki az alábbi eredményeket.



5. ábra - Az elektromos kerékpározás energiaigénye



6. ábra - Az elektromos kerékpározás kibocsátása

8. ELEKTROMOS ROLLER

8.1. ENERGIAHORDOZÓ, HATÁSFOK

Az elektromos rollerek teljes egészében villamosenergia-üzemű akkumulátoros járműveknek tekinthetők. Bizonyos modellek indulásához szükséges a belökés, de ez a fizikai munka a teljes energiafogyasztás kereteit vizsgálva elhanyagolandó. A mai rollerek számos különböző típusú és technológiájú villanymotorral vannak ellátva (szénkefés, szénkefe nélküli szenzoros vagy szenzor nélküli egyenáramú motorok a jellemzőek), és hatásfokuk kb. 50-60%-nak vehető. Ezek a DC motorok az akkumulátor feszültség szintjén üzemelnek, tehát nincs köztük DC-DC konverter. Hajtáslánc vagy hajtómű is előfordulhat bizonyos modelleken, ezeknek a hatásfoka 90-95%-os érték körül mozog.

8.2. AZ ELEKTROMOS ROLLER ÜZEME

A jármű üzeme során az akkumulátor táplálja a villanymotort a gázkar szabályozásának megfelelő teljesítménnyel. A Magyarországon értékesített elektromos rollerek túlnyomórészt 25 km/h korlátozással vannak ellátva, ezért – hasonlóan az elektromos kerékpárokhoz – itt is a 25 km/h korlátozású modelleket és az ehhez tartozó kb. 22 km/h átlagsebességet jelöltük ki. A légellenállás során számításba kerülő keresztmetszet közel megegyező lesz a teljesen felegyenesedett ülés-pozíciójú kerékpárossal.

Severengiz et al (2020) által megjelölt, teljes élettartam során az átlagos üzemi energiafogyasztás 15 Wh/km, vagyis 1,5 kWh/100pkm. Ez a fogyasztás az elektromos roller akkumulátorából kivett energiával egyezik meg, tehát a villanymotor (esetlegesen a hajtáslánc) hatásfoka ezen felül már nem veendő számításba.

Az elektromos rollereken nem jellemző regeneratív fékezés, így extrém domborzati viszonyok között energiaigény-növekedéssel kell számolnunk. Magyarországi viszonyok között azonban ez a tényező általában nem számottevő.

8.3. ENERGIAELLÁTÁS

Ha közművi hálózatról töltjük az elektromos rollert, a villanymotor energiaigényéből származó, WTT-háttérfolyamat meghatározó eleme a közüzemi hálózat energiavesztése és a töltési veszteség. A közüzemi hálózat vesztesége a 4.2.1. fejezetben meghatározott érték, valamint a technológia hasonlósága miatt a töltés hatásfoka vehető 85,77%-nak az elektromos kerékpár töltésével identikusan, tehát a veszteség 14,23%.

Abban az esetben, ha szigetüzemű napelemes rendszerről töltjük, a hálózat vesztesége gyakorlatilag elhanyagolható, csak a töltési hatásfokot kell figyelembe venni.

A motor energiafogyasztásának és a veszteségtényezőknek a szorzata adja a teljes üzemanyagszállítással kapcsolatos energiaigényt. Ezt az energiaigényt az áramforrástól függően

- a közüzemi hálózat átlagos, elmúlt két évre vett karbonintenzitásával vagy
- a szigetüzemű napelemrendszer életciklusszintű

karbonintenzitásával felszorozva kapjuk a WTT-kibocsátásértékeket.

8.4. AZ ELEKTROMOS ROLLER ELŐÁLLÍTÁSA ÉS ÉLETCIKLUSÁNAK VÉGE

Teljes életciklus-elemzés és Ecoinvent-adatok hiányában a kerékpár értékeinek és egy átlagos méretű (250 Wh) akkumulátor értékeinek összegéből határoztuk meg a nyersanyag-kitermelésből, gyártásból és az életciklus végéből adódó energiaigény-adatokat. Az elektromos járművekben használt lítiumion-technológia fajlagos energiaigénye 1153,6 kWh/kWh [Thomitzek et al (2019) Cradle-to-Gate analysis], valamint az életciklus végének energiaigénye [Severengiz et al] 2,7 kWh- ban határozható meg [Gebhardt et al (2022)].

Egy roller teljes életciklusa alatt 590 kg CO₂eq kibocsátást határozható meg, melynek 72%-át a nyersanyag-kitermelésre és gyártásra könyvelhető el, tehát az ezzel járó teljes kibocsátás 424,8 kg. Egy TIER-VI LCA-elemzése [Schünemann et al (2022)] során az életciklus végével járó kibocsátást 1,35 kg CO₂-ben határozták meg.

Élettartam (km)	Energiaigény (kWh)	Kibocsátás (kg CO ₂ eq)
10 000	836	426,15

Az elektromos roller élettartamát 10.000 km-re vettük, a legtöbb tanulmány ezt a méretezési élettartamot említi, ez az élettartam elérhető akkumulátorcsere nélkül.

8.5. AZ ELEKTROMOS ROLLER ÚTHÁLÓZAT-HASZNÁLATA

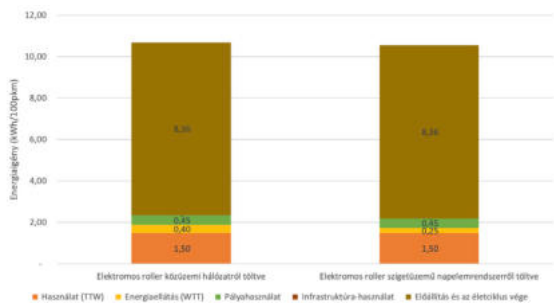
Elektromos rollerre vonatkozó teljes életciklusos elemzés és Ecoinvent-adatok hiányában ezeket az adatokat a kerékpár úthasználatával megegyezőnek tekintettük a hasonló tengelyterhelés miatt.



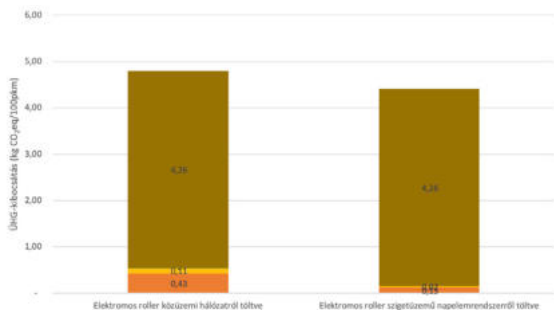
8.6. AZ ELEKTROMOS ROLLEREZÉS TELJES ENERGIAIGÉNYE ÉS KIBOCSÁTÁSA

Az elektromos roller teljes életciklusát két esetre vizsgáltuk meg:

- közüzemi hálózatról való töltésre és
- szigetüzemű napelemrendszerről való töltésre.



7. ábra – Az elektromos roller energiaigénye



8. ábra – Az elektromos roller kibocsátása

9. MOTORKERÉKPÁR

9.1. ENERGIAHORDOZÓ, HATÁSFOK

A motorkerékpárok szinte kizárólag benzinüzeműek, rendkívül ritka esetben alkalmaznak másfajta üzemanyagot. Felépítés szerint rengeteg különböző fajta motor létezik, mind tömegben és hengerűrtartalomban hatalmas szórást kapunk. A tanulmány az 50–150 cm³ méretű, vegyesen kétütemű és négyütemű motorokra fókuszált, és az ezen motorokra jellemző adatokat dolgozta fel az Ecoinvent adatbázisai alapján. A motorkerékpárok belső égésű motorjának kalorikus hatásfoka 20 és 40% között mozog.

9.2. A MOTORKERÉKPÁROK ÜZEME

Üzem során a motorblokk hengerében vagy hengereiben üzemanyagot égetünk el, mely során az expanzió hatására mozgási energiát és hőt nyerünk. Az energiadefiníció ilyen szempontból minden belső égésű motornál hasonló. A motorkerékpároknál az átlagos fogyasztást 3,5 l/100p-km-re vettük, ahogyan az Ecoinventben szereplő LCA-elemzésben is tették. A benzin fűtőértékéből és fajlagos ÜHG-kibocsátási értékeiből az üzemmel kapcsolatos energiadefiníció és a kibocsátás meghatározható. Az így kapott értékek a kismotorok átlagos felhasználásából eredő fogyasztásra és kibocsátásra mutatnak rá, és az értékek egyenes arányosságban állnak a vizsgált specifikus motorkerékpár fogyasztásával, így 50%-kal alacsonyabb, vagy akár 200%-kal magasabb eredményeket is kaphatunk bizonyos motorok esetén.

9.3. ENERGIAELLÁTÁS

A benzin előállításával (kitermelés, szállítás, finomítás, fehéráru-szállítás) a 4.1.1. fejezetben foglalkoztunk. Az ott meghatározott fajlagos adatok és a korábban említett átlagos fogyasztás ismeretében a WTT-energiaigény és a kibocsátás meghatározható.

9.4. A MOTORKERÉKPÁROK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A teljes nyersanyag-kitermelési, gyártási és az életciklus végi folyamat energiaigénye és kibocsátása az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva, a 9.1. fejezetben említett paraméterű motorkerékpár-csoportra.

9.5. A MOTORKERÉKPÁROK ÚTHÁLÓZAT-HASZNÁLATA

Az úthálózat-használat az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva, a 9.1. fejezetben említett paraméterű motorkerékpár-csoportra.

9.6. A MOTOROZÁS TELJES ENERGIAIGÉNYE ÉS KIBOCSÁTÁSA

Az értékek a megfelelőbb szemléltetés érdekében a 10.6. fejezetben találhatóak, az elektromos motorkerékpárok eredményeivel közös diagramokon.

10. ELEKTROMOS MOTORKERÉKPÁR

10.1. ENERGIAHORDOZÓ, HATÁSFOK

Az elektromos motorok teljes egészében villamosenergia-üzemű akkumulátoros járműveknek tekinthetők. A mai motorok számos különböző technológiájú villanymotorral vannak ellátva (szénkefés, szénkefe nélküli szenzoros vagy szenzor nélküli egyenáramú motorok a jellemzőek), és hatásfokuk kb. **87-90%-**nak vehető. Ezek a DC motorok az akkumulátor feszültségszintjén üzemelnek, tehát nincs köztük DC-DC konverter. Lánchajtás vagy bordásszíjhajtás előfordulhat, ezeknek hajtáslánc-hatásfoka 90-95% körüli értékűnek vehető, az agymotoros modelleknél nem kell különösebb mechanikai veszteségekkel számolni.

10.2. AZ ELEKTROMOS MOTOR-KERÉKPÁROK ÜZEME

A jármű üzeme során az akkumulátor táplálja a villanymotort a gázkar szabályozásának megfelelő teljesítménnyel. A Magyarországon értékesített elektromos motorok túlnyomórészt 45 km/h és 90 km/h közötti korlátozással vannak ellátva, így ennek megfelelően a tanulmány ezen járművek jellemző adatait dolgozza fel.

Anne de Bortoli (2021) életciklus-elemzéses tanulmánya szerint az elektromos motorok átlagos fogyasztása vehető 3,3 kWh/100pkm értékűnek. Ez a fogyasztás az elektromos roller akkumulátorából kivett energiával egyezik meg, tehát a villanymotor (esetlegesen a hajtáslánc) hatásfoka ezen felül már nem veendő számításba.

Az elektromos motorokon egyes modelleken megtalálható a regeneratív fékezés, így extrém domborzati viszonyok között sem kell nagy fogyasztásbeli eltérésekkel számolnunk.

10.3. ENERGIAELLÁTÁS

Ha közművi hálózatról töltjük a motort, a villanymotor energiaigényéből származó, WTT-háttér-folyamat meghatározó eleme a közüzemi hálózat energiavesztesége és a töltési veszteség. A közüzemi hálózat vesztesége a 4.2.1. fejezetben meghatározott érték, valamint a technológia hasonlósága miatt a töltés hatásfoka vehető

85,77%-nak az elektromos kerékpár töltésével identikusan, tehát a veszteség 14,23%.

Abban az esetben, ha szigetüzemű napelemes rendszerről töltjük, a hálózat vesztesége gyakorlatilag elhanyagolható, csak a töltési hatásfokot kell figyelembe venni.

A motor energiafogyasztásának és a veszteségtényezőknek a szorzata adja a teljes üzemanyagszállítással kapcsolatos energiaigényt. Ezt az energiaigényt az áramforrástól függően

- a közüzemi hálózat átlagos, elmúlt két évre vett karbonintenzitásával vagy
- a szigetüzemű napelemrendszer életciklusszintű karbonintenzitásával

felsorozva kapjuk a WTT-kibocsátás-értékeket.

10.4. AZ ELEKTROMOS MOTOR-KERÉKPÁROK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A teljes nyersanyag-kitermelési, gyártási és az életciklus végi folyamat energiaigénye és kibocsátása az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva, a 10.2. fejezetben említett paraméterű elektromos motorkerékpár-csoportra. A motorkerékpárok élettartama 50.000 km-ben és akkumulátorainak élettartama 25.000 km-ben határozható meg, tehát a teljes élettartam alatt feltételezhető, hogy két akkumulátorcsoportot használunk fel.

10.5. AZ ELEKTROMOS MOTOR-KERÉKPÁROK ÚTHÁLÓZAT-HASZNÁLATA

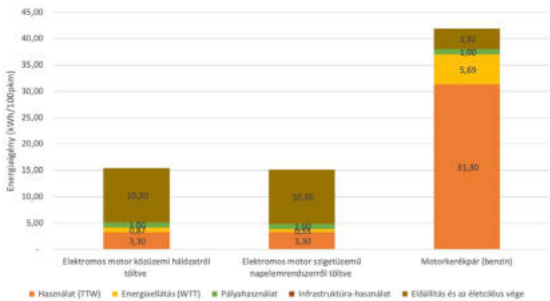
Az úthálózat-használat az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva, a 10.2. fejezetben említett paraméterű elektromos motorkerékpár-csoportra.

10.6. AZ ELEKTROMOS MOTOROZÁS TELJES ENERGIAIGÉNYE ÉS KIBOCSÁTÁSA

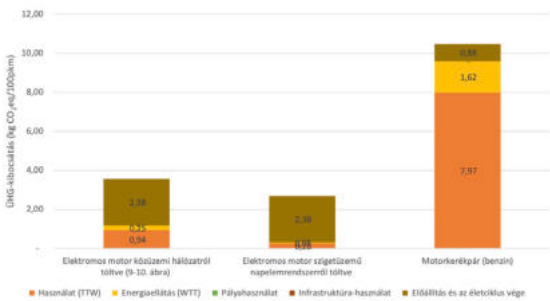
A járművek teljes életciklus-elemzéses energi-
aigényét és kibocsátását két esetre vizsgáltuk
meg:

- közüzemi hálózatról való töltésre és
- szigetüzemű napelemrendszerről való
töltésre.

A kapott eredményeket végül összevetettük a
hagyományos belső égésű motorral szerelt mo-
torkerékpárok eredményeivel.



9. ábra - A motorkerékpár energiaigénye



10. ábra - A motorkerékpár kibocsátása

11. BKK-METRÓ

11.1. ENERGIAHORDOZÓ, HATÁSFOK

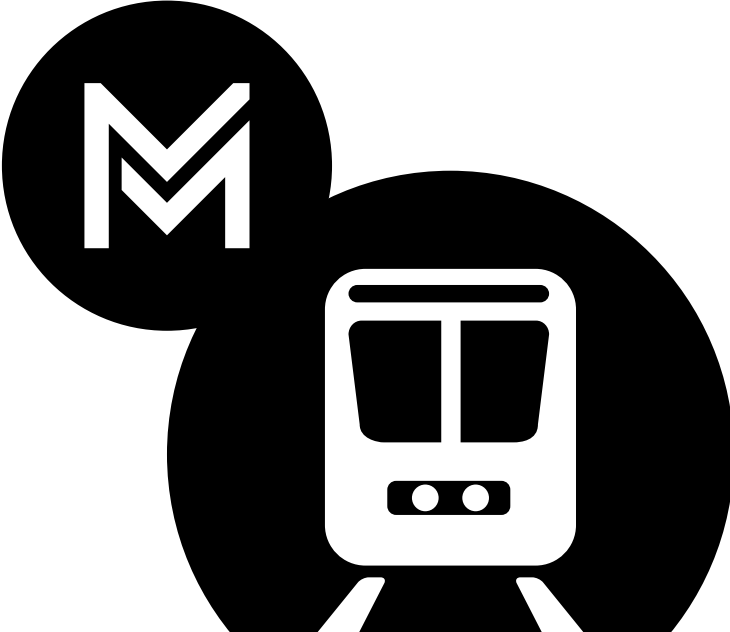
A metrók üzemanyaga teljes egészében köz-
üzemi villamos energia, melyet a BKK a villa-
mosenergia-szolgáltatóktól vételez. Belső villa-
mosenergia-fejlesztés a vállalatnál nem létezik.
A metrók ellátása egyenirányítás után belső há-
lózaton keresztül történik az 1-es metró esetén
600V DC-n felsővezetéken keresztül, míg a 2-es,
3-as és 4-es metró esetén 825V DC-n harmadik
sínen keresztül. Az egyenáramot innen inverte-
rek segítségével (terheléstől függően 90-97%
hatásfok) alakítják át háromfázisú váltóárammá,
amely táplálja a szerelvényt hajtó aszinkronmo-
torokat. Ezen aszinkronmotoroknak igen ma-
gas a hatásfoka, jellemzően 95-97%-ra tehető.
Az M3-as metró felújítása óta minden szerelvén-
yen van regeneratív fékezés, ami hasznosítja
a metró kinetikus energiáját és visszatáplál az
egyenáramú hálózatra.

11.2. A METRÓK ÜZEME

Minden metróhoz pontos adatot kaptunk éves
bruttó energiafogyasztásra, a rendezésből eredő
üresjáratok arányára, az éves bruttó futásteljesít-
ményére és az egyes szerelvények éves átlagos
telítettségére. Ezek ismeretében a hasznos utas-
kilométer-számokat kinyerhetjük, melyre fajla-
gosíthatjuk az éves energiafogyasztást. A bruttó
energiafogyasztást redukálni kell az AC-DC át-
alakítás, az egyenáramú metróhálózat és a met-
róinverter veszteségeivel. Ebből és a közüzemi
hálózat karbonintenzitásából számolva megkap-
juk a teljes, üzemmel kapcsolatos kibocsátást is.

11.3. ENERGIAELLÁTÁS

A WTT-megközelítés során számításba kell venni
a közüzemi elosztóhálózat, az AC-DC átalakítás,
a metró egyenáramú hálózatának és a metró in-
verterének veszteségeit. Az AC-DC átalakítás ha-
tásfoka kb. 95%-ra tehető, míg a metró egyená-
ramú hálózatának becsült vesztesége 3%, vagyis
a villamosenergia-szállítás 97%-os hatásfokra te-
hető. Az inverterhatásfok figyelembevételével
a vételezés pontjától nézve ezek eredően
86%-os hatásfokot adnak, míg a közüzemi hálózat
veszteségét a 4.2.1. fejezetben határoztuk meg.



11.4. A METRÓ ELŐÁLLÍTÁSA ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A metró teljes előállítási energiaigényét és kibocsátását a vasúti motorkocsis szerelvények LCA-adataiból, a tömegarányal egyenes arányba hozva határoztuk meg. Mivel ezen szerelvények között anyagösszetételben nincsenek jelentős eltérések, így ez a becslés várhatóan nagy pontossággal közelíti a valós adatokat.

Az átlagos, járművenként közölt összesített futásteljesítményeket az átlag járműéletkor ismeretében extrapoláltuk 60 évre, amellyel az élettartama alatt nyújtott utaskilométer-szám is becsülhető.

11.5. A METRÓK PÁLYA- ÉS PÁLYAINFRASTRUKTÚRA-HASZNÁLATA

A metróvonalak kiépítése hatalmas földmunkákat, óriási mennyiségű nyersanyagot vonz magával, melynek jelentős energiaigénye van, és a kibocsátás is számottevő. Az adatbeszerzés során nem kaptunk ezekhez releváns adatokat, így irodalomkutatás és az Ecoinvent segítségével szereztünk adatokat. Egy releváns szakirodalom [Li et al (2016)] a sanghaji metró infrastruktúra-kiépítésének ÜHG-kibocsátását vizsgálta, melynek eredményeként a föld alatti szakaszok kibocsátását 5 041 210 kg-ban fajlagosította egy kilométer pályaszakaszra. Energiaigényre releváns adatot nem találtunk szakirodalomban, viszont az Ecoinvent által autópálya-alagútra adott eredmények CO₂-kibocsátása hasonló volt Li et al (2016) adataihoz: 5 820 000 kg/pályakm. Ennek megfelelően az autópálya-alagút építéséhez szükséges kilométerenkénti energiaigényt (9 111 000 kWh/pályakm) a kibocsátásértékekkel arányosan redukáltuk, így a kapott energiaigény 7 891 832 kWh/pályakm. Az egyes metrók vonalhosszaival felszorozva megkapjuk a teljes építés adatait. A metróhálózat minimum méretezési élettartama 60 év, így a kibocsátást tudjuk évre fajlagosítani, innen pedig az éves utaskilométer-adatok ismeretében megkapjuk az utaskilométerre vetített adatokat.

11.6. A METRÓK INFRASTRUKTÚRA-ÜZEMELTETÉSE

A BKK a vontatási energiaigényhez viszonyítva adta meg az utas-infrastruktúra (állomások infrastruktúrája) üzemeltetési villamosenergia-

költségét metróvonalanként. A vontatási energiaigények ismeretében így ismert az utas-infrastruktúra üzemeltetésének villamosenergia-igénye és kibocsátása is.

Az utas-infrastruktúrán felül a járműtelepek energiaigényét tüntette fel az adatszolgáltatásban a BKK. Az energiaigényt metró-járműtelepenként határozták meg a vásárolt villamosenergia-, földgáz- és távhőmennyiséget feltüntetve. A kibocsátási értékeket mindhárom energiaforrás-típusra külön határoztuk meg, ismerve a közüzemi villamosenergia-mix, a földgáztüzelés és a távhő karbonintenzitását.

A közüzemi villamos energia karbonintenzitása a 4.4.2. fejezetben feltüntetett 0,284 kg CO₂/kWh, a földgáztüzelés karbonintenzitása 0,2016 kg CO₂/kWh, míg a kogenerációból nyert távhő karbonintenzitása a 4.5. fejezetben meghatározott exergia-energia arány és az erőművi technológiához tartozó karbonintenzitás szorzata. Mivel az összes metró-járműtelep távhőforrása földgáztüzelésű erőműből származó kogenerációs távhő, így a technológiához tartozó karbonintenzitás 0,58 kg CO₂/kWh [app.electricitymaps.com], tehát a távhő karbonintenzitása 0,128 kg CO₂/kWh.

A székház és a diszpécserház energiaigényét és az ezzel járó kibocsátásokat futásteljesítményarányosan könyveltük el az egyes járműtípusokra.

11.7. EREDMÉNYEK

Az eredményeket az összes BKK-járáttal együttvéve a 13.7. fejezetben jelenítjük meg.



12. BKK-VILLAMOS

12.1. ENERGIAHORDOZÓ, HATÁSFOK

A villamosok üzemanyaga teljes egészében közüzemi villamos energia, melyet a BKK a villamosenergia-szolgáltatóktól vételez. Belső villamosenergia-fejlesztés a vállalatnál nem létezik. A metrók ellátása egyenirányítás után belső hálózaton keresztül történik egységesen 600V DC-n felsővezetéken keresztül. Az egyenáramot a korszerűbb villamosok esetén innen inverterek segítségével (terheléstől függően 90–97% hatásfok) alakítják át háromfázisú váltóárammá, amely táplálja a szerelvényt hajtó aszinkronmotorokat. Ezen aszinkronmotoroknak igen magas a hatásfoka, jellemzően 95–97%-ra tehető. A szerelvények többségén van regeneratív fékezés, ami hasznosítja a villamos kinetikus energiáját és visszatáplál az egyenáramú hálózatra. A régebbi szerelvények esetén még jellemző az egyenáramú motor, ahol IGBT-tranzisztoros egyenáramú szaggatós hajtásrendszer a jellemző, egyes típusoknál regeneratív fékezéssel. A hatásfok itt jellemzően alacsonyabb, a tanulmány az újabb hajtásrendszerek hatékonyságára fókuszál. Megjegyzendő, hogy a BKK adatszolgáltatásában minden energiafogyasztási adat felülről mért adat, tehát a konverterek, inverterek hatásfokának megválasztása kizárólag a TTW/WTT arányának kismértékű változásában mutatkozik meg, a teljes fogyasztási értékekre nem lesz kihatással.

12.2. A VILLAMOSOK ÜZEME

Összesített adatot kaptunk a villamosok éves bruttó energiafogyasztásra, a rendezésből, tanulójáratokból eredő üresjáratok arányára, az éves bruttó futásteljesítményére és az éves átlagos telítettségre. Ezek ismeretében a hasznos utaskilométer-számokat kinyerhetjük, melyre fajlagosíthatjuk az éves energiafogyasztást. A bruttó energiafogyasztást redukálni kell az AC-DC átalakítás, az egyenáramú metróhálózat és a villamos inverter veszteségeivel. Ebből és a közüzemi hálózat karbonintenzitásából számolva megkapjuk a teljes, üzemmel kapcsolatos kibocsátást is.

12.3. ENERGIAELLÁTÁS

A WTT-megközelítés során számításba kell venni a közüzemi elosztóhálózat, az AC-DC átalakítás, a metró egyenáramú hálózatának és a villamos inverternek a veszteségeit. Az AC-DC átalakítás hatásfoka kb. 95%-ra tehető, míg a metró

egyenáramú hálózatának becsült vesztesége 7%, vagyis a villamosenergia-szállítás 93%-os hatásfokra tehető. Az inverterhatásfok figyelembevételével a vételezés pontjától nézve ezek eredően 85%-os hatásfokot adnak, míg a közüzemi hálózat veszteségét a 4.2.1. fejezetben határoztuk meg.

12.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A teljes nyersanyag-kitermelési, gyártási és az életciklus végi folyamat energiaigénye és kibocsátása az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva egy átlagos villamosszerelvényre.

Az átlagos, járművenként közölt összesített futásteljesítményeket az átlag járműéletkor ismeretében extrapoláltuk 60 évre, amellyel az élettartama alatt nyújtott utaskilométer-szám is becsülhető.

12.5. A VILLAMOSOK PÁLYA- ÉS PÁLYAINFRASTRUKTÚRA-HASZNÁLATA

A vasúthasználat az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva.

12.6. INFRASTRUKTÚRA-HASZNÁLAT

Különböző kocsiszínek energiaigényét tüntette fel az adatszolgáltatásban a BKK. Az energiaigényt vásárolt villamosenergia-, földgáz- és távhőmennyiség szerinti bontásban közölték az adatszolgáltatásban. A kibocsátási értékeket mindhárom energiaforrás-típusra külön határoztuk meg, ismerve a közüzemi villamosenergia-mix, a földgáztüzelés és a távhő karbonintenzitását.

A közüzemi villamos energia karbonintenzitása a 4.4.2. fejezetben feltüntetett 0,284 kg CO₂/kWh, a földgáztüzelés karbonintenzitása 0,2016 kg CO₂/kWh, míg a kogenerációból nyert távhő karbonintenzitása a 4.5. fejezetben meghatározott exergia-energia arány és az erőművi technológiához tartozó karbonintenzitás szorzata. Mivel az összes kocsiszín távhőforrása földgáztüzelésű erőműből származó kogenerációs távhő, így a technológiához tartozó karbonintenzitás 0,58 kg CO₂/kWh [app.electricitymaps.com], tehát a távhő karbonintenzitása 0,128 kg CO₂/kWh.

A székház és a diszpécserház energiaigényét és az ezzel járó kibocsátásokat futásteljesítményarányosan könyveltük el a villamosokra.

12.7. EREDMÉNYEK

Az eredményeket az összes BKK-járáttal együttvéve a 13.7. fejezetben jelenítjük meg.

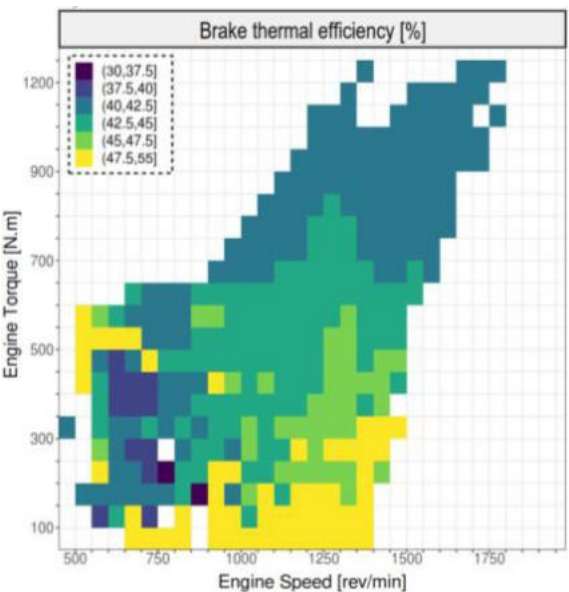
13. BKK-BUSZOK ÉS TROLIBUSZOK

13.1. ENERGIAHORDOZÓK, HATÁSFOK

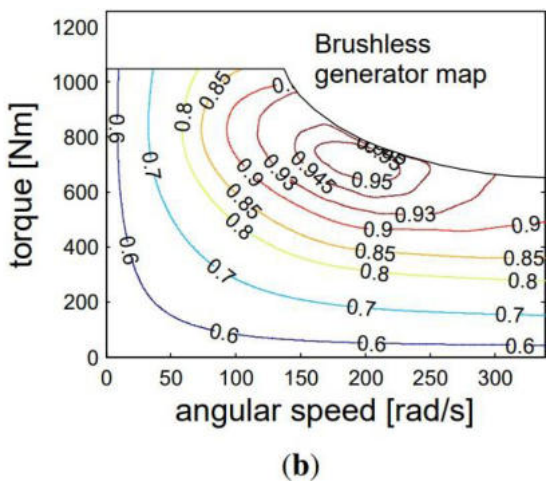
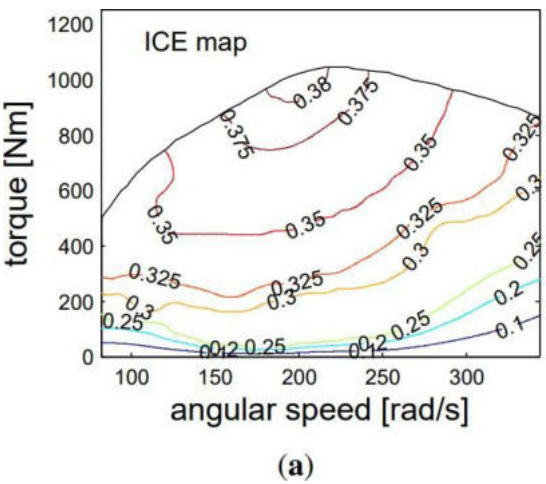
A BKK jelenleg 4 különböző üzemanyaggal-technológiával hajtott buszt üzemeltet:

- gázolaj
- gázolaj-hibrid
- villamos energia - trolibusz
- villamos energia - akkumulátoros elektromos busz
- CNG

Erre az öt különböző autóbustípusra kaptunk adatszolgáltatást. Három autóbustípus tehát belső égésű motorral van felszerelve, így ezeknek a hatásfoka:

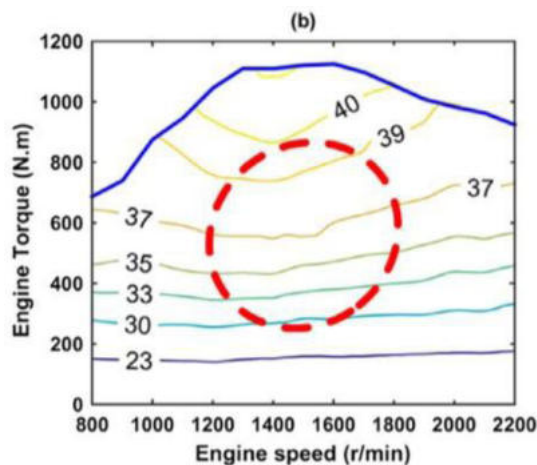


11. ábra Euro 5 dízelmotor hatásfoka [Rosero et al (2020)]



12. ábra - A hibrid buszok belső égésű motorjának és generátorának hatásfokdiagramjai [Bottiglione et al (2014)]

- gázolajos belső égésű motorok: 37-47% [Rosero et al (2020)]
- gázolajos belső égésű motorok generátorral és villanymotorral (hibrid): 30-42%
- a hibrid technológia azért tud mégis magasabb üzemanyag-hatékonysággal üzemelni, mert jóval kevesebb az üzem során a tranzienst és a hatásfokoptimumtól távol eső munkapont. A hibrid buszok belső égésű motorja a hatásfokoptimumban vagy annak közelében üzemel, valamint jellemző a regeneratív fékezés, mellyel visszanyerhető a busz kinetikus energiája. Ez a megoldás nagyban javítja a sűrű megállójú buszok hatásfokát.
- CNG-üzemű belső égésű motorok: 23-41% [Wang et al (2016)]
- Elektromos és trolibuszok: 70-95% [Bottiglione et al (2014)]



13. ábra - CNG-motorok hatásfok-diagramja [Wang et al (2016)]

13.2. BUSZOK ÉS TROLIBUSZOK ÜZEME

Busztípusonként kaptunk adatot a buszok éves bruttó energiafogyasztásra, a rendezésből, tanulójáratokból eredő üresjáratok arányára, az éves bruttó futásteljesítményére és az éves átlagos telítettségre. Ezek ismeretében a hasznos utaskilométer-számokat kinyerhetjük a különböző busztípusokra, melyre fajlagosíthatjuk az éves energiafogyasztást. Az elektromos buszok esetén a bruttó energiafogyasztást redukálni kell a töltési veszteségekkel, trolibuszok esetén a DC/AC átalakítás, az egyenáramú hálózat és a trolibuszok inverterének veszteségével. A belső égésű motoros buszok esetén pedig az elfogyasztott gázolaj energiatartalma megegyezik az üzemmel kapcsolatos energiaigénnyel. Az egyes üzemanyagok karbonintenzitásával és az elektromos buszok esetén a közüzemi hálózat karbonintenzitásával számolva megkapjuk a teljes, üzemmel kapcsolatos kibocsátást is.

Az akkumulátoros elektromos buszok töltési veszteségeit identikusnak vettük az elektromos személygépjárművek átlagos töltési veszteségével (12,5%). A trolibuszok áramellátásának átalakítási veszteségeit azonosnak becsültük a villamosok ugyanezen értékeivel (15%).

13.3. ENERGIAELLÁTÁS

A WTT-megközelítés során a belső égésű motoros buszoknál a gázolaj előállításával (kitermelés, szállítás, finomítás, fehérarú-szállítás) kapcsolatos energiaigényt és kibocsátást kell figyelembe vennünk, melyeket a 4.1.2. fejezetben taglaltunk. Az ott meghatározott fajlagos adatok és a korábban említett átlagos fogyasztás ismeretében a WTT-energiaigény és a kibocsátás meghatározható.

Az elektromos buszok esetében a WTT-energiaigényeket a töltési veszteségek és a közüzemi hálózati veszteségek alapján hoztuk ki a fajlagos üzemi fogyasztási adatokból, míg a trolibuszok esetén a közüzemi VER veszteségein felül a DC/AC átalakítás, az egyenáramú hálózat és a trolibuszok inverterének veszteségei alapján jártunk el. Ezen WTT-energiafogyasztások alapján a közüzemi hálózat karbonintenzitását figyelembe véve a WTT ÜHG-kibocsátás meghatározható.

13.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A dízel és a CNG-üzemű buszok, illetve a trolibuszok teljes nyersanyagkitermelési, gyártási és az életciklus végi folyamataihoz tartozó adatokat az Ecoinvent adatbázisaiból nyertük ki.

A hibrid és az elektromos buszokhoz EPD környezeti terméknnyilatkozatokból nyertük az adatokat, specifikusan a buszállomány modernbb oldalát reprezentáló Mercedes Benz eCitaro és Citaro G buszokra.

Az átlagos, járművenként közölt összesített futásteljesítményeket az átlag járműéletkor ismeretében extrapoláltuk 20 évre, amellyel az élettartama alatt nyújtott utaskilométer-számot becsültük meg.

13.5. A BUSZOK ÉS TROLIBUSZOK ÚTHASZNÁLATA

A buszok úthasználatával járó energiaköltségeket és környezetterhelést az Ecoinvent adatbázisai alapján állapítottuk meg. Az adatbázisban csak kéttengelyű buszra kaptunk eredményt, a csuklós buszok esetén a +1 tengely terhelése az arányosan megnövekedő utasszám miatt nem okoz szignifikáns eltérést.

13.6. INFRASTRUKTÚRA-HASZNÁLAT

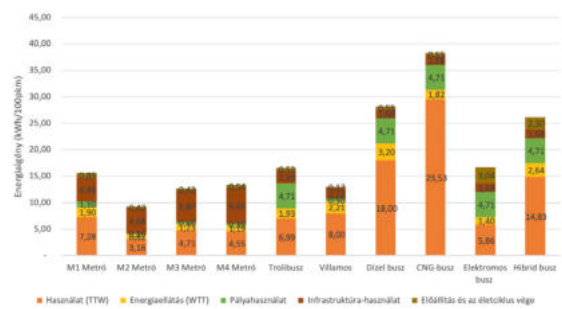
Az egyes buszgarázsok energiaigényét tüntette fel az adatszolgáltatásban a BKK. Az energiaigényt buszgarázsokként határozták meg a vásárolt villamosenergia-, földgáz- és távhőmennyiséget feltüntetve. A kibocsátási értékeket mindhárom energiaforrás-típusra külön határoztuk meg, ismerve a közüzemi villamosenergia-mix, a földgáztüzelés és a távhő karbonintenzitását.

A VER karbonintenzitása a 4.4.2. fejezetben feltüntetett 0,284 kg CO₂/kWh, a földgáztüzelés karbonintenzitása 0,2016 kg CO₂/kWh, míg a kogenerációból nyert távhő karbonintenzitása a 4.5. fejezetben meghatározott exergia-energia arány és az erőművi technológiához tartozó karbonintenzitás szorzata. Mivel az összes járműtelep, buszgarázs, kocsiszín távhőforrása földgáztüzelésű erőműből származó kogenerációs távhő, így a technológiához tartozó karbonintenzitás 0,58 kg CO₂/kWh [app.electricitymaps.com], tehát a távhő karbonintenzitása 0,128 kg CO₂/kWh.

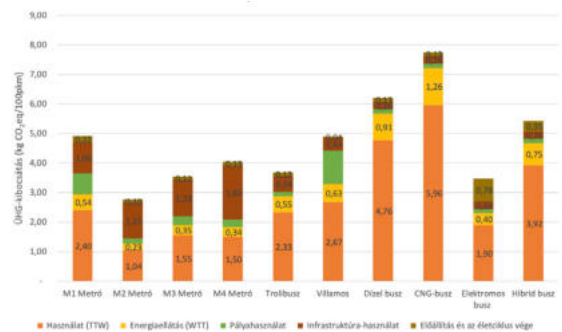
A székház és a diszpécserház energiaigényét és az ezzel járó kibocsátásokat futásteljesítményarányosan könyveltük el az egyes busztípusokra.

Az autóbuszgarázsok energiafogyasztását nem bontottuk a busztípusok szerint, így itt is éves futásteljesítményarányosan történt a számítás.

13.7. EREDMÉNYEK



14. ábra – A BKK járatainak energiaigénye



15. ábra – A BKK járatainak kibocsátása



14. VASÚT

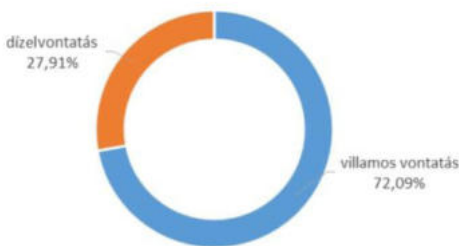
14.1. ENERGIAHORDOZÓK, HATÁSFOK

A vasúti személyszállításnak két fő energiaforrása van:

- közüzemi villamos energia
- gázolaj

Magyarországon a fő vasúti személyszállító, a MÁV-START Zrt. 2022 évi szakreferensi jelentésében e két energiahordozó közötti megoszlását ábrázolta (5. ábra)

MÁV-START személyszállítás energiafelhasználás megoszlása 2022



16. ábra - A személyszállításra fordított energia energiafajták közötti megoszlása [MÁV-START Zrt.]

A villamos vasúti motorkocsik és gépek 25 kV-os váltóáramú hálózatról vételezik a villamos energiát, és a mozdonyok típusától függően ezt egy egyenirányítón bocsátják át az egyenáramú motorokra, vagy egy IGBT frekvenciaváltó segítségével váltóárammal táplálják az aszinkron motorokat. A frekvenciaváltó és a villamos gép hatásfoka 95–97% értékek között mozog, míg a régebbi gépek (pl. a V43) esetén a konverterek és a soros gerjesztésű egyenáramú gépek hatásfoka valamivel alacsonyabb értéket ad, de a tanulmány a korszerűbb hajtásokra fókuszál. Megjegyzendő, hogy a MÁV adatszolgáltatásában minden energiafogyasztási adat felülről mért adat, tehát a konverterek, inverterek hatásfokának megválasztása kizárólag a TTW/WTT arányának kismértékű változásában mutatkozik meg, a teljes fogyasztási értékekre nem lesz kihatással.

14.2. A VASÚT ÜZEME

A tanulmány során a MÁV-START-tól kapott energiafogyasztási adatokat, a 2019-es MÁV-HÉV energiafogyasztási adatot és a KSH utasforgalmi adatait dolgoztuk fel, melyek teljes országos vasúti utasforgalmat mutatnak. A GYSEV utasforgalmi adatait (fogyasztási adatok híján) arra használtuk fel, hogy a KSH országos utasforgalmi adataiból kivonva megkapjuk a MÁV-START és a HÉV utasforgalmát, amihez már volt energiafogyasztás-adatunk a 2018–2022-es időszakra terjedően. A személyszállításra használt energiahordozók mennyisége felülről mért adat, így a villamos fogyasztás esetében az értékeket a belső 25 kV-os hálózat veszteségeivel és az IGBT inverter veszteségeivel kell redukálni, hogy az üzemi energiafogyasztás-értékeket megkapjuk. A 25 kV-os hálózat veszteségeiről nem kaptunk és nem találtunk adatot, így a Network Rail (2012) 25 kV-os vasúti felsővezeték-hálózati veszteségriportban foglalt 5%-os veszteséget alkalmaztuk mi is számításaink során. A megadott éves gázolajfogyasztás-adatok redukálás nélkül társíthatók az üzemi fázissal.

A fogyasztásadatokat és az utaskilométer-adatokat a 2018–2022-es intervallumra átlagoltuk, mellyel egy valósághű fajlagos fogyasztásértéket kaptunk. A kapott átlagos villamosenergia- és gázolajfogyasztási adatokból a VER karbonintenzitásával és a gázolaj fajlagos kibocsátásával számolva kaptuk meg az utaskilométerre vetített ÜHG-kibocsátást.

14.3. ENERGIAELLÁTÁS

A WTT-energiafogyasztás a mozdonyok és motorkocsik inverterének (vagy konverterének), a felsővezeték-hálózat és a VER veszteségtényezőinek szorzatából adódik, az üzemi fogyasztás adataival számszerűsítve.

A kibocsátás értékének kielemezését WTT- és TTW-fázisra a Denkstatt készítette el a cégcsoportnak, így az ott meghatározott 4,5 kg CO₂eq/100pkm értéket vettük alapul, és ebből vontuk ki az üzemi fázisra meghatározott ÜHG-kibocsátást.



14.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A teljes nyersanyag-kitermelési, gyártási és az életciklus végi folyamat energiaigénye és kibocsátása az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva egy motorvonat-szerelvényre. Az 1000 fős ülőhely-kapacitású szerelvény élettartamát 40 évre és 20 millió kilométerre határozták meg.

A MÁV-START által szolgáltatott ülőhely-kilométerek és a KSH-s utaskilométerek arányából az éves átlagos telítettséget határoztuk meg 30,36%-ban a vizsgált 5 évre átlagolva. Ezek alapján az Ecoinvent adatbázisában vizsgált vonat teljes élettartama alatti, ülőhely-kilométerre vonatkozó adatból a teljes élettartam várható utaskilométer-adata nyerhető ki. Ennek ismeretében meghatározható az utaskilométerre vetített, előállításból és az életciklus végéből adódó energiafogyasztás és ÜHG-kibocsátás.

14.5. A VASÚT PÁLYA- ÉS PÁLYA-INFRASTRUKTÚRA-IGÉNYE

A vasútépítés energiaigénye az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva.

A Tuchschnid et al (2011) által vizsgált hét európai ország vasúti pálya-infrastruktúrájának kiépítése nagyon részletes betekintést ad a vasúti infrastruktúra karbonlábnyomáról. A tanulmány által vizsgált hét ország vasútjának kiépítése átlagosan 1,13 kg CO₂eq értékre adódik, melyet jó közelítéssel alkalmazhatunk a hazai vasúti infrastruktúrára.

14.6. INFRASTRUKTÚRA-HASZNÁLAT

A teljes vasúti infrastruktúra energiaellátására a MÁV egy 2019-ben közölt fenntarthatósági kiadványa adott alapot. A jelentésben a MÁV különböző szervezeti egységeinek (MÁV Zrt., MÁV SZK Zrt., MÁV FKG Zrt., MÁV KfV Kft.) energiafogyasztása található, melyek az infrastruktúra-üzemeltetéshez, karbantartási munkálatokhoz, épületüzemeltetéshez kapcsolódnak. Az itt közölt 2019-es fogyasztásadatokat összegeztük, valamint az energiahordozóknak megfelelően a fajlagos kibocsátási értékek ismeretében meghatároztuk az ÜHG-kibocsátási értékeket. Ezt követően a 2019-es utaskilométer-adatokra fajlagosítottunk.



14.7. EREDMÉNYEK

A vasúti személyszállítás eredményeit a Volán eredményeivel együtt közöljük, a 15.6. fejezetben, így a MÁV-VOLÁN eredményei egy lapon találhatóak.

15. AUTÓBUSZ (VOLÁNBUSZ)

15.1. ENERGIAHORDOZÓK, HATÁSFOK

A Volánbusz járműparkja kizárólag gázolajüzemű buszokból áll. A járműparkot folyamatosan újítják, a járművek átlagéletkora és energiahatékonysága egyre javul. A gázolajüzemű motorok hatásfoka vehető 37-47%-nak [Rosero et al (2020)].

15.2. AZ AUTÓBUSZOK ÜZEME

Az autóbuszok energiafogyasztására 2019-es adat állt rendelkezésre a MÁV-VOLÁN csoport fenntarthatósági kiadványából. A KSH a távolsági autóbuszos közlekedés 2019-es utaskilométeradatai alapján meghatározható az utaskilométerenkénti energiafogyasztás, ebből pedig a gázolaj égetésével járó fajlagos kibocsátás ismeretében ismert az utaskilométerenkénti ÜHG-kibocsátás.

15.3. ENERGIAELLÁTÁS

A WTT-megközelítés során a belső égésű motoros buszoknál a gázolaj előállításával (kitermelés, szállítás, finomítás, fehéráru-szállítás) kapcsolatos energiaigényt és kibocsátást kell figyelembe vennünk, melyeket a 4.1.2. fejezetben taglaltuk. Az ott meghatározott fajlagos adatok és a ko-

rábban említett átlagos fogyasztás ismeretében a WTT-energiaigény és a kibocsátás meghatározható.

15.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

A dízel- és CNG-üzemű buszok, illetve a trolibuszok teljes nyersanyag-kitermelési, gyártási és az életciklus végi folyamataihoz tartozó adatokat az Ecoinvent adatbázisaiból nyertük ki.

Egy távolsági busz élettartamát 1,2 millió kilométerre feltételezzük, a mindenkori utastelítettséget pedig az üzem során kapott utaskilométerre vetített energiafogyasztásból és egy átlagos busz vegyes üzemű fogyasztásából (23,08 l/100km, [Che et al (2016)]) számoltuk ki. Ezek alapján a teljes élettartam utaskilométer-adatai meghatározhatók, melyre fajlagosíthatók az Ecoinvent adatbázisának buszgyártásra vonatkozó értékei.

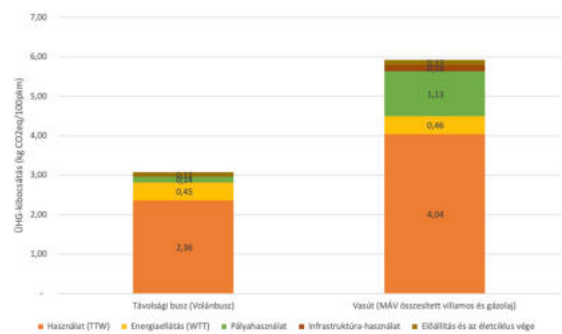
15.5. ÚTHASZNÁLAT

A buszok úthasználatával járó energiaköltségeket és környezetterhelést az Ecoinvent adatbázisai alapján állapítottuk meg. Az adatbázisban csak kéttengelyű buszra kaptunk eredményt, a csuklós buszok esetén a plusz egy tengely terhelése az arányosan megnövekedő utasszám miatt nem okoz szignifikáns eltérést.

15.6. EREDMÉNYEK



17. ábra - A távolsági busz és a vasút energiaigénye



18. ábra - A távolsági busz és a vasút kibocsátása



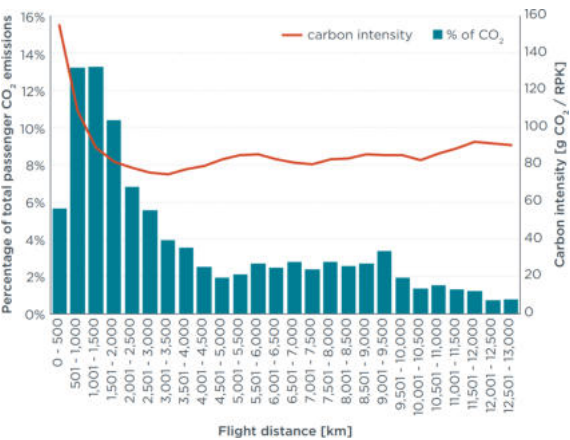
16. REPÜLŐ

16.1. ENERGIAHORDOZÓK, HATÁSFOK

A mai utasszállító repülőek axiálkompresszoros gázturbinákat használnak, melyek az égőtérben kerozint vagy ezt helyettesítő biomassza alapú SAF-et égetnek el. A gázturbinák kompresszorai nagy nyomásaránnyal (36:1 – 50:1) dolgoznak, hatásfokuk 60-70% körüli, az expanziós gépek (turbinák) pedig szintén 60-70% hatásfokkal rendelkeznek. A hajtóművek összhatófoka 30-50% között mozog.

16.2. A REPÜLŐK ÜZEME

Egy repülőút során a gázturbinák energiafogyasztása és kibocsátása nagyban függ a repülési célmagasságban eltöltött idő és a felszállás és leszállás közben eltöltött idő arányától. Graver et al (2019) riportja szerint az eltérés kétszeres is lehet, miután a közepes távú repülés (1500–4000 km) karbonintenzitása 7,5-9,5 kg CO₂eq/100p-km értékek között mozog, míg az 500 km körüli távok esetén ez az érték 15,5 kg CO₂eq/100pkm.



19. ábra – Repülés kibocsátása a repülési hossz függvényében (piros jelölő) [Graver et al (2019)]

A 6. ábra alapján célszerű két fő csoportra bontani a repülés üzemi energiafogyasztását és kibocsátását:

- rövid távú (0-1000 km) és
- középtávú (1500–4000 km) repülésre.

A hosszú távú és középtávú repülés kibocsátása között nincs jelentős eltérés, így annak fajlagos értékeivel külön nem foglalkozunk.

A középtávú repüléshez tartozó energiafogyasztási és kibocsátási adatokat az Ecoinvent adatbázisaiból nyertük ki, a rövid távú repülés kibocsátási adatait Graver et al (2019) az ICCT-nek készített riportjából emeltük át, míg az ehhez tartozó energiafogyasztás-adatot kibocsátásárányosan extrapoláltuk a középtávú repülés energiafogyasztás-adatából.

16.3. ENERGIAELLÁTÁS

A kerozinüzemű repülőek WTT-energiaigényét és kibocsátását a 4.1.3. fejezet alapján határoztuk meg, az SAF-üzemű repülőek WTT-kibocsátását pedig a 4.4. fejezet alapján.

A WTT-energiaigényre nem találtunk releváns adatot, így az etanol-előállítás átlagos fajlagos energiaigényével, 5,87 kWh/l értékkel [Morris D. & Ahmed I. (1992)] számoltunk.

16.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

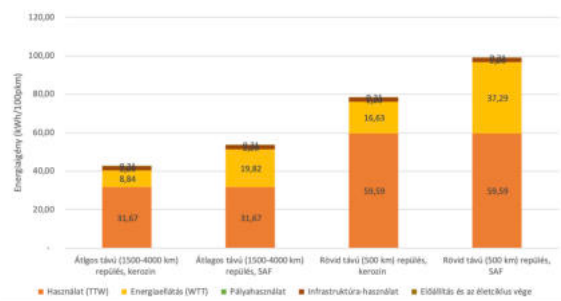
A repülőgépek előállításából és életciklusának végéből származó energiafelhasználási és kibocsátási adatokat az Ecoinvent adatbázisaiból szereztük.

16.5. REPÜLŐTÉRI INFRASTRUKTÚRA-HASZNÁLAT

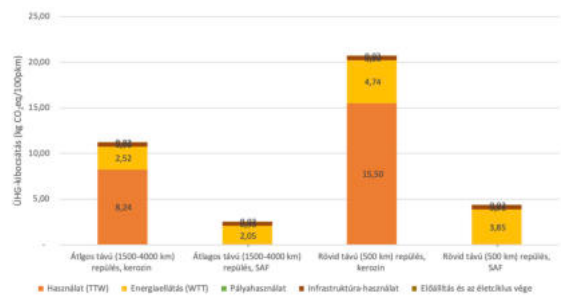
A repülés légikikötőinek infrastruktúra-használati energiaigényét és ÜHG-kibocsátását az Ecoinvent adatbázisaiból szereztük.



16.6. EREDMÉNYEK



20. ábra - A repülés energiaigénye



21. ábra - A repülés kibocsátása

17. BELSŐ ÉGÉSŰ
MOTOROS
SZEMÉLYAUTÓ

17.1. ENERGIAHORDOZÓK,
HATÁSFOK

A tanulmány három üzemanyaggal működő belső égésű motoros személygépjárműre fókuszál:

- benzin,
- gázolaj és
- LPG.

A belső égésű motorok hatásfoka az elmúlt két évtizedben sokat fejlődött, mind dízel-, mind a benzinmotoroknál átlépték már az 50%-os hatásfokot, de a jellemző hatásfokértékek terheléstől és motortípustól függően 20 és 47% közöttiek. LPG-üzemű járművek minden esetben indításkor benzinnel üzemelnek, tehát egy módosított benzinmotort lehet általában LPG-vel üzemeltetni. Az LPG-üzem hatásfoka Hashem et al (2023) szerint 4,52%-kal alacsonyabb a benzin-üzemhez képest.

17.2. A SZEMÉLYAUTÓK ÜZEME

A 2021-től az EU-ban regisztrált személygépjárműveken a gyártóknak kötelező elhelyezniük OBFM fedélzeti fogyasztásmérőt, melynek a gyűjtött adatait a járművek márkaszervizei szolgáltatják az Európai Bizottság részére, amikor a vásárolt járművet a felhasználó szervizbe viszi. Az első adatgyűjtés kiértékelését 2024 márciusában publikálták, 988 231 jármű fogyasztásadataival, melyeknek az átlagát vettük alapul benzin- és gázolajüzemű személygépjárművekre. A riportban az ezzel társuló kibocsátásadatokat is közzétették, melyeknek szintén az átlagát használtuk fel.

Tekintettel arra, hogy fogyasztásban hatalmas szórás van személyautótípusonként, így a szemléltetés céljából az átlagértékek mellett egy SUV fogyasztását és ÜHG kibocsátását is vizsgáltuk a tanulmányban. Az ehhez tartozó átlagfogyasztást a <https://motorandwheels.com/> oldalon található adatokból emeltük át, és határoztuk meg erre az ÜHG-kibocsátást. Mivel a benzines és a gázolajos járművek között nagyon kicsi az üzemi energiafogyasztásban és kibocsátásban az eltérés, az SUV esetében csak a benzines esetet vizsgáltuk.

Az LPG-üzemű járművek fogyasztását nem tartalmazta a jelentés, így azoknak a fogyasztásadatait a <https://de.motor1.com/> valós körülmények között elvégzett tesztjei alapján átlagoltuk, és vettük az LPG fajlagos kibocsátásával számolt ÜHG-kibocsátás-értékeket.

17.3. ENERGIAELLÁTÁS

A belső égésű motorok WTT-energiafogyasztását és kibocsátását a 4.1. fejezetben foglalt arányszámok alapján határoztuk meg.

17.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS
AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

Az autók élettartamát Hawkins et al (2012) tanulmánya alapján 150 000 km-ben határoztuk meg, a teljes gyártáshoz és az életciklus végéhez tartozó energiaigényt MacKay, D. (2012) könyve alapján, valamint a kibocsátást a Fuels Institute (2022) jelentése alapján határoztuk meg az átlagos járművekre mindhárom üzemanyagtípusra.

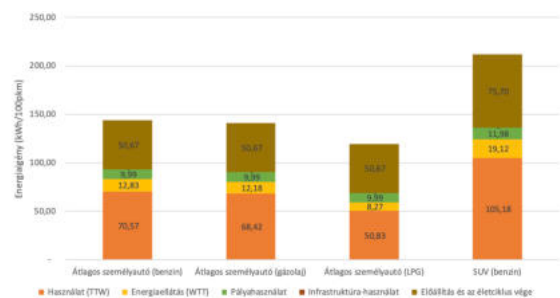
Az SUV esetén az átlagos másfél tonnás autóra vonatkoztatott adatokat tömegarányosan extrapoláltuk, az SUV-k átlagtömegének <https://motorandwheels.com/> szerinti meghatározását követően.



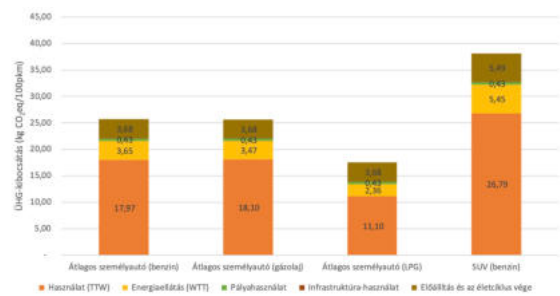
17.5. ÚTHASZNÁLAT

Az úthálózat-használat az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva, a 17.1 fejezetben említett típusú személygépjárművekre.

17.6. EREDMÉNYEK



22. ábra - A belső égésű motoros személyautók energiaigénye



23. ábra - A belső égésű motoros személyautók kibocsátása

18. HIBRID SZEMÉLYAUTÓ

18.1. ENERGIAHORDOZÓK, HATÁSFOK

A tanulmány két különböző üzemanyaggal működő belső lágy és teljes hibrid személygépjárműre fókuszál:

- benzin és
- gázolaj.

A plug-in hibrid járműveket a tanulmányban nem vizsgáltuk, mert az akkumulátoros és a motoros üzemidő közötti aránytól nagymértékben függ szinte minden életszakasz energiaigénye és kibocsátása. A hibrid autók belső égésű motorjának hatásfoka a 17.1. fejezetben megjelölt hatásfokokkal azonos, míg a hozzájuk tartozó generátor, akkumulátor és villanymotor összhatalmossága 75-80%-ra tehető. Ugyan az összhatalmossági arány így alacsonyabb, mint a hagyományos belső égésű motoros autók esetében, de mivel a belső égésű motor a hatásfokoptimumban vagy annak közelében üzemel, ezért az üzem során kedvezőbb az energiaigény és a kibocsátás.

18.2. A HIBRID SZEMÉLYAUTÓK ÜZEME

A 2021-től az EU-ban regisztrált személygépjárműveken a gyártóknak kötelező elhelyezniük OBFCM fedélzeti fogyasztásmérőt, melynek a gyűjtött adatait a járművek márkaszervizei szolgáltatják az Európai Bizottság részére, amikor a vásárolt járművet a felhasználó szervizbe viszi. Az első adatgyűjtés kiértékelését 2024 márciusában publikálták, 88 231 jármű fogyasztásadataival, melyeknek az átlagát vettük alapul a benzin és gázolaj üzemanyagú hibrid személygépjárművekre. A riportban az ezzel társuló kibocsátás-adatokat is közzétették, melyeknek szintén az átlagát használtuk fel.

18.3. ENERGIAELLÁTÁS

A belső égésű motorok WTT-energiafogyasztását és kibocsátását a 4.1. fejezetben foglalt arányszámok alapján határoztuk meg.

18.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

Az autók élettartamát Hawkins et al (2012) tanulmánya alapján 150 000 km-ben határoztuk meg. A teljes gyártáshoz és az életciklus végéhez tartozó energiaigényt MacKay, D. (2012) könyve alapján határoztuk meg, melyben egy normál belső égésű motoros személygépjármű gyártásához és nyersanyag-kitermeléséhez szükséges energiaigény adatát közzétették, amit alapvető energiaigényként kezeltünk. Ehhez az adamasintel.com oldalán közzétett átlagos (lágy

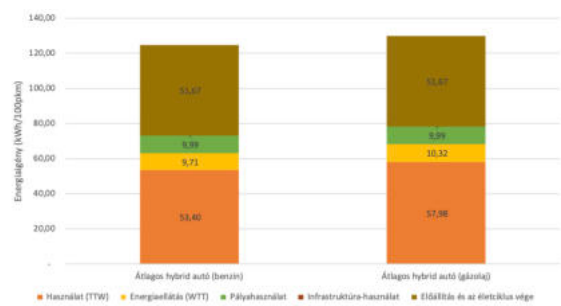
és teljes) hibrid autókhoz tartozó akkumulátor-csomag 1,3 kWh kapacitásából és a Thomitzek et al (2019) tanulmányából származtatott 1153,6 kWh/kWh-akkupacitási értékéből számoltuk az akkumulátorgyártás miatt hozzáadódó energiaigény-értéket. A villanymotor és generátor gyártásának energiaigényét elhanyagoltuk.

A hibrid személygépjárművek teljes gyártáshoz és az életciklus végéhez tartozó kibocsátását a Fuels Institute (2022) jelentése alapján határoztuk meg az átlagos járművekre.

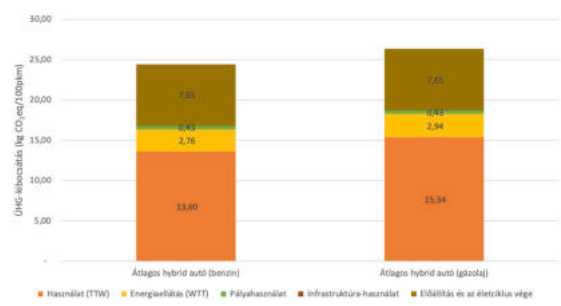
18.5. ÚTHASZNÁLAT

Az úthálózat-használat az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva, a 18.1 fejezetben említett típusú személygépjárművekre.

18.7. EREDMÉNYEK



24. ábra - A hibrid személyautók energiaigénye



25. ábra - A hibrid személyautók kibocsátása

19. ELEKTROMOS SZEMÉLYAUTÓ

19.1. ENERGIAHORDOZÓK, HATÁSFOK

Az elektromos személygépjárművek egyetlen energiaforrása a villamos energia, melyet közüzemi vagy szigetüzemű hálózatról juttathatunk a jármű akkumulátorába. Ezekben a járművekben szinte kizárólag szénkefe nélküli DC motorokat alkalmaznak, melyeknek hatásfoka 80-95% között mozog.

19.2. AZ ELEKTROMOS SZEMÉLYAUTÓK ÜZEME

Az elektromos személygépjárművek fogyasztására egyelőre nem létezik hivatalos, Európai Bizottság által közölt átlagos érték, ezért az ev-database.org által járműtípusonként végrehajtott tesztek és modellezések során nyert átlagos adattal dolgoztunk a tanulmányban. Az ehhez kapcsolódó kibocsátási értékek a töltést adó hálózattól függően változnak, melyeket a 4.2. fejezet alapján határoztunk meg.

19.3. ENERGIAELLÁTÁS

Az elektromos személygépjárművek WTT-energiafogyasztását és kibocsátását a töltési és hálózati veszteségek határozzák meg. A töltési veszteségek kiszámításához Sevdari et al (2023) által közölt, járműtípusonkénti minimális és maximális töltési hatásfokértékeket alkalmaztuk. A tanulmányban 23 jármű töltési hatásfokát közölték, melyeknek átlaga 87,5%, tehát a hálózatról vételezett villamos energia 12,5%-ban veszteségként jelenik meg.

Az üzemi energiaigény és a veszteségszorzatából ezek alapján meghatároztuk a WTT-energiaigényt és az ezzel járó ÜHG-kibocsátást a két lehetséges hálózattípusra.

19.4. ELŐÁLLÍTÁS ÉS AZ ÉLETCIKLUS VÉGE

Az autók élettartamát Hawkins et al (2012) tanulmánya alapján 150 000 km-ben határoztuk meg. A teljes gyártáshoz és az életciklus végéhez tartozó energiaigényt MacKay, D. (2012) könyve alapján határoztuk meg, melyben egy normál belső égésű motoros személygépjármű





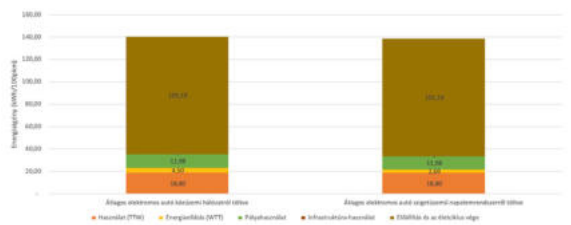
gyártásához és nyersanyag-kitermeléséhez szükséges energiaigény-adatát közölték, amit alapvető energiaigényként kezeltünk. Ehhez az ev-database.org oldalon közölt átlagos (lágú és teljes) hibrid autókhoz tartozó akkumulátor-csomag 71,7 kWh kapacitásából és a Thomitzek et al (2019) tanulmányából származtatott 1153,6 kWh/kWh-akkukapacitás értékéből számoltuk az akkumulátorgyártás miatt hozzáadódó energiaigény-többletet. A villanymotor és generátor gyártásának energiaigényét elhanyagoltuk.

Az elektromos személygépjárművek teljes gyártáshoz és az életciklus végéhez tartozó kibocsátását a Fuels Institute (2022) jelentése alapján határoztuk meg az átlagos járművekre.

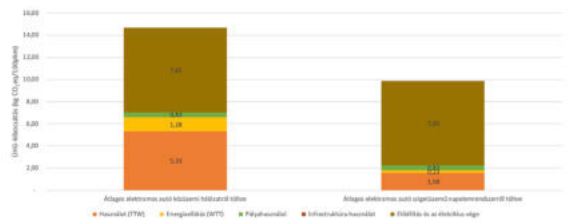
19.5. ÚTHASZNÁLAT

Az úthálózat-használat az Ecoinvent adatbázisa alapján lett meghatározva, a 19.1 fejezetben említett típusú személygépjárművekre.

19.6. EREDMÉNYEK



26. ábra - Az elektromos személyautók energiaigénye



27. ábra - Az elektromos autók kibocsátása

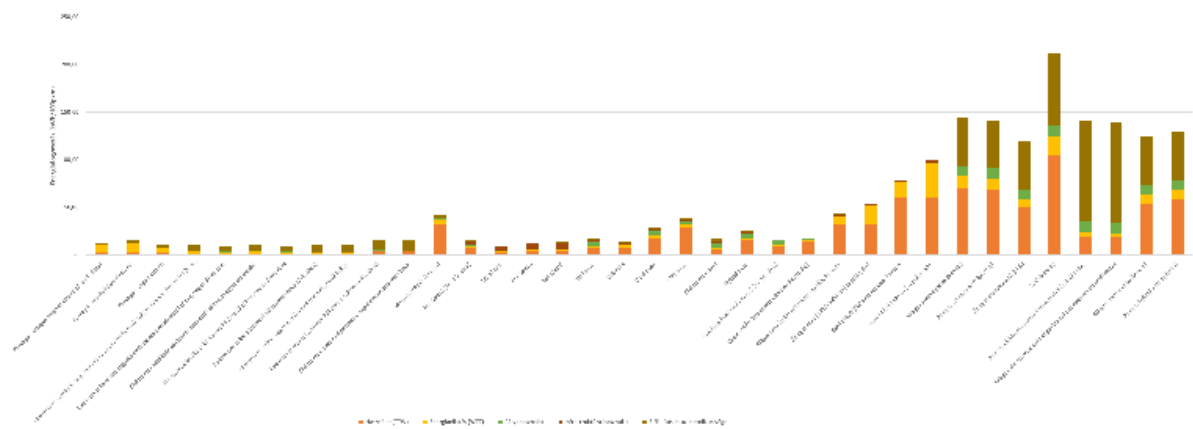
20. AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

6. táblázat – A közlekedési eszközök energiaigénye, kWh/100pkm	Használat (TTW)	Energia-ellátás (WTT)	Pálya-használat	Infra-struktúra-használat	Előállítás +életciklus vége	Összesen
Kerékpár, átlagos magyar étrend	2,04	7,89	0,45	-	2,72	13,09
Kerékpár, marhahúsevő étrend	2,04	10,00	0,45	-	2,72	15,21
Kerékpár, vegán étrend	2,04	4,96	0,45	-	2,72	10,16
Elektromos kerékpár szigetű. Napel.rendszerrel töltve, magyar étrenddel.	1,07	2,76	0,48	-	6,33	10,64
Elektromos kerékpár szigetű. Napel.rendszerrel töltve, vegán étrenddel.	1,07	1,77	0,48	-	6,33	9,65
Elektromos kerékpár közüzemi hálózatról töltve, magyar étrenddel	1,07	2,76	0,48	-	6,33	10,64
Elektromos kerékpár közüzemi hálózatról töltve, vegán étrenddel	1,07	1,77	0,48	-	6,33	9,65
Elektromos roller közüzemi hálózatról töltve	1,50	0,40	0,45	-	8,36	10,70
Elektromos roller szigetüzemű napelemrendszerrel töltve	1,50	0,25	0,45	-	8,36	10,55
Elektromos motor közüzemi hálózatról töltve	3,30	0,87	1,00	-	10,30	15,47
Elektromos motor szigetüzemű napelemrendszerrel töltve	3,30	0,55	1,00	-	10,30	15,15
Motorkerékpár (benzin)	31,30	5,69	1,00	-	3,92	41,92
M1 metró	7,28	1,90	1,10	4,46	0,89	15,62
M2 metró	3,16	0,82	0,26	4,68	0,42	9,34
M3 metró	4,71	1,23	0,46	5,87	0,42	12,70
M4 metró	4,55	1,19	0,39	6,66	0,54	13,32
Trolibusz	6,99	1,93	4,71	2,39	0,52	16,54
Villamos	8,00	2,21	0,50	2,13	0,17	13,00
Dízelbusz	18,00	3,20	4,71	1,68	0,55	28,15
CNG-busz	29,53	1,82	4,71	1,68	0,55	38,30
Elektromos busz	5,86	1,40	4,71	1,68	3,04	16,70
Hibrid busz	14,83	2,64	4,71	1,68	2,30	26,16
Távolsági busz (volánbusz)	8,94	1,59	4,71	-	0,49	15,73
Vasút (MÁV összesített villamos és gázolaj)	13,73	2,41	0,50	0,61	0,53	17,78
Átlagos távú (1500-4000 km) repülés, kerozin	31,67	8,84	-	2,00	0,31	42,82
Átlagos távú (1500-4000 km) repülés, SAF	31,67	19,82	-	2,00	0,31	53,80
Rövid távú (500 km) repülés, kerozin	59,59	16,63	-	2,00	0,31	78,53
Rövid távú (500 km) repülés, SAF	59,59	37,29	-	2,00	0,31	99,20
Átlagos személyautó (benzin)	70,57	12,83	9,99	-	50,67	144,06
Átlagos személyautó (gázolaj)	68,42	12,18	9,99	-	50,67	141,26
Átlagos személyautó (LPG)	50,83	8,27	9,99	-	50,67	119,76
SUV (benzin)	105,18	19,12	11,98	-	75,70	211,99
Átlagos elektromos autó közüzemi hálózatról töltve	18,80	4,50	11,98	-	105,19	140,47
Átlagos elektromos autó szigetüzemű napelemrendszerrel töltve	18,80	2,69	11,98	-	105,19	138,66
Átlagos hibrid autó (benzin)	53,40	9,71	9,99	-	51,67	124,76
Átlagos hibrid autó (gázolaj)	57,98	10,32	9,99	-	51,67	129,96

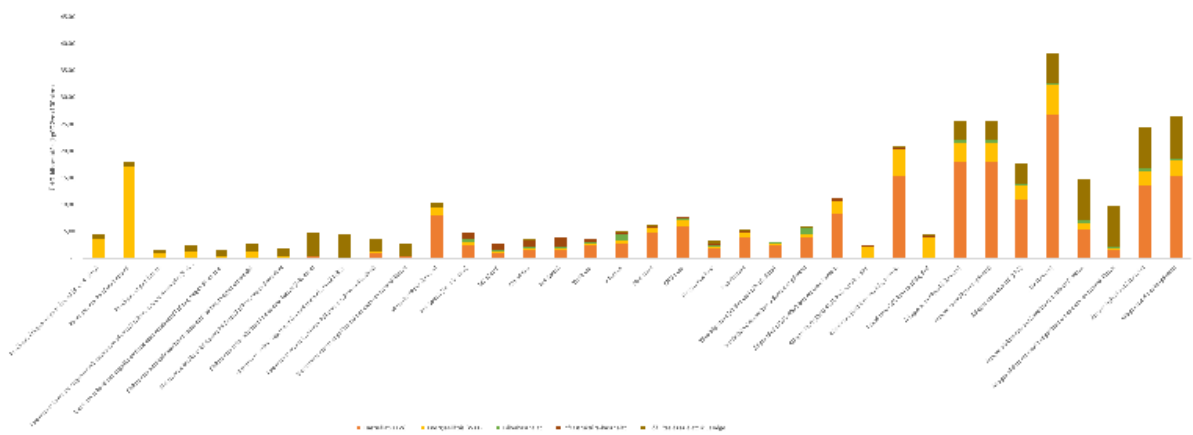
7. táblázat - A közlekedési eszközök kibocsátása (kg CO₂eq/100pkm)

	Használat (TTW)	Energiaellátás (WTT)	Pálya-használat	Infra-struktúra-használat	Előállítás +életciklus vége	Összesen
Kerékpár, átlagos magyar étrend	-	3,65	0,00	-	0,73	4,38
Kerékpár, marhahúsevő étrend	-	17,20	0,00	-	0,73	17,92
Kerékpár, vegán étrend	-	0,99	0,00	-	0,73	1,72
Elektromos kerékpár szigetű. Napel.rendszerrel tölt., magyar étr.	0,03	1,24	0,00	-	1,27	2,54
Elektromos kerékpár szigetű. Napelemrendszerrel töltve, vegán étr.	0,03	0,34	0,00	-	1,27	1,65
Elektromos kerékpár közüzemi hálózatról töltve, magyar étrenddel	0,11	1,26	0,00	-	1,27	2,64
Elektromos kerékpár közüzemi hálózatról töltve, vegán étrenddel	0,11	0,36	0,00	-	1,27	1,74
Elektromos roller közüzemi hálózatról töltve	0,43	0,11	0,00	-	4,26	4,80
Elektromos roller szigetüzemű napelemrendszerrel töltve	0,13	0,02	0,00	-	4,26	4,41
Elektromos motor közüzemi hálózatról töltve	0,94	0,25	0,00	-	2,38	3,56
Elektromos motor szigetüzemű napelemrendszerrel töltve	0,28	0,05	0,00	-	2,38	2,70
Motorkerékpár (benzin)	7,97	1,62	0,00	-	0,88	10,48
M1 metró	2,40	0,54	0,70	1,06	0,22	4,92
M2 metró	1,04	0,23	0,17	1,21	0,10	2,76
M3 metró	1,55	0,35	0,30	1,23	0,11	3,54
M4 metró	1,50	0,34	0,25	1,83	0,13	4,05
Trolibusz	2,33	0,55	0,14	0,54	0,12	3,69
Villamos	2,67	0,63	1,13	0,44	0,04	4,90
Dízelbusz	4,76	0,91	0,14	0,26	0,13	6,21
CNG-busz	5,96	1,26	0,14	0,26	0,13	7,76
Elektromos busz	1,90	0,40	0,14	0,26	0,78	3,48
Hibrid busz	3,92	0,75	0,14	0,26	0,35	5,43
Távolsági busz (volánbusz)	2,36	0,45	0,14	-	0,12	3,08
Vasút (MÁV összesített villamos és gázolaj)	4,04	0,46	1,13	0,16	0,13	5,93
Átlgos távú (1500-4000 km) repülés, kerozin	8,24	2,52	-	0,46	0,03	11,24
Átlagos távú (1500-4000 km) repülés, SAF	-	2,05	-	0,46	0,03	2,53
Rövid távú (500 km) repülés, kerozin	15,50	4,74	-	0,46	0,03	20,72
Rövid távú (500 km) repülés, saf	-	3,85	-	0,46	0,03	4,34
Átlagos személyautó (benzin)	17,97	3,65	0,43	-	3,68	25,73
Átlagos személyautó (gázolaj)	18,10	3,47	0,43	-	3,68	25,67
Átlagos személyautó (lpg)	11,10	2,36	0,43	-	3,68	17,56
SUV (benzin)	26,79	5,45	0,43	-	5,49	38,16
Átlagos elektromos autó közüzemi hálózatról töltve	5,33	1,28	0,43	-	7,65	14,69
Átlagos elektromos autó szigetüzemű napelemrendszerrel töltve	1,58	0,23	0,43	-	7,65	9,89
Átlagos hibrid autó (benzin)	13,60	2,76	0,43	-	7,65	24,45
Átlagos hibrid autó (gázolaj)	15,34	2,94	0,43	-	7,65	26,36

A KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK ENERGIAFOGYASZTÁSA



A KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK ÜHG-KIBOCSÁTÁSA



21. KÖVETKEZTETÉS

Akarunk egy természetközelibb, tisztább és kevésbé meleg bioszférát hátrahagyni utódainknak? Ha igen a válaszunk rá, tulajdonképpen itt van a kezünkben a lehetőség.

A mobilitás jövője a valóban alacsony ÜHG-kibocsátású közlekedési lehetőségekben és az energiahatékony megoldásokban rejlik, melyekkel mi, felhasználók tehetünk a jövőnkért.

2022-ben az EU-ban a közlekedési szektor teljes kibocsátása 803 millió tonna CO₂eq volt. Egy főre vetítve ez 1,79 tonnát jelent. Ehhez képest a teljes kibocsátás 2 725 millió tonna volt, ami egy főre nézve épp 6 tonna.

MacKay, D. (2011) a meglévő klímakutatások alapján a CO₂-kibocsátásának valószínűleg biztonságos csökkentési scénárióit vizsgálva megállapította, hogy ahhoz, hogy biztonsággal 2°C alatt tartsuk a globális felmelegedés mértékét, fejenként és évente 1 tonnára kellene mérsékelnünk a **teljes** kibocsátásunkat. Ezek szerint csak a jelenlegi közlekedésünk okozta szennyezés mértéke már önmagában meghaladja a célértéket. Tételezzük fel, hogy megpróbálunk az unokáinknak egy kevésbé felborult bioszférát hátrahagyni és beszorítani magunkat fejenként ebbe az 1 tonna kibocsátási célértékbe, megtartva a közlekedés és a teljes kibocsátás arányait. Ezzel marad kb. 300 kg kibocsátási keret a közlekedésre. Nézzünk rá az összes közlekedési eszközt összefoglaló diagramra. Láthatjuk, hogy melyik közlekedési eszköz mennyi kibocsátást eredményez a teljes életciklusából adódóan, 100 utaskilométer alatt. A legszembetűnőbb, hogy az SUV-t egyedül használva még 1000 kilométert se tudnánk megtenni egy év alatt a 300 kg-os keretből.

Nézzük meg, mi az, amit tudnánk használni, és miből mennyit, ha szeretnénk tartani ezt a keretet. Látható, hogy ha csak távolsági buszt használnánk, majdnem 10 ezer kilométert is megtehetnénk ebből a keretből. Ugyanez elmondható a vegán „üzemmódú” kerékpározásról, az elektromos kerékpározásról és szigetüzemű napelemrendszerről töltött elektromos motorról, és a metrók egy részéről, trolibuszokról, elektromos buszokról, valamint az SAF-fel hajtott repülőkről, ha közepes távon repülünk. Hogy közepes távon, vagyis hogy egy járáthossz átlagban 3000 km? Nem valószínű, hogy csak egy irányba repülünk, szóval rögtön összejött a 6000 kilométer, és már

el is használtuk a keretünk 50%-át. Ugyanakkor, ha a maradék 150 kg-os keretet vegán módon, szigetüzemű napelemrendszerrel töltött elektromos bringával használjuk el, még mindig mehetünk 9500 kilométert. De ha Berlinbe vagy Isztambulba repülünk kerozinnal hajtott repülővel, akkor rögtön elhasználtunk 200 kg-ot, és már csak 100 kg maradt, hogy autózzunk a kéttonnás elektromos autónkkal 680 km-t, ha közüzemi hálózatról töltjük. De töltjük szigetüzemű napelemről az elektromos autót és használjuk akkor, amikor ketten utazunk! Ekkor az egy főre eső karbonlábnyom csak 5 kg lesz 100 kilométeren, tehát utazhatunk vele 3000 kilométert és még megmaradt a keret fele. Vagy ha mindenki elektromos autózna és a közműről töltené az autóját? Az akkumulátort úgylis itthon gyártják, szóval az itteni hálózatnak „meg kell birkóznia” a teljes életciklussal. Ezzel 100 kilométeren 140 kWh-t használunk (amiből persze a műszerfalán 18-20 kWh-t látunk a kijelzőn, igaz?). Az ország fele, 5 millió ember beül az elektromos autójába és autózik 5 ezer kilométert évente, 150 ezer kilométerenként pedig cseréli az autót. Nem egy földtől elrugaskodott elképzelés, igaz? A számok nem hazudnak: 35 ezer gigawattórát használtunk fel, ha így közlekedünk és cseréljük a gépjárműveket. Magyarország jelenlegi teljes éves villamosenergia-termelését túl is léptük ezzel, úgy, hogy ennek csak a felét tudta adni a Paksi Atomerőmű. De hisz lesz Paks 2, az mindent megold – nyugtathatjuk magunkat. Paks 2 mindössze 20%-kal fog több villamos energiát termelni, mint az 1-es erőmű, az együttes üzem pedig mindössze pár évig tarthat majd.

Ha napi 20 km ingázást veszünk figyelembe, vajon ugyanígy nézne ki az összehasonlítás? Ha 20 kilométert kerékpározunk, kevesebb, kb. egy óra alatt, és ezzel elégítjük ki a minimális napi mozgásigényünket, akkor vajon a kerékpározásra kell elkönyvelnünk az ételmezésből adódó energiaigényt és kibocsátást? Nem vagyok benne biztos. De elmehetünk autóval a konditerembe és használhatjuk 1 órát a futógépet is, és akkor nem csak az oda-vissza utazással, hanem az edzéssel is fogyasztjuk a keretünket, ráadásul a drága időnket is elpocsékoltuk.

A tömegközlekedési eszközök telítettsége csak növekszik, amennyiben mi is felszállunk rá, melylyel az utaskilométerenkénti fogyasztást és kibocsátást csökkentjük. Ezt persze bizonyos hisztérikussal leköveti a járatsűrítés, de ennek is vannak korlátai. Ugyanakkor az „az a járat akkor is elindul, ha én autózom” állítás is igaz, viszont az efféle kollektív döntéshozatalt járatritkítás követi, ismét stagnáló fajlagos energiafogyasztással és kibocsátással.



Ez alól kivétel a repülés, ahol már a tanulmány háttérszámításaiban 85%-os telítettséget vettünk alapul, így itt különösebb telítettség-növekedési potenciál nincsen, mellyel alacsonyabbra faraghatnánk az energiaigényt és kibocsátást.

Azt gondolom, a képlet egyszerű: ha a jelenlegi technológiával és infrastruktúrával megoldható a közlekedésünk környezetterhelésének csökkentése, miért is ne térnénk át ezekre a közlekedési eszközökre? Kombinálhatjuk az elektromos kerékpározást, rollerezést, motorozást a vasúti vagy buszos közlekedéssel és tölthetjük otthon ezeket a járműveket nagyon kis anyagi ráfordítással, családi házas felhasználó esetén akár szigetüzemű napelemrendszerrel. A városban használhatjuk a tömegközlekedési eszközöket, melyeknek szinte kivétel nélkül nagyon barátságos a karbonlábnyoma. Az akkumulátorgyártást pragmatikus meghagyni a kis tömegű elektromos járművekre és buszokra, elkerülve a hatalmas energiaigényű és környezetterhelésű gyárak további létesülését elektromos automonstrumok előállításához. A régi, jól működő autónk kiváló társunk lehet a továbbiakban is a megfelelő karbantartás mellett, és tudjuk

továbbra is használni, amikor igazán rossz idő van, mikor cipekedünk, vagy mikor hárman-négyen utazunk vele.

Akár ki is jelölhetünk egy éves utazási kilométer-célértéket, (x-szer 100 kilométerben) és a 300 kg-ot az x-szel leosztva megkapjuk azt a fajlagos kibocsátásértéket, melynek a környezetből tudunk járműveket választani.

22. IRODALOM

Kovács, Zs. (2015). A MOL Nyrt. Finomítóinak Energiagazdálkodása. Energetikai szakkollégium, előadás beszámoló

Electricity Maps. <https://app.electricitymaps.com/map>

Krebs, L.; Frischknecht, R.; Stolz, P. (2020). Environmental Life Cycle Assessment of Residential PV and Battery Storage Systems. Report IEA-PVPS T12-17: 2020

International Civil Aviation Organization (2022). CORSIA Default Life Cycle Emissions Values for CORSIA eligible fuels

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992. - processed by Our World in Data. "Land use change" [dataset].

Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987-992. [original data].

Ettema, G., & Lorås, H. (2009). Efficiency in Cycling: A Review. *European Journal of Applied Physiology*. March 2009

Denham, Alle (2017). Which Bicycle Gearbox Has The Highest Drive Efficiency? Rohloff, Pinion, Shimano, <https://www.cyclingabout.com/speed-difference-testing-gearbox-systems/>

Gaesser, G., & Brooks, G. (1975). Muscular Efficiency During Steady-Rate Exercise: Effects Of Speed And Work Rate. *Journal of Applied Physiology* · July 1975

Arango, I.; Lopez, C.; Ceren, A. (2021). Improving the Autonomy of a Mid-Drive Motor Electric Bicycle Based on System Efficiency Maps and Its Performance. *World Electr. Veh. J.* 2021, 12, 59. <https://doi.org/10.3390/wevj12020059>

Thomitzek, M.; Cerdas, F.; Thiede, S.; Herrmann, C. (2019) Cradle-to-Gate Analysis of the Embodied Energy in Lithium Ion Batteries. 26th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference

Hall, D., & Lutsey, N. (2018). Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions. Briefing 2018, The International Council of Clean Transportation

Severengiz, S.; Finke, S.; Schelte, N. (2020) Life Cycle Assessment on the mobility service e-scooter sharing. Conference Paper · March 2020

Gebhardt, L.; Ehrenberger, S.; Wolf, C.; Cyganski, R. (2022). Can Shared E-scooters Reduce CO₂-emissions by Substituting Car Trips in Germany? *Transportation Research part D* 109 (2022) 103328

Schünemann, J.; Schelte, L.; Severengiz, S. (2022). Environmental Impact of Electric Scooter Sharing. Study, Solutions4Impact GmbH

Bortoli, A. (2021). Environmental Performance of Shared Micromobility and Personal Alternatives Using Integrated Modal LCA. *Transportation Research part D* 93 (2021) 102743

Li, Y.; He, Q.; Luo, X.; Zhang, Y.; Dong, L. (2016). Calculation of life-cycle greenhouse gas emissions of urban rail transit systems: A case study of Shanghai Metro. *Resources, Conservation and Recycling* 128 (2018) 451- 457

Rosero, F.; Fonseca, N.; López, J.; Casanova, J. (2020). Real-world fuel efficiency and emissions from an urban diesel bus engine under transient operating conditions. *Applied Energy* 261 (2020) 114442

Wang, E.; Yu, Z.; Zhang, H.; Yang, F. (2016). A regenerative supercritical-subcritical dual-loop organic Rankine cycle system for energy recovery from the waste heat of internal combustion engines. *Applied Energy* 190 (2017) 574-590

Bottiglione, F.; Contursi, T.; Gentile, A.; Mantriota, T. (2014). The Fuel Economy of Hybrid Buses: The Role of Ancillaries in Real Urban Driving. *Energies* 2014, 7, 4202-4220

Middleton, K (2012). Estimate of AC losses – Electricity Supply Tariff Area Analysis. *Network Rail* (2012)

Tuchschrnid, M.; Knörr, W.; Schacht, A.; Mottschall, M.; Schmied, M. (2011). Carbon Footprint and environmental impact of Railway Infrastructure. Study, IFEU-Institut & Öko-Institut e.V.

Che, X.; Yu, Q.; Ren, G.; Liang, R. (2016) Average Fuel Consumption Calculation Model of Touring Coach Based on OBD Data – A Case Study in City X. *International Conference on Civil, Transportation and Environment (ICCTE 2016)*

Graver, B.; Zhang, K.; Rutherford, D. (2019). CO2 Emissions From Commercial Aviation, 2018 Working Paper 2019-16, The International Council of Clean Transportation

Morris, D., & Ahmed, I. (1992). How Much Energy Does It Take to Make a Gallon of Ethanol? *Institute for Local Self-Reliance* 1992

Hashem, G.; Al-Dawody, M.; Sarris, I. (2023). The characteristics of gasoline engines with the use of LPG: An experimental and numerical study. *International Journal of Thermofluids* 18 (2023) 100316

Hawkins, T.; Singh, B.; Majeau-Bettez, G.; Strømman, A. (2012). Comparative Environmental Life Cycle Assessment of Conventional and Electric Vehicles. *Journal of Industrial Ecology*

Mackay, D. JC (2011): Fenntartható energia mellébeszélés nélkül, Vertis Zrt, és Typotex Kiadó Kft.

Fuels institute (2022) Life Cycle Analysis Comparison January 2022, Electric And Internal Combustion Engine Vehicles

Sevdari, K.; Calearo, L.; Bakken, B.; Andersen, P.; Marinelli, M. (2023). Experimental validation of onboard electric vehicle chargers to improve the efficiency of smart charging operation





A KIÁLLÍTÁS KÖZREMŰKÖDŐI CONTRIBUTORS OF THE EXHIBITION

Főigazgató General director | Schneller Domonkos

Főigazgató-helyettesek

Deputy directors | Zsigmond Gábor, Horváth Csaba, Tóth László

Projektvezető, vezető kurátor Project lead, Chief curator | Zima Richárd

Vezetőtervező Lead designer | Fekete Izabella

Kurátorok Curators | Becsei Attila, Pék Attila Patrik

Kiállításszervezés Exhibition managers | Marlok Anna, Tóth Lili Laura, Gazdag Mária

Építészeti tervezés Interior design and architecture | Vannay Architecture Kft.

Lévay Áron Farkas, Szabó Péter Róbert, Vannay Miklós

Muzeológia Collections management | Merczi Miklós, Antal Ildikó, Biró Norbert,
Bónácz Brúnó, Domonkos Csaba, Füzesi Dorottya, Hidvégi János,
Péterffy-Cserháti Katalin, Purgel Réka, Tolnai Péter, Váradi-Tornyos Laura

Restaurátorok Artefact restoration | Hézser Péter, Bátki Zoltán, Erky-Nagy Dániel,
Kemsei Zoltán, Papp Szabolcs, Tóth Szilárd, Ziegler Gábor, Zöldi Gergely

Kiállítási arculatterv Exhibition graphics and branding | Torjai Laura

Animáció Animated shorts | Ásmány Zoltán, Debreczeni Zoltán,
Victor Maria Lima, Simon József

Grafika Graphic design | Bukovics Zoltán, Jónás Csongor, Kiss Barnabás

Szakértő Expert in energetic engineering | Zichó Viktor

Korrektor Proofreading | Farkas Charlotte

VALAKI SZEMETELT...

Egy általad választott játékos lépjen vissza 3-at!



MEGÚJULÓ ENERGIÁT

HASZNÁLTA'L!

CSAK AKKOR LÉPHETSZ TOVÁBB, HA:



KLÍMA-AKTIVISTÁK DEMONSTRÁCIÓJA ELÁLLJA AZ UTAT.

BENZINKÜT:

A következő dobásodhoz adj hozzá +1-et!

A következő dobásodhoz adj hozzá +2-t!

ELEKTROMOS TÖLTŐÁLLOMÁS

Vonattal mentél a nyaralásra.



Luxushajóval alatt a többiek 2-t lépnek előre.

Melyik játékos villamosozol? Lépjetek előre +1-et!



IDEJEN MÁR HARMADJÁRA UTAZOL REPÜLŐVEL? IDEJE LESZÁLLNI!

BENZINT TANKOLTÁL A DÍZELES AUTÓBA ?!

Lépj a START-mezőre!



MEGBÜNTETETT AZ ELLENŐR!



SZÉLVIHAR VAN...

A JÁRATODAT TÖRÖLTÉK, AHOGY 2 KÖRÖDET IS.



A JÁRDA KÖZEPÉN HAGYTA AZ E-ROLLEAT! A KÖVETKEZŐ JÁTEKOS DOBÁSA 2-VEL KEVESEBBET ÉR!

ÁTSZÁLLÁSSAL JOBBAN JÁRSZ?

Pozíciót cserélhetsz egy játékosal.



BENNGEDTEK A JÓ SÁVBA. 5 LÉPÉST ADHATSZ EGY JÁTEKOSNAK!

A VÁROSBA KERÉKPÁRRAL MINDIG GYORSABB! LÉPJ +2-T!



MIVEL MEGYÜNK?

~A társasjáték~

Rossz vonatra szálltál.
Lépj vissza a 3-as mezőre,
míg a többiek
lépnek +3-at!

JÖL BANTÁL
A LOVADDAL,
A KÖVETKEZŐ
KÖRBEN 2x
DOBHATSZ!

Kifordult a szekér kereke.
Egy körből kimaradsz!

GŐZÖSRÉ SZÁLLTÁL, LÉPJ ELŐRE +4-ET!

START
↑

ÚJ VASÚTVONAL
ÉPÜLT!

Pozíciót cserélhetsz egy
játékosal, ha fel tudsz sorolni
5 MEGÚJULÓ
ENERGIAFORRÁST

HA PÁROSAT DOBSZ, RÖVIDÍTHETSZ,
HA NEM, LÉPJ TOVÁBB!

EGY KÖRBŐL
KIMARADSZ!

Az elektromos
közlekedést
választottad,
DOBJ ÚJRA!

HATALMAS A SZOMOG! A KÖVETKEZŐ
JÁTÉKOS KÖRÉNEK VÉGÉIG
TARTSD VISSZA A
LÉLEGZETEDET!

HA UTAZTÁL
VILLAMOSSAL
A HÉTEN,
LÉPJ
ELŐRE!

Avillamosítás időigényes.
Csak 6-ossal léphetsz tovább!

LEMERÜLT AZ
AKKSI. EGY KÖRBŐL
KIMARADSZ!
A töltés után +3-at léphetsz!

BENZINKÚT: a
következő dobásodhoz
adj hozzá +1-et!

ADTÁL EGY FUVART.
Egy általad választott
játékos léphet +4-et.

Amennyi üres ülőhely
volt az autódban legutóbb,
annyi mezőt lépj vissza!
Hanincs autód, maradj a mezőn.

LÉPJ VISSZA
A BENZINKÚTRA!

EGY ÁLTALAD VÁLASZTOTT
JÁTÉKOS LÉPHET +4-ET!

HELYET SZORÍTOTTÁL
MÉG EGY EMBERNEK
A TROLIN.

Egy általad választott
játékos előre léphet
annyit, amennyit dobtál.

OSZD MEG
MÁSOKKAL AZ
AUTÓD!

Minden játékos
előre léphet
+2-t!

ELFELEJTETÉL FIZETNI
A TANKOLÁSÉRT...

Mindenhova
autóval mész?!

A KÖVETKEZŐ DOBÁSOD
ÉRTÉKE 3-MAL
KEVESEBBET ÉRI.

Egy másik
játékos léphet
+2-t!



A játék célja, a többiekénél gyorsabban eljutni egy zöldebb jövőbe.

Ki kezd?

Az a játékos, aki leggyakrabban utazik tömegközlekedéssel. A többiek az óramutató járásával megegyező irányban következnek.

Lépéssorrend:

A tábla által írt lépés megtétele, majd dobás.

Hatost dobta?

Extra dobásod van, ám ha ezzel negatív mezőre kerütlél, akkor elveszíted a plusz dobást és a negatív mező akciója érvényesül. Amennyiben a mező pozitív, akkor az a pozitívum hozzáadódik (pl. mindenki előre lép). Ha egy akciómező szerint a dobás értékéből le kell vonni, ez a 6-os dobásra is érvényes, így nem dobhatsz újra.

"Lavina effektus":

Ha többen lépnek egyszerre a táblán előre vagy hátra egy játékos akciója miatt, akkor az akciókat a dobás sorrendjében kell végrehajtani. Ha lavina effektus miatt elkerült a bábud egy olyan mezőről, ahol a következő körre vonatkozott volna akció, akkor annak pozitív vagy negatív hatása már nem érvényesülhet.

9-es és 68-as mezők:

Aki ezen mezőkre került egy játékos akciója által, már nem cserélhet pozíciót mással.





MAGYAR MŰSZAKI
ÉS KÖZLEKEDÉSI
MÚZEUM



9 789637 099458