Razvoj i eksploatacija žičarskih sustava u urbanim sredinama

Čičak, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:340300

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Mario Čičak

RAZVOJ I EKSPLOATACIJA ŽIČARSKIH SUSTAVA U URBANIM SREDINAMA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

RAZVOJ I EKSPLOATACIJA ŽIČARSKIH SUSTAVA U URBANIM SREDINAMA

DEVELOPMENT AND EXPLOITATION OF CABLEWAY SYSTEMS IN URBAN ENVIRONMENTS

Mentor: doc. dr. sc. Martin Starčević

Student: Mario Čičak, univ. bacc. ing. traff. (0135222690)

Zagreb, rujan 2019.

SAŽETAK

U radu su objašnjene glavne karakteristike i tehnološke značajke žičarske tehnologije te su istražene mogućnosti razvoja žičara na prostoru Republike Hrvatske te njihovu isplativost i ekološku prihvatljivost. U radu je prvo opisana podjela žičara i njihova povijest te su iza toga opisane i tehnološke značajke žičarske tehnologije pri čemu je opisan razvoj i postojeće stanje žičara u Republici Hrvatskoj i svijetu. Posebno je skrenuta pozornost na razvoj žičara u urbanim sredinama.

Ključne riječi: žičare, eksploatacija, urbane sredine

SUMMARY

The thesis clarifies the main characteristics and technological features of ropeway technology and explores the possibility of cableway development in the Republic of Croatia and their cost-effectiveness and environmental friendliness. The paper first describes the division of ropeways and their history, and subsequently describes the technological features of cableway technology, describing the development and current state of cableways in the Republic of Croatia and worldwide. Attention was drawn to the development of cableways in urban areas.

Keywords: ropeway, exploitation, urban areas

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. OSNOVNI POJMOVI I PODJELA ŽIČARA 2
2.1. Osnovni pojmovi 2
2.2. Osnovna podjela žičara 2
2.3.1. Turističke žičare 5
2.3.2. Gradske žičare 7
3. POVIJEST ŽIČARA 9
4. TEHNIČKE ZNAČAJKE ŽIČARSKE TEHNOLOGIJE 12
4.1. Nosiva konstrukcija i oprema žičare 14
4.2. Pogon žičare 17
4.3. Električni i signalno sigurnosni uređaji 18
4.4. Eksploatacija i održavanje žičara 19
5. RAZVOJ ŽIČARA U REPUBLICI HRVATSKOJ 21
5.1. Zagrebački sustav javnog prijevoza putnika 21
5.2. Žičara Sljeme 21
5.2.1. Obnova žičare Sljeme 23
5.2.2. Ciljevi i troškovi projekta 24
5.3. Žičara Makarska Biokovo 27
5.4. Žičara na Palagruži 28
6. RAZVOJ ŽIČARA U URBANIM SREDINAMA 29
6.1. Roosevelt Island Tram (Sjedinjene Američke Države) 30
6.2.Medelin žičara (Kolumbija) 31
6.3.Caracas žičara (Venezuela) 32
6.4.Teleferico do Alemao žičara (Brazil) 33
6.5. Constantine žičara (Alžir) 35
6.6. Emirates Air Line (Ujedinjeno Kraljevstvo) 36
7. ZAKLJUČAK 37
LITERATURA 38
POPIS SLIKA 40
POPIS TABLICA 41

1. UVOD

U počecima 20. stoljeća je razvoj tehnologije i skijaškog turizma uzrokovao izgradnju putničkih žičara ponajviše u teško pristupačnim planinskim područjima. Nakon nekoliko desetljeća stanke, ponovo se grade brojne putničke žičare širom svijeta kao funkcionalno, ekonomično, atraktivno i ekološki prihvatljivo sredstvo javnog prijevoza putnika. Dizajn samih vozila danas je najvažniji dio suvremenih visećih putničkih žičara koje se razlikuju prema tipu, veličini, kapacitetu i oblikovanju. Ovisno o vrsti gibanja, namjeni i broju užeta te vrsti vozila razlikuje se desetak osnovnih tipova putničkih žičara.

Cilj diplomskog rada je analizirati glavne karakteristike žičara i istražiti isplativost i ekološku prihvatljivost izgradnje žičara, kao i njihovu primjenu u urbanim sredinama. Poseban je osvrt dan na žičare u Republici Hrvatskoj i u urbanim sredinama u svijetu te mogućnost za njihovo daljnje razvijanje i implementaciju. U Republici Hrvatskoj je trenutno na snazi idejni projekt obnove žičare Sljeme. Tematika diplomskog rada je podijeljena na sljedeće dijelove:

1. Uvod
2. Osnovni pojmovi i podjela žičara
3. Povijest
4. Tehničke značajke žičara
5. Razvoj žičara u Republici Hrvatskoj
6. Razvoj žičara u urbanim sredinama
7. Zaključak

U radu su tijekom razrade glavnih karakteristika žičara objašnjeni neki specifični pojmovi korišteni u stručnoj tehničkoj literaturi, njihova povijest te osnovne podjele žičara. U četvrtom poglavlju su opisane tehničke značajke žičarske tehnologije pri čemu su opisane nosiva konstrukcija i oprema, pogon žičare, električni i signalno sigurnosni uređaji te eksploatacija i održavanje žičara. U petom poglavlju je opisan razvoj žičara u Republici Hrvatskoj, dok je u šestom poglavlju opisana primjena u urbanim sredinama. Na kraju rada su izneseni relevantni zaključci na temelju prethodno razrađene tematike.

2. OSNOVNI POJMOVI I PODJELA ŽIČARA

2.1. Osnovni pojmovi

Žičara je postrojenje sastavljeno iz više komponenti sklopljenih s ciljem prijevoza osoba kod kojeg je užad korištena kao element opruge i kao element za vuču. Sigurnosna komponenta je svaka osnovna komponenta, skup komponenti, podsklopova ili kompletan sklop ugrađen u postrojenje žičare s namjenom postizanja sigurnosti utvrđenog putem sigurnosne analize a čiji kvar dovodi u opasnost sigurnost ili zdravlje osoba bile one putnici ili izvršni radnici na postrojenju [1].

Trasa žičare je prostor između temelja i nosive transportne užadi po visini i između rubova potrebnoga svijetlog profila po širini. Os žičare je prostorna krivulja koja prolazi sredinom razmaka nosive užadi, a prijelom je mjesto na liniji žičare na kojem, kao tjemenu os žičare tvori kut. Polje žičare je prostor između dvije susjedne potporne konstrukcije na trasi žičare [1] .

Trasa vučnice je uređena i u poprečnom smjeru vodoravna i najmanje 1.5 metar široka pripremljena površina kojom se osobe bez obzira nose li skije ili su opremljeni prikladnom opremom vuku duž iste pomoću vučnika. Vučnik je mehanizam koji se sastoji od hvataljke i komponente konstruirane za vuču osobe trasom vučnice, pričvršćen za vučno uže, a u slučaju visokoužetnih vučnica, pričvršćen za vučno uže s amortiziranim potegom [1] .

2.2. Osnovna podjela žičara

Žičarski promet i transport se može podijeliti na nekoliko različitih kriterija a najvažniji su:

- žičarski transport i promet prema vrsti prijevoznih vozila:
  - kolosiječne uspinjače
  - vučnice
  - klasična uspinjača
- žičarski transport i promet prema namjeni:
  - žičarski javni transport i promet koji je stavljen u javnu upotrebu svim korisnicima uz odgovarajuću cijenu
  - žičarski transport i promet za vlastite potrebe
- žičarski transport i promet prema teritorijalnom djelokrugu poslovanja:
  - nacionalni žičarski transport i promet

    - međunarodni žičarski transport i promet [1]
- žičarski transport i promet prema predmetu prometovanja:
    - putnički žičarski transport
    - teretni žičarski transport
- žičarski transport i promet prema organizaciji:
    - linijski žičarski tranport i promet
    - slobodni žičarski transport i promet
    - taksi žičarski transport i promet

Žičare se mogu podijeliti i prema osnovnim karakteristikama:

- prema smjeru gibanja
- prema broju užadi
- prema obliku vozila i
- prema vezi vozila s vučnim odnosno transportnim užetom [1]

Podjela žičara se zasniva na nekoliko različitih značajki pa se tako prema tehnološkim značajkama žičare dijele na uspinjače, viseće žičare i vučnice. Izraz žičara podrazumijeva sve tipove visećih žičara koje se sastoje od infrastrukture žičare, podsustava žičare i sigurnosnih komponenti. Infrastrukturu čine zemljište i zračni prostor iznad zemljišta u visini zahtijevanoj sigurnosnim pojasom, prometno upravljački podsustavi, strojarski podsustavi i elektrotehnički podsustavi. U podsustave žičare se ubrajaju užad i njeni spojevi, pogoni i kočnice, mehanički uređaji, vozila, elektrotehnički uređaji i spasilačka oprema.

Kolosiječne uspinjače imaju tri bitna elementa a to su specijalno vozilo za prijevoz putnika, sustav tračnica i čelično uže koje vozilo vuče po tračnicama. Vozilo u najviše slučajeva ima svoj vlastiti pogon ali se može vući i pomoću pogonskog stroja izvan vozila koji je lociran na početnom ili završnom terminalu ovisno o konstrukciji, namjeni i konfiguraciji tereta na kojem su smještene tračnice. Najčešće se koriste u gradskom putničkom prometu.

Žičare se još mogu podijeliti i na putničke i teretne, koje mogu biti turističke i gradske. Na slici 1 su prikazane razlike između uspinjače, kombinirane viseće žičare i vučnice.



Slika 1. Uspinjača, kombinirana viseća žičara i vučnica [2]

Na lijevoj strani sa slike 1 je prikazana uspinjača Tbilisi u Gruziji iz 1905. godine koja je obnovljena 2009. godine. U sredini je prikazana kombinirana viseća žičara Weibermahdbahn iz Austrije, dok je na desnoj strani slike prikazana vučnica *Schlepplift Dôme Nord* iz Francuske.

Razvojem skijaškom turizma i tehnologije u 20. stoljeću došlo je izgradnje putničkih žičara i to najviše u teško dostupnim planinskim područjima. I u današnje vrijeme se grade brojne putničke žičare širom svijeta kao funkcionalno, ekonomično, atraktivno i ekološki prihvatljivo sredstvo javnog prijevoza putnika. Izgled žičara se razlikuju prema tipu, kapacitetu, veličini i oblikovanju. Postoji otprilike desetak osnovnih tipova putničkih žičara koje se razlikuju ovisno o vrsti gibanja, namjeni i broju užeta. Neki od tipova žičara su [2]:

- kabinska žičara
- dvoužetna i troužetna žičara
- funitel žičara
- funifor žičara
- povratna žičara
- grupna žičara
- vučnica
- sjedežnica
- kombinirana žičara
- hibridna vozila

U kabinske žičare ubrajaju se jednoužetne kružne žičare s relativno malim kabinama koji imaju sustav posebno prikladan za zimske sportske centre te za turistička i urbana područja.

Kabine su nosivosti od četiri do šesnaest putnika i spojene s transportnim užetom pomoću odvojivih hvataljki što omogućuje siguran i udoban ulaz i izlaz u postajama.

Povratna žičara ima izmjenični pogon i u pravilu prometuje s dvije kabine te se posredstvom jednog vučnog užeta kabine gibaju po odvojenim trasama od jednog ili dva nosiva užeta. Grupna žičara je kružna žičara kod koje se manje kabine gibaju u grupama od dva do šest vozila i izvodi se kao jednoužetna, dvoužetna ili troužetna [2].

Vučnica predstavlja sustav za prijevoz skijaša koji se drže za uže ili sjede na jednostavnom vozilu ali im se pritom skije nalaze na terenu. Ova vrsta žičarskog transporta i prometa je najviše razvijena u turističkim zimovalištima i skijalištima. Vučnicu čine elementi kao što su pogonska i povratna postaja, noseći stupovi, vučno čelično uže, elementi vođenja čeličnog užeta, vučni elementi, kočnički sustav, pogonski stroj, signalno sigurnosni uređaji i ulazno izlazna mjesta. U eksploataciji postoji nekoliko različitih modela i tipova vučnica [2].

Klasična uspinjača odnosno klasična žičara je vrsta vozila koja pomoću čeličnih užadi i vučnih elemenata prevozi putnike ili teret iznad tla. Ima široku primjenu u prometu, gospodarstvu i posebice u sportu i turizmu. Najvažniji elementi klasičnih uspinjača su otpremni i odredišni terminali s pripadajućom opremom i instalacijama, noseći stupovi, elementi vođenja čeličnog užeta, glavni i pomoćni pogonski strojevi, reduktori i kabine. Postoji nekoliko važnijih vrsta konvencionalnih uspinjača, a to su:

- njihalna kabinska uspinjača
- kružna kabinska uspinjača
- uspinjača sa sjedalicama [2]

Sjedežnica je tip otvorenog ili natkrivenog vozila kojeg čini jedno sjedalo ili niz od dva do desetak sjedala i služi za prijevoz skijaša od dna do vrha skijaških staza. Hibridna vozila se oblikuju ovisno o njihovoj planiranoj namjeni i mogu imati dvoetažne, rotirajuće ili otvorene kabine dok kombinirana žičara ima sustav koji čini kombinacija nekih od prethodno navedenih tipova [2].

2.3.1. Turističke žičare

Razvijanjem zimskog skijaškog turizma razvijaju se i turističke žičare koje su najčešće u planinskim predjelima ali se koriste i za prijevoz u ljetnoj turističkoj sezoni. Najatraktivnija francuska turistička žičara je *Téléphérique de l'Aiguille du Midi* iz 1955. godine koja prevozi

turiste do panoramskih platformi na alpskom planinskom masivu Mont Blanc i do danas drži rekord za najveći vertikalni uspon od ukupno 2.7 kilometara [2].

Turistička žičara *Peak to Peak* u Kanadi povezuje dva planinska masiva Whistler Mountain i Blackcomb Mountain sjeverno od Vancouvera, otvorena je 2008. godine i ima najdulju obješenu konstrukciju između dva nosača udaljena oko 3 kilometra. 2010. godine je austrijsko skijalište Sölden upotpunjeno novom troužetnom žičarom *Gaislachkogl Lift* koja se ističe suvremeno oblikovanim stanicama.

Švicarska turistička žičara *CabriO* izgrađena je 2012. na planini Stanserhorn. Karakteristična je zbog prve dvoetažne kabine s gornjom otvorenom etažom s koje se pruža nezaboravan pogled na švicarske Alpe. Povodom Olimpijskih igara u ruskom Sočiju napravljena je turistička žičara koja osim kabina za putnike ima i platforme za prijevoz automobila do skijaškog odredišta. Turističke žičare koriste se u ljetnoj turističkoj sezoni uglavnom na planinama za prijevoz turista do pozicija pogodnih za planinarenje te za pristup nepristupačnim područjima za razgledavanje prirodnih i povijesnih lokaliteta, uživanje u panoramskim vizurama te za primjerice razgledavanje zabavnih parkova, zooloških vrtova, prostranih izložbi i prijevoz hodočasnika [2].

Neki od primjera turističkih žičara u nacionalnim parkovima su *Tianmen* u Kini, *Teide* u Španjolskoj, *Masada* u Izraelu i *Barron Gorge* u Australiji. Najduža turistička žičara na svijetu, dugačka 13,2 km, je *Norsjö* u Švedskoj nastala prenamjenom dijela zatvorene teretne žičare između naselja Örträsk i Mensträsk koji prelazi preko pomalo mističnog švedskog jezerskog područja.

2010. godine je sagrađena Armenijska hodočasnička žičara *Tatevi tever* te je zbog svoje duljine od 5,7 km najdulja kružna žičara s užetom izvedenim u jednom komadu. *Skyway* i *Cableway* u australskom parku *Scenic World* imaju čak i edukativno znanstvenu namjenu, dok su u zabavne svrhe sagrađene žičare *Vinpearl* u Vijetnamu s ukupno sedam nosivih stupova u moru od kojih je najviši visok 115 metara. Slična je namjena i *Ocean Park* u Hong Kongu te žičara u kolmårdenskom zoološkom vrtu u Švedskoj [2].

Slika 2. prikazuje žičaru *Cabrio* iz Stanserhorna u Švicarskoj, žičaru Masada iz Izraelai žičaru Vinpearl iz Vijetnama.



Slika 2. Žičara Cabrio iz Stanserhorna u Švicarskoj, žičara Masada iz Izraela i žičara Vinpearl iz Vijetnama [2]

2.3.2. Gradske žičare

U posljednjih nekoliko desetljeća je aktualna izgradnja gradskih žičara kao dijela sustava javnog prijevoza putnika. Pokazale su se kao izuzetno efikasno, ekonomično, atraktivno i ekološki prihvatljivo sredstvo javnog gradskog prijevoza. Prednost gradskih žičara je postizanje najkraće prometne trase između dva odredišta, sigurna vožnja iznad ostalih gradskih prometnica, neovisnost trase o obliku terena, iskoristivost zemljišta ispod trase u razne svrhe, mogućnost nagiba pruge, automatizacija pogona, mala pogonska sila potrebna za gibanje vozila po nosivom užetu i mali broj djelatnika [2].

1912. godine je izgrađena jedna od najstarijih gradskih žičara u Rio de Janeiru imena *Bondinho do Pão de Açúcar* te je obnovljena 2008. godine. Značajnije novije gradske žičare su *Telefèric de Montjuïc* u Barceloni iz 1992. godine (obnovljena 2007. godine) i *Emirates Air Line* u Londonu iz 2012. koje su izgrađene povodom Olimpijskih igara, te *Portland Aerial Tram* u SAD-u iz 2006., *Roosevelt Island Tramway* na njujorškom Manhattanu iz 1976. (obnovljena 2010.) i *Teleferico Vila Nova de Gaia* u Portu iz 2011. [2].

U kolumbijskom Medellínu je 2004., 2006. i 2009. godine su puštene u promet tri linije *Metrocable* gradske žičare s ciljem prometnog povezivanja i savladavanja prirodnih prepreka, ali i poboljšanja životnih uvjeta u siromašnim predgrađima *favelama* i smanjivanja socijalnih razlika između *favela* i centra grada. U Caracasu 2010. i u četvrti Alemão u Rio de Janeiru 2011 su izgrađene gradske žičare po uzoru na Metrocable.

U Republici Hrvatskoj jedino Dubrovnik ima gradsku žičaru koja je sagrađena 1969. godine i obnovljenu 2010. godine. Riječ je o povratnoj gradskoj žičari s dvije prostrane kabine kojima se četverominutnom vožnjom povezuje uži dubrovački gradski centar s brdom Srđ na kojem se nalazi vidikovac s kojeg se pruža pogled na cijeli grad. Načini i oblici korištenja suvremenih gradskih žičara još se uvijek aktivno razvijaju kao i njihova infrastruktura, tehnologija i oblikovanje pa se u sljedećim desetljećima očekuje učestalija primjena žičara u gradovima s ciljem unaprjeđenja ekonomskih, turističkih, ekoloških i sociooloških pokazatelja. Na slici 3 je prikazana žičara Srđ [3].



Slika 3. Žičara Srđ [3]

Slika 4. prikazuje žičaru Metrocable iz Rio de Janeira i žičaru *Emirates Air Line* iz Londona.

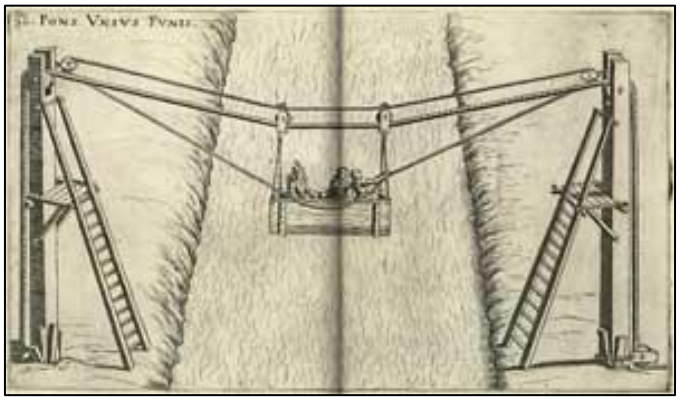


Slika 4. Žičara Metrocable i žičara Emirates Air Line [4]

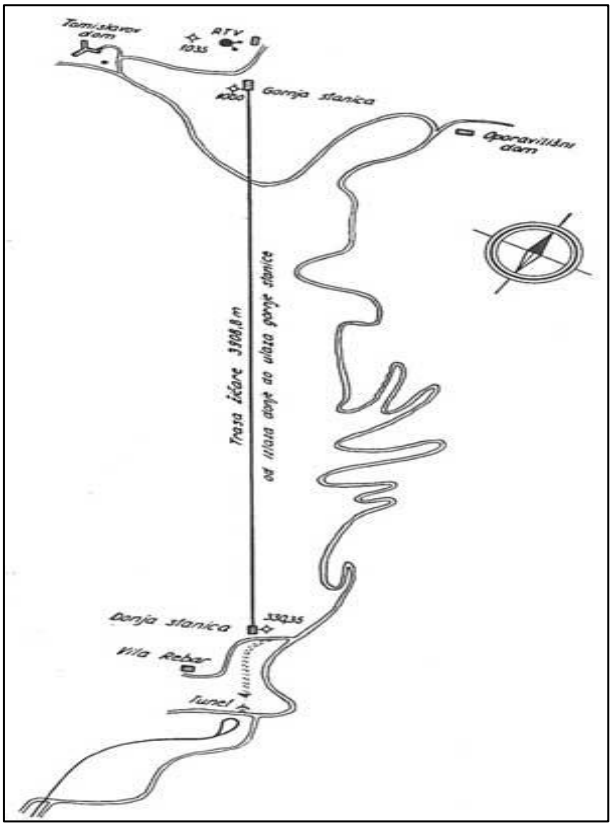
3. POVIJEST ŽIČARA

Sustav žičara razvijao se od drevnih prototipova do suvremenih primjera kojima je glavni zadatak bio prelazak preko terena savladavanjem sile gravitacije zbog prijevoza putnika i tereta do mjesta na koja je teže pristupiti [5]. Prvi primjeri žičara kojima su se prelazili ponori, rijeke ili riječno kanjoni nalazili su se u planinskim područjima Kine, Japana i Indije. Pojavili su se oko 4. stoljeća prije nove ere, a srednjem vijeku namjena žičara je bila za bijeg vladara od neprijatelja u japanskom povijesnom epu *Taiheiki* napisanom krajem 14. stoljeća. U Europi najstariji crtež žičare pronađen je u njemačkom ilustriranom vojnom traktatu *Bellifortis* iz 1405. inženjera Konrada Kyesera. Sustav žičara unaprijeđen je u 17. stoljeću, pri čemu treba spomenuti izum Šibenčana Fausta Vrančića objavljen u Veneciji 1615./1616. u inženjerskom priručniku *Machinae novae* u kojem je prikazana dvoužetna žičara za prijevoz osoba, a zatim i izum nizozemskog inženjera Adama Wybea zabilježenog na ilustraciji *Widok kolejki linowej na Biskupią Górkę* Wilhelma Hondiusa iz 1644. koja prikazuje konstrukciju kontinuirane kružne žičare za transport građevnog materijala potrebnog za izgradnju utvrde Gdansk u Poljskoj. Ovakav sustav često je korišten i za opskrbu te prijevoz gostiju i hodočasnika do samostana smještenih na nepristupačnim brežuljcima. Sredinom 19. stoljeća dolazi do značajnog napretka tehnologije nakon izuma čeličnog užeta 1834. koje je omogućilo transport većim vozilima te svladavanje znatno većih udaljenosti pomoću parnog stroja i kasnije elektromotora. Za prijevoz putnika najprije su građene i korištene uspinjače, a tek zatim žičare. Prva uspinjača *Croix Rousse Funicular* izgrađena je 1862. u Lyonu, a prvi vučni tramvaj pušten je u promet 1873. u San Franciscu. Tek 1908. izgrađena je prva žičara s povratnim tokom *Wetterhornaufzug* u Grindelwaldu u Švicarskoj. Iste godine izgrađeno je i prvo skijaško vučno uže izumitelja Roberta Winterhaldera u Schwarzwaldu u Njemačkoj. Prva skijaška vučnica koja je imala električni pogon izgrađena je 1934. u Davosu u Švicarskoj prema projektu inženjera Ernsta Gustava Constama, a prva otvorena sjedežnica za jednu osobu izumitelja Jamesa Currana puštena je u promet 1935. u Ketchumu u Idahu (SAD). Krajem 19. stoljeća približno je izgrađeno 900 žičara, a već 1909. njemačka tvrtka *Bleichert* navodi 2.000 referenci u svom katalogu. Početkom 20. stoljeća prevladavale su teretne žičare, a tek manji broj bio je namijenjen prijevozu putnika. Razvoj žičara u 20. stoljeću predvodili su Nijemci, Austrijanci, Švicarci, Francuzi i Talijani. Uporaba žičara pokazala se izuzetno učinkovita, isplativa i fleksibilna u alpskom području, naročito za vrijeme Prvog i Drugog svjetskog rata. Teretne žičare i danas se koriste u rudarstvu, poljoprivredi, drvodjelstvu,

industriji, lukama i drugim djelatnostima. Najdulja izgrađena teretna žičara *Norsjö* u Švedskoj dugačka 96 kilometara služila je za prijevoz vapnenca od 1943. do 1987. Značajan napredak u udobnosti i kapacitetu putničkih žičara bio je izum odvojivog sustava žičara koji je prvi put primijenjen 1945. u Flimsu u Švicarskoj na sedežnici, zatim 1950. u Verbieru u Švicarskoj s prvom kabinom i nakon toga se koristi sve do danas. Slika 5. prikazuje skicu jedne od prvih žičara koja je predstavljala most s jednim užetom, dok slika 6 prikazuje položajni nacrt trase žičare Sljeme [2].



Slika 5. Most s jednim užetom [2]



Slika 6. Položajni nacrt trase žičare Sljeme [6]

Slika 7. prikazuje kabinu nekadašnje žičare Sljeme i gornju stanicu žičare Sljeme.



Slika 7. Kabina žičare Sljeme i gornja stanica žičare Sljeme [6]

4. TEHNIČKE ZNAČAJKE ŽIČARSKE TEHNOLOGIJE

Os žičare između postaja mora biti pravolinijska i najveći dopušteni prijelom osi nosivog odnosno transportnog užeta na potpornoj konstrukciji treba iznositi 1% uz uvjet da je osigurano sigurno vođenje užadi. U slučaju ako riječ o većim horizontalnim prijelomima užeta, potrebna je skretna postaja, a najveći nagib linije žičare ne smije biti veći do 100%. Raspon pruge mora biti unutar projektiranih poprečnih otklona užadi i vozila. Zbog kontrole raspona opruga treba se pridržavati sljedećih veličina:

- BO je osnovni raspon dobiven iz osnovnog raspona povećanog za sigurnosni razmak BS,
- Bmin je minimalni raspon dobiven iz osnovnog raspona povećanog za sigurnosni razmak Bmin = BS + BO
- B je raspon u poljima većih duljina između potpornih konstrukcija koji se sastoji od polovice osnovnog raspona BO/2 i horizontalne projekcije otklonjene povratne linije BL; B = BO/2 + BL [1]

Rasponi pruge pri najvećim dopuštenim brzinama vjetra kad su žičare u radu su:

- raspon pruge u neposrednoj blizini postaja iznosi najmanje BO,
- raspon pruge u poljima kružnih žičara iznosi Bmin sa sigurnosnim razmakom BS = 1 + 0,05f gdje je f maksimalni provjes nosivog ili transportnog užeta,
- raspon pruge u polju kod povratnih žičara s većim rasponima polja iznosi B [1]

Tablica 1 prikazuje tehničke značajke žičarske tehnologije.

Tablica 1. Tehničke značajke žičarske tehnologije [1]

RASPON PRUGE	BL	
I	I C=1,0 C =1,2	II
500m 1000m 1500m 2000m 2500m	2.5 3 5.5 6.5 8.5 11 14 17 20 24	2.0 2.5 4.25 5 7.5 9 11.25 13.5 16 19
Gdje je I pri upotrebi užadi prekidne čvrstoće Rm ≤ 1770 N/mm2 II pri upotrebi užadi prekidne čvstoće Rm > 1770 N/mm2 C = 1,0 koeficijent zapreke za visine do 20 m C = 1,2 koeficijent zapreke za visine veće od 20 m		

Bočna udaljenost žičare od zapreka na pruzi mora iznositi najmanje 3 m u svim slučajevima otklona vozila ili užadi, a ako ne postoje vodilice mora biti osiguran 35% poprečni otklon vozila prema vertikali uz istovremeni najveći mogući dopušteni uzdužni otklon određen u članku 10 Pravilnika o minimalnim uvjetima za sigurnost rada postojećih žičara, vučnica i uspinjača za prijevoz osoba (NN 03/09).

Kod kružnih žičara pri poprečnom otklonu vozila od 20% mora se osigurati sigurnosni razmak od pola metra od vanjskih rubova potporne konstrukcije ili postaje. U području potporne konstrukcije vodilice moraju osigurati sljedeće otklone vozila :

- pri upotrebi nisko postavljenih vodilica koje dodiruju vozila ispod ovjesa, otklon veći od 20%,
- pri upotrebi nisko postavljenih vodilica i vozila s užetnom kočnicom i pratnjom, otklon veći od 10% [1]

Za kružne žičare na području potporne konstrukcije dopuštene su visoke postavljene vodilice koje dodiruju ovjes vozila ali moraju osigurati poprečne otklone vozila veće od 15%. Za uzdužno njihanje vozila u postajama na potpornoj konstrukciji i na trasi žičare mora biti osiguran otklon u oba smjera od 35%. Najmanja vertikalna udaljenost užadi, odnosno donjeg ruba vozila od terena u poljima žičare mora iznositi kao što slijedi :

- na nepristupačnim ili zabranjenim mjestima, 2 metra,
- na pristupačnim mjestima i na skijaškim pistama, 3 metra,
- iznad fiksnih zapreka, 1.5 metar ali moraju biti predviđene potrebne zaštitne mjere s uređajima,
- iznad cesta, 6 metra [1]

Ako se žičara križa ili je paralelna sa željezničkom prugom, cestama, dalekovodima ili drugim žičarama moraju se odgovarajućim tehničkim mjerama spriječiti međusobne smetnje, izbjeći opasnosti što mogu nastati zbog takva položaja te omogućiti evakuacija putnika. Najveće dopuštene brzine za pojedine tipove žičara iznose :

- za povratne žičare s pratnjom, 10 m/s
- za kružne žičare s putnicima bez skija, 2 m/s
- za kružne žičara s putnicima s pričvršćenim skijama, 2.5 m/s
- za vizualni pregled užadi, 0.3 m/s [1]

Za prijevoz osoba s pričvršćenim skijama ili drugom odgovarajućom opremom i za prijevoz samo uzbrdo, ako su ukrcajno iskrcajne staze u pravcu užadi, navedene vrijednosti vremenskih razmaka se mogu smanjiti na :

- 6 s za žičare za dvije osobe
- 8 s za žičare za tri osobe ili više osoba [1]

Svaka žičara mora imati predviđen postupak evakuacije osoba iz vozila i mora biti opskrbljena uređajem. Postupak evakuacije mora biti prilagođen konfiguraciji terena, žičari, visini iznad terena i to tako da evakuacija ne traje dulje od dva sata zimi i dulje od tri sata ljeti.

4.1. Nosiva konstrukcija i oprema žičare

Vozilo mora biti konstruirano tako da ne smije nasjedati na vodilice i moraju imati takav oblik koji omogućava uzdužne i poprečne otklone. Nosiva konstrukcija mora biti takvog oblika koji omogućava brze vizualne preglede njihova stanja. Dopušten je prijevoz sljedećeg broja osoba :

- za žičare s jednom neodvojivom ili odvojivom hvataljkom, 3 osobe
- za povratnu žičaru s pratnjom, broj osoba određen izvedbom kabine [1]

Tijekom kontrola nosive konstrukcije voznih kolica, ovjesa, kabine i njihovih komponenata moraju se uzeti u obzir sljedeća opterećenja :

- vlastita težina, uključujući svu stalnu opremu
- korisno opterećenje gdje se uzima da je računska težina jednog putnika 0,8 kN
- za jednoužetne žičare se uzima dodatno vertikalno opterećenje uzrokovano udarom pri prijevozu preko kolutnih baterija a jednako je sumi vlastite težine i korisnog opterećenja
- za dvoužetne žičare, dodatno vertikalno opterećenje koje se dobiva tako što se osnovno opterećenje množi faktorom gdje je r udaljenost poda kabine do okretne točke kabine, a v brzina žičare
- opterećenje zbog udara kabine u vodilice na potpornim konstrukcijama ili u postajama u obliku dodatnog torzionog opterećenja, momenta u iznosu 0,2 kNm po 1 osobi u visini poda kabine
- eventualna opterećenja zbog djelovanja prigušnika
- opterećenja snijegom, ledom, prema propisima za opterećenje nosivih čeličnih konstrukcija [1]

U kontrolnom proračunu infrastrukture žičare se uzimaju u obzir i sljedeće jakosti vjetra :

- za žičaru u radu q=0,2 kN/m2 (64 km/h) gdje q pretlak zastoja vjetra, w=qc
- za žičaru izvan rada, ako nema drugih podataka, q=0.75 kN/,m2 [1]

Koeficijent zapreke za uže iznosi :

- u zonama do visine 20 metara c=1
- u zonama iznad 20 m visine c=1.2 [1]

Veličina sile otpora protiv proklizavanja mora biti jednaka težini optrećenog vozila ili mora imati faktor sigurnosti prema proklizavanju najmanje 3. Tijekom kontrolnom obračuna faktor trenja između čeljusti hvataljke i užeta uzima se 0.13. Konstrukcija mehanizma za spajanje čeljusti hvataljke i pri njenom smanjenom promjeru užeta mora garantirati dovoljnu zaštitu od proklizavanja. Pri kontroli hvataljke moraju se uzeti :

- uzdužna sila vuče
- sile uzrokovane otklonima užeta na prijelazu preko kolutnih baterija

- sile uzrokovane uređajem za spajanje hvataljke [1]

Vozna kolica (vozičak) moraju biti takva da svi kotači budu podjednako opterećeni. Kotači moraju imati profiliranu elastičnu oblogu, sa žlijebom. Najveći očekivani otkloni u radu, u poprečnom i uzdužnom smjeru, prolaz preko oslonaca i najveća moguća usporenja i ubrzanja, ne smiju uzrokovati podizanje ili iskliznuće kotača [1].

Vozila koja su predviđena za više od šest osoba moraju biti opskrbljena kočnicom koja djeluje izravno na nosivo uže i ona se mora aktivirati u sljedećim uvjetima:

- ako se prekine vučno uže
- ako natezna sila padne na polovicu normalne sile naprezanja
- ako se namjerno aktivira iz vozila

Užad žičare se upotrebljava kao :

- nosiva,
- vučna,
- transportna,
- protuužad [1]

Nosivo uže je nepomično uže koje služi kao vozna pruga po kojoj se gibaju vozna kolica s ovješenim vozilima. Vučno uže je pomično uže koje prenosi svoje gibanje na priključena vozila ali ih ne nosi. Transportno uže je pomično uže postavljeno tako da prenose svoje gibanje na priključena vozila i da ih istovremeno nose. Protuuže je uže kod žičare s povratnim tokom s udvojenim užetom, pomično uže čiji su krajevi pričvršćeni za vozila bez prolaza kroz pogonsku užnicu [1].

Sigurnost prema statičkoj sili natezanja užeta određuje se iz odnosa računskog prekidnog opterećenja i stvarnog opterećenja užeta, a vrijednosti sigurnosti iznose:

- za nosivo uže 3.5
- vučno uže i protuuže 5
- transportno uže 5
- natezno uže 5.5 [1]

Kvaliteta materijala žica koja se može koristiti u žičarama određena je hrvatskim normama za čeličnu užad koja se može koristiti u žičarama. Jezgra užeta može biti od prirodnih ili umjetnih vlakana dovoljna da osigura poprečnu stabilnost užeta [1].

Potporna konstrukcija je dio infrastrukture žičare i za njen kontrolni proračun nosivosti potporne konstrukcije uzimaju se u obzir ova opterećenja :

- vlastita težina konstrukcije s opremom
- opterećenje silama užadi
- opterećenje zbog prolaza vozila
- otpor trenja
- opterećenje ledom i snijegom
- opterećenje pri prolazu zatvorene užetne kočnice
- opterećenje signalnim vodom
- opterećenje vjetrom
- opterećenje uzrokovano padom užeta na jednoj strani potporne konstrukcije [1]

Za opterećenje vjetrom uzima se:

- za žičare u pogonu q = 0.2 kN/m2
- za žičare izvan pogona q 0.75 kN/m2 [1]

4.2. Pogon žičare

Pogon žičare čine pogonski motori, spojke, reduktori, kočnice i pogonska užnica ali žičare osim glavnog pogona moraju imati i pogon koji je potpuno neovisan o glavnom pogonu a može biti izveden kao pomoćni pogon. Glavni pogon mora imati zadovoljene sljedeće uvjete :

- pri svim opterećenjima mora osigurati brzinu žičare koja je najmanje 30% brzine glavnog pogona
- preuzeti potencijalnu i kinetičku energiju
- mora biti blokiran dok rade drugi pogoni
- uključenje na pogonsku užnicu mora biti neovisno o mehanizmu glavnog pogona
- mora biti dimenzioniran za brzinu do 1 m/s
- mora se opsluživati ili s mjesta pogona ili u izravnoj ili neizravnoj vezi s linijom
- za vrijeme rada mora postojati stalna veza sa suprotnom postajom

- mora biti dimenzioniran za prijevoz svih opterećenja u oba smjera
- mora imati mehaničku kočnicu [1]

Nužni pogon nije obavezan ako pomoćni pogon djeluje neovisno o mehanizmu glavnog pogona ako zbog konfiguracije terena spašavanje s trase nije otežano.

Radna kočnica mora biti tako izvedena kao automatska kočnica koja djeluje nakon prekida strujnog kruga u kočnim uređajima. Ona mora djelovati pri 10% prekoračenoj brzini žičare i za sva zaustavljanja u nuždi. Mora biti u dimenzionirana za usporenja od 0.5 do 1.2 m/s2 ovisno u kojem se smjeru žičara kreće.

Aktiviranjem sigurnosne kočnice mora se prekinuti rad pogonskog motora, a pri prekidu električne energije sigurnosna kočnica mora djelovati s određenim zakašnjenjem kako ne bi došlo do prekomjernog usporenja zbog djelovanja radnom kočnicom. U slučaju ako se za 15% prekorači propisana brzina, kočnica se automatski aktivira [1].

Nosiva, transportna i vučna užad se natežu utegom ili hidrauličkim uređajem, a pri natezanju hidrauličnim uređajem moraju biti ispunjeni sljedeći uvjeti :

- mora biti osigurana stalna natezna sila
- stalno mora biti omogućena kontrola natezne sile odnosno hidrauličnog tlaka u nateznom cilindru
- krajnjim prekidačima moraju se osigurati granični položaji nateznih cilindara
- osim motorne crpke mora postojati i ručna crpka
- hidraulični sustav mora biti osiguran nepovratnim ventilom [1]

4.3. Električni i signalno sigurnosni uređaji

Zbog komunikacije između postaje i vozila s kapacitetom za više od šest osoba mora postojati stalna telefonska veza, a u slučaju kvara veze mora postojati i rezervna veza pomoću bežičnih primopredajnika. Svi sigurnosni uređaji moraju zadovoljavati sljedeće uvjete :

- moraju biti spojeni u stalno kontroliranim strujnim krugovima na načelu mirne struje
- napon linijskih sigurnosnih strujnih krugova ne smije biti veći od 60 V
- u sigurnosne strujne krugove moraju biti vezani svi prekidači za zaustavljanje u nuždi i uređaji za automatsko zaustavljanje u slučaju nepravilnog rada žičare

- moraju biti otporni na klimatske uvjete
- krajnji prekidači moraju biti izvedeni tako da se mogu ručno premostiti,
- mora biti spriječen svaki međusobni utjecaj veza ukoliko idu unutar istog voda [1]

Funkcije signalno sigurnosnih uređaja su :

- normalno zaustavljanje pogona, odnosno programirano usporenje sa zaustavljanjem i na kraju djelovanjem radne kočnice
- privremeno usporenje do određene brzine i ponovni prijelaz na propisanu radnu brzinu,
- zaustavljanje u nuždi, odnosno isključenje pogona i djelovanje radne kočnice
- zaustavljanje u opasnosti, odnosno isključenje pogona i djelovanje radne i sigurnosne kočnice
- signalizacija pogrešnog stanja pogonskih električnih uređaja [1]

Zaustavljanje u nuždi aktivira se u slučaju :

- prekoračenja radne brzine za 10% u oba smjera
- kvara mjerača brzine
- prijelaza prednjeg položaja nateznog uređaja
- prijelaza prednjeg ili stražnjeg položaja nateznog uređaja
- brzog porasta opterećenja žičare i stalnog preopterećenja osim u fazi pokretanja
- djelovanja radne kočnice
- nestanka električne energije
- iskliznuća ili ispada užeta iz koluta kolutnih baterija jednoužetnih žičara [1]

4.4. Eksploatacija i održavanje žičara

Utovar tereta u specijalna vozila, prijevoz tereta od utovarnog terminala do istovarnog terminala i istovar tereta iz tih vozila su po svojim elementima specifični u odnosu na sve druge vrste transporta i prometa. Tehnologiju žičarskog teretnog prometa čine:

- tehnologija pripreme prijevoza,
- tehnologije provedbe prijevoza,
- tehnologija završavanja prijevoza.

Te su tehnologije specifične i različite od drugih vrsta prometa. Razlike su posljedica specifične žičarske infrastrukture, žičarske suprastrukture, specifične organizacije prijevoza, posebnosti operacija u vezi s prijevozom tereta, posebnosti samoga prijevoza, posebnosti pravnih odnosa stranaka koje aktivno sudjeluju u žičarskom transportu i prometu. U odnosu na ostale vrste putničkog transporta, u žičarskom je sustavu različit prihvat i smještaj putnika, njihov prijevoz i odlazak iz žičarskih vozila. Održavanje žičarskog sustava je također različito u odnosu na ostale vrste transporta. Preventivno održavanje se obavlja na mjestu lociranja i eksploatacije žičarske infrastrukture kao što su brda, skijališta, šume, turistički i gospodarski centri.

Svaka žičara mora biti opskrbljena pogonskih uputama i uputom za održavanje i servisiranje koja mora obuhvatiti:

- glavni projekt postrojenja žičare s pratećim tehničkim opisom
- postupak pripreme prije uključivanja žičare u rad
- postupak za provjeru svih sigurnosnih uređaja, te za pokretanje pogona radi probne ili servisne vožnje u svrhu pregleda trase
- postupak za privremeni prekid pogona zbog lošeg vremena
- postupak s lošim redoslijedom pojedinih radnji za siguran prekid pogona
- plan evakuacije putnika s trase
- postupak za rad s pomoćnim pogonom
- postupak za vožnju žičare u slučaju kada je sigurnosni sustav premošten
- popis nužnih rezervnih dijelova
- upute za provjeru funkcionalnosti i održavanje strojnih i električnih komponenata
- upute za određivanje dopuštene granice istrošenosti pojedinih dijelova koji su izloženi habanju
- ostale upute nužne za rad žičare.

Dnevni kontrolni pregledi koji se obavljaju u postajama moraju obuhvatiti;

- provjeru svih sigurnosnih sustava
- provjeru rada telefonske veze između postaja i vozila
- provjeru položaja užadi u postajama, na potpornim konstrukcijama te kontrolu okretanja užnica
- provjeru aktiviranja svih kočnih sustava pogona žičare.

5. RAZVOJ ŽIČARA U REPUBLICI HRVATSKOJ

5.1. Zagrebački sustav javnog prijevoza putnika

Zagrebačka uspinjača je puštena u promet 1890. godine i bila je prvo prijevozno sredstvo organiziranog javnog prijevoza putnika u Zagrebu. Turistička žičara Sljeme puštena je u promet 1963. godine, a u stambenom sklopu Orlovac na Ksaveru je 1970-tih godina izgrađena uspinjača koja je obnovljena 2013. godine [2].

Na Medvednici su 1870-tih započele planinarske i skijaške aktivnosti, a 1898. godine je izgrađena Sljemenska cesta kao dvosmjerna izletnička prometnica s gustim serpentinama. Tada je uslijedilo i postavljanje prvih hotela, planinarskih domova i kuća, lugarnica, zdravstvenih i gospodarskih građevina te uređenje prirodnih lokaliteta. Medvednica ima izgrađenih pet turističkih žičara i jedna teretna žičara. Prve dvije turističke žičare su izgrađene prema projektima arhitekta Bahovca, a to su bile skijaška sjedežnica Jednosjed iz 1954. godine čija se gornja stanica nalazi na sljemenskom platou i turistička žičara Sljeme iz 1963. godine [2].

5.2. Žičara Sljeme

Nakon toga je uslijedila izgradnja vučnica na Zelenom spustu 1970. godine i Bijelom spustu 1975. godine te skijaške sjedežnice Trosjed na Crvenom spustu 1989. godine. Prve dvije žičare su zatvorene zbog dotrajalosti a ostale se povremeno koriste između sve učestalijih popravaka. Zbog prijevoza građevnih materijala izgrađena je teretna žičara na zapadnim obroncima Medvednice koja je do 1972. godine povezivala cementaru u Podsusedu s kamenolomom Bizek.

Realizacija projekta izgradnje žičare dogodila se 1963. godine iako se ideja pojavila 1911. godine. 1957. godine je osnovana Komisija za izletnički turizam koja je iznijela prijedlog o potrebi izgradnje suvremene turističke žičare do Sljemena. Investicijski program za žičaru Sljeme je odobren 1959. godine, a pripreme za gradnju počele su 1960. godine sječom šume na trasi, dok je 1962. godine počela gradnja infrastrukture. Građevinske radove je izvodilo

poduzeće Udarnik iz Zagreba dok je čelične konstrukcije i montažu obavljala Metalna iz Maribora [2].

Svi proračuni trase i čelične konstrukcije izvedeni su prema austrijskim propisima, jer u tadašnjoj Jugoslaviji nisu postojali propisi za gradnju i održavanje žičara. Čelična užad i jedan dio električne opreme nabavljeni su iz uvoza. Glavni organizator i koordinator radova bio je inženjer Andrija Bogner koji je kritizirao odabranu trasu koja je smještena u cijelosti unutar *Parka prirode Medvednice* te je izložena dosta jakom bočnom vjetru [2]. *Žičara Sljeme* puštena je u promet 27. srpnja 1963. i tada je s trasom dugom 4.017 metara i sa samo jednim pogonom bila najduža jednoužetna turistička žičara u Europi. Trasu je, osim dužine, obilježavao i izlomljeni uzdužni profil. Donja postaja izgrađena je na 330, zatezna na 665, a gornja postaja na 1000 metara nadmorske visine. Žičara je imala ukupno 13 čeličnih rešetkastih zakovanih stupova visokih od 7 do 40 metata s četiri nožice usidrene u armirane betonske temelje. Kapacitet žičara je bio 450 putnika na sat u jednom smjeru i postojalo je 88 žutih, crvenih i plavih kabina. Vožnja je trajala 23 minute. Brzina kretanja kabina za četiri putnika iznosila je tri metra u sekundi s razmakom između kabina približno 96 metara, odnosno 32 sekunde. Donja stanica *Žičare Sljeme* nije bila vidljiva s tramvajskog okretišta *Dolje*, jer je izgrađena uz kolni prilaz *Vili Rebar* koja je uništena u požaru 1979. [2].

Najkraći pješački prilazni put od tramvajskog okretišta *Dolje* do donje stanice *Žičare Sljeme* bio je omogućen tunelom i uređenom šumskom stazom, a donja stanica sastojala se od hale za prihvaćanje i slanje kabina, čekaonice, blagajne, prostorije za manje popravke kabina te pomoćnih i sanitarnih prostorija. Oprema donje stanice se sastojala od stijene za ukopčavanje i iskopčavanje kabine od vučnog užeta i za dva nosiva užeta. Zastoji se još od zaštitne mreže, sprave za spuštanje, dizanje skretnica i sprava za puštanje kabina na trasu. Gornja stanica žičare je napravljena u blizini planinarskog doma *Tomislavov dom* i sastojala se od hale za prihvaćanje i slanje kabina, čekaonice, blagajne, ureda i skladišta materijala Oprema gornje stanice se sastojala od pogonskih uređaja, uklopne i isklopne stijene, vodećih kolutova, sprava za spuštanje kabina na trasu, osigurača, dizalice s kranskom stazom za montažu i remont pogona. Obje stanice imaju odvojeni pješački pristup i kolni prilaz. Izgradnjom žičare uslijedila je izgradnja ostalih sadržaja koji su privlačili ljude na Sljeme ali ne odmah što je dovelo do poslovanja s gubitkom jer je umjesto planiranih 675 000 putnika na godinu, žičara prevezla samo 255.075 putnika 1967. godine. Iako je bila neisplativa i podložna kvarovima, žičara je radila 44 godine sve do 2007. godine kad je i službeno zatvorena. 88 kabina je rasprodano i dio njih se koristi kao atrakcija ili za kojekakve izložbe i instalacije.

5.2.1. Obnova žičare Sljeme

2006. godine pripremljena je urbanističko strojarska dokumentacija za obnovu žičare Sljeme ali je zbog financijske situacije i drugih prioritetnijih gradskih projekata još neizvjesno kada će se pokrenuti radovi. Tim planom planirano je produljenje trase žičare sve do tramvajskog okretišta *Dolje*, a urbanističko arhitektonskim projektom planirana je nova gornja stanica žičare na samom sljemenskom platou te međustanica Brestovac [2].

Imovinska i ekonomska ograničenja utjecala su na kvalitetu projekata tako da je postojeća infrastrukturna površina planirana za smještaj donje stanice žičare, dok smještaj gornje stanice nije usklađen s prostornim planom Parka prirode Medvednica. Tim premještanjima bi se poboljšala njihova povezanost s tramvajskim okretištem *Dolje* i vrhom Sljemena.

Inicijativa izgradnje nove žičare Sljeme ima težište u rasterećenju prostora Parka prirode Medvednica od danas sveprisutnog gustog automobilskog prometa. Izgradnjom donje postaje žičare u zoni okretišta Dolje, želi se osigurati kvalitetan prijevoz građana uz cjelovitost javnog gradskog prijevoza. Time bi se omogućio brzi transfer putnika, praktički iz tramvaja u žičaru, uz osiguranje odgovarajućih parkirališnih kapaciteta u pripadajućim građevinama. Zbog potrebe za pružanjem što kvalitetnije usluge građanima, cilj je navedenu žičaru dovesti na sam plato Sljemena [7].

Projekt obnove bi trebao uskladiti prirodne, ambijentalne, urbanističke, arhitektonske, ekološke, etnološke, kulturne i tradicionalne vrijednosti Parka prirode Medvednica te primijeniti primjerena tehnološka rješenja zbog ekonomične izgradnje, korištenja i održavanja sustava značajnog za lokalnu zajednicu. Realizacijom bi se postigao efekt maksimalizacije iskorištenosti prirodnih resursa parka prirode Medvednica posebno za one građane koji su tjelesnih hendikepa ili loše fizičke kondicije. Na slici 8 je prikazan prostorni prikaz nove donje stanice žičare Sljeme i nove gornje stanice žičare Sljeme [2].



Slika 8. Prostorni prikaz nove donje i gornje stanice žičare Sljeme [2]

5.2.2. Ciljevi i troškovi projekta

Specifični ciljevi projekta nove žičare su :

- ojačati poduzetničku infrastrukturu na Medvednici,
- aktivnije vođenje brige o zdravlju,
- stvoriti uvjete za jačanje sektora turizma na Sljemenu i gradu Zagrebu [7]

Tablica 2 prikazuje ukupne procijenjene troškovi.

Tablica 2. Ukupni procijenjeni troškovi nove žičare Sljeme [7]

TROŠKOVI S PDV-om	**Ukupni troškovi**
Troškovi Glavnog i Izvedbenog projekta	7.500.000
Troškovi izgradnje	53.014.500
Troškovi nadzora gradnje	1.466.888
Troškovi opremanja	167.092.500
Komunikacija i vidljivost projekta	540.500
Nepredviđene situacije	21.482.875
Ukupni troškovi s PDV-om	**251.097.263**

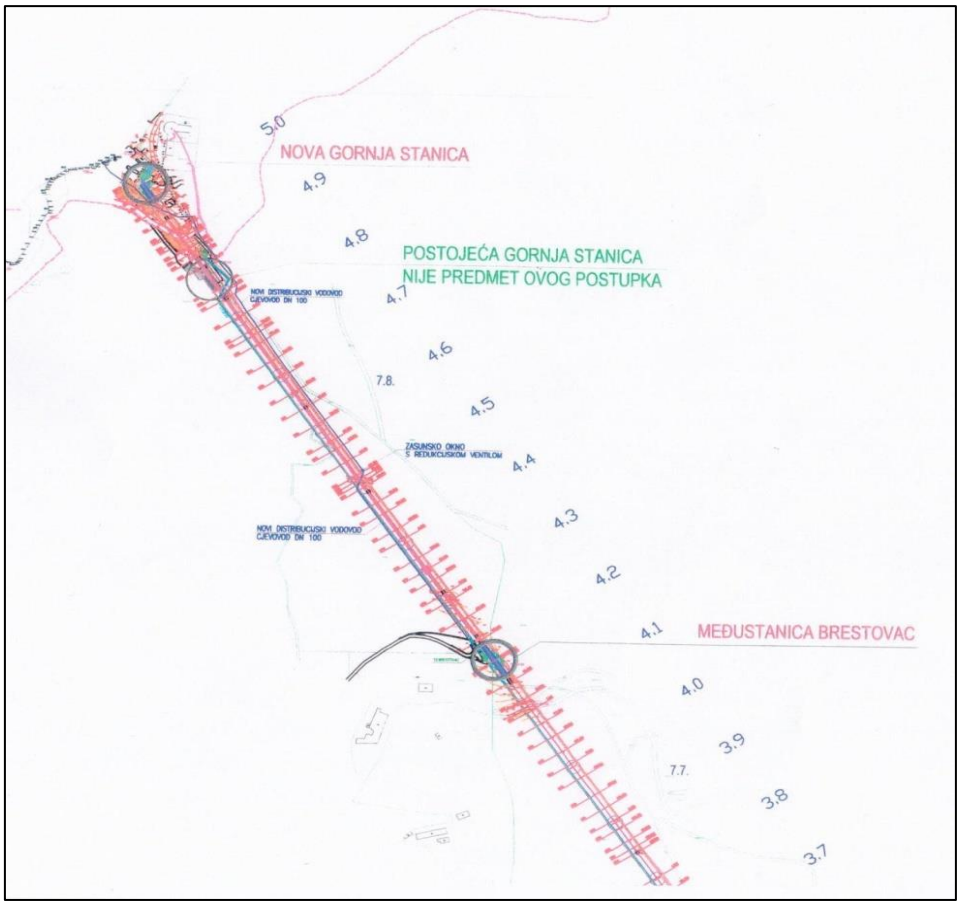
Iz Tablica 1 vidljivo je kako se projekt procjenjuje na nešto više od 250 milijuna kuna. Međutim negativan predznak financijske neto sadašnje vrijednosti investicije pokazuje kako je doprinos Europske Unije neophodan za uspješnu realizaciju projekta.

Izgradnja žičare nema negativan utjecaj na okoliš jer se radi o gradnji objekta na postojećoj trasi. Zahvat se u najvećem dijelu provodi u Parku prirode Medvednica, koji zbog svog statusa parka prirode uvjetuje posebno postupanje zbog čega se gradnja provodi sukladno pravilima struke i predviđenim mjerama zaštite, kako bi se postiglo očuvanje prirodne i povijesne vrijednosti Parka [7].

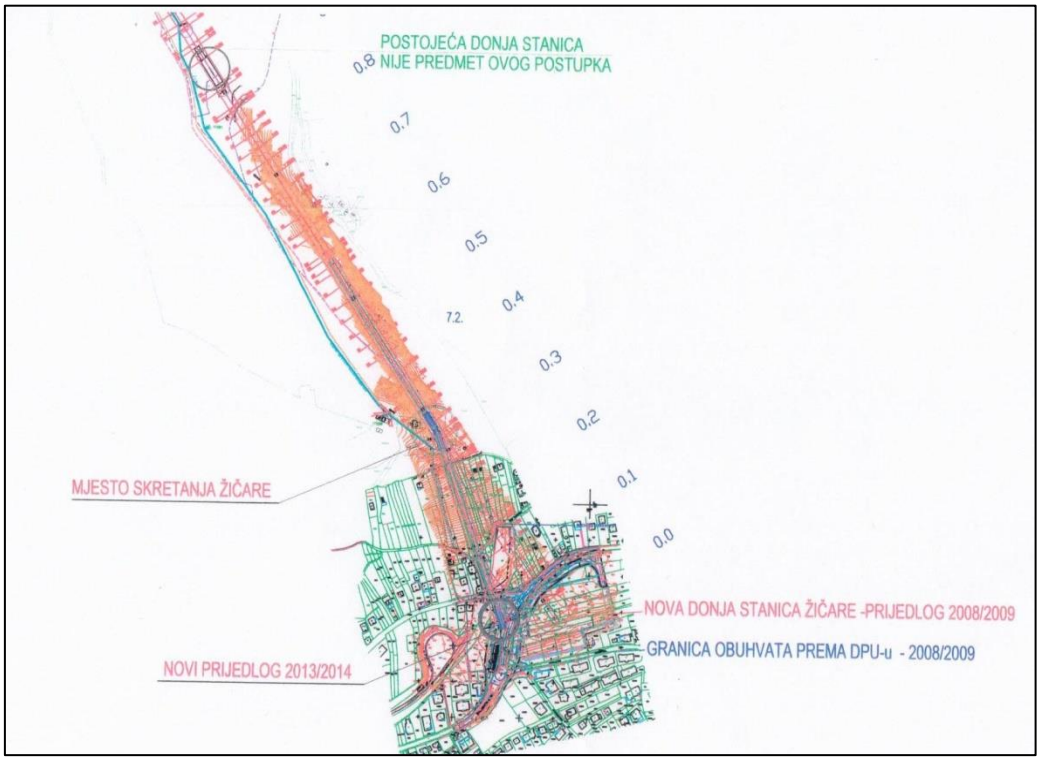
Završetkom projekta očekuju se sljedeći pozitivni učinci :

- povećanje broja posjetitelja na Sljemenu
- direktno zapošljavanje 12 osoba na radu žičare
- bolja turistička ponuda Grada Zagreba
- rješavanje problema parkirališta na Medvednici
- od centra Zagreba do vrha Medvednice javnim prijevozom
- oživljavanje povijesti grada Zagreba revitalizacijom sljemenske žičare
- povećanje protočnosti i sigurnosti prometa na postojećoj Sljemenskoj cesti
- doprinosi smanjenju CO2
- poboljšanje javnog zdravlja građana
- stvaranje pretpostavki za razvoj novih sportova i sekundarnih sadržaja
- olakšanje rada i bolja učinkovitost gorske službe spašavanja u slučaju nefunkcionalnosti cestovnih pravaca [7]

Slika 9 prikazuje mapu nove gornje stanice, dok slika 10 prikazuje mapa nove donje stanice.



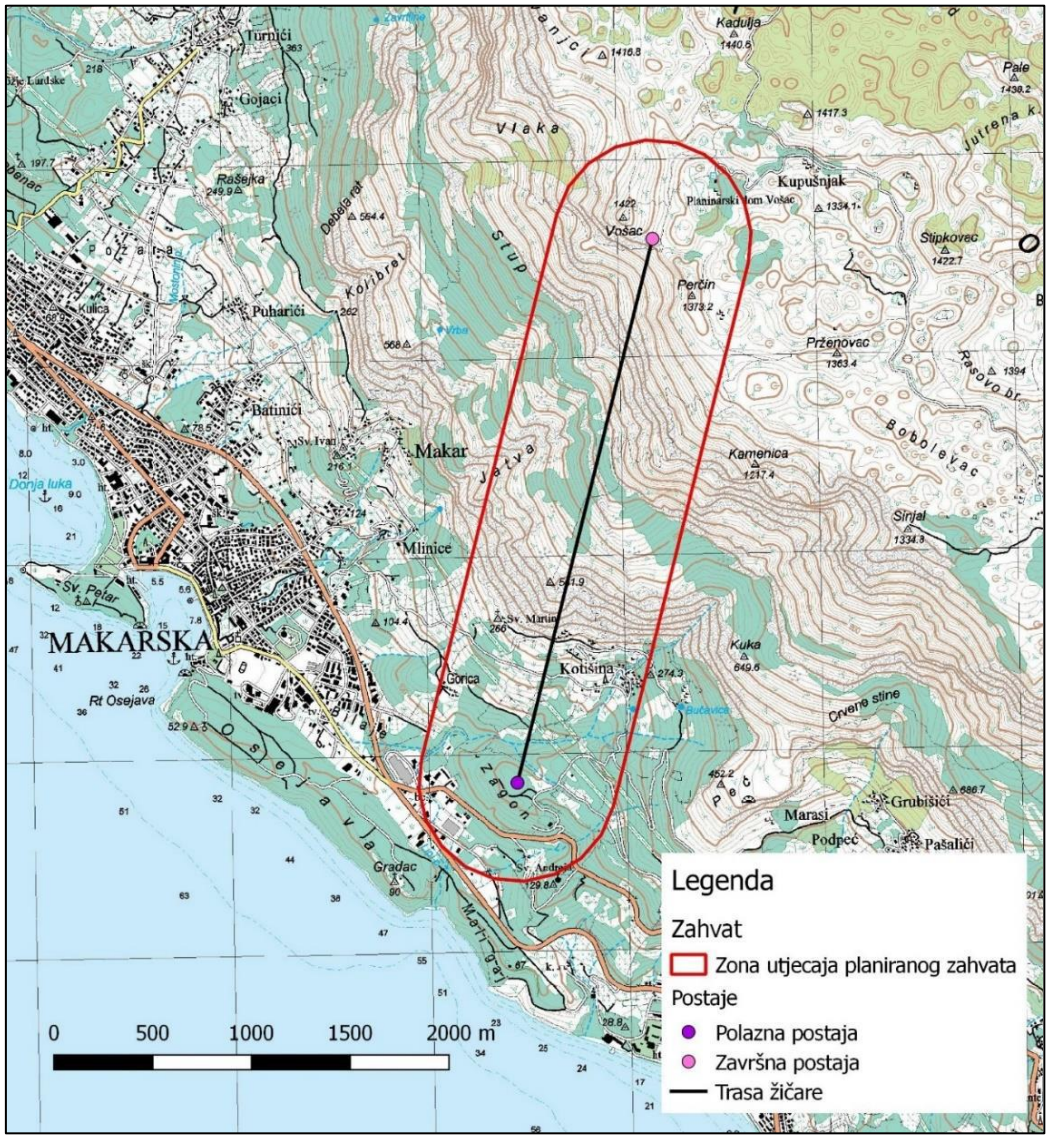
Slika 9. Nova gornja stanica žičare Sljeme [7]



Slika 10. Nova donja stanica žičare Sljeme [7]

5.3. Žičara Makarska Biokovo

Žičara Makarska Biokovo je zasada neuspjeli projekt čija je izgradnja zahvata predviđena u duljini od 3100 metara od polazne stanice u Zagonu kraj Makarske do predjela Štrbina na Biokovu. Žičara bi imala visinsku razliku od 1100 metara i sastojala bi se od polazne i završne postaje, dva ili tri nosiva stupa te transportne užadi. Odabrana je tehnologija žičare s povratnim tokom koja radi na principu povratnog toka dva vozila između vozila polazne i završne postaje. Planirani zahvat u cijelosti se nalazi unutar Grada Makarska te je usklađen sa svim relevantnim dokumentima prostornog planiranja [8]. Slika 11 prikazano mjesto lokacije zahvata.



Slika 11. Prikaz lokacije zahvata [8]

5.4. Žičara na Palagruži

Žičara je konstruirana kao dizalica s fiksnim i operativnim pregradama za podizanje tereta do 200 kilograma na visini 102 metra iznad razine mora. Glavna stanica nalazi se na najvišem vrhu otoka, u blizini svjetionika, dok je u moru, na dubini od 30 metara ispod, nalazi se temelj za kabel i balast 5000 kilograma težine. Svjetionik Palagruža izgrađen je 1875. godine na otoku Palagruži, smještenoj usred Jadranskog mora [9].

Palagruža je udaljen hrvatski otok, izuzetne ljepote i bogate povijesti, dužine 1400 metara, širine 300 i visine 102 metara. INTERKONZALTING d.o.o. bio je odgovoran za nadzor nad radovima izgradnje i montaže, planiranje i kontrolu troškova, nadzor nad zdravljem i sigurnošću, pregled projekta i tehničku pomoć klijentu za odabir opreme. Podrška je također dana tijekom radova i faze nabave opreme [9]. Slika 12. prIkazuje žičaru na Palagruži.



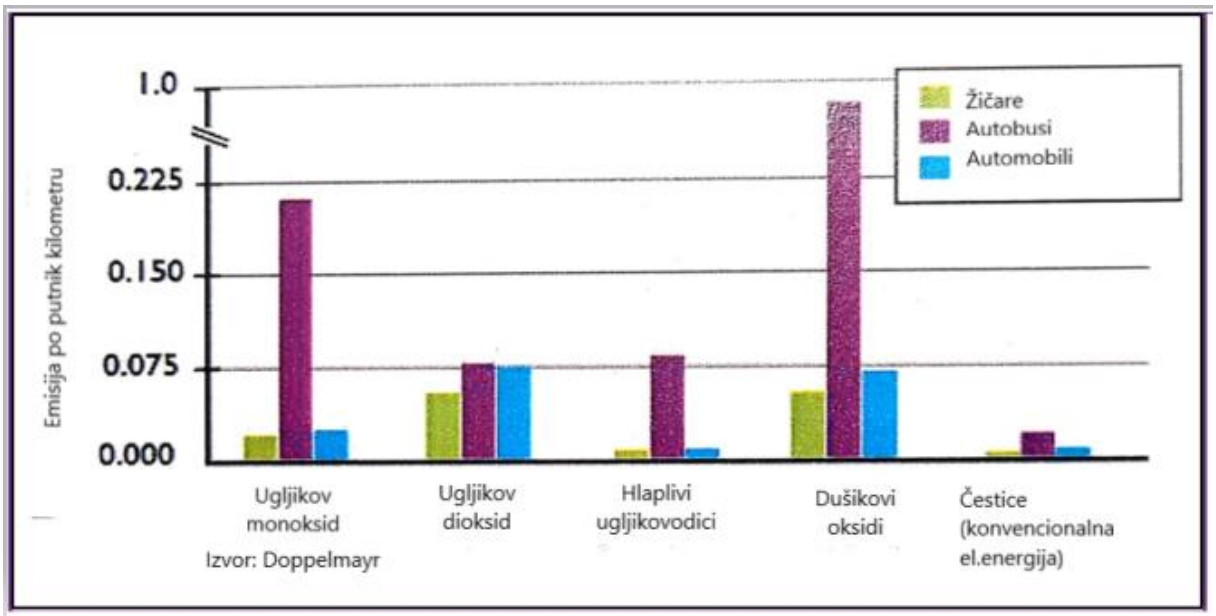
Slika 12. Teretna žičara na Palagruži [9]

6. RAZVOJ ŽIČARA U URBANIM SREDINAMA

U svijetu postoji mnogo instalacija žičara u urbanim sredinama koje ljudima omogućuju brzi prijevoz do nekih željenih turističkih lokacija kao što su centri, metroi, znamenitosti i ostalo. Tako primjerice LEITNER žičare imaju instalacije žičara po cijelom svijetu i to ukupne duljine oko 2000 kilometara. Neki od primjera urbanih instalacija žičara su :

- Medelin žičara, Kolumbija
- Caracas žičara, Venezuela
- Teleferico do Alemao, Brazil
- Roosevelt Island Tram, Sjedinjene Američke Države
- Constantine žičara, Alžir
- Emirates Air Line, Ujedinjeno Kraljevstvo. [10]

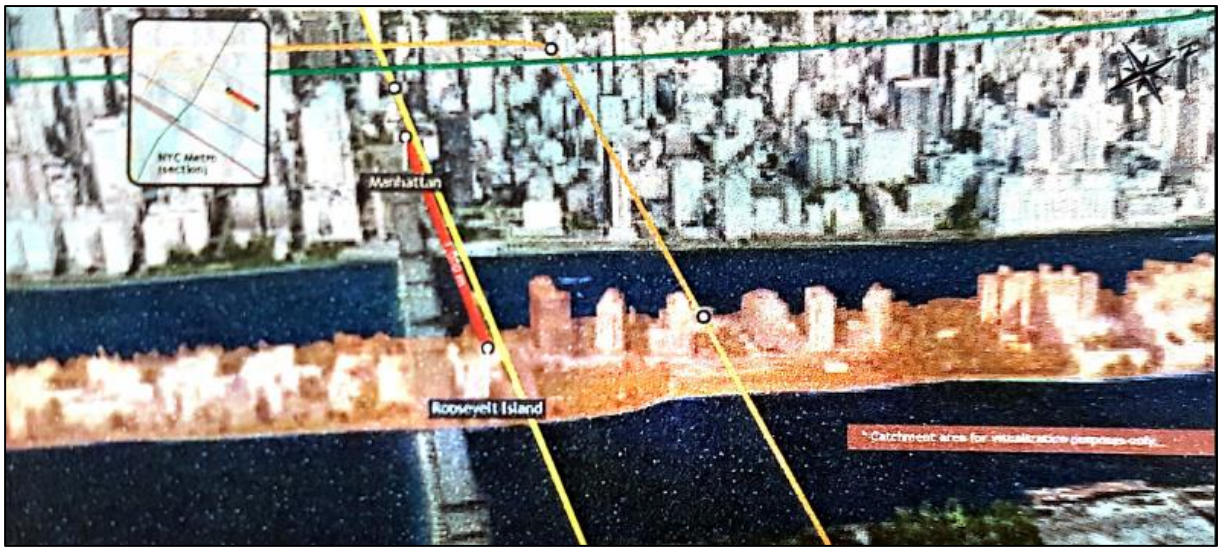
LST istražuje soluciju za urbani transport žičarama pri čemu bi maksimizirali efikasnost transporta, integrirali u urbane sredine i povećali ugodnost za korisnike. Riječ je o novijem projektu žičara *Cabline 2.0* koji je osmišljen od strane MND-a iz Francuske. *Cabline 2.0* nudi kapacitete od 5000 ljudi po satu i postizanje maksimalne brzine od 45 km/h. Takve žičare omogućuju smanjenu emisiju štetnih plinova. Slika 13. prikazuje emisiju štetnih plinova žičara u odnosu na autobuse i automobile.



Slika 13. Štetne emisije žičara u odnosu na automobile i autobuse [10]

6.1. Roosevelt Island Tram (Sjedinjene Američke Države)

Žičara Roosevelt Island Tram je izgrađena još 1976. godine ali je obnovljena 2010. godine. Namjena žičare je bila povezati Roosevelt Island s ostatkom grada kako bi se ubrzalo putovanje tamošnjem stanovništvu. Sastoji se od dvije stanice i trase ukupne duljine od 1 kilometar. Samo dvije kabine su stalno u radu a put traje svega tri minute. Godišnje se s tom žičarom preveze 2 milijuna i 400 tisuća ljudi. Slika 14. prikazuje trasu Roosevelt žičare [10].

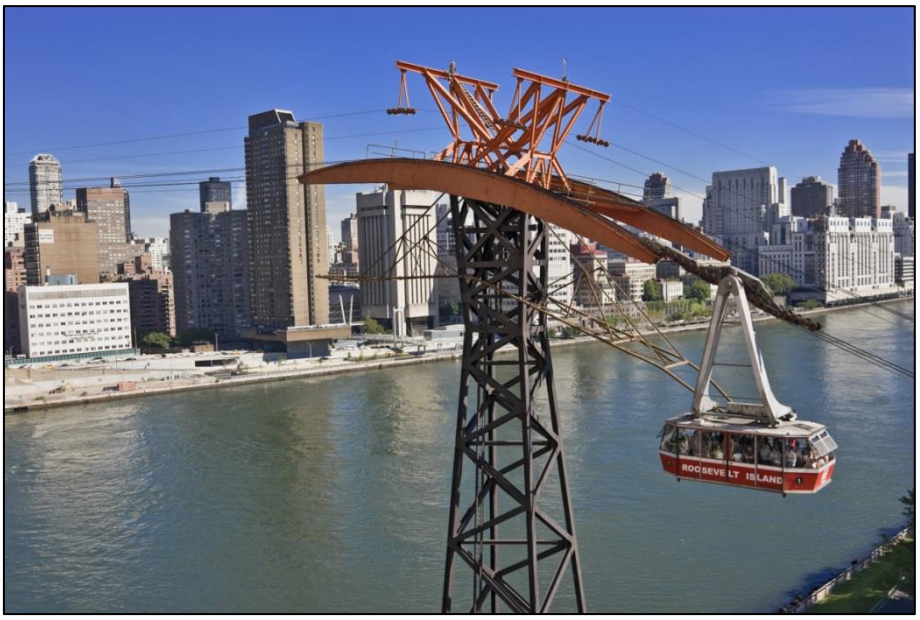


Slika 14. Trasa Roosevelt žičare [10]

Slike 15. i 16. prikazuju stanicu, odnosno toranj *Roosevelt* žičare.



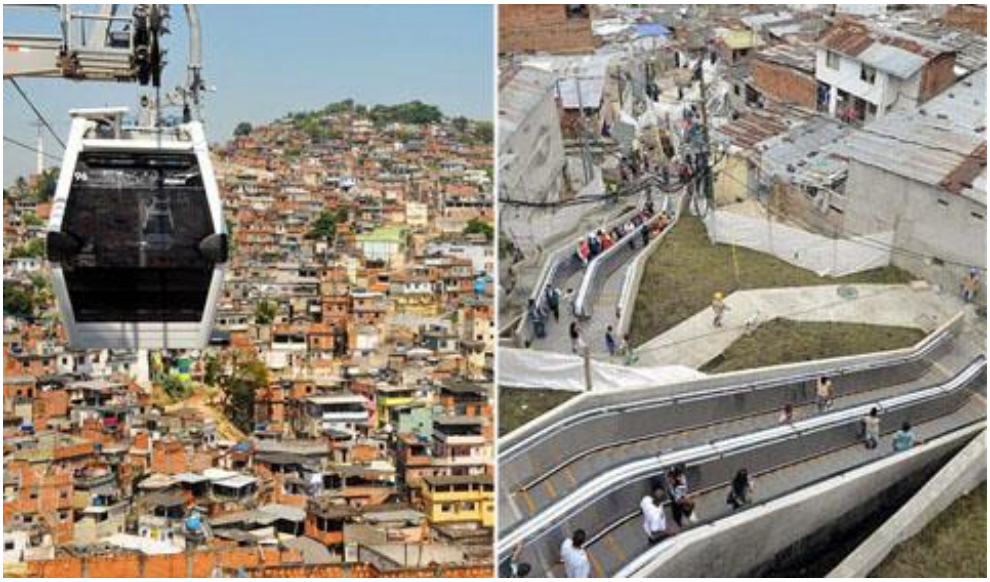
Slika 15. Stanica Roosevelt žičare [11]



Slika 16. Stanica Roosevelt žičare [12]

6.2. Medelin žičara (Kolumbija)

Žičara Medelin K u Medelinu u Kolumbiji je druga najveća u državi i slovi kao prva moderna žičara otvorena 2004. godine. Trasa je dugačka 2 kilometra i integrirana je u gradsku mrežu te omogućuje prijevoz ljudi u centar grada. Vrijeme putovanja je time smanjeno na 10 minuta od prijašnjih sat vremena. Tom žičarom putuje 40 000 ljudi dnevno. Slika 17. prikazuje kabinu Medelin žičare, dok Slika 18. prikazuje stanicu Medelin žičare. [10].



Slika 17. Kabina Medelin K žičara [13]



Slika 18. Stanica Medelin žičare [14]

Slika 19. prikazuje toranj Medelin žičare.



Slika 19. Toranj Medelin žičare [15]

Nakon žičare Medelin K instalirana je žičara Medelin J koja je napravljena u svrhu zamjene nepouzdanog privatnog autobusa. Ova je žičara je znatno podigla životni standard u sredinama koje su dotada bile teže dostupne te im ubrzala dolazak do gra [10].

6.3. Caracas žičara (Venezuela)

Caracas žičara je kao dio društvene inicijative jedinstvena u svijetu. Izgrađena je 2010. godine i ima duljinu trase 1.8 km pri čemu je u radu 52 kabine koje mogu prevesti putnike unutar 9 minuta, a godišnje se njome preveze oko 2.8 milijuna ljudi. Slika 20 prikazuje kabinu Caracas žičare iz Venezuele, dok Slika 21. prikazuje stanicu Caracas žičare.



Slika 20. Kabina Caracas žičare [16]



Slika 21. Stanica Caracas žičare [17]

6.4. Teleferico do Alemao žičara (Brazil)

Teleferico do Alemao poznata kao i Supervia Teleferico A je prva brazilska žičara korištena za masovnu namjenu. Otvorena je 2011. godine duljine 3.5 km sa šest stanica te je poznata kao jedna od najsofisticiranijih žičara. Kao što je i u slučaju Caracasa i Medelina, napravljena je kako bi se mjesta izvan centra integrirala u centar, naročito ona teže pristupačnija mjesta. Godišnje se tom žičarom preveze 4 milijuna ljudi u 152 kabine koje su stalno u funkciji. Slika 22. prikazuje kabinu žičare Teleferico do Alemao, dok Slika 23. prikazuje njenu stanicu [10].



Slika 22. Kabina Teleferico do Alemao žičare [18]



Slika 23. Stanica Teleferico do Alemao [19]

6.5. Constantine žičara (Alžir)

Žičara Constantine je žičara u glavnom gradu Alžira koja povezuje sjeverni dio grada s centrom. Time je vrijeme trajanja puta smanjeno s 45 minuta na samo 7 minuta što je uvelike olakšalo putovanje stanovnicima sjevernog dijela Constantina. Izgrađena je 2008. godine i sastoji se od 3 stanice pri čemu je konstantno u pogonu 33 žičara. Godišnje se njima preveze 2.5 milijuna ljudi. Slika 24. prikazuje kabinu Constantine žičare, a Slika 25. prikazuje stanicu [10].



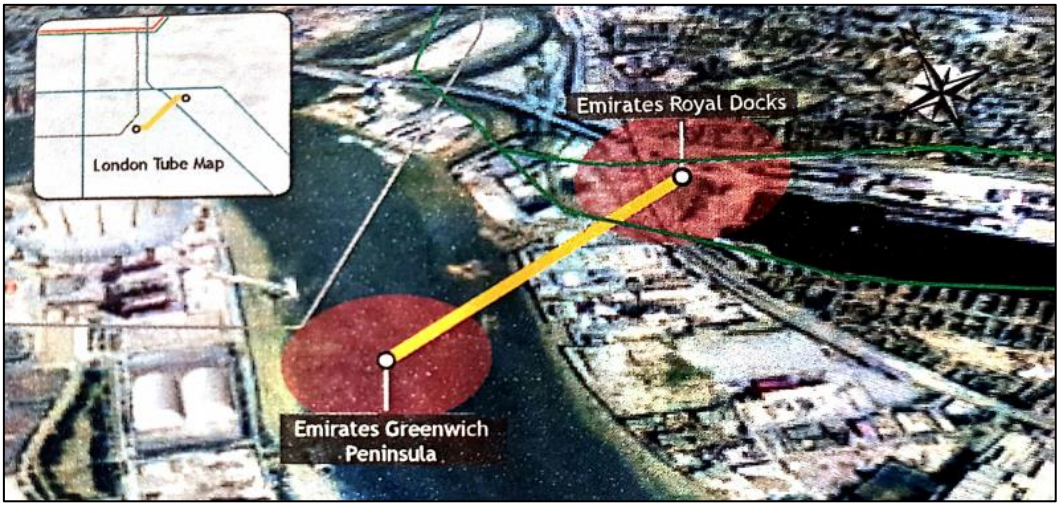
Slika 24. Kabina Constantine žičara [20]



Slika 25. Stanica Constantine žičare [21]

6.6. Emirates Air Line (Ujedinjeno Kraljevstvo)

Ova žičara je izgrađena 2012. godine zbog Olimpijskih igara. Prvi zadatak žičare je jednostavniji prijelaz preko rijeke (*Thames River*) a drugi cilj je povezati dva olimpiska centra O2 Arenu i ExCel centar. Trasa je dugačka 1.1 kilometar te se sastoji 34 kabine koje su stalno u radu, a putovanje traje 5 minuta. Slika 26 prikazuje trasu Emirates Air Line žičare [10].



Slika 26. Trasa Emirates Air Line žičare [10]

Slika 27, prikazuje stanicu, odnosno toranj žičare Roosevelt Island.



Slika 27. Toranj i kabine Emirates Line žičare [22]

7. ZAKLJUČAK

U današnje vrijeme je sve veći razvoj žičara u urbanim sredinama potaknut boljim, bržim i efikasnijim povezivanjem pretežno nepristupačnih područja bliže centrima grada. Osim toga, emisije štetnih plinova su time znatno manje jer žičare emitiraju deseterostruko manje emisija nego klasičan gradski prijevoz kao što su automobili i autobusi. Žičara u mnogim slučajevima znatno smanji vrijeme putovanja, te su prethodno opisane prethodne implementacije pokazale kako se vrijeme putovanja u nekim slučajevima smanjilo i za 85 posto. To su podatci koji ukazuju na korisnost implementacije žičara u urbanim sredinama.

U Republici Hrvatskoj nije značajno izražena implementacija žičara u urbanim sredinama. Jedna od postojećih u Republici Hrvatskoj je uspinjača u centru grada Zagreba koja omogućuje brži pristup Gornjem gradu iako je riječ o izrazito kratkoj trasi. Izuzev spomenute žičare, u Republici Hrvatskoj su žičare implementirane pretežno u gorskim dijelovima pri čemu se ide u korist skijašima i planinarima ali također i u turističke svrhe poput žičare u Dubrovniku. U procesu je idejni plan obnove žičare Sljeme koja je zatvorena 2007. godine zbog dotrajalosti.

LITERATURA

[1] Pravilnik o minimalnim uvjetima za sigurnost rada postojećih žičara, vučnica i uspinjača za prijevoz osoba, NN 03/09

[2] https://korak.com.hr/korak-045-ozujak-2014-zicara-sljeme/ (pristup: 02.08.2019.)

[3] www.meetdubrovnik.com (pristup: 02.08.2019.)

[4] www.emiratesairline.co.uk (pristup: 02.08.2019.)

[5] Ščap, D. Žičare – teorijske i proračunske osnove, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2008.

[6] Uchytil, A.; Štulhofer, A.; Barišić Marenić, Z. (2007.), Arhitekt Franjo Bahovec, Arhitektonski fakultet, Zagreb

[7] Zakon o žičarama za prijevoz osoba, NN 79/07

[8] Studija o utjecaju zahvata na okoliš "Žičara Makarska Biokovo", Zagreb, 2016.

[9]http://www.interkonzalting.hr/zicara-na-palagruzi.aspx

[10] Steven Dale, Nicholas Chu, Tino Imhäuser, Cable Car Confidential, 1st Edition 2013

[11] https://www.dnainfo.com/new-york/20170717/roosevelt-island/roosevelt-island-tram-one-car-platform-repairs/

[12] https://www.momtrends.com/travel/roosevelt-island-tram

[13] http://www.d-a-z.hr/hr/vijesti/eskalator-i-zicara-za-povezivanje-grada-i-favele,1175.html

[14] https://en.wikipedia.org/wiki/Metrocable_(Medell%C3%ADn)

[15] https://www.bnamericas.com/en/news/privatization/medellin-readies-tender-for-el-picacho-cable-car-line

[16] http://pogledaj.to/arhitektura/skijaska-zicara-u-faveli/

[17] https://en.wikipedia.org/wiki/Metrocable_(Caracas)

[18] https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2013/04/1269183-tarifa-do-teleferico-do-complexo-do-alemao-sobe-de-r-1-para-r-5.shtml

[19] https://www.rioonwatch.org/?p=12935

[20] https://www.goldgondola.rs/2017/08/24/zicara-konstantin-severoistocni-alzir/

[21] https://wikivisually.com/wiki/Constantine_Cable_Car

[22] https://www.google.com/search?q=emirates+line+cable+way&rlz=1C1GCEA_enHR864HR864&sxsrf=ACYBGNQWCn0BInXtlUD_j9tKHxE5fm3Rrw:1568280203363&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizzLeD-8rkAhXhlIsKHQN-DPsQ_AUIEygC&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=Xnz5Wz4H5Vx9fM:

[23] Studija izvodljivosti t sa analizom troškova i koristi "Nova žičara Sljeme", 2014

[24] Sergej Težak, Ph.D., Drago Sever, Ph. D., Marjan Lep, Ph.D., Increasing the Capacities of Cable Cars for Use in Public Transport, Journal of Public Transportation, Vol. 19, No. 1, 2016

[25] Toš, Z: Analiza utjecaja vanjskih elemenata na pouzdanost žičare "Sljeme", Suvremeni promet, Vol. 10, No. 3, Zagreb, 1988

POPIS SLIKA

Slika 1. Uspinjača, kombinirana viseća žičara i vučnica [2] 4
Slika 2. Žičara Cabrio iz Stanserhorna u Švicarskoj, žičara Masada iz Izraela i žičara Vinpearl iz Vijetnama [2] 7
Slika 3. Žičara Srđ [3] 8
Slika 4. Žičara Metrocable i žičara Emirates Air Line [4] 8
Slika 5. Most s jednim užetom [2] 10
Slika 6. Položajni nacrt trase žičare Sljeme [6] 11
Slika 7. Kabina žičare Sljeme i gornja stanica žičare Sljeme [6] 11
Slika 8. Prostorni prikaz nove donje i gornje stanice žičare Sljeme [2] 24
Slika 9. Nova gornja stanica žičare Sljeme [7] 26
Slika 10. Nova donja stanica žičare Sljeme [7] 26
Slika 11. Prikaz lokacije zahvata [8] 27
Slika 12. Teretna žičara na Palagruži [9] 28
Slika 13. Štetne emisije žičara u odnosu na automobile i autobuse [10] 29
Slika 14. Trasa Roosevelt žičare [10] 30
Slika 15. Stanica Roosevelt žičare [11] 30
Slika 16. Stanica Roosevelt žičare [12] 31
Slika 17. Kabina Medelin K žičara [13] 31
Slika 18. Stanica Medelin žičare [14] 32
Slika 19. Toranj Medelin žičare [15] 32
Slika 20. Kabina Caracas žičare [16] 33
Slika 21. Stanica Caracas žičare [17] 33
Slika 22. Kabina Teleferico do Alemao žičare [18] 34
Slika 23. Stanica Teleferico do Alemao [19] 34
Slika 24. Kabina Constantine žičara [20] 35
Slika 25. Stanica Constantine žičare [21] 35
Slika 26. Trasa Emirates Air Line žičare [10] 36
Slika 27. Toranj i kabine Emirates Line žičare [22] 36

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tehničke značajke žičarske tehnologije [1] 13
Tablica 2. Ukupni procijenjeni troškovi nove žičare Sljeme [7]..... 24

IZJAVA O AČ