

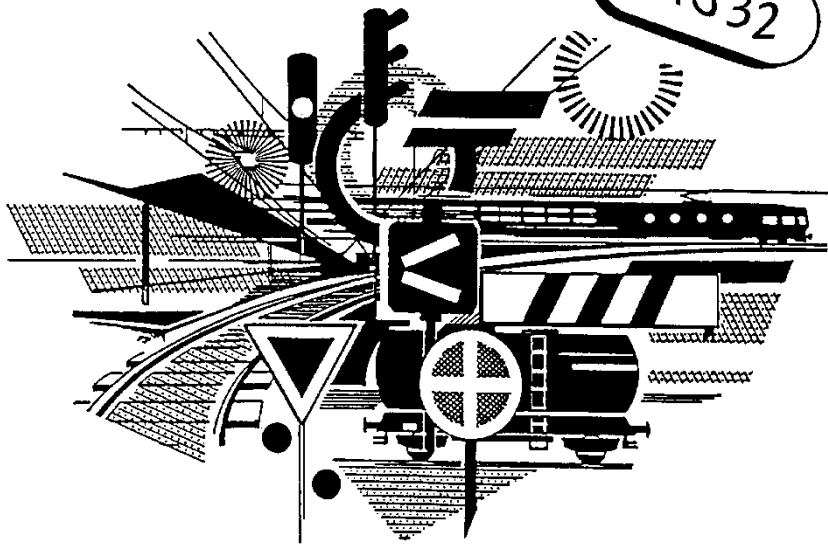


FERVOJFAKAJ KAJEROJ

Neregula informilo pri fakaj fervojaj aferoj.

ISSN 1602-3730

N-ro 32



Eldonas: Internacia Fervojista Esperanto - Federacio

Historio de la unua pasaĝera fervojo sur la eŭropa kontinento

Vladimir RONIN (BE)

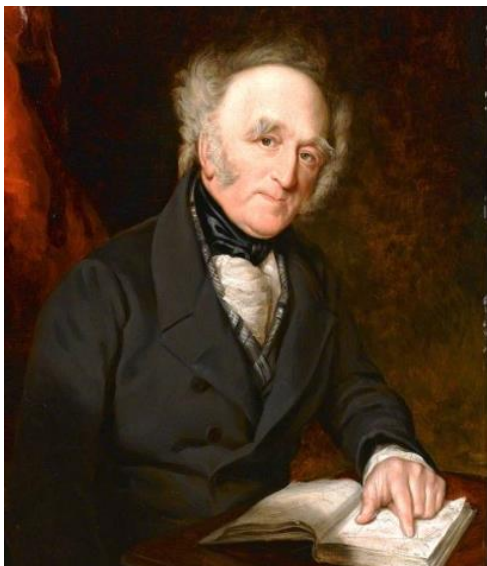
En ĉi tiu artikolo la aŭtoro pritraktas *kial kaj kiel* la unua pasaĝera fervojo sur la eŭropa kontinento ekestis ĝuste en Belgio en 1835. Temas pri la ĉefa prelego prezentita okaze de 74-a IFK en Antverpeno maje 2023.

Antaŭhistorio

Ekde la 16-a jarcento, la plej grava formo de la regula publika transporto estis la ĉevaltira barĝo sur riveroj kaj kanaloj. Barĝoj progresis nur triaŭ kvar kilometrojn hore, sed estis sufiĉe ĝustatempaj kaj komfortaj. La horaro estis respektata, kutime oni ne atendis malfruiĝintojn. Tia regula transporto per barĝoj ekzistis ekzemple inter Bruselo kaj Antverpeno. Tamen por kunligi urbojn kaj vilaĝojn, kiuj ne situis sur akvovojoj, kaj por moviĝi kun rapideco de sesdek kilometrojn hore, oni kompreneble devis atendi la industrian revolucion en Britio.

Kiel ni scias, oni devis atendi inĝenieron *George Stephenson*, kiu inventis la unuan laborantan vaporlokomotivon kaj konstruis por ĝi, en 1825, la unuan fervojlinion en la mondo. La fervojo servis ekskluzive por transporti karbon. Du jarojn poste ankaŭ en Francio, proksime al *Lyon*, ekestis simila fervojolinio, la unua sur la eŭropa kontinento, sed... sen lokomotivo, ĉevaltira, kaj ĉiam nur por industria uzado. Transporti pasaĝerojn interesis ankoraŭ neniun. Finfine, en 1830, la unua pasaĝertrajno kunligis *Liverpool* kun *Manchester*. En la sama jaro naskiĝis Belgio kiel sendependa lando.

Post la malvenko de Napoleono en 1814, la belgoj vivis kune kun siaj nordaj najbaroj en la Unuiĝinta Reĝlando de la Nederlandoj. La reĝo Vilhelmo la 1-a bone prizorgis la disvolviĝon de la komerco, la industrio kaj la transporto en siaj provincoj, en la nordo kaj en la sudo. Novaj kanaloj estis planitaj, precipe inter la karbominejoj de *Charleroi* kaj Bruselo. En 1821, la anglo *Thomas Gray*, fervora propagandisto de la fervojoj, sendis sian libron *Observations on a General Iron Railway* (vidu Fig. 1) al la reĝo de la Nederlandoj kaj proponis al li, por karbotransporto de *Charleroi* al Bruselo, konstrui fervojlinion anstataŭ kanalo.



**Thomas Gray
(1788–1848)
kaj lia libro**



Fig. 1: *Thomas Gray* kaj lia libro (Wikipedio)

La propono restis tamen sen respondo. La nederlanda reĝo estis monarko de kanaloj. Nur kelkajn jarojn poste, la libro de *Gray* multe kontribuos al la konstruado de la belgaj fervojoj. Hodiaŭ, en la nordode Bruselo, unu el la stratoj, kiuj trairas sub la fervojlinio, nomiĝas *Rue Gray*.

Intertempe, la belgaj provincoj fariĝis post Britio la plej industriigita regiono de la mondo, kun multaj karbominejoj kaj ŝtalfabrikejoj. En 1829, la granda belga industriisto de angla origino, *John Cockerill*, siavice deklaris ke estus maksimume nepre konstrui fervojlinion inter la haveno de Antverpeno (tiam la plej grava en la mondo) kaj Bruselo. Ĝi devus esti de la sama tipo kiu jam ekzistis inter la haveno de *Liverpool* kaj *Manchester*. Tia fervojo estis kompreneble tre necesa ankaŭ por *John Cockerill* mem, la plej sukcesa produktanto de fero kaj ŝtalo en la tuta reĝlando.

Sed por la reĝo Vilhelmo la 1-a estis jam tro malfrue. La belgaj provincoj, tiam kun pli da loĝantoj kaj ekonomike pli fortaj ol la nederlandaj provincoj, trovis ke ilia politika pezo en la Unuiĝinta Reĝlando estas tro limigita. Ĉiuj plendis ankaŭ pri la aŭtokrata regado de Vilhelmo, pri la censuro kaj pri pezaj impostoj. Krom tio, la belgoj kiel katolikoj malakordis kun la protestanta reĝo de la Nederlandoj, dum la francparolanta belga elito timis la dominadon de la nederlanda lingvo. Do, en aŭgusto 1830, en Bruselo komenciĝis revolucio kontraŭ la nederlanda reĝimo. La Provizora Registaro proklamis la sendependan reĝlandon

Belgio kaj invitis kiel novan ŝtatestron princon Leopoldon de Saksio-Koburgo, kiu longtempe vivis en Britio. La mirinde liberala konstitucio de Belgio ege favoris la liberecon de asocioj kaj de entreprenemo.

La necesega fervojo

Sed la rompo kun Nederlando kunportis amason da ekonomikaj problemoj por la nova ŝtato. Por Antverpeno estis decide resti la transithaveno por industriaj produktoj de la prusa Rejn-provinco. Antaŭ la belga revolucio tiaj produktoj venadis al Anverpeno per akvovojoj en Nederlando. Nun tamen sendependa Belgio estis en konflikto kun Nederlando kaj eĉ ne havis ankoraŭ internacie rekonitajn landlimojn. Esenca fariĝis la kunligo de Antverpeno kun la Rejn-provinco per la teritorio belga. Ĉu per iu nove konstruinda kanalo? Sed akvovojoj havis iamaniere nur limigitan kapaciton de traigivo. La solvo sin trudis: la fervojo, laŭ la modelo de la *Liverpool and Manchester Railway*.

Reĝo Leopoldo la 1-a, iam ĉeestanto de la naskiĝo de la fervojo en Britio, tuj entuziasmiĝis pri la ideo de la estonta nacia fervojreto por la ĵusnaskiĝinta nova lando. Ankaŭ la ministroj montris sin en tiu momento tre progresemaj kaj optimismaj. Ekonomiko ne estis la sola argumento. La fervojreto povus helpi aserti la suverenecon de la belgoj sur ilia tuta teritorio. La lando, kiu neniam antaŭe konis politikan nek kulturan unuecon, kie la nordo kaj la sudo parolis du diversajn lingvojn, bezonis esti kunmetita per grandaj kruciĝantaj fervojlinioj, de la nordo al la sudo kaj de la okcidento al la oriento. Sukcese efektiviĝi tian grandiozan kaj pioniran projekton pruvus, krom tio, al potencaj najbaroj viveblecon de la junega ŝtato, naskita – ne forgesu – de revolucio.

Meti relojn inter Antverpeno kaj la prusa Rejn-provinco iĝis por la belgoj, ekde 1830, same fundamenta tasko kiel defendi ilian sendependecon kaj atingi internacian rekonon. Nur unu kaj duonan jaron post la belga revolucio la ministro de Internaj Aferoj *Charles Rogier* (vidu Fig. 2 dekstre) komisiis al du junaj konstru-inĝenieroj, *Pierre Simons* kaj *Gustave De Ridder*, ellabori planojn de la fervojlinio kiu iros de Antverpeno ĝis la belga-prusa landlimo, tiam en *Verviers*, kaj plue ĝis Kolonjo. Ĉi tiuj inĝenieroj foriris unue al Britio, la lulilo de la fervojoj. Poste ili prezentis al la ministro diversajn konkretajn projektojn. Pro tio ke la inĝenieroj *Simons* kaj *De Ridder* en teknikaj aspektoj fidele sekvis la britan modelon, veturas belgaj trajnoj ĝis hodiaŭ maldekstre.



Fig. 2: Reĝo de Belgioj Leopoldo la 1-a kaj Charles Rogier, ministro de Internaj Aferoj (Wikipedio)

Longa diskutado kaj rapida konstruado

La belga registaro aprobis finfine la fervojlinion de 248 km, kiu devus trairi la urbojn *Mechelen*, *Leuven*, *Tienen* kaj *Lieĝo*. En *Mechelen* estis antaŭ-vidita branĉo ĝis Bruselo por transporti ne nur varojn, sed ankaŭ pasaĝerojn. *Pierre Simons* (vidu Fig. 3) kaj *Gustave De Ridder* fervore pledis por ke la fervojo estu konstruita per ŝtataj financoj. Ili vidis ja en Britio kaj en Francio ke la sistemo de privataj koncesioj ne estis profitodona por la ŝtato, dum eventualaj malgajnoj povus tamen kunporti gravajn sekvojn por la buĝeto. Kaj efektive, por konstrui la unuajn fervojliniojn en Belgio privataj investoj ne estis permesitaj. Sed por financi la konstruadon la registaro devis pruntepreni monon de eksterlandaj, precipe francaj bankoj, ekz. de la *Banque de Rotschild*.

En junio 1833 la reĝo alvokis la parlamentanojn “dediĉi vian atenton kaj vian patriotismon” al projekto por kunligi la maron kaj la havenon de Antverpeno kun la Rejno. Kiel centra punkto de la fervojreto estis elektita *Mechelen*. La ministro de Internaj Aferoj *Charles Rogier* petis la parlamenton aprobi kiel eble plej rapide la leĝon pri ŝtata prunto por financi la konstruadon de la fervojlinio *Mechelen – Verviers*, kun branĉoj al Antverpeno, Bruselo kaj Ostendo. De Bruselo la fervojlinio devis esti plilongigita suden ĝis la belga-franca landlimo. Do, ne estas simpla koincido ke la placo apud la stacidomo Bruselo-Nordo nomiĝas nun *Place Rogier*.

Sed la parlamento okupiĝis pri la leĝoprojekto nur naŭ monatojn poste.

La furioza diskutado, kun bruo kaj kriado, kun multaj insultoj, daŭris dum ne malpli ol dekok seancojn. Luj deputatoj timis ke la fervojo renversus la ĉiu-tagan vivon de la loĝantaro kaj eĉ provokus insurekciojn de maristoj, poŝ-tistoj kaj koĉeroj, kiuj riskis perdi siajn espezojn.



**Inĝeniero Pierre Simons
(1797-1843),
kunlaboranto de inĝeniero
Gustave De Ridder
(1795-1862)**

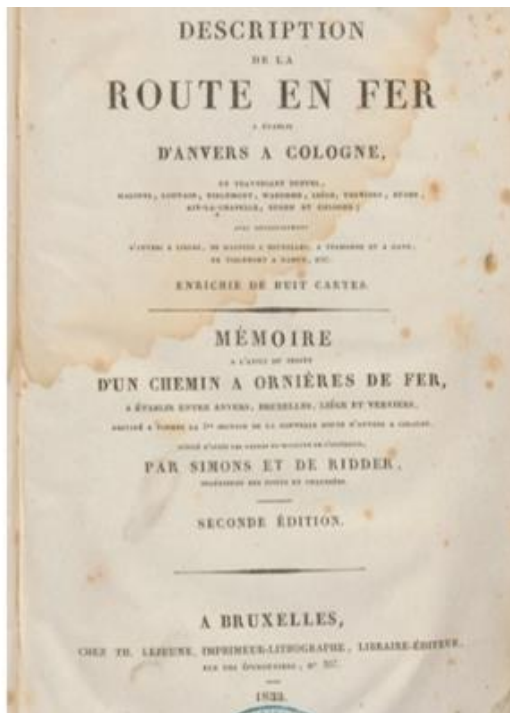


Fig. 3: *Pierre Simons* kaj lia libro (Wikipedio)

Efektive, en 1830, proksime al la belga urbo *Mons*, laboristoj jam detruis industriajn fervojlinion por karbotransporto, ĉar iliaj kolegoj, 140 veturigistoj kun ĉevaloj, perdis sian laboron. Du deputatoj, unu katolika kaj alia liberala, iris en la diskutado eĉ pli for. La unua deklaris ke butero, transportita per trajno, transformiĝos en buterlakto. La alia ekkriis: “Ovoj alvenos kiel omletoj!”

La reprezentantoj de la provinco *Hainaut*, kie estis multaj karbominejoj, persiste protestis, pro tio ke la fervojlinio *Mechelen – Verviers* maljuste favoras la karbominejojn en la provinco Lieĝo. Krom tio, oni diskutadis senfine ĉu fervojoj estas vere pli bonaj ol kanaloj kaj ĉu la ŝtato devas konstrui per buĝetmonoj aŭ doni al iu privatan koncesion. Post 17 tagoj la Ĉambro voĉdonis: 56 voĉoj por la leĝo, 28 kontraŭ. La Senato montris sin pli lojala al la reĝo kaj la registaro: 32 voĉoj por kaj nur 8 kontraŭ.

La 1-an de majo 1834, Leopoldo la 1-a subskribis la leĝon pri la belgaj fervojoj.



Fig. 4: La fervojreto antaŭvidita en la leĝo de la 1-a de majo 1834, t.n. Fera Kruco (www.dotinterenet.be)

Ekde tiam la aferoj iris multe pli rapide. La inĝenieroj *Simons* kaj *De Ridder* eklaboris sur la tereno. Malpli ol du monatojn poste la belga registaro jam mendis en Britio tri vaporlokomotivojn de *Stephenson* kune kun alia bezonata materialo. Antaŭ la jarfino jam efektiviĝis iuj teknikaj testoj sur la unua streko de la fervojo, inter Bruselo kaj *Mechelen*, longa de 22 km. Bruselo fariĝis per tio la unua eŭropa ĉefurbo kiu bonvenigis la relojn.

La neforgesebla inaŭguro

La inaŭguro de la unua pasaĝera fervojlinio sur la eŭropa kontinento okazis la 5-an de majo 1835, dum sunplena dimanĉo. Modesta ligna dometo (vidu Fig. 6) en la norda periferia kvartalo de Bruselo servis kiel la unua stacidomo en la mondo ekster Britio. Apude interpretiĝis

miuloj da homoj: viroj kun cilindraj ĉapeloj, virinoj en ĉapeletoj kaj kufoj (Fig. 5). Tiel prezentis ilin nederlanda pentristo en 1885, okaze de la 50-a datreveno de la evento (vidu Fig. 7).



Fig. 5: Forveturo de la unua trajno (*Train World*)



Fig. 6: Maketo de la unua stacidomo en Bruselo (Wikipedio)

Tri britaj vaporlokomotivoj kun vagonoj staris pretaj por foriri unu post alia. Ĉirkaŭ 900 invititoj eniris en la vagonoj kaj sidiĝis sur lignaj benkoj. La registaro anticipe anoncis – denove mi citas: “Dum eksperimentoj ĉe la rapideco de 37 km hore, oni povis konstati ke eĉ tiu rapideco ne ĝenis la spiradon”. Ne ĉiu estis tamen tute trankvila...

La registaro anoncis ankaŭ ke la unua trajno forveturos al *Mechelen* ekzakte je la tagmezo. Sed pro difekto en la kanono kiu devis signali, la trajno bedaŭrinde malfruiĝis de 23 minutoj. Mallonge antaŭ la tagmezo alvenis Lia Reĝa Moŝto Leopoldo, sed tiutage li ne prenis la trajnon, ĉar lia ĉirkaŭaĵo trovis la vojaĝon per reloj ankoraŭ tro riska. La lokomotivo “*La Flèche* [La Sago]” ekmoviĝis kun 7 vagonoj; tuj poste, la alia, nomita “*Le Stephenson*”, kun 8 vagonoj. En la du unuaj trajnoj sidiĝis nur eminentuloj. La tria lokomotivo, la plej granda, “*L'Éléphant* [La Elefanto]”, trenis 16 vagonojn, kun pli-malpli ordinaraĵoj, inter kiuj ĉeestis... la kvindekvar-jara *George Stephenson himself*.

La unua trajno trairis 22 kilometrojn ĝis *Mechelen* en 45 minutoj. Fakte, ĝi povus alveni multe pli rapide, en 18 minutoj (proksimume same rapide kiel la nuntempa trajno, parenteze), sed la sekureco havis tiutage absolutan prioritaton. En *Mechelen* sekvis belega akcepto. Ĉe la hejmvoyaĝo, “La Elefanto” trenis sola la konvojon de tridek vagonoj por demonstri la mirindan forton de la nova veturilo.

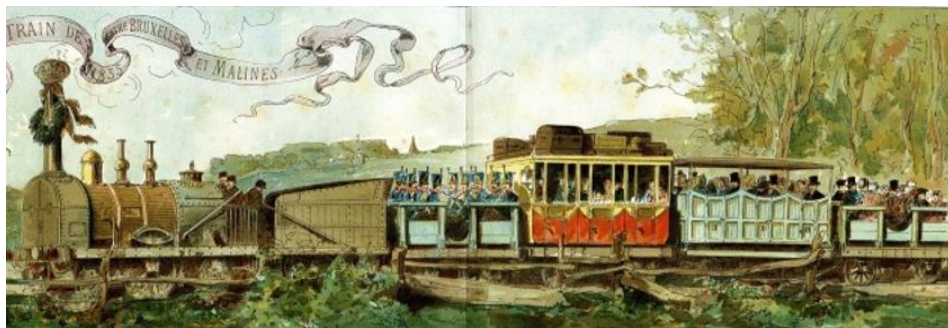


Fig. 7: La unua trajno inter Bruselo kaj Mechelen kiel pentrita 50 jaroj poste, en 1885 (Wikipedio)

La hejmvoyaĝo daŭris iom pli longe: en la urbeto *Vilvoorde* la trajnoj bezonis prizorgi sin per akvo. Luj pasaĝeroj estis maltrankvilaj pro tiu neatendita prokrasto survoje kaj poste naskiĝis legendo kvazaŭ kelkaj homoj iĝis tiel senpaciencaj (laŭ alia versio de la legendo: ankaŭ tiel ebriaj) ke ili revenis al Bruselo piede.

Epilogo

Dum la sekvaj monatoj, ĉirkaŭ 150 000 homoj veturis trajne al *Mechelen* kaj reen. La biletoj pluvendiĝis sub la tablo, la prezoj flugis supren al la ĉielo. Intertempe, la konstruado de la belga fervojreto progresis. En decembro de la sama jaro 1835, ekmoviĝis de Bruselo la unua vaporlokomotivo konstruita ne en Britio, sed jam en Belgio, en la fabriko de *John Cockerill*, proksime al Lieĝo, kun la licenco de la kompanio de *Stephenson*. La lokomotivo, nacia fiero de la nova lando, ricevis sensurprize la nomon “*Le Belge* [La Belgo]”. Tiu estis la komenco de unu el la plej florantaj belgaj industrioj, kun la tutmonda eksporto de lokomotivoj, vagonoj kaj alia fervoja materialo.

Unu jaron post la inaŭguro la fervojlinio Bruselo – *Mechelen* plilongiĝis ĝis Antverpeno. La 3-an de majo 1836, la unua trajno eniris la tiaman stacidomon por pasaĝeroj, kiu troviĝis praktike en la sama loko kiel la nuntempa “fervoja katedralo” Antverpeno-Centra. Ankoraŭ unu jaron poste estis la vico de *Leuven* kaj *Gent*, kio kaŭzis grandegan ĝojon de ambaŭ universitatoj. Ekde 1838, la belgoj kaj la eksterlandanoj povis jam atingi trajne Ostendon, kie oni ne nur ĝuis la maron, sed volonte prenis la ŝipon al Britio.

Samtempe, por alproksimigi la deirpunkton en Bruselo al la urbocentro, la registaro konstruis novan, pli grandan stacidomon, la antaŭulon

de la hodiaŭa stacidomo Bruselo-Nordo. Mallonge poste ekestis sinsekve la stacidomoj en la suda parto de la lando, en la franc-parolanta Valonio (Lieĝo, *Tournai*, *Mons...*). La urbo *Mechelen* restis la centra punkto de la tuta fervojreto. Tie, en la stacidomo, troviĝis la nulmeĵloŝtono, de kie estis kalkulitaj ĉiuj fervojaj distancoj.

En 1843, la belga ŝtato jam disponis la fervojreton longan de 556 km. En la sama jaro la registaro finfine permesis al privataj kompanioj, naciaj kaj eksterlandaj, investi kaj ekspluati fervoijliniojn. Ne mirinde ke nur 25 jarojn poste la tuta longeco de la fervojoj en la eta Belgio saltis ĝis pli ol tri miloj da kilometroj.

Estus tro longe preparoli la sociajn sekvojn de la fervojoj. Ĝi estis en Belgio la samaj kiel en aliaj landoj. La servo de la diliĝencoj por transporti pasaĝerojn kaj poŝton ruiniĝis kaj rapide malaperis.



Fig. 8: Ruiniĝo de la poŝtveturiloj sekve de la alveno de la trajnoj (*Train World*)

Por komplezi al la klientaro de la diliĝencoj la registaro konsiderinde plimultigis la nombron de trajnhaltejoj. La fervojo kompreneble kreis sennombrajn novajn laborpostenojn. La loĝantaro iĝis ĉiam pli mobila. La trajnoj ŝanĝis, kiel ni scias, ankaŭ la percepton de la tempo. De tiam la homoj devis precize scii kioma horo estas, je la minutoj, por alveni ĝustatempe al stacidomo. Diversaj lokaj tempoj cedis la lokon al sistemo preciza kaj identa por la tuta lando.

Jam en la jaroj 1840 Belgio vidis multe pli da eksterlandaj vojaĝantoj. La fervojo mem fariĝis unika turista allogaĵo. Eksterlandanoj venadis en tiuj jaroj ne nur por marbanoj aŭ por vidi *Rubens*, sed fojfoje precipe por uzi trajnon. La rusa poeto *Fjodor Tjutĉev* skribis en 1842 pri Belgio: “Sur la distanco de tricent kilometroj de la Rejno al la maro estas seninterrompa ĝardeno kiun vi trairas dank’ al la fervojo en ok horoj. Triumfo de la metiista spirito!”

FONTOJ

1. Train World. Des machines et des hommes. À la découverte du monde des trains. Catalogue, 2015.
2. Knack Historia. De wondere historie van de treinen, 2021, p. 3, 23-25, 31-33.
3. Sporen in België. 175 jaar spoorwegen, 75 jaar NMBS, 2001.

Kiel kalkuli emisiojn de transporto

Matěj BERKA (CZ), Jaroslav MATUŠKA (CZ)

Emisioj de transporto tre grave influas vivmedion. La artikolo prezentas kelkajn bazajn difinojn de fakaj nocioj kaj pritraktas diversajn modelojn – metodojn por kalkulo de emisioj de vartransporto kaj pasaĝertransporto laŭ eŭropa normo EN 16258. Tiu ĉi artikolo estas rezulto de studenta (Universitato de Pardubice, Fakultato de Transporta Inĝenierio) kadre de projekto VERDEN.

Fakaj nocioj

La **karbonspuro** esprimas la kvanton da forcej-efikaj gasoj (plej ofte esprimitaj en tunoj da CO₂) produktataj per la efektivigo de ia agado. (1) Ĉi tiu kvanto de forcejaj gasoj povas esti rilata aŭ rekte al individuaj agadoj aŭ ankaŭ al la produktoj de la socio. La esprimo karbonspuro mem estas uzita por resumi la emisiojn produktitajn dum tempoperiodo. Brulado de hidrokarbonaj brulaĵoj en interna bruligado de motoroj produktas ne nur CO₂ sed ankaŭ aliajn malpurigaĵojn, kiel CO, NO_x, SO₂, N₂O, CH₄ kaj iujn pezmetalojn (2).

Por simpligi kaj klarigi la rezultdatumojn, la kvanto de ĉi tiuj substancoj produktitaj estas konvertita en la tiel nomatan **CO₂-ekvivalenton**. Ĉi tiu kvanto, donita en masunuoj, estiĝas el la konvertiĝo de la kvanto de aliaj substancoj poluantaj la medion en la kvanton de CO₂, tiel ke ĉi tiuj substancoj ricevas konvertan rilatumon bazitan sur ilia damaĝo al la vivmedio, per kiu la donita kvanto de ĉi tiuj substancoj multiĝas. (3) Ĉi tiu proporcio estas nomita la **Potenciale de tutmonda varmiĝo** kaj indikas kiom da fojoj unu masunuo de donita substanco kontribuas al la mondvarmiĝo de pli ol unu masunuo de CO₂. La Protokolo de *Kioto* funkcias kun eksponaj valoroj por ĉi tiuj substancoj dum jarcenta periodo (4).

Emisio-kalkuliloj

La kalkulo kaj deklaro de la karbonspuro de firmao gajnas en graveco kaj fariĝas grava parto de komerca CRM – Administrado de Klienta Rilato (*angl. Customer Relationship Management*), ĉar ĉi tiu informo estas uzata por surmerkataĝaj celoj. (5) Por kalkulado la karbonspuron de transporto oni uzas emisio-kalkulilojn. Emisiokalkulilo estas programaro uzata por kalkuli la volumenon de forcej-efikaj gasoj. Ĉi tiu programaro povas preni la formon de programo kiu postulas instaladon aŭ povas funkcii surbaze de interreta aplikaĵo. (2)

Du grupoj de kalkuliloj

Emisio-kalkuliloj povas esti dividitaj en du kategoriojn ĉefe laŭ postuloj al enigaj datumoj. **La unua grupo de kalkuliloj** (modeloj) estas tiuj, kiuj laboras kun **averaĝaj valoroj de CO₂-emisioj por tunokilometro** (tkm) depende de la transporta rimedo, transportita kvanto (maso) kaj transportdistanco. Tiuj kategorioj de kalkuliloj estas nomitaj kiel **distanc-bazitaj modeloj**. (6) Mezumaj emisiaz valoroj produktitaj de individuaj transportmanieroj estas haveblaj en oficialaj datumbazoj kiel *TREMODO*, *TREMOVED* aŭ estas libere disponeblaj (ekz. *EcoTransIT World*). (7)

La dua grupo de kalkuliloj estas modeloj bazitaj ne nur sur la transportdistanco kaj la transportita kvanto sed ankaŭ sur la **efektive konsumita energio aŭ fuelo**. Enirvaloroj estas kutime donitaj en litroj de fuelo aŭ en kWh de elektro. Kiam oni kalkulas la kvanton de emisioj produktitaj, ĉi tiuj modeloj uzas konvertan faktoron por determini la kvanton de CO₂ generita per energio aŭ fuelkonsumo. (6) Ĉi tiu konverta proporcio por konverti la kvanton de fuelo konsumita en kilogramoj aŭ litroj, aŭ elektro, esprimita en kWh, al la kvanto de CO₂-emisioj en kilogramoj estas donita en normo EN 16258. Tiu kategorio de kalkuliloj estas nomitaj kiel **konsum-bazitaj kalkuliloj** / modeloj. (7)

La unuan kategorion de kalkuliloj uzas ĉefe firmaoj, fabrikoj, kiuj subkontraktadas transporton kaj tiel ili ne havas rektan aliron al ĉiuj necesaj datumoj por la dua kalkulmetodo. Male, ĝi estas uzata en logistik- kaj transport-entreprenoj, por kiuj estas kolekto de tiaj datumoj kutima praktiko. (6) Kalkuloj faritaj surbaze de analizo de la kvanto de energio kaj brulaĵo konsumita estas pli precizaj. (7)

Internaciaj normoj

Internacia normo ISO 14064-1 kaj la tielnomata *Green House Gas Protocol* estas dokumentoj kun internacia valideco, kiuj normigas kondiĉojn por kalkuli la karbonspuron ene de firmaoj. Ambaŭ ĉi tiuj normoj konsideras ne nur rektajn – primarajn emisiojn, kiujn la firmao mem produktas per sia agado, sed ankaŭ nerektajn emisiojn, kiuj aperas depende de la ekonomiaj agadoj de la firmao kaj kiuj estas dividitaj en du partojn:

- la unua subgrupo estas emisioj produktitaj per la konsumo de aĉetita elektro, hejtado / malvarmigo k.s.;
- la dua subgrupo inkluzivas ĉiujn emisiojn ekestitajn dum la zorgaĵo de enigaĵoj kaj produktajaj logistikaj fluoj en firmaoj. (8)

La kalkulo de la kvanto de forcej-efikaj gasoj kaj la deklaro de energikonsumo en transportservoj estas detale traktata en la internacia normo

EN 16258. Ĉi tiu normo (9) temas pri kaj vartransportokaj pasaĝer-transporto kaj ankaŭ klasifikas emisiojn en **rektajn kaj nerektajn**.

Rektaj kaj nerektaj emisioj

Rektaj emisioj estas forcej-efikaj gasoj produktitaj rekte dum la transportado de kargoj aŭ pasaĝeroj. En normo (9) estas nomitaj angle kiel „*Tank-to-Wheels*“, el Fuelejo-al-Radoj).

Nerektaj emisioj (angle „*Well-to-Tank*“, el Fonto-al-Fuelejo) estas emisioj kaŭzigitaj pere de produktado de fueloj aŭ energio.

La **entutaj** forcej-efikaj gasoj rilate al la transportprocezo (angle „*Well-to-Wheels*“, el Fonto-al-Radoj) estas **sumo de la rektaj kaj nerektaj** emisioj.

Por kalkuli la karbonspuron de transporto multaj transportrimedoj per fuelo aŭ energikonsumo-datumoj en ununura sendaĵo, EN 16258 preskribas proceduron por konverti malsamajn fizikajn unuojn esprimantajn la kvanton de energio aŭ karburajo konsumita al ofta unuo – MJ. (7)

Se transportado okazas pere de multaj transport-tipoj, emisioj kalkulas aparte por ĉiuj transport-tipoj kaj poste individuaj partoj sumiĝas. En ĉi tiu parta kalkulo, oni konsideras ne nur la movadon de la transportiloj dum la transportprocezo mem, sed ankaŭ la movadon de la veturilo rilata al ĉi tiu transportprocezo, ekz. vojaĝoj apud kaj post transportado (10). La normo konvertigas de la kvanto de fuelo aŭ energio konsumita en unuojn de MJ kaj la kvanton de forcej-efikaj gasoj produktitaj laŭ la konvertaj proporcioj specifitaj en ĉi tiu normo. La lasta paŝo konsistas en la sumo de la valoroj akiritaj por la individuaj partoj de la itinero. (7)

EcoTransITWorld, *NTMCalc Freight*, *Climate care* aŭ *LOGNET* apartenas al la plej vaste uzataj emisio-kalkuliloj por transporto. La unuaj du nomitaj kalkuliloj konformas al la kondiĉoj laŭ normo EN 16258. (6) La kalkulilo *EcoTransITWorld* permesas kalkuli la kvanton da emisioj produktitaj por iu ajn transportvojo kaj transportmaniero (fervojo, ŝoseo, ŝipo, flugilo) por kargotransporto. Ĉi tiu kalkulilo estas uzata ekzemple de transportistoj kiel *Trenitalia*, *DB Schenker* kaj *GEFCO*. (6) Male al la programaro *Map & Guide*, la emisio-kalkulilo *EcoTransIT World* povas kalkuli ne nur rektan sed ankaŭ nerektan konsumitan energion. (2)

Kalkulilo de emisioj de pasaĝera transporto

La kalkulon de energikonsumo kaj forcej-efikaj gasoj produktitaj dum pasaĝera transporto ebligas ekz. la kalkulilo ***EcoPassenger*** (12). Ĝi estis evoluigita kunlabore inter Internacia unio de fervojoj (UIC), Instituto pri Energio kaj Mediesplorado Hajdelbergo (*IFEU*, Germanio) kaj firmao

Hacon. Ĝi kalkulas kaj komparas volumenojn de eligoj de forcej-efikaj gasoj (CO₂, NO_x, PM, nemetanaj hidrokarbidoj) dum transporto per trajno, aŭtomobilo kaj aviadilo.

EcoPassenger baziĝas sur la internacie akceptitaj metodaroj kaj emisiaj faktoroj kaj akceptas la plej novajn sciencajn sciojn. Ĝi funkcias surbaze normoj EN 16258 kaj ISO 14067. Kalkuloj de enirgikonsumo kaj emisioj laboras kun naciaj elektroproduktadaj miksaĵoj.

La kalkulilo *EcoPassenger* konsideras kaj la energion aŭ fuelon konsumitan dum la vojaĝo (flugo) mem, same kiel la energion necesan por produkti kaj transporti elektron aŭ fuelon. Por flugtransporto, krom la tempo kaj fuelkonsumo de la flugo, ĝi ankaŭ konsideras la tempon kaj fuelkonsumon de la vojaĝo al / de la flughaveno per aŭtomobilo aŭ trajno (se estas 100 km kaj pli longa).

Enirdatenoj por fervoja transporto estas akiritaj de la raportsistemo por media strategio, inkl. de datenoj pri la nacia energimiksaĵo kaj datenoj pri la origino de renoviĝantaj energifontoj de individuaj fervojkompanioj.

La kalkulilo ebligas detalajn serĉojn por nacia kaj internacia transporto. Ebligas diversajn detalajn kriteriojn por individuaj vojaĝoj – vidu sube. Ĝi ankaŭ enhavas pliajn informojn pri la trajnveturo, ekzemple postulo de rezervado de sidlokoj, loko por biciklo, kondiĉoj por transportado de rulseĝuloj, bicikloj, ktp.

Kalkulo de CO₂-emisioj el pasaĝeraj aŭtomobiloj

Celo de sekvantaj kalkuloj ne estas ekzakte esprimi konkretajn kvantojn de emisioj de CO₂ sed precipe montri eblecojn kaj manierojn kiel oni povas redukti emisiojn. Por prezenti kejkajn kalkulojn kaj ebelcojn de redukto de emisio-kvantoj, konsideru la sekvajn kondiĉojn kaj enigajn parametrojn en kalkulilo *EcoPassenger* (12):

- aŭtomobilo de meza klaso (povumo ĉ. 95 kW, volumeno ĝis 2,5 l),
- emisia EURO-normo de motoro: EURO 4,
- fuelo: dizeloleo,
- nombro de vojaĝantoj: 1-4,
- mallonga veturo: ĉ. 350 km, ekz. Prago – Berlino,
- longa veturo: ĉ. 700 km, ekz. Vieno – Varsovio.

Por supre menciitaj enigaj parametroj kalkulis *EcoPassenger* (rondigitaj) kvantojn de CO₂ (en kg) por vojaĝo de 1-4 vojaĝantoj en unu aŭtomobilo:

Tab. 1: Kvantoj de CO₂ (kg) laŭ la nombro de vojaĝantoj

Nombro de vojaĝantoj	1	2	3	4
Prago – Berlino	59	29	20	15
Vieno – Varsovio	109	55	37	27

El Tabelo 1 estas videble, ke

- kvanto de produktitaj CO₂-emisioj malkreskas unuforme – rekte proporcie kun kresko de vojaĝantoj en aŭtomobilo,
- la plej grandan reduktion de CO₂-emisioj (preskaŭ 50 %) oni atingas se oni vojaĝas ne sole sed duope,
- ekzistas (proks.) inversa proporcieco inter longeco de veturo kaj kvanto de CO₂-emisioj: du-foje longa veturo produktas ĉ. 1,85-foje pli da CO₂-emisioj (en kazo de dizela motoro).

Rezultoj de kalkuloj vidpunkte de diversa emisia normo de dizelolea motoro montras Tab. 2 nome por 2 kaj 3 kunvojaĝantoj en unu aŭtomobilo.

Tab. 2: Kvanto de CO₂ emisioj (kg) por diversaj parametroj de aŭtomobilo

	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Prago – Berlino						
2 vojaĝantoj	34,4	29,8	29,2	29,4	27,5	27,0
3 vojaĝantoj	23,0	19,9	19,5	19,6	18,4	18,0
Vieno – Varsovio						
2 vojaĝantoj	63,9	55,3	54,1	54,6	51,1	50
3 vojaĝantoj	42,6	36,8	36,1	36,4	34,1	33,3

El Tabelo 2 estas videble, ke:

- la EURO-normoj (EURO 5, EURO 6) havas tre malgrandan efikon rilate malkreskon de CO₂-emisioj, kompare kun diferenco inter EURO 1 kaj EURO 2 aŭ EURO 2 kaj EURO 3,
- motoroj kun EURO 4 havas pli grandan efikon por malkresko de solidaj partikloj kaj nitrogen-oksidoj kompare kun EURO 3,
- redukto de CO₂-emisioj rilate kreskon de kunvojaĝantoj el 2 al 3 estas ĉ. 33 % (por ĉiuj EURO-normoj).

Tabelo 3 mencias rezultojn de kalkulo de CO₂-emisioj (kg) por aŭtomobiloj kun diversaj propulsoj (likviga petrolea gaso, bateria, dizela) kaj komparas reduktojn de emisio-produktado. Kalkuloj estas por 2 vojaĝantoj en unu

aŭtomobilo (dizelolea motoro EURO 4) vojaĝante el Prago al Berlino kaj el Vieno al Varsovio.

Tab. 3: CO₂-emisioj (kg) por aŭtomobiloj kun diversa propulso

	LPG	Bateria	Dizelolea	Δ (%) Bat/LPG	Δ (%) Bat/Diz	Δ (%) LPG/Diz
Prago – Berlino	40,1	31,9	29,7	20	-7	-35
Vieno – Varsovio	74	53,4	54,6	28	2	-36

El superrigardo en Tabelo 3 rezultas, ke:

- LPG ne estas favora brulaĵo rilate de CO₂-emisioj kompare kun bateria aŭ dizela motoro (vidu negativan ŝparon kontraŭ dizelo),
- la plej grandan reduktion oni atingas uzante baterian aŭtomobilon anstataŭ LPG por longa vojaĝo; dependas ankaŭ de energetika miksaĵo* de individua lando,
- bateria propulso – en tiuj ĉi konkretaj vojaĝoj – estas iomete malpli favora ol dizela EURO 4. Tio povas esti kaŭzita de energetika mikso de unuopaj landoj. Por pli longa veturo inter landoj kun pli favora energetika mikso, ekz. Aŭstrio aŭ Francio oni povas atingi pli favoran resulton,
- ne ekzistas klara proporcio inter longeco de veturo kaj kvanto de CO₂-emisioj. Por bateria propulso estas emisio-kvanto ĉ. 1,7-foje pli alta por 2-foje pli longa veturo. Por LPG kaj diseolea motoro estas tiu ĉi parametro ĉ. 1,85.

* *La energetika miksaĵo konsideras ĉiujn fontojn el kiuj oni produktas elektron; ĝi indikas kiom da elektro en unuopaj landoj estas produktita el renovigeblaj kaj nerenovigeblaj fontoj, ekz. de la suno, akvo, karbo aŭ nukleo.*

Konkludo

Por esprimi kvantonj de emisioj estas pli serioza konsideri ne sole konsumon de fuelo aŭ energio (modelo „el fuelejo al radoj“) sed la tutan procedon – elterigo, transportado de krudmaterialo, produktado de fuelo / energio, transportadon en kuvejoj, ... t.s. „el fonto al radoj“.

Fervoja transporto estas proks. 7,5-foje malpli energie postulema kompare ŝosean transporton. Efikeco de elektra motoro estas ĉ. 80 % kontraŭ la bruliga motoro ĉ. 32 %. Proporcio de rezistoj (aerodinamika, ruliĝa) de relaj transportiloj kaj ŝoseaj transportiloj estas proks. 1:3. El tio sekvas, ke fervoj- / reltransporto estas pli avantaĝa rilate energikonsu-mon kaj ankaŭ kvanton de forcej-efikaj gasoj.

Mallongigoj:

CO – karbona oksido, CO₂ – karbona dioksido, NO_x – nitrogenaj oksidoj, SO₂ – sulfura dioksido, N₂O – nitrooksido, CH₄ – metano, PM – stabilaj partikloj, GHG (*Green House Gas*) – Verda Forceja Gaso, kWh – kilovatohoro, MJ – megaĵulo.

FONTOJ

1. AZARKAMAND, S., FERRÉ, G. and DARBRA, R.M. *Calculating the Carbon Footprint in ports by using a standardized tool. Science of The Total Environment*. 2020, 734. Atingebla el: doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139407.
2. PETRO, F., KONEČNÝ, V. *Calculation of Emissions from Transport Services and their use for the Internalisation of External Costs in Road Transport. Procedia Engineering*. 2017, 192, 677-682. Atingebla el: doi:10.1016/j.proeng.2017.06.117.
3. BERNSTEIN, L. et al. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. 1. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2008.
4. PARRY, M. et al. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. 1. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.
5. MAIER, P. Carbon-Reduction As a Competitive Advantage: Look to Your Supply Chain. *Supply Chain Brain* [online]. 2021, 17.12.2021 [cit. 2022-02-22]. Atingebla el: <https://www.supplychainbrain.com/blogs/1-think-tank/post/34184-to-turn-carbon-reduction-into-a-competitive-advantage-look-to-your-supply-chain>.
6. CICHOSZ, M., NOWICKA, K., PLUTA-ZAREMBA, A. *Toolbox Element: CO₂ Calculator*. 2. Warsaw School of Economics, 2018.
7. SCHMIED, M., KNÖRR, W. *Calculating GHG emissions for freight forwarding and logistics services in accordance with EN 16258: Terms, Methods, Examples. European Association for Forwarding, Transport, Logistics and Customs Services*, 2012.
8. JURIC, Ž., LJUBAS, D., ĐURĐEVIĆ, D., LUTTENBERGER, L. *Implementation of the Harmonised Model for Carbon Footprint Calculation on Example of the Energy Institute in Croatia. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*. 2019, 7(2), 368-384. Atingebla el: doi:10.13044/j.sdewes.d6.0253.
9. EN 16258 *Methodology for calculation and declaration of energy consumption and GHG emissions of transport services (freight and passengers)*. CEN, 2014.
10. ČSN EN ISO 14064-1 (01 0964) *Skleníkové plyny – Část 1: Specifikace s návodem pro stanovení a vykazování emisí a propadů skleníkových plynů pro organizace*. ÚNMZ Praha, 2019.

11. ČSN EN ISO 14067 (01 0967) – *Skleníkové plyny – Uhlíková stopa produktů – Požadavky a směrnice pro kvantifikaci*. ÚNMZ Praha, 2019.
12. EcoPassenger.com. Atingebla el https://www.ecopassenger.org/bin/query.exe/en?L=vs_uic.
13. ISO 14083:2023. Greenhouse gases. Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain Operations.

DAC – Cifereca Aŭtomata Kuplilo. Moderniga projekto por varvagonoj

Guido BRANDENBURG (DE)

Post 170-jara apliko la kuplilo el hoko, ŝeklo, kaj bufroj ankaŭ en la fervoja vartrafiko estu anstataŭigata per io pli moderna. La aŭtomata kuplilo ne nur malŝarĝu ranĝistojn de fortostreĉa laboro. Ĝi ankaŭ malfermu novajn perspektivojn por harmonigo de la miksitaj pasaĝer- kaj vartrajna ekspluatado de ĉiam pli ŝarĝitaj fervojaj linioj. La teksto prilumu historiajn kaj teknikajn aspektojn de la nuntempa kuplilsistemo, la elekton de normita aŭtomata kuplilo kaj la ŝancojn post ĝia sukcesa enkonduko.

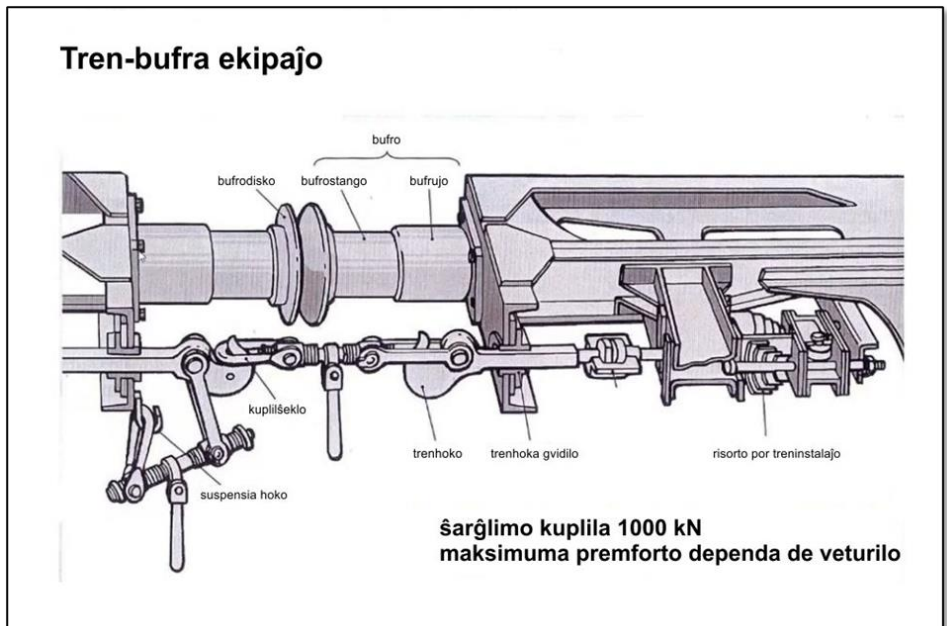


Fig. 1: Tradicia ŝraŭba kuplilo (*schorschi2, WikiMedia*)

Enkonduko – historio

Kiam el ĉaroj fariĝis vagonoj kaj ilin tiris ne plu ĉevaloj sed pli fortaj vapormaŝinoj, ja necesis ilin iel kupli por formi trajnkompleton. Post elprovo de diversaj malavantaĝaj solvoj – kiel ekzemple la kuplila ĉeno, kiu postulis certan trolongecon por esti lokebla sur la hoko de la najbara vagono aŭ esti deprenebla de ĝi kaj kiu pro tiu trolongeco zorgis inter alie por maltrankvila

kuro kaj oftaj puŝoj en kaj kontraŭ la vetura direkto meze de la 19-a jarcento la fervojoj enkondukis la ŝrauban kuplilon el hoko kaj ŝeklo, laŭlonge reguleblan kaj tiel streĉeblan per ŝraŭbo. Ĝi estas normita kaj ĉe var-vagonoj ĝis hodiaŭ ankoraŭ preskaŭ senŝanĝe vaste aplikata en Eŭropo.

La interliga principo estas, ke ŝeklo kaj hoko kondukas la tirajn kaj la bufroj la premajn fortojn. En ambaŭ partoj elastaj elementoj zorgas por mildigo de la impulsoj.

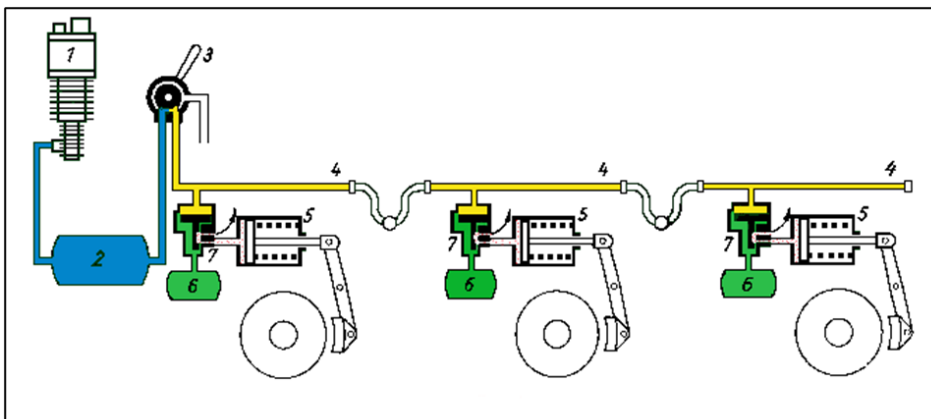


Fig. 2: Skemo de bremsistemo *Westinghouse* (www.bremsbude.de)

Aldone kun kreskanta trenata pezo kreskis ankaŭ la bezono bremsi la tuton. Ĝis eltrovo kaj enkonduko de la pneŭmatikaj bremsistemoj (de *Westinghouse* en la 70-aj jaroj de 19-a jarcento, de *Kunze Knorr* en 20-aj jaroj de la 20-a jarcento) tiun taskon transprenis la bremsistoj kunveturantaj en diversaj pozicioj de la vagonĉeno. Poste la lokomotiv-kondukisto centre regulis la bremsadon influante per valvo la aerpremon en la bremskondukilo.

Tiu kombino – bufroj, ŝraŭba kuplilo kaj pneŭmatika bremsilo – ĉe varvagonoj ĝis hodiaŭ estas ankoraŭ preskaŭ senŝanĝe vaste aplikata en Eŭropo.

Bremsistoj estas superflujaj, sed la laboro de la ranĝistoj en kompilo de trajnkompletoj estas kaj restis ĝis nun nerezignebla.

Taskoj de ranĝistoj hodiaŭ

La taskoj de ranĝisto kompletiganta vartrajnon – taskoj por kies plenumo li laŭiras minimume kvar fojojn la kompletan vagonĉenon – estas:

- fermi la bremsaeran valvon fine de la lasta vagono,

- laŭriri la vagonon,
- deflanke kontroli kaj bezonkaze ŝanĝi pozicion de la komutiloj por funkciigo de la bremsilo (bremskapabla/ne bremskapabla), elekto de bremsreĝimo (vartrajno/pasaĝera trajno), elekto de vagonpezo (ŝarĝita / neŝarĝita),
- rampi trasub la bufroj inter tiu kaj la sekva vagonoj,
- preni la 20 kg pezan ŝeklon el la konserva pozicio,
- meti ĝin sur la tirhokon de la apuda vagono,
- turni la kuplilo-ŝraŭbon ĝis la streĉa pozicio (pozicio en kiu la bufro-riortoj estas iom streĉitaj – kutime kiam inter ŝraubingo kaj helico-komenco ambaŭflanke restas nur ankoraŭ du kaneloj videblaj),
- preni ambaŭflanke la hosojn de la bremsaera tubo el la teniloj,
- kunigi ilin kaj ambaŭflanke malfermi la bremsaerajn valvojn,
- rampi el inter la bufroj,
- laŭiri la sekvan vagonon kaj ripeti la tutan procedon ĉe tiu kaj ĉiu sekva vagono ĝis atingo de la lokomotivo.

Ĝusta kaj sufiĉa streĉo de la kuplilo-ŝraŭbo preparante vagonaron por trajnveturo preventas puŝojn kaj ŝirimpulsojn dum la veturo.

Aliflanke ĝusta kaj sufiĉa malstreĉo preparante dispartigan ranĝadon permesas malkupli la vagonojn resp. vagongrupojn antaŭ sendi ilin en la celtrakojn.

Sekvaj taskoj post kuplado estas:

- signali al lokomotivkondukisto plenigon de la bremsaera kondukilo (per signalo ZP7¹ „liberigi bremsojn“), tiu ĝin plenigas ĝis premo de 5 bar,
- laŭiri la vagonojn por kontroli ĉe ĉiu akso liberecon de la bremsiloj (pozicio libera),
- kontroli sufiĉan fermitecon de la bremsaera kondukilo (perdo de premo < 0,5 bar dum unu minuto estas tolerata),
- signali al lokomotivkondukisto premredukton en la bremsaera kondukilo (per signalo ZP6 „bremsi“), kiu ĝin reduktas je 0,8 bar,
- laŭiri la vagonojn por kontroli ĉe ĉiu akso bremspozicion de la bremsiloj (pozicio bremsa),
- signali al lokomotivkondukisto plenigon de la bremsaera kondukilo (per signalo ZP7 „liberigi bremsojn“), kiu ĝin plenigas ĝis premo de 5 bar,

¹ laŭ germana signala reglamento

- laŭiri la vagonojn por kontroli ĉe ĉiu akso liberecon de la bremsiloj (pozicio libera),
- kontroli trairon en la bremsaera kondukilo (malfermi la bremsaeran valvon fine de la lasta vagono por 15 sekundoj kaj ĉe lasta vagono observi ŝanĝon de bremsiloj en bremspozicion),
- refermi la valvon kaj observi ĉe lasta vagono ŝanĝon de bremsiloj en liberan pozicion,
- signali al lokomotivkondukisto bremskapablan trajnon (ZP8 „bremsoj en ordo“).

Konsiderante mezuman vartrajnon kun 30 vagonoj la traigo de tiuj procedoj daŭras ĉ. unu kaj duonan horojn da pena laboro (sole la bremskontrolo postulas ĉ. 40 minutojn).

Aldoniĝas tempo por kompilo de la vagonlisto kaj la resuma bremskalkula formularo per kiuj la kondukisto estas informata pri tio, kion trenas lia lokomotivo. Nur nun li scias kiel longa estas la vagonaro kaj nur nun li povas konkludi, kiu rapido estas ebla kaj kiel ĝi reagos al bremsado.



Fig. 3: Lokomotivo kun interbufra kuplilo CAKv (*stromber, Wikimedia*)

La klopodoj ripete fiaskis, anstataŭigi tiun nun pli ol 170 jarojn aĝan rimedon por kompili trajnkompleton per io pli eleganta, malpli temporaba kaj almenaŭ rilate kupladon kaj interligon de la bremsaeraj hosoj ne tiel postulema al homa forto. Sed ĉio realigita ĉe eŭropaj fervojoj – kiel

la erctransportaj trajnoj kun la interbufrakaj CAKv – restis eksperimentaj insuloj – tro kosta, tro longdaŭra, tro ambicia, aktuale ne konvena.

Tiel en konsiderinda nombro de landoj la varvagonoj ankoraŭ atendas sian ŝancon.

Nun ŝanĝigis iomete la premisoj. Evidentiĝis, ke por atingi la redukto-celojn por forcejaj gasoj necesas direkti la vartransporton de la surstrata al la surrela trafiko kaj ke tio nur eblas per masivaj investoj en fervoja infrastrukturo kaj veturiloj.

Rilate la arkaikajn rimedojn de la vartrafiko la unua paŝo atendeble estis komisiu studon por skizi la eblojn kaj liveri bazon por komunaj decidoj. Tion kun aprobo de Eŭropa Unio financis la germana ministerio por trafiko kaj cifereciga infrastrukturo.

La studo esploras la staton de teknika evoluo komparante ekzistantajn modelojn de aŭtomata kuplilo, skizas eblajn aldonajn avantaĝojn, prilumas la konsiderendajn kostojn kaj proponas enkondukan strategion.

Tipoj de aŭtomataj kupliloj

La ekzistantaj modeloj senescepte estas jam aplikataj – tamen ne ĉiuj same en vartrafiko, kiu ja havas bezonojn tre diferencajn de la pasaĝer-trafiko. Ni pensu nur pri la neceso kompili kaj disigi trajnkompletojn komence kaj fine de la itinero.

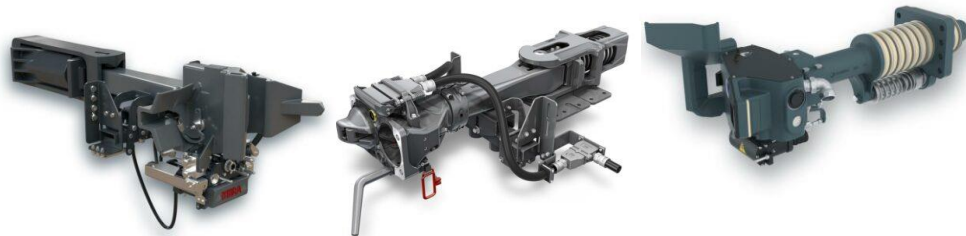


Fig. 4: Modeloj de aŭtomata kuplilo – de maldekstre: *Willison*, *Scharfenberg*, *Schwab* (*European DAC Delivery Programme EDDP*)

En fokuso de la esploro estas la *Willison*-kuplilo, konata ĉefe en la ŝtatoj de iama Sovetunio (nomata tie SA-3 – soveta aŭtomata kuplilo varianta 3), sed ankaŭ ĉe la ercfervojo *Kiruna-Narvik*. Eksperimente la germana fervojo uzis ĝin tie nomitan CAKv (kompakta aŭtomata kuplilo simpligita) – ekde la 1970-aj jaroj ankaŭ pli fruan varianton *Ak69e/Intermat*.

Dua modelo estas la *Scharfenberg*-kuplilo. Ĝi estas kompare malnova eltrovaĵo el la komenco de la 20-a jarcento – tamen longe nur ludis

marĝenan rolon. Depost publikigo de la Teknikaj Specifoj por Intersistema Funkcieblo rilate veturilojn en eŭropa grandrapida trafiko 21-an de Februaro 2008 flanke de la Eŭropa Komisiono ĝi tie estas normita elemento. Ni konas ĝin de motorvagonaroj en regiona kaj en longdistanca trafiko – videbla ĉe ICE, TGV, *Frecciarossa*, AVE kaj aliaj.

Tria modelo en la konkuro estas la *Schwab*-kuplilo ĉefe aplikata ĉe la svisaj fervojoj.

Demonstra trajno kompilita en Germanio servis tie kiel platformo por testaplilo sub realaj kondiĉoj, do ankaŭ sub kondiĉoj de la transira fazo kun paralela uzo kaj de malnova ŝraŭba kaj de nova aŭtomata kuplilo. Ĝi poste vojaĝis kun la sama misio al Aŭstrio kaj plue al Svislando. Laŭplane ĝi devus intertempe esti reveninta al Germanio.

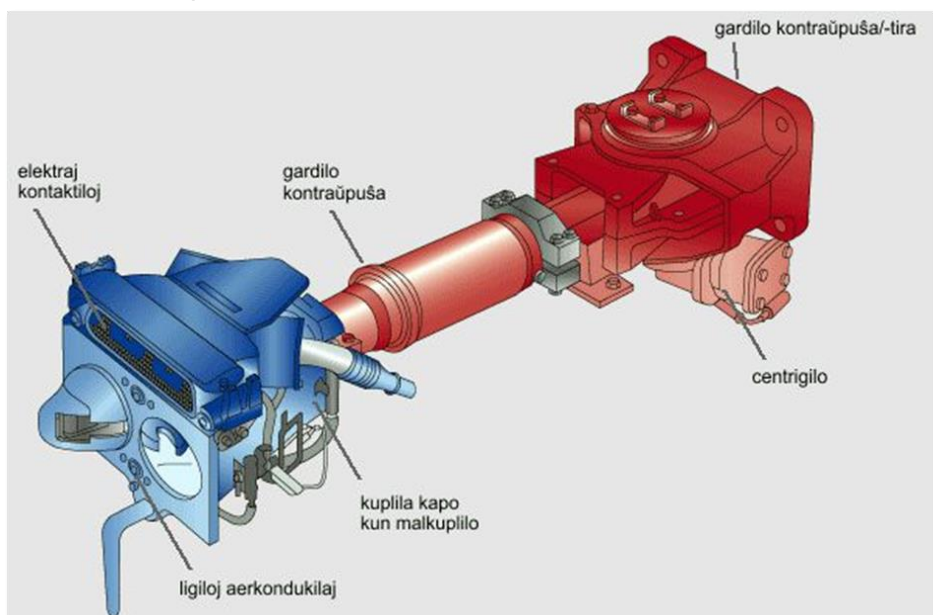


Fig. 5: Elementoj de la *Scharfenberg*-kuplilo (Voith Turbo Scharfenberg GmbH, *WikiMedia*)

Ricevinte la rezultojn de la testfazo la „Eŭropa Livera Programo por la Cifereca Aŭtomata Kuplilo“ (EDDP), kunigo de fervojaj entreprenoj, fervoja industrio kaj politikaj decidantoj, konsiderinte probable ne nur la karakterizaĵojn de ĉiu konkuranta tipo, sed ankaŭ la spertojn kaj konojn el la pasaĝertrafiko en Septembro 2021 elektis la *Scharfenberg*-tipon kiel norman kuplilon por la estonto.

Karakterizaĵo estas la konduka korno, kiu ambaŭflanke korektas la poziciojn de la proksimiĝantaj kuplilokapoj en kurbo aŭ kaze de alto-diferencoj – karakterizaĵo ankaŭ la keglo- kaj funeloformaj volbaĵoj, tra kiuj ŝoviĝas la riglaj elementoj. La elektraj kontaktiloj troviĝas ambaŭflanke de la kuplila kapo, kiel oni konas ĝin ĉe germana fervojo de motorvagonaroj – en la Fig. 5 ili estas super la kuplilkapo.

Kostoj kaj profitoj

Oni parolas pri ĉ. 490.000 vagonoj kaj 17.000 lokomotivoj en 27 EU-landoj kun aldone Britio, Svislando kaj Norvegio. Depende de la aldonaj aŭtomatigaj komponantoj la kostoj sumiĝas al 6,4 - 8,6 miliardoj €. Aliflanke la financan profiton oni kalkulas je 760 milionoj € poĵare, kion oni certe devas rigardi kun prudenta hezito.

Kie oni vidas la profiton? Unuavide kompreneble la profito estas en la pli facila kuplado de la trajnkompleto. La trakciilo ŝovas sin aŭ la jam kuplitajn vagonojn kontraŭ staranta vagono kaj atingas fiksan mekanikan interligon. Ne bezonata estas manipulado de ŝeklo, hoko kaj ŝraŭbilo.

Aliflanke la aŭtomata kuplilo por certaj ranĝoprocedoj povas havi „bufran pozicion“, en kiu ĝi sole plukondukas la puŝimpulson sen interligiĝi kun la sekva vagono. Do, aŭtomata kuplado post alproksimiĝo ne ĉiam estas dezirata.

La aŭtomata kuplilo interligas kaj malfermas la kondukilojn por bremsaero kaj por la ĉefaerujo. Profito: Ne bezonata estas interligo kaj malfermo de la aeraj hosoj.

La aŭtomata kuplilo interligas kontaktilojn por datuminterŝanĝo ebligante transdonon de informoj de la trakciilo al vagonoj kaj inverse.

La disponeblo de informoj pri fiksaĵoj kaj variaj parametroj de ĉiu unuopa vagono povas anstataŭigi la manskribitan vagonliston kaj en la sama procedo kalkuli la bremskapablon. Kontinua mezuro de aerpremo en la kondukiloj, la malneta pezo kaj la pozicio de la bremsiloj en ĉiu vagono kaj transsendo al la trakciilo povas anstataŭigi la permanan bremskontrolon. Informo pri la loko de ĉiu vagono en la trajno ebligas kontrolon kaj kvitancon de la trajnkompleteco – grava por apliko de la trajnsekuriga sistemo ETCS je nivelo 3.

Ordinara pneŭmatika Bremssistemo efikas kun certa prokrasto ĉar ĝi konsideras, ke subita premredukto kvazaŭ ondofronto trairas la bremsaeran kondukilon de la kondukista bremsregvalvo ĝis la lasta vagono. Alie la elektropneŭmatika Bremssistemo en ĉiu vagono per la elektra ŝaltcirkvito povas efiki kvazaŭ sammomente. Bremskapablo same

kiel bremsreago estas esencaj antaŭkondiĉoj por levi la permesitan rapidon. Plue la aŭtomata kuplilo interligas kontaktilojn por elektra kurento ebliganta provizi ĉiujn vagonojn per energio – tiu bezonata por la mezurilaj kaj regulilaj komponantoj (kaj kompreneble pliaj konsumantoj kiel por hejtado, klimatizo ktp.).

La granda perspektivo

Unu kaŭzo de prokrastoj kaj malfruiĝoj speciale en la germana fervoja reto estas kompreneble la kvalito de la trakreto kaj de la veturiloj post neglekto kaj ŝparo dum jardekoj. Tion oni legas ripete en la gazetoj. Alia kaŭzo estas la miksitaj trafiko sur gravaj linioj, en kiu pasaĝertrajnoj veturas esence pli rapide ol vartrajnoj (sen moderna signalsistemo 160 km/h kompare al 100 km/h). Tiu malharmonio malŝparas linian kapaciton kaj provokas obstrukciojn (pasaĝeroj mem spertas tiun efikon en aŭtoŝosea trafiko). En difinita traksekcio la traveturo de vartrajno postulas pli da tempo ol tiu de pasaĝertrajno. Vartrajno kiu pro pli reagemaj bremsiloj povas pli rapide veturi harmonigas la trafikon kaj liberigas kapaciton. Tiun efikon eblas atingi per la menciita elektropneŭmatika bremsistemo.

Alian gajnon signifas la ankaŭ jam menciita kompleteckontrolo en kom-bino kun la trajnsekuriga sistemo ETCS je nivelo 3.

„Tradiciaj“ linioj estas dividitaj en fiksjajn blokadsekciojn. Ilian liberstaton kontrolas instalaĵo kiu ebligas veturpermeson ĉe la sekcikomenca signalilo nur sub la kondiĉo, ke la sekcio ne estas okupita. Liberon kaj okupon kontrolas surtraka sistemo interaganta kun la signaliloj. Minimuma sekci-longo estas la bremsvojo – kutime 1.000 m. La pinto de trajno sekvanta alian, se ĝi ne volas bremsi ĝis halto, devas havi al la fino de la antaŭe veturanta trajno la distancon de bremsvojo plus la longo de la sekva blokadsekcio.

Esceptokaze aplikata estas la principo de la bloksekcioj kun signaliloj en duona bremsdistanco – multekosta kaj nur realigebla en certaj regejaj teknikoj.

ETCS je nivelo 3 rezignas pri ŝalteblaj signaliloj same kiel pri surtraka liberkontrola sistemo kaj per balizoj nur kontrolas la pozicion de la trajno kiu siaflanke komunikas kun la centra radiofonia sekurecentralo (*angl.* RBC). Ene la modelo de la moviĝantaj blokadsekcioj reale la blokadsekcioj ne vere moviĝas, sed konsistas el laŭbezone antaŭdifinitaj longaj aŭ mallongaj sekcioelementoj, kutime markitaj per balizoj. Okupo kaj longo de la sekcioelementoj kaj la rapidoj de du sinsekve veturantaj trajnoj difinas inter ili la liberan spacon. Sekvanta trajno ne bezonas atendi

liberiĝon de blokadsekcio sed povas sekvi en distanco sufiĉa por halti antaŭ pozicio de la lasta vagono antaŭveturanta.

Ĝis nun tiu nivelo de la sekuriga sistemo ETCS nur estas aplikebla ĉe motorvagonaroj jam disponantaj pri integrita kompleteckontrolo. Por vartrajnoj, kiuj simpligite konsistas el lokomotivo trenanta vicon de izolitaj ladoskatoloj validas la premisoj de la tradicia trakflanka liberkontrolado. Alie estus ĉe vartrajnoj kun – ni diru – „inteligentaj“ vagonoj interligitaj per aŭtomata kuplilo kaj lokomotivo ekipita per ĉiuj necesaj ETCS-komponentoj. Tie ĉiuj bezonataj informoj kiel pozicio, rapido, bremskapablo, trajnlongo kaj trajnkompleteco estas provizataj kaj sendataj al la centra radiofonia sekurecinstalaĵo.

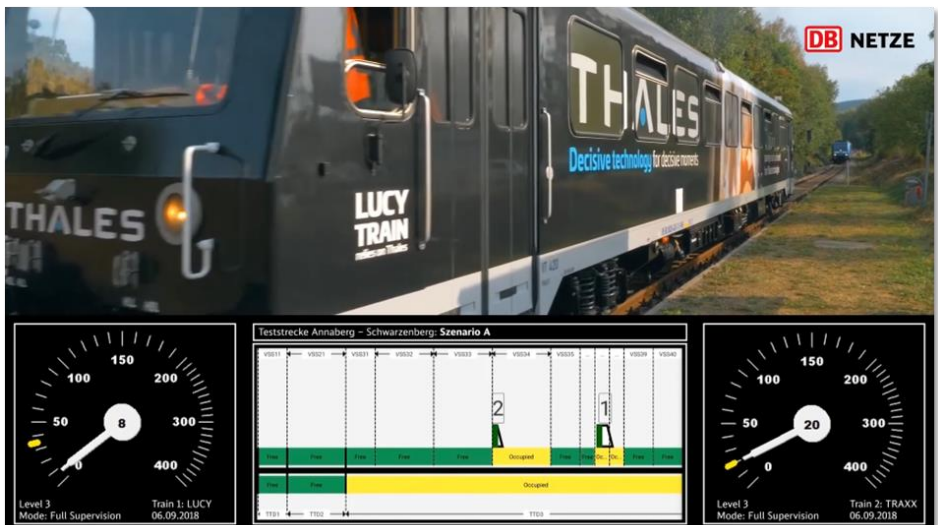


Fig. 6: Du trajnoj kondukataj per ETCS nivelo 3 apud Annaberg (DB-Mediathek)

La postuloj al la fervojo kreskas, dum la kapacito de la ekzistantaj linioj estas limigita kaj la konstruo de novaj estas mezurebla ne laŭ jardekoj sed laŭ generacioj. Helpon signifas ekipo de ekzistantaj ĉeflinioj per ETCS nivelo 3 kaj intensigita ekspluatado per miksitaj trafiko el pasaĝeraj trajnoj kaj vartrajnoj.

Post enkonduko de la cifereca aŭtomata kuplilo (DAC) tio fariĝas realigebla vizio. Ĉu realisma vizio? Kion ni admiras en la subĉiela laboratorio sur linio Annaberg – Schwarzenberg, tion montras du unuopaj trakciiloj ekipitaj per la necesaj instrumentoj por ETCS je nivelo 3 sur unutra linio gardata de elektronika reĝejo lastgeneracia kun eksperimente aldonita centra trajnsekuriga sistemo.

Perspektivo de la aŭtoro de tiu ĉi artikolo devige estas limigita al la situacio en Germanio. Konsiderante:

- ke pli ol duono de la regejoj ĉe la germana fervojo estas mekanikaj, elektromekanikaj aŭ en iu formo relajsaj (68 % laŭ statis-tiko de 2018) kiu ne estas adapteblaj al ETCS je nivelo 3,
- ke de la *DB*-linioj ĝis hodiaŭ ĉ. 340 km el entute 38.400 km estas ekipitaj per ajna nivelo de ETCS,
- la momentan rapidecon en la ciferecigaj procedoj en la trakreto pro manko de planada kaj produktada kapacito kaj manko de sufiĉa invest-buĝeto kaj ke tial la bezonata modernigo daŭrus ankoraŭ 41 jarojn (laŭ prognozo en parlamenta diskuto 2021),
- konsiderante tion ĉion mi scias, ke neniu el ni ĝisvivos la momenton, en kiu la priskribita teknika revolucio en la vartrafiko – kiun ebligas la *DAC* – efektive alportos profiton en konkuro kun la kamionoj surstrataj.

Tiel pesimismaj aŭ tiel realismaj ni devas esti.

FONTOJ

1. Bannhölzer, C., Gökceli, M.-T., Engelmann, J. Digitale Automatische Kupplung, der „Gamechanger“ für den Schienengüterverkehr in Europa. *Eisenbahntechnische Rundschau*, 3/2022.
2. Anton, T., Jass, S. Digital Freight Train – Hebel für die Verkehrswende. *Eisenbahntechnische Rundschau*, 7-8/2022.
3. Geischberger, J., Mönsters, M., Ritzer, P. Steigerung der Streckenkapazität durch schnellere Güterzüge. *Eisenbahntechnische Rundschau*, 12/2020.
4. Erprobung Digitale Automatische Kupplung, Anhang 5 elektrische Versuche, DB Systemtechnik TT-TVE 32(2), 05.01. 2022, <https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/E/dak-anhang-5-elektrische-versuche.html>.
5. Digitale Schiene – aktueller Stand der Modernisierung der Leit- und Sicherungstechnik, Deutscher Bundestag, Drucksache 19/31816, 29.07. 2021, <https://dserver.bundestag.de/btd/19/318/1931816.pdf>.
6. Machbarkeitsstudie zum Rollout von ETCS/DSTW Zusammenfassung der Ergebnisse, Mc Kinsey&Company, Dezember 2018, https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/E/machbarkeitsstudie-digitalisierung-schiene.pdf?__blob=publicationFile.
7. Faktenblatt Digitale Automatische Kupplung, Deutsche Bahn, 31.08. 2020, https://www.deutschebahn.com/resource/blob/7175570/165473294776a2cb088df858b52d3fd1/220119_DAK_Faktenblatt-data.pdf.
8. Mehrstufige Erprobung der Digitale Automatische Kupplung, Proceedings of the 3rd International Railway Symposium Aachen 2021, DB Systemtechnik,

Deutsche Bahn,

<https://publications.rwthachen.de/record/841436/files/841436.pdf>.

9. Unter Strom, Knorr Informer 54/2022, S 16, https://rail.knorr-bremse.com/media/test_e/6400_publications/6420_customer_magazine_informer/informer_54/informer_kundenmagazin_deutsch_final_20220414.pdf.
10. Sünderhauf, B. Die Automatische Mittelpufferkupplung (AK), Voraussetzung für eine Automatisierung des Schienen-Güterverkehrs in Europa - Kosten-Nutzen-Analyse, Altaplan-Leasing, 04/2009, <http://www.automatische-mittelpufferkupplung.de>.
11. Weidert, N. Digitale Automatische Kupplung DAK für den Schienengüterverkehr, Präsentation Voith, 18.02. 2021, <https://www.vdv.de/vortrag-herr-weidert-automatic-couplers-for-freight-wagons-d.pdf>.
12. DAC QUESTION & ANSWER Part I: What is Digital Automatic Coupling and what are its levels? Rail Cargo ÖBB, 20.1. 2021, <https://blog.railcargo.com/en/artikel/dak-faq1>.
13. „Erstellung eines Konzeptes für die EU-weite Migration eines Digitalen Automatischen Kupplungssystems (DAK) für den Schienengüterverkehr“ Schlussbericht, hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung, 29.06. 2020, <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/E/schlussbericht-dak-studie.html?nn=12830>.

Pendoponto super Danubo en la zono de Brăila

Rodica GIUHAT (RO)

La ponto estas unu el la plej grandaj samspecaj konstruaĵoj en Eŭropo. La celo de tiu ĉi projekto estis krei modernan komunikadan vojon, kun efikoj en la regi-ona disvolviĝado, en la senbarigo de la cirkulado, plibonigo de ties sekureco, malpliigo de la veturtempoj, malpliigo de la mediopoluado en ĉiuj nuntempe traveturitaj zonoj. La konstruado de la pendoponto super la Danubo en la zono Brăila havas kaj nacian kaj internacian gravecon pere de la konektado de la Sud-Orienta Regiono kun la trans-eŭropa koridoro IV kaj la tut-eŭropa koridoro IX.

La komenco de la itinero estas je la vojkruciĝo de DN2B *Buzau – Brăila – Galați* kun la ŝoseo *Baldovinești*. Je la kilometro 0+389, la vojo superpasas tri fervojliniojn (vidu Fig. 1); L-220,00 m kun 6 spanoj: unufoje 30 m + kvarfoje 40 m kaj unufoje 30 m.

Ĉefaj teknikaj parametroj de la ponto

Inter la km 4+486,10 kaj km 6+680,30 la vojo transiras la Danubon. Longecoj de la individuaj partoj de la konstruaĵo estas jenaj:

- alira viadukto: 110,00 m,
- pendoponto super Danubo: 1 974,30 m (489,65 + 1 120 + 364,5 m),
- alira viadukto: 110,00 m.

La itinero de la projektata vojo finiĝas je la kilometro 19+095, en DN22 Rm. *Sărat – Brăila – Tulcea*.

La itinero inkludas forkiĝon suden ĝis la vojo *Smârdan-Măcin* (DN22). La ĉefa konstruaĵo estas la pendoponto, kiu komenciĝas je la km 4+596,10 kaj finiĝas je la 6+570,52 km.

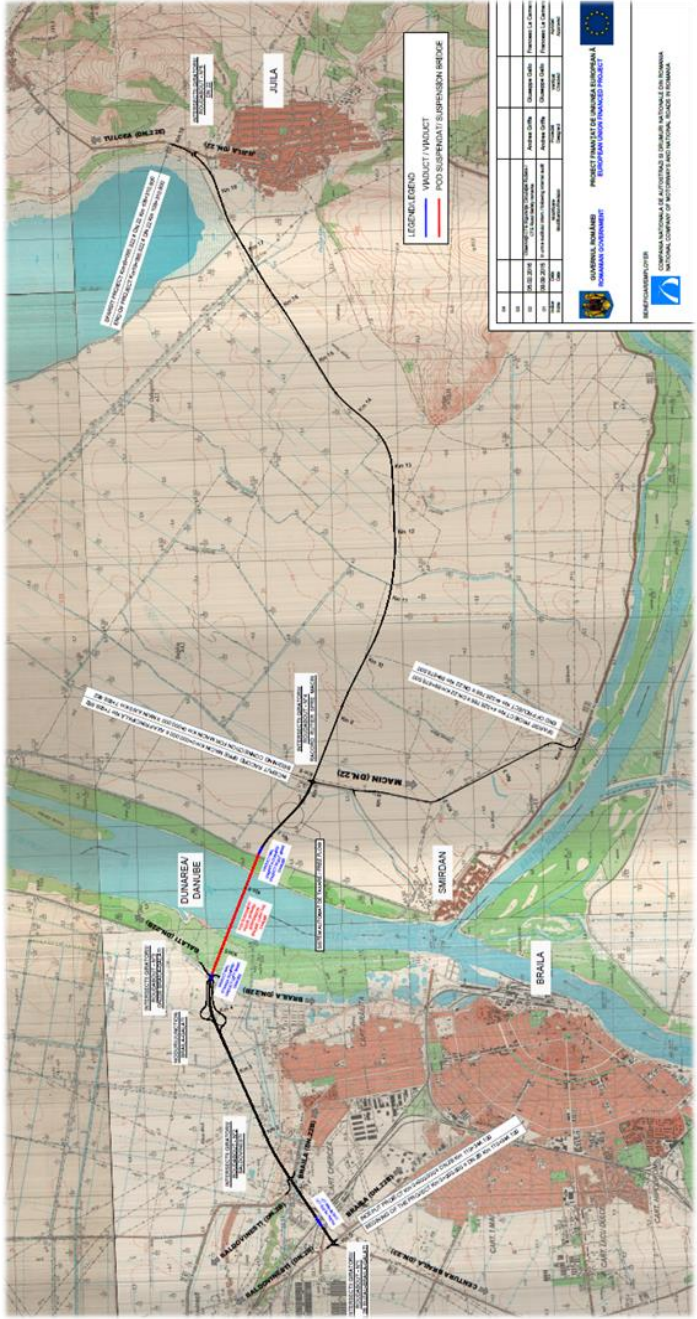


Fig. 1: Ponto kaj ĉirkaŭaĵo (Instituto por la Projektado de Fervojoj)

La pendoponto havas tri spanojn:

- flanka spano de 489,65 m sur la bordo *Brăila*,
- ĉefa spano (1120 m),
- flanka spano de 364,65 m sur la bordo *Tulcea*.

Ambaŭflanke ekzistas aliraj viaduktoj je 110 m ĉiu (2×55 m). La ankra-doblokoj estas enmasonitaj en la grundo, ekster la digoj de Danubo. La planko estas konstruata el skatoltraboj kun la alteco de 3,5 m.



Fig. 2: Pendoponto (Instituto por la Projektado de Fervojoj)

La rulvojo sur la ponto similas al kvarbenda ŝoseo (platformo de 22,00 m: 4 bendoj de 3,50 m, 4 bendoj por enviciĝo, du vojrandoj de 1,50 m kaj la meza zono de 3,00 m). Ambaŭflanke estos du aldonaj bendoj por piedirantoj, bicikloj kaj por bontenado. La pendosistemon formas ĉefkablo kaj vertikalaj tirkabloj inter la rulvojo kaj la ĉefkablo (vidu Fig. 2, 3).

La ĉefkablo estas komponata de 84 dratkabloj en la centra spano, 86 dratkabloj en la spano *Braila* kaj 80 en la *Tulcea* spano.

La dratkablo havas heksagonan transversan tranĉon kun 127 fadenoj je diametro de 5,38 mm.

La pilonoj estas altaj je 204 m de la supro de la fundamento, lokitaj apud la bordoj. Ĉiu betona abutmento konsistas el du piedoj proksi-mume kvadrataj, kunligitaj kun po du traboj. Ĉiu abutmento havas ŝtuparon kaj lifton.

La fundamentoj de la pilonoj estas realigitaj el boritaj fostoj je diametro de 2 000 mm (74 fostoj je 30 metroj ĉe la abutmento *Brăila* kaj 74 fostoj je 38 m je la abutmento *Tulcea*).

Por la kontrolado kaj la administrado de la vojreto oni aldonis Sistemon

ITS (Inteligenta Trafika Sistemo).

Rimedo: eksteraj nerepagendaj fondusoj rilate al la financa kadro 2014-2020 – programoj de la kohereca fonduso kaj ŝtata budĝeto.

Kosto de la kontrakto: 1,995 miliardoj da leoj, t.e. proks. 400 milionoj EUR, sen AVI.

Jaroj de konstruado: 2016–2020 (48 monatoj).

Konstruisto : Administro-Infrastrukturo de vojaj kompanio *CNAIR SA*.

Beneficilo: Nacia Administro-Infrastrukturo de vojaj kompanio *Cnair SA*.

Projektanto: Asociaĵo de S.C. I.S.P.C.F. SA, (Komerca Societo la Instituto por la Projektado de Fervojoj), E.D.I.N. S.R.L. (*European Distribution @ Industry Network*), S.C. S.T.E. S.R.L. (*Structure and Transport Engineering*), S.C., *PEGASO INGEGNERIA*.



Fig. 3: Konstruo de ponto (Instituto por la Projektado de Fervojoj)

FONTO

1. www.ispcf.ro.

Fervoja linio inter Zagreb kaj Rijeka – ĝiaj problemoj kaj graveco en eŭropa trafika sistemo

Dr.sc. Zlatko HINŠT (HR)

Fervojlinio inter *Zagreb* kaj *Rijeka* en Kroatio estas parto de paneŭropa trafika koridoro Vb (de Budapeŝto en Hungario tra *Zagreb* al *Rijeka* en Kroatio). En pli malvasta senco kiel unika fervoja linio estis distanco inter *Karlovac* kaj *Rijeka* (ekde la jaroj 1869 ĝis 1873). Nome, fervoja linio de hungara-kroata limo ĝis *Zagreb* estis konstruita en la jaro 1870 kaj *Zagreb – Karlovac* en 1865. Oni ne neglektos menciigi bezonajn detalojn en pli vasta senco ligitaj al koridoro Vb en / tra Kroatio, sed ankaŭ akcenti ke en la jaro 2023 estas jubilea datreveno de 150 jaroj de fervoja linio de *Rijeka*, sed en pli vasta senco oni povas tion marki por fervoja linio inter *Zagreb* kaj *Rijeka*. Koncerna fervojlinio multe kontribuis al disvolviĝo de ekonomio kaj precipe por marhaveno en *Rijeka*. Ekzistas interesaj detaloj pri konstruado kaj poste pri diversaj specoj de modernigadoj de ĉi tiu fervojlinio (elektrizadoj je tensio de 3 kV kaj poste de 25 kV, teknikaj solvoj por rapidigi transporton kaj pliigi kapaciton). Temas pri unu el la plej malfacilaj montaraj fervojlinioj kun deklivoj kaj vojkurbiĝoj en Eŭropo. Ankaŭ estas interesaj variantoj de konstruado de nova fervoja linio inter *Karlovac* kaj *Rijeka*, konstrui novan ebenaĵan fervojlinion, kaj por nuna ebenaĵa fervojlinio inter *Zagreb* kaj *Karlovac* oni planas apud nuna unua trako, konstrui duan trakon, kaj tio estos dutraka fervoja linio, kaj en partoj de traceo estos diversaj distancoj inter unua trako kaj dua trako de fervojlinio.

Historio de fervojlinio

Post konstruado kaj malfermo de unua fervoja linio tra *Zagreb (Zidani Most – Zagreb – Sisak)*, la 1-an de Oktobro 1862, sekvis konstruado de fervojlinio al *Karlovac*. Fervoja linio *Zagreb-Karlovac* estis finkonstruita kaj malfermita la 1-an de Junio 1865 fare de Kompanio de Sudaj Fervojoj dum Habsburga (Aŭstra) Monarkio. Decido pri konstruado de fervoja linio *Karlovac – Rijeka* estis aprobita post Aŭstro – Hungara Interkonsento la 8-an de Junio 1867, tri semajnoj poste – la 1-an de Julio 1867 en Aŭstro-Hungara Monarkio sub gvidado de Hungaraj ŝtataj fervojoj (MÁV – *Magyar Államvasutak*). Post tio sekvis konstruado de fervoja linio *Karlovac – Rijeka* en periodo 1869-1873, kiam je ĝia traceo partoprenis 23 mil da laboristoj (Bošković (a)). En Budapeŝto estis fondita Fervoja Konstruada Direkcio kiun gvidis svisa inĝeniero *Achilles Thommen* (Bošković, (a)). La plej elstara konstruisto de koncerna fervoja linio estis kroata kaj zagreba entreprenisto *Guido Pongratz*. Fervoja linio *Karlovac*

– *Rijeka* estis malfermita por trafiko la 23-an de Oktobro 1873. Tio estas kvar monatojn post malfermo de fervoja linio (*Pivka*) – *Šapjane* – *Rijeka* la 20-an junio 1873, rekta ligo el *Ljubljana*, kaj plu konektita kun *Maribor*, *Graz* kaj *Vieno*. *Pivka* estas nuna nomo, antaŭ slovena nomo estas nomo *Šent Peter na Krasu* (germane *Sankt Peter im Karst*). Tiam ekestis rekta fervoja linio el *Rijeka* tra slovena urbeto *Pivka* al tiama aŭstra kaj nuntempa itala havena urbo *Trieste*, kaj tiamaniere ĝi estis ligita kun *Karlovac* kaj *Zagreb*. El Stacio *Rijeka* sekvas stacio *Opatija-Matulji*, tiam tramligita al *Opatija*, kiel unua kroata turisma centro ekde la 1844. Stacidomo *Rijeka* kiel provizora konstruaĵo estis konstruita en la jaro 1873, sed brulis en incendio en la 1888 (*Staklarević-Štefanac*, p. 293-294).

Poste jam en la jaro 1889 estis finkonstruita en nuna formo de edificio far de hungara arkitekto *Ferenc Pfaff*. Aŭstra politiko estis en vara trafiko direktado de varaj fluoj al haveno en *Trieste*, sed en pasaĝera trafiko estas grave havi bonan fervojlinion al *Opatija* kaj *Rijeka* tra Slovenio. Rezultoj de turisma disvolviĝo estas ankaŭ preferataj fare de hungara politiko. Post Aŭstro – Hungara kaj Kroata – Hungara Interkonsentoj samtempe el Budapeŝto jam ekzistis fervoja linio al sud-okcidenta direkto kaj de hungara-kroata limo komencis konstruado de fervoja linio (*Gyékenyész/Zakany*) – *Botovo* – *Koprivnica* – *Dugo Selo* – *Zagreb* finita la 4-an de Januaro 1870 (150 godina željeznice u Zagrebu, teksto de H. Bunijevac). Tio signifas ke fervoja linio ekzistas tiam ekde la jaro 1873 de *Rijeka* tra *Zagreb* kaj *Nagykanizsa* al Budapeŝto. Hungara politiko estas reprezentado de intereso por atingi al Adriatika maro kaj disvolviĝi havenon en *Rijeka*. Grava estas vojkruciĝo de fervojaj linioj *Zagreb* – *Rijeka* kun fervoja linio *Oštarije* – *Knin* – *Split*, entute finkonstruita en la jaro 1925. Krom tio, oriente en periodo de la jaro 1903 kaj 1907 estis litigitaj urboj *Karlovac* kun *Sisak*. Kaj okcidente estis litigitaj *Karlovac* kun kroata setlejo *Bubnjarci* kaj slovena urbeto *Metlika*, per fervoja linio kiu plu kunligas *Novo Mesto* kaj *Ljubljana* en la jaro 1913 (*Padjen*, p. 158).

Unua speco de trakcio de trajnoj en periodo 1873 – 1882 estis vaporaj lokomotivoj de tipo MÁV 338 C-3 (MÁV – Hungaraj ŝtataj fervojoj) por pasaĝeraj trajnoj kun 3 movofortaj aksoj kaj por varaj trajnoj vaporaj lokomotivoj de tipoj MÁV 420 i 441 D-3 kun 4 movofortaj aksoj kaj poste vaporlokomotivo JŽ 125 (JŽ – Jugoslaviaj fervojoj) kiu estis en ekspluatado 60 jarojn. Unue permesata maso de vartrajnoj en deklivoj estis 150 t, poste 180 t kaj ĝis la fino de jarcento 380 t. En la jaro 1936 komencis preparoj por elektrizado de fervoja linio de *Sušak* (jugoslavia / kroata urbo

apud *Rijeka* kiu tiam sub nomo *Fiume* apartenis al Italio) – al *Serba Moravice*. Elektra trakcio kun entute 42 lokomotivoj ebligis pliigi kapaciton de transporto per 40 % kaj malpliigi kostojn de eksplua-tado kiel ŝparoj kiuj ebligas repagon de kreditoj por investoj dum 30 jaroj (Redaktoro B. Prikrič, 110 godina riječke željeznice, laboraĵoj de Dragutin Cazin: *Razvoj i eksploatacija pruge do 1918. godine*, p. 71 kaj *Razvoj i eksploatacija pruge 1918.-1941. godine*, p. 93). Estis grave menciit ke jam ekde la jaro 1914 de direkto *Karlovac* trafikis 50 kaj plu da trajnoj. En la jaro 1931 estis malfermita fervoja linio por varaj trajnoj el marhaveno *Bakar* al *Škriljevo*, longa 12 km. Laboroj en elektrizado per tensio de 3 kV de *Rijeka* al *Zagreb* komencis en la jaro 1952 kaj kompleta elektrizita fervoja linio estis malfermita la 14-an de Majo 1966. Poste komencis laboroj en ŝanĝo de trakcio de trajnoj per tensio de 25 kV kaj frekvenco de 50 Hz kiu estis kompletigita de *Rijeka* al *Zagreb* en la jaro 2012 (Staklarević – Štefanac, p. 203, 204, 209 kaj 210). En periodo ekde 1960-aj jaroj sur fervojlinio *Zagreb – Rijeka* trafikis plej multe trajnoj kun trakcio de elektrolokomotivo de serio 1061 (vidu Fig. 1) de tensio de 3 kV, kaj poste rekonstruata al tensio de 25 kV (kaj estis serio 1161), kaj elektrolokomotivo de serio 1141 (vidu Fig. 2). Nun estas pli oftaj elektromotoraj trajnoj de serio 6112 (vidu Fig. 3).



Fig. 1: Elektrolokomotivo de serio 1061 (tensio 3 kV) en *Rijeka* (HŽ serijo 1061, *Wikipedija*)



Fig. 2: Elektrolokomotivo de serio 1141 (por tensio de 25kV) en Zagreb (Datoteka: HŽ 1141 007.jpg – Wikipedija)



Fig. 3: Elektromotora trajno de serio 6112 (por tensio de 25 kV) sur stacidomo en Rijeka (Novi list, 5. listopada 2019)

Malnova fervoja linio inter Zagreb kaj Rijeka

Fervoja linio inter Zagreb kaj Rijeka en malnova traceo faras parton de paneŭropa fervojtrafika koridoro Vb (kiu ligas kun koridoro kiel kruciĝo kun branĉo de Vb en direkto de Split kaj Šibenik. Poste ekestis novaj signoj por trafikaj koridoroj. Nun en uzado estas mallongigo TEN-T (*Trans-European Net – Transport*), nun pli ofte uzata ol koridoro Vb kaj koncerna koridoro ekzistas kiel ligo de Italio (de Venecio) kaj tra Rijeka, Zagreb, kaj tra Budapeŝto estas la plej bona ligo kun pli da urboj al Ukrainio al Lvovo. En la jaro 1897 Zagreb estis ligita kun jam finkonstruitaj

sekcioj de fervoja linio el *Zemun* kaj tra *Vinkovci*, *Brod na Savi* (nun *Slavonski Brod*) kun *Dugo Selo* kaj *Zagreb*, kaj tio estis ligitaj al fervoja linio en direkto al *Rijeka*. Ĉi tiuj detaloj prezentas gravecon de pan-eŭropaj trafikaj koridoroj X (RH1) kaj Vb (RH2) en antaŭaj historiaj periodoj kaj nuntempe.

Post malfermo de nova edificio de *Zagreb* Ŝtata Stacidomo, kaj poste *Zagreb* Ĉefa Stacidomo kun diversaj objektoj de Ĉefa Stacio la 1-an de Oktobro 1892, estas kreitaj favoraj kondiĉoj, por pli bona kaj pli granda trafika ol nivelo atingita ekde malfermo de tiama Suda (poste Okcidenta) Stacidomo kun diversaj objektoj de tiama Suda (poste Okcidenta) Stacio. Tio estis kondiĉoj por disvolviĝi fervojojn en Kroatio, kiuj multflanke influis al disvolviĝo de ekonomio kaj socio, precipe al industrio, agrikulturo, turismo, urboj kaj ĝiaj loĝantaro.

Konstruado de fervoja linio *Karlovac – Rijeka* de longeco de 176,5 km daŭris 1 581 tagojn, konstruinte 112 m potage. Sed aera distanco estas nur 90 km. Preskaŭ duobla distanco inter du urboj ol aera distanco, signifas ke fervoja linio havas multe da vojkurbiĝoj, en iuj kazoj nur 275 m de radiusoj de cirkla arko, kaj la plej granda deklivo de 28 ‰. La plej granda alititudo estas alta 837,40 m super al maro (punkto en tunelo *Sleme*). Granda baro por konstruado kaj uzado de fervojlinio estis malbona geologia kvalito de la tero longa 40 km inter *Brod Moravice* kaj *Fužine*, kun multe da terdeglitaj kaj damaĝitaj terenoj (Crnković, p. 13-15). Sistemo de sekureco de trafiko per signaloj kaj aliaj ekipaĵoj estas surbaze de relajsoj.

Haveno *Rijeka*

En Aŭstro-Hungara Monarkio ekde la jaro 1873 malfermita fervojlinio de *Rijeka* vigligis havenojn en Kvarnera golfo kie troviĝas havenojn *Rijeka* kaj aliaj havenoj, ĉar koncerna fervojlinio transprenis totalan hungaran eksport-importan komercon (Jelinović (a), p. 18). Iam haveno *Rijeka* efektivigadis malgrandan parton de 10-12 % de vara ŝosea transporto en totala transporto, do, en iuj grandaj havenoj koncerna parto estis proksimume 40 % (Jelinović (b), p. 390). Tio montras al granda parto de fervoja transporto en koncerna haveno post elŝarĝado. Haveno *Rijeka* estas specialigita por ĝeneralaj, sekaj kaj fluaĵ kargoj kaj laŭ specoj de kargoj kiel estas agrikulturaj produktoj kiel grenoj, fruktoj kaj legomoj, lignaĵoj, fluaĵoj, ekipita kun klimatizitaj kaj diversspecaj magazenoj, fridejo, kaj aliaj ekipaĵoj. Por pli detalajn informojn vidu retejon de Haveno *Rijeka* (<https://lukarijeka.hr/>).

Precipe estas interesaj konteneraj terminaloj en *Rijeka* kiel aldona plivastigo de terminalo *Brajdica – Jadranska vrata* (Adriatika pordo),

rekonstruado de vara stacio en *Rijeka* kaj konstruado de *Zagreb Deep Sea Container Terminal* (Zagreba profunda mara kontenera finstacio) sur *Zagrebačka obala* (Zagreba marbordo) – (vidu en retejo de *Port of Rijeka Authority*) kun profundeco de maro de 20 m por la plej grandaj ŝipoj, kaj planoj por konstrui konteneran terminalon sur insulo *Krk* kune kun ponto inter marbordo kaj insulo kaj fervoja linio inter vara stacio *Krasica* kaj *Omišalj* sur insulo *Krk* (Vukorepa kaj Pajić (b) kaj ligiloj pri *Zagrebačko pristanište* kaj *Zagreb Deep Sea Container Terminal*).

Grava avantaĝo ekzistas en longaj vojoj el aziaj kaj afrikaj landoj al nordeŭropaj landoj per uzado de Sueza kanalo kaj nordadriatikaj havenoj. Tio faras malpliigojn de vojaĝo por 2.121 marmejloj kaj por 6 tagoj de navigado. Temas pri kunligado de maraj kaj nemaraj urboj laŭ aspekte de diferencoj en distancoj en kio maraj urboj havas avantaĝojn laŭ kvar nemaraj urboj inter ili kvin.

Tabelo 1: Fervoja distanco (km) inter havenoj kaj iuj ekonomiaj centroj

	<i>Rijeka</i>	<i>Koper</i>	<i>Trieste</i>	<i>Hamburg</i>	<i>Rostock</i>
Budapeŝto	592	634	626	1406	1166
<i>Bratislava</i>	602	650	639	1022	980
Prago	806	854	810	686	644
Vieno	580	599	584	990	984
<i>Linz</i>	557	549	517	911	923

Fonto: Dundović et al., p. 168

Estas grava komparo de nordadriatikaj havenoj (*Rijeka*, *Koper* kaj *Trieste*) kaj nordeŭropaj havenoj (*Hamburg* kaj *Rostock*) en Tabelo 1, kiu montras distancojn de koncernaj marhavenoj de mezeŭropaj urboj Budapeŝto, *Bratislava*, Prago, Vieno kaj *Linz*. Ekzistas granda avantaĝo en geografia-trafika pozicio de nordadriatikaj laŭ nordeŭropaj havenoj en malpli da distanco, precipe de *Rijeka*. Nordadriatikaj havenoj havas pli mallongajn distancojn laŭ Budapeŝto, *Bratislava*, Vieno kaj *Linz*, sed pli longajn distancojn al Prago kiel escepto. El Mediteranea maro varoj veturas en direkto de Gibraltaro kaj plu en Norda Eŭropo, povas esti pli bone veturataj tra Otranta Pordo kaj el nordadriatikaj havenoj unu al aliaj konkurantaj, kiel kroata *Rijeka*, kiel la plej favora slovena *Koper* kaj itala *Trieste* sur tero uzi trajnojn ĝis mezeŭropaj nemaraj urboj, krom Prago pro pli bonaj pozicioj kaj al havenoj de *Hamburg* kaj *Rostock*.

Laŭ prognozo de vara transporto surbaze de stato en la jaro 2006 kiam estis transportitaj tunoj de varoj en sumo de 12 772 mil tunoj entute por

Haveno *Rijeka* kaj de tio per fervojo 2 613 mil tunoj, en la jaro 2016 tio estis planita en sumoj 17 240 mil tunoj kaj respektive 11 417 mil tunoj, en 2026 en sumoj 24 810 kaj 17 619 kaj en 2031 je sumoj de 38 827 (entute Haveno) kaj per fervojo 29 450 mil tunoj (Dundović *et al.*, p. 172). Kroataj fervojoj en 2031 transportos preskaŭ 30 milionojn tunoj da varoj, kvanton sufiĉan en unua pravigado por konstrui novan fervojlinion kaj fari aliajn investojn.

Pri pliaj pravigadoj de konstruado de nova fervoja linio

Dum la 1980-aj jaroj fervojoj realigis grandan procenton en totala transporto kaj tiam fervoja vartransporto atinginte nivelon, kiun ĝi poste plu ne atingis. Tiam 20 milionoj da tunoj de varoj estis ligita kun Haveno *Rijeka* (Žic, *Novi list*). Per fino de grandaj laboroj en konstruado kaj modernigo de ekzistantaj havenaj kapacitoj en *Rijeka*, ili estos je pli granda nivelo da tunoj, kaj samtempe estos modernigita vara stacio en *Rijeka*. En jaro de aperigo de teksto kaj kelkaj jaroj reen fervojo havas parton de 25-30 %, kaj ŝoseo 70-75 %. Post investoj en modernigado de fervojo ĝia parto estos de 50-60 % (Glavan, p. 21). Fino de konstruado de nova fervoja linio estas la jaro 2030. laŭ strategia dokumento (same, p. 22). Tio estas dezirebla nivelo de transporta laboro kiu ekzistas en projektoj por konstruado de ebenaĵa fervoja linio, kiu ebligas pravigadon de projekto. Entute kostoj de konstruado de nova fervoja linio estis antaŭviditaj je sumo de 2,47 miliardoj da eŭroj (Pajić (a), p. 18). Ministro pri maro, trafiko kaj infrastrukturo *Oleg Butković* deklaris ke ĝis la jaro 2030 Kroatio investos en trafika infrastrukturo sumon de 3,4 miliardoj da eŭroj (Crnković, p. 15). Projekto de ebenaĵa fervojlinio antaŭvidas partojn de vara transporto de 70 al 80 %, kaj por pasaĝera transporto partojn de 20 al 30 %. Koncerna fervojlinio ebligas tempon de vojaĝo de pasaĝeraj trajnoj estos 90 minutoj (nun tio estas kvar horoj), kaj rapideco ĝis 160 km/h en malfermitaj spacoj, en urbaj centroj inter 80 kaj 120 km/h. La aŭtoro elstaras postulon por atingi celon de pli ol 30 milionoj da transportitaj tunoj de varo kaj 10 milionoj da transportitaj pasaĝeroj (Pajić (a), p. 17-18). Iuj mencias aktualajn problemojn kun prokrastoj de limdato en konstruado de nova fervoja linio ekde la jaro 2030 al 2035, kiel finan jaron por malfermi fervojlinion – 2035 (V. Marjanović).

Totala longeco de fervoja linio *Botovo – Zagreb – Rijeka* estas 330 km, en kio estas longeco de linio inter *Botovo* kaj *Zagreb* de 100,5 km. Fervoja linio *Zagreb – Karlovac* estas longa 53,0 km kaj fervoja linio *Karlovac – Rijeka* estas longa 176,5 km. Ekzistanta fervoja linio *Zagreb – Rijeka* estas longa 229,5 km. Por fervoja linio entute *Botovo – Zagreb – Rijeka* kostoj

de konstruado kaj modernigado estas 3,7 miliardoj da eŭroj. Por parto de fervoja linio *Karlovac – Rijeka* kostoj estas 1,7 miliardoj da eŭroj. En traceo de nuna traceo de unutraĉka fervoja linio inter *Botovo* kaj *Dugo Selo* estas konstruanta dua trako kaj tio fariĝas duktraka fervoja linio. Inter stacio *Zagreb Ĉefa* stacio de 9 km ekzistos laboroj, kaj estas necesaj en distanco inter *Hrvatski Leskovac* kaj *Karlovac*, distanco de 44 km, en kiu estos investoj de 311 milionoj da eŭroj en konstruado de dua trako de fervoja linio, kie el unutraĉka fariĝos dutraka fervoja linio (skribite en retejo de *HŽ-Infrastruktura* pri malfermitaj ofertoj por laboroj en koncerna fervojlinio kaj en artikolo de K. Žabec kaj informoj en *free Wikipedia M202 railway* (Croatia)). De *Karlovac* al *Rijeka* estas antaŭvidita konstruado de nova fervoja linio kiu estas samtempe dua trako en nova traceo rilate laŭ ekzistanta fervoja linio. Malnova fervoja linio devas resti aktiva por lokaj bezonoj kaj kiel aldonaj infrastrukturaj kapacitoj.

Varianto de nova fervojlinio „*Kupa*“ estas longa 149,1 km, kio estas mallongigo por 79,7 km, kaj varianto „*Drežnica*“ 172 km kun mallongigo de 56,8 km laŭ ekzistanta fervojlinio (ambaŭ variantoj komparitaj en artikolo kun totala longeco de fervojlinio de 228,8 km). La plej alta punkto en ekzistanta fervoja linio estas 836,40 m, sed en varianto de traceo tra valo de rivero *Kupo*, la plej alta punkto estus 270,30 m (diferenco de 566,10 m) kun malpliigo de deklivo 25-27 ‰ al 7 ‰, kaj laŭ varianto de traceo tra setlejo *Drežnica* la plej alta punkto estus 474,60 m (diferenco de 361,80 m). Varianto de linio „*Kupa*“ postulas elkonstruadon de tunelo longa 24,84 km de baza tunelo en monto *Risnjak* kaj pli grandan nombron da aliaj tuneloj relative longaj, ili 22 de longeco de 51,73 km, kaj viaduktoj, talusoj kaj pontoj de longeco de 10,12 km kun deklivoj ĝis 7 ‰ (Padjen, p. 82-83, Butorac, p. 42, laŭbaze de artikolo de Stipetić kaj Mlinarić „*Visokobrzinska pruga Rijeka – Zagreb – Koprivnica*“, „*Promet*“ 1/92, *Zbornik radova SPIH, Zagreb, 1992.* kaj laŭ Vilke „*Rekonstrukcija željezničkog prometnog sustava u funkciji razvoja riječke luke – izgradnja nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb*“, „*Željeznice 21*“, broj 3/2020). Pro tiaj aldonaj postuloj por varianto „*Kupa*“, estas pli bone akceptataj pro siaj avantaĝoj en altitudo, sed ne pro longeco de bezonaj tuneloj kaj viaduktoj. Malgraŭ pli granda altitudo ol varianto „*Kupa*“, pro pli da tuneloj kaj viaduktoj kaj pli longa traceo, tamen pli ofte uzataj estas postuloj por planoj laŭbaze de varianto „*Drežnica*“. Longeco de fervojlinio *Botovo – Zagreb – Rijeka* per varianto de „*Drežnica*“ signifas ke totala nova fervoja linio estos 271,9 km.



Fig. 4: Mapo de ekzistanta traceo de fervoja linio *Botovo-Zagreb-Rijeka*, kune kun signitaj pan-eŭropaj trafikaj koridoroj (*Hrvatska.eu – Zemlja i ljudi – teksto Geoprometni položaj* – <https://croatia.eu/index.php?view=article&lang=1&id=8>)

Estas interese kaj unua menciado de proponoj por varianto de novaj fervojaj linioj „*Drežnica*“ devenas el la jaro 1863, kiam belga konsorcio (pro tio estas nomo „belga traceo“) akiris rajton de konstruado de fervoja linio antaŭ konstruado de tiama fervojlinio inter *Zemun* kaj *Rijeka* kaj parto de rezultatoj devenas el la jaro 1873, kaj poste detale estis prilaborita en la projektoj de Hungaraj ŝtataj fervojoj en la jaroj 1906 kaj 1921 (Butorac, p. 42-43). Ekzistis ankaŭ antaŭprojekto pri traceo de „ebenaja fervojlinio“ de *Kotoriba* al *Rijeka* tra valo de rivero Kupo inter la jaroj 1912-1914, kiu estis pli mallonga per 70 km. Denove dum 1960-aj kaj 1970-aj jaroj estis aktualigitaj problemoj kaj projektoj de konstruado de „ebenaja fervojlinio“. Poste malaperis intereso por nova konstruado de sama fervojlinio ĝis la jaro 2006.



Fig. 5: Mapo de estonta fervoja linio surbaze de varianto por nova linio – laŭlonge de nova traceo (trapasonta tra loko *Drežnica* en fervoja linio Hungario - *Zagreb – Rijeka* („*Nizinska pruga*“, *Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture*, <https://mmpi.gov.hr/promet/zeljznicki-promet-129/strateski-dokumenti-i-projekti/nizinska-pruga/13828>)

En „Strategio de trafika disvolviĝo de Respubliko Kroatio (2017–2030)“ kiel baza dokumento por fari planojn de disvolviĝo en unuopaj trafikaj branĉoj kaj precipe publikaj entreprenoj en kiuj graveco estas speciale por fervojoj, ekzistas apartaj tekstoj kiuj konfirmas tion. Sub punkto 4.2.2 Fervoja trafiko, en elemento R.3. estas rimarko ke nuna fervoja linio inter *Zagreb* kaj *Karlovac* estas en funkcio de vara trafiko kaj por apudurba trafiko. Por parto de TEN-T mediterana koridoro inter *Karlovac* kaj *Rijeka* estas antaŭvidita „ebenaĵa linio“ kiu ligas kun baza kroata marhaveno *Rijeka*. Estas grava ankaŭ enkondukado de sistemo de trafika sekureco ERTMS (*European Railway Traffic Management System* – Eŭropa Fervojtrafika Direktada Sistemo), kun premo (maso) por akso estu 22,5 t kaj utila longeco akcept-ekspedaj relvojoj dependas de loĝistika koncepto. Ekzistas por ĉi tiu fervoja linio ligo kun dalmataj fervojlinioj, ebleco de konstruado de kontenera terminalo en *Krk*, kun estimo de ekonomiaj kaj ekologiaj aspektoj (p. 209).

Dokumento kiu koncernaj celoj detaligas laŭ mezlonga periodo estas Plano de negocado (2023 – 2027) de *HŽ Infrastruktura d.o.o.* aperigita en Februaro 2023.



Fig. 6: Rigardo al Zagreba kaja ŝiphaltejo en Haveno *Rijeka* (<https://www.hzinfra.hr/predstavljeni-uspjesni-rezultati-projekta-zagrebacko-pristaniste/>)

Konkludoj por disvolviĝaj planoj en nuntempo kaj estonteco

Pro graveco de fervoja linio *Zagreb – Rijeka* en konektado kun marhaveno *Rijeka*, kaj pli vaste kun fervoja linio el Budapeŝto al *Zagreb*, liginate de loĝantaro kaj ekonomio de Kroatio kaj Hungario, inkluzive aliajn partojn de Meza Eŭropo, restas grava tasko por aldonaj fervojaj konstruado kaj modernigo. Samtempe estas grave disloviĝi bonajn ekonomiajn kaj politikajn rilatojn kun landoj kaj iliaj negocaj subjektoj kaj aliaj instancoj kiuj deziras esti strategiaj partneroj en koncernaj projektoj. Post grandaj investoj, plivastigo kaj pligrandiĝo de kapacitoj de Haveno *Rijeka*, inkluzive aldonan eblecon de kontenera terminalo en insulo *Krk*, ĉio tio fariĝas la plej grava instigo en investoj en novan fervojan linion inter *Karlovac* kaj *Rijeka*, duan trakon de fervoja linio inter *Hrvatski Leskovac* (9 km de *Zagreb* Ĉefa stacio) kaj *Karlovac*, kaj duan trakon de fervoja linio inter *Botovo* (kroata – hungara ŝtatlimo) tra *Koprivnica* al *Dugo Selo* ligita kun *Zagreb*. Tio signifas pligrandiĝon de rapidecoj de trajnoj (por pasaĝeraj ĝis 160 km/h kaj ankaŭ por varaj) kaj malgrandiĝon de bezonaj tempoj

de vojaĝo en ĉiuj partoj de fervoja linio inter *Botovo* kaj *Rijeka* kiu devas esti de nuna longeco de 330 km, pli mallonga por 50 km (varianto de *Drežnica*), t.e. estonta longeco de 270 km.

Ĉio ampleksas multe da taskoj al Ministerio de la maro, trafiko kaj infrastrukturo kiel ĉefa kunordiganto de fervojaj entreprenoj *HŽ-Infrastruktura d.o.o.* kaj *HŽ-Putnički prijevoz d.o.o.* por pasaĝera transporto kune kun *HŽ-Cargo* kaj aliaj fervojaj vartransportaj entreprenoj kaj organizaj unuoj en liberaligita merkato de transporto de varoj. Estas grave akcenti ke lastaj pli ol dudek jaroj estis konstruitaj novaj aŭto-ŝoseoj en Kroatio, inkluzive al *Rijeka* de *Karlovac*, kaj jam antaŭe el *Zagreb* al *Karlovac*, kiuj influis al transiro de granda parto de varoj ĝis ilia konstruado, transportitaj far de fervojoj, kaj de tiam transportitaj sur aŭto-ŝoseoj kun pliiĝo de negativaj eksteraj efikoj. Pro tio graveco de nova fervoja linio kaj modernigo de fervojaj kapacitoj entute estas supozo por pligrandiĝo de fervoja transporto, kun atendataj pozitivaj efikoj, kiel ekologiaj, sekurecaj, tiel ekonomiaj kaj sociaj. Tio signifas ke estas necese investi en daŭripovaj fervojoj, kaj graveco de paneŭropa fervojtrafika koridoro TEN-T Vb estas en ĝiaj avantaĝoj devenantaj el pli favora geografia-trafika pozicio de ĉi-tiu parto de Kroatio kiu donas tiel bezonan kontribuon al eŭropa trafika sistemo. Pro tio oni devas eluzi kiel estas eble eluzi rimedojn por financado de disvolviĝo de fervojoj en Eŭropa unio laŭ rilato de 85 % el fonduso de EU kaj 15 % el ŝtata buĝeto de Respubliko Kroatio. EU devas rekoni interesojn de Kroatio kun difinitaj landoj en uzado de avantaĝoj de Haveno *Rijeka* kaj nova ebenaĵa fervoja linio kaj plifortigi gravecon de kroata pozicio en eŭropa trafika sistemo.

FONTOJ

1. 110 godina riječke željeznice 1873-1983., *Željeznički prijevoz Rijeka – Fakultet za pomorstvo i saobraćaj Rijeka, Rijeka 1983.*, Urednik: Boris Prikril.
2. 150 godina željeznica u Zagrebu, *HŽ-Infrastruktura, Hrvatski željeznički muzej, Zagreb, 2012.*, aŭtoro de teksto Helena Bunijevac.
3. Jelinović, Zvonimir (a): *Borba za jadranske pruge i njeni ekonomski ciljevi, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 1957.*
4. Jelinović, Zvonimir (b): *Ekonomika prometa i pomorstva, Informator, Zagreb, 1983.*
5. Padjen, Juraj: *Prometna politika Hrvatske, Masmedia, Zagreb, 2003.*
6. Staklarević, Neda – Štefanac Tamara: *Željeznički kolodvori u Hrvatskoj: Priča o ljudima, zgradama i vlakovima., Tehnički muzej, Zagreb, 2015.*
7. Butorac, Josip: *Riječka luka kao čimbenik paneuropskog prometnog koridora V B, Završni rad, Veleučilište u Rijeci, Prometni odjel, Stručni studij Cestovni*

- promet, Rijeka, srpanj 2018., al
file:///C:/Users/38591/Downloads/butorac_j_0242030368%20(1).pdf.
8. M202 railway (Croatia), From Wikipedia, the free encyclopedia,
[https://en.wikipedia.org/wiki/M202_railway_\(Croatia\)](https://en.wikipedia.org/wiki/M202_railway_(Croatia)).
 9. HŽ serija 1061, atingebla al:
https://hr.wikipedia.org/wiki/H%C5%BD_serija_1061
 10. Datoteka: HŽ 1141 007.jpg - Wikipedija (foto de lokomotivo de serio 1141 HŽ),
atingebla al retadreso:
https://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:H%C5%BD_1141_007.jpg.
 11. Luka Rijeka, <https://lukarijeka.hr/>.
 12. Predstavljeni uspješni rezultati projekta Zagrebačko pristanište, retejo HŽ-
Infrastruktura al <https://www.hzinfra.hr/predstavljeni-uspjesni-rezultati-projekta-zagrebacko-pristaniste/>.
 13. Otvorene ponude za radove na projektu Hrvatski Leskovac – Karlovac, retejo
de HŽ-Infra <https://www.hzinfra.hr/otvorene-ponude-za-radove-na-projektu-hrvatski-leskovac-karlovac/>.
 14. Za 44 kilometra željezničke pruge Zagreb – Rijeka odobreno 311 milijuna
eura, Jutarnji list, 13. prosinac 2019., aŭtoro: Krešimir Žabec
<https://novac.jutarnji.hr/novac/aktualno/za-44-kilometra-zeljeznicke-pruge-zagreb-rijeka-odobreno-311-mil-eura-9741382>.
 15. Kako se gradila najvažnija hrvatska pruga, (150 godina pruge Rijeka - Zagreb),
aŭtoro Ratko Bošković (a), Večernji list, 12.06.2019., transprenite de portalo
Index, klaku al ligilo: <https://www.vecernji.hr/vijesti/kako-se-gradila-najvaznija-hrvatska-pruga-1325601>.
 16. 'Željeznica za budućnost': Novi rok za izgradnju nizinske pruge je 2035.,
Jutarnji list, 11. listopad 2021., aŭtoro: Vedran Marjanović
<https://novac.jutarnji.hr/novac/aktualno/zeljeznica-za-buducnost-novi-rok-za-izgradnju-nizinske-pruge-je-2035-15108980>.
 17. Poslovni forum HGK ŽK (Županijska komora) Rijeka (Hrvatska gospodarska
komora): Perspektive južnih vrata Europe, Povodom 150. obljetnice gradnje
Riječke pruge, Ronda tablo en Maraferaj kaj historia muzeo de Kroata mar-
borda regiono (Hrvatsko primorje), Rijeka, la 1-an de Oktobro 2019., al ligilo de
broŝuro kun aperigitaj artikoloj-referaĵoj: <https://www.hgk.hr/documents/hgk-brosura-poslovni-forumrijeka5dc530a776399.pdf>.
 18. Vujić, Vidoje: Uvodna riječ, p. 11 Crnković, Nikola: Povijesni prikaz gradnje
Riječke pruge 1869. – 1873., p. 11-15, Pajić, Darko (a): Nizinska pruga Rijeka
– Zagreb – najbrži put od Japana do sred-nje Europe, (Projekt 21. stoljeća),
transprenite el „Sušačka revija“, numero 60/2010, p. 16-19 Glavan, Marinko:
Novi investicijski ciklus na hrvatskim žel-jeznicama, transprenite el gazeto
„Novi list“, Pogled, la 27-an de Julio 2019, p. 20-22 Vukorepa, Denis: Razvojni
projekti Lučke uprave Rijeka, p. 23-25 Bošković, Ratko (b): Nova nizinska
pruga i perspektive južnih vrata Europe. p. 26 Pajić, Darko (b): Idemo u projekt

- novog Krčkog mosta i kontejnerske luke na Krku, p. 27-29, transprenite el gazeto „Novi list“, Pogled, la 8-an de Aprilo 2017. ĉu tio estas unu fonto?
19. Ulaganjam u željeznicu, kao i prije 150 godina, Rijeka će ponovo postati velika luka, autor: Marinko Glavan, NL, 5. listopad 2019.
<https://www.novolist.hr/rijeka-regija/rijeka/ulaganjam-u-zeljeznicu-kao-i-prije-150-godina-rijeka-ce-ponovo-postati-velika-luka/>.
 20. Priče iz riječke prometne povijesti: Nizinska pruga Rijeka – Zagreb, aŭtoro Igor Žic, portalo Žmigavac al: <https://zmigavac.hr/price-iz-rijecke-prometne-povijesti-nizinska-pruga-rijeka-zagreb/>.
 21. Opet svi govore o nizinskoj pruzi, ovih 10 stvari morate znati o njoj, aŭtoro Luka Filipović, 12.04.2019, tportal.hr.
 22. RGP – Zagreb Deep Sea Container terminal, retejo de Port of Rijeka Authority, <https://www.portauthority.hr/en/rgp-zagreb-deep-sea-container-terminal/> kaj retaj aldonoj Port Authority – ZAGREB DEEP SEA KONTEJNERSKI TERMINAL Lučka uprava – Rijeka Gateway Projekt (portauthority.hr).
 23. Dundović, Čedo – Vilke, Siniša, Šantić, Livia: Značenje željezničke pruge visoke učinkovitosti Zagreb – Rijeka za razvoj riječke luke / The significance of high-efficiency railway Zagreb – Rijeka for the development of the Port of Rijeka, Pomorstvo, 24(2), 2010, p. 165-188, al <https://hrcak.srce.hr/file/94210>.
 24. Vilke, Siniša: Rekonstrukcija željezničkog prometnog sustava u funkciji razvoja riječke luke – izgradnja nove nizinske pruge Rijeka – Zagreb, Željeznice 21, godina 19, 3/2020, rujan, p. 7-15, al <https://hdzi.hr/wpnew/wp-content/uploads/2020/12/Z-21-rujan-2020.pdf>.
 25. Strategija prometnog razvoja Republike Hrvatske (2017. – 2030.), Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, kolovoz 2017., <https://mmpi.gov.hr/UserDocImages/arhiva/MMPI%20Strategija%20prometnog%20razvoja%20RH%202017.-2030.-final.pdf>.
 26. Plan poslovanja 2023. – 2027., HŽ Infrastruktura d.o.o., Zagreb, veljača 2023., portal HŽI <https://www.hzinfra.hr/wp-content/uploads/2023/02/PLAN-POSLOVANJA-I-INVESTICIJA-2023-2027.pdf>.

Intermodala transporto

Vito Tornillo (IT)

La problemo de la media protektado iĝas ĉiam pli grava kaj urĝa. Unu el la kaŭzoj de poluado estas transporto, ĉefe vartransporto. Komparante la diversajn veturilojn la plej subtenebla estas la fervoja transporto. Do por liveri varojn en longaj distancoj evitante ke kamionoj veturu tra Eŭropo oni planis transporti ilin sur varvagonoj kaj ili servu nur la komencan kaj la lastan segmenton el kaj al cellokoj.

Kio estas intermodala transporto

Intermodala transporto estas transportsistemo, kiu uzas du aŭ pli da malsamaj transportmanieroj por alporti varojn al sia celloko kaj uzas Intermodalajn Transportunuojn (*angl. UTI*) (kontenerojn, moveblajn kestojn kaj duonremorkojn) kiuj estas facile translokeblaj sur la malsamaj rimedoj de transporto (ŝipoj, kamionoj kaj trajnoj). La karakterizaĵo de intermodala transporto estas ĝuste tiu eviti la transkargadon, enfermita ene de la sama unuo, dum la tuta transporto (Fig. 1).



Fig. 1: Transŝarĝo de remorko (<https://www.lohr.fr/catalogue/the-lohr-system/>)

Unu el la avantaĝoj de intermodala movebleco estas, ke ĝi permesas uzi la plej taŭgan transportreĝimon por ĉiu etapo de la vojaĝo. Intermodala transporto povas esti neakompanata, kun nur la duonremorko ŝarĝita (Fig. 2), aŭ akompanata, kun duonremorko, traktoro kaj ankaŭ la ŝoforo. En ĉi tiu kazo la servo prenas la nomon de "Surtraka Ŝoseo".



Fig. 2: Trajno kun remorkoj (https://it.wikipedia.org/wiki/Autostrada_via-ggiate)

La intermodala transporto, kiu kombinas la fervojan reĝimon kun la ŝosea, prenas la nomon de kombinita transporto. En tiu ĉi "kombinita" transporto, la plej granda parto de la vojaĝo devas esti farita per fervojo (aŭ ŝipo), limigante la uzon de kamionoj por longdistancoj. La kamiono estas centra elemento en kombinita transporto, por la unua kaj lasta mejla konekto kun intermodalaj stacioj, kun vojaĝoj sur mallongaj distancoj.

Transportaj datumoj en Eŭropo kaj Italio

En Eŭropa Unio, 76,4 % vartransporto sur tero estas farita sur ŝoseo. Pli ol 13 milionoj da pezaj veturiloj cirkulas sur eŭropaj stratoj, el kiuj 2/3 estas averaĝe uzataj por nacia trafiko, la alia triono estas uzata por internacia transporto.

Pezaj veturiloj HDV (*angl. Heavy-duty Vehicles*) (kamionoj kaj busoj) reprezentas proksimume 4 % de veturiloj cirkulantaj en la Eŭropa Unio, sed respondecas pri 30 % de CO₂-emisioj.

Tri kvaronoj de totala ŝosea transporto en Eŭropo, en tuno-kilometroj (tkm), okazas en 7 landoj: Germanio (18 %), Pollando (14 %), Hispanio (11 %),

Francio (10 %), Unuiĝinta Reĝlando (9 %), Italio (7 %), Nederlando (4 %). En Italio 90 % de peza transporto estas nacia kaj 10 % estas internacia.



Fig. 3: Sistemo “Cargobeamer” (<https://www.zevrail.de/news/hgk-eroeffnet-neues-umschlag-terminal-koeln-verbinding-mit-cargobeamer-nach-italien>)

Vartransporto trans la Alpoj

Granda parto de internacia transporto transiras la Alpojn, kaj landlimajn transirejojn kun Aŭstrio, Francio kaj Svislando. La diferenco kiu karakterizas ĉi tiujn tri direktojn kuŝas en la infrastrukturoj kaj strategiaj elektoj efektivigitaj de la tri landoj. La trafiko estas tiel dividita (inter la $216,2 \cdot 10^6$ mln) da tunoj):

- Italio kaj Francio la ŝosea reĝimo 92,3 %: fervoja 7,7 % ($44,1 \cdot 10^6$ t),
- Italio kaj Aŭstrio la ŝosea reĝimo 70,2 %: fervoja 29,8 % ($133,2 \cdot 10^6$ t),
- Italio kaj Svisio la ŝosea reĝimo 30,1 %: fervoja 69,9 % ($38,9 \cdot 10^6$ t).

Surtraka Ŝoseo

La Surtraka Ŝoseo antaŭfiksas la transporton de la tuta kamiono (remorko kaj ŝosea traktoro) sur specialaj fervojaj vagonoj. Je diferenco de la intermodala transporto, en kiu oni transportas nur kontenerojn aŭ eble duonremorkojn.

En la transporta sektoro, “Surtraka Ŝoseo” aŭ “Fervoja Ŝoseo – RoLa” (akronimo de la germana termino *Rollende Landstraße*) estas formo de kombinita transporto, kiu kuntrenas transporton de veturilaj kompleksoj sur vartrajnoj. Ĝi estas reĝimo de transporto, kiu ne vere ekskludas

la ŝosean transporton. Ĝi estas pli multekosta pro la malfavora rilato inter la suma pezo transportita kaj la utila pezo de la varoj.

Sur-trajne de Surtraka Ŝoseo, kamionistoj estas loĝigitaj en vagono kun sidlokoj aŭ litoj. En ambaŭ finstacioj de la fervoja kunligo estas konstruitaj specialaj stacioj intermodalaj, kiuj permesas ŝarĝon kaj malŝarĝon de kamionoj el la trajno.

Por la surtraka ŝoseo estas du diverstipaj specialaj fervojaj vagonoj: platvagonoj basplankaj kaj vagonoj de tipo «*Modalohr*» (Fig. 4).

Platvagono: la plej disvastigita estas serio da platvagonoj de tipo «*Saadkms*», ekipita per radoj de malgranda diametro (360 mm) por redukti la altecon inter la planko de la platvagono kaj relsupronivelo. Boĝio interveturila permesas traireblan spurvojon laŭ la tuta longo de la trajno dum la fazo de ŝarĝo kaj malŝarĝo, sen obstakloj inter du kuplitaj vagonoj.

La vagono «*Modalohr*», ĉefe uzata en Francio, ne provizas kontinuan spurvojon sed flankan rotacion de la poŝvagono de ĉiu vagono por permesi aliron al la kamiono. Kvankam ĝi havas la diametron de la radoj normalaj, je 920 mm.



Fig. 4: *Modalohr* (<https://m.youtube.com/watch?v=PnajSXhmZol>)

Ĉefaj avantaĝoj de kombinita transporto

Efikeco: la uzo de intermodalaj transportunuoj (UTI) permesas eviti la transkargadon kaj la kompleksaĵojn ligitajn kun la translokigo de ĝi de unu transportisto al alia.

Ekonomioj de skalo: en Eŭropo, vartrajnoj estas ĝenerale inter 550 kaj 750 m longaj kaj povas porti ĝis 84 TEU (unu TEU estas ekvivalenta al 20-futa kontenero, proksimume 6 m). Ĝi reprezentas efikecon komparatan al malaltigo de kostoj.

Sekureco: la uzo de dediĉitaj unuoj por intermodala transporto kaj la konservado de la integreco de la ŝarĝo dum la modala translokiĝo minimumigas la riskon de ŝtelo kaj damaĝo al la transportitaj varoj.

Ekologia daŭripovo: la redukto de la uzo de konteneraj ŝipoj kaj kamionoj, kaj la uzo de la trajno por teraj itineroj, reduktas poluajn ellasojn kaj la produktadon de CO₂ per TEU transportita. Ĉiu sendaĵo movita per fervojo reduktas energikonsumon kaj kontribuas al klimata protektado. Senakompana kombinita transporto kontribuas ŝpari averaĝe 29 % de energio kaj reduktas CO₂-emision je 55 % kompare kun ŝosea transporto.

La trajno estas la plej ekologia transportilo: 44 g da CO₂/ km, aliaj transportiloj produktas ĝis pli ol 91 %:

- aŭtomobiloj: 118 g da CO₂/ km,
- ŝipoj: 117,3 g da CO₂/ km,
- aviadiloj: 140 g da CO₂/ km,
- kamionoj: 158 g da CO₂/ km.

Ĉefaj limoj de kombinita transporto

Graveco de volumoj: kombinita transporto reprezentas interesan solvon por transportoperatoroj (eksploatantoj) kapablaj plani signifan kaj konstantan transporton en la tempo.

Ŝarĝbalancado: Kombinita transporto estas precipe avantaĝa kiam ŝarĝoj estas ekvilibrataj ambaŭdirekte.

Kapilareco: kombinita transporto povas esti efika se en la areo estas haveblaj intermodala stacio kaj fervojservoj kunligantaj originon / cellokon.

Trafiktempoj kaj rapido: Kamiono ofte ofertas pli mallongan transittempon ol kombinita transporto. La avantaĝo de la kamiono ne rilatas al la rapido de transporto, sed al la ebleco ŝarĝi tuj la varojn, sen devi atendi la unuan disponeblan trajnon. Tiu diferenco estas eliminata se la itinero estas servita per ĉiutagaj trajnkonektoj.

Naturo kaj valoro de la kargo: Kombinita transporto estas alloga elekto por mezvaloraj UTI-varoj. Por altvalora varo, sed kun malgrandaj dimensio kaj pezo, la pli multekosta sed pli rapida aerservo estas preferita en longdistancoj.

Novaj fervojaj solvoj sur tre longaj distancoj (kiel la intermodala kunligo inter Ĉinio kaj Eŭropo, aŭ la uzo de la rapidtrajno) malfermas novajn kaj interesajn scenarojn.

Intermodala stacio estas strukturo kvalifikita en la translokigo, inter malsamaj transportmanieroj, de la varoj ŝarĝitaj ene de la UTI, ĝi estas

specialigita en kombinita transporto, kiu konsideras la translokigon de unuoj de ŝoseo al fervojo, kaj inverse (Fig. 5). Vartrajnoj estas alportitaj en la operacian areon de la intermodala stacio, kie la intermodala unuo estas ŝarĝita kaj malŝarĝita facile.

Kiam pretaj, la ŝarĝitaj fervojaj vagonoj estas alligataj al manovrad-lokomotivo kiu metas ilin en dediĉitan parkareon, kie la vagonaroj estas parkumitaj atendante esti translokitaj sur la ĉefa fervoja linio. Poste kuplitaj en trajno kun trafika lokomotivo kaj transportataj al sia celloko. Ĉe la alvena intermodala stacio, la procezo ripetas sin en la kontraŭa direkto: la trajno estas malŝarĝita kaj la konteneroj estas translokitaj sur kamiono, kiu kondukos ilin al sia celloko kovrante la lastan etapon de la vojaĝo sur ŝoseo.

La ĉefaj intermodalaj stacioj en Italio situas en *Melzo, Segrate, Busto Arsizio, Piacenza, Bologna, Lugo, Torino, Orbassano, Rivalta Scrivia, Padova, Verona, Trieste, Pomezia Terme, Nola* kaj *Bari*. Tiuj intermodalaj stacioj povas situi ene de interaŭtovojoj nodoj (publikaj instalaĵoj) aŭ loĝistikaj platformoj administrataj fare de privataj operatoroj.



Fig. 5: Porto kiel intermodala stacio por transŝarĝado de konteneroj kaj aliaj UTI (https://www.fsnews.it/content/dam/fs_news/focus2022/settembre/servizi/22_08_2022_01b_Porto.jpeg)

Konklude

Por ke la intermodala transporto estu pli efika por redukti la kolizion kun la medio, ĉiuj protagonistoj de la transportĉeno devos fari sian parton en la redistribuo de peza trafiko:

- limigi laŭeble longdistancaj veturadoj,
- utiligi la flekseblecon de la kamiono por efike servi unuan kaj lastan mejlan distribuadon,
- plibonigi la disponeblecon, rapidecon kaj kvaliton de la intermodala fervoja servo,

pro tio:

politiko devas direkti investon al pli daŭrigeblaj transportmanieroj kun solvoĵoj, kiuj reduktas vojŝtopiĝon, poluadon kaj problemojn pro ŝosea trafiko,

transportkompanioj devas elekti la plej daŭripovan transportmodelon por proponi al la merkato, malakceptante praktikojn kiel socia dumpingo, kosto-redukto rilate al la sekureco de ĉiuj operacioj.

FONTOJ

1. *Lohr sistemo* - <https://lohr.fr/>.
2. *Mobilità intermodale* - <https://mobilita.org/?s=mobilit%C3%A0+intermodale>
3. *Trasporto intermodale kaj aliaj* - <https://www.cswindow.contshipitalia.com/it/trasporto-intermodale>.
4. *Terminali FS* - https://www.terminaliitalia.it/content/terminali_italia/it/i-terminali.html.
5. *RoLa* - https://it.wikipedia.org/wiki/Autostrada_viaggiante.

Enhavo

Historio de la unua pasaĝera fervojo sur la eŭropa kontinento * <i>Vladimir RONIN (BE)</i>	3
Kiel kalkuli emisiojn de transporto ** <i>Matěj BERKA, Jaroslav MATUŠKA (CZ)</i>	13
DAC – Cifereca Aŭtomata Kuplilo. Moderniga projekto por varvagojn <i>Guido BRANDENBURG (DE)</i>	21
Pendoponto super Danubo en la zono de Brăila <i>Rodica GIUHAT (RO)</i>	32
Fervoja linio inter Zagreb kaj Rijeka – ĝiaj problemoj kaj graveco en eŭropa trafika sistemo <i>Dr.sc. Zlatko HINŠT (HR)</i>	36
Intermodala transporto ** <i>Vito Tornillo (IT)</i>	50

* Ĉefa prelego dum la 74-a IFK en Antverpeno 2024

** Resultoj de projekto VERDEN (2021-2023)

Fervojfakaj Kajeroj – faka informilo, N-ro 32

Eldonjaro: 2024
Eldonkvanto: 50
Paĝonombro: 57
Eldonanto: Internacia Fervojista Esperanto-Federacio
Presejo: WIRmachenDRUCK
Mühlbachstraße 7
DE – 71522 Backnang
Redaktoro: Jaroslav Matuška
Lingve reviziis: Lene Niemann