

Vzducholoď LZ 200 „Bodensee“, 1919

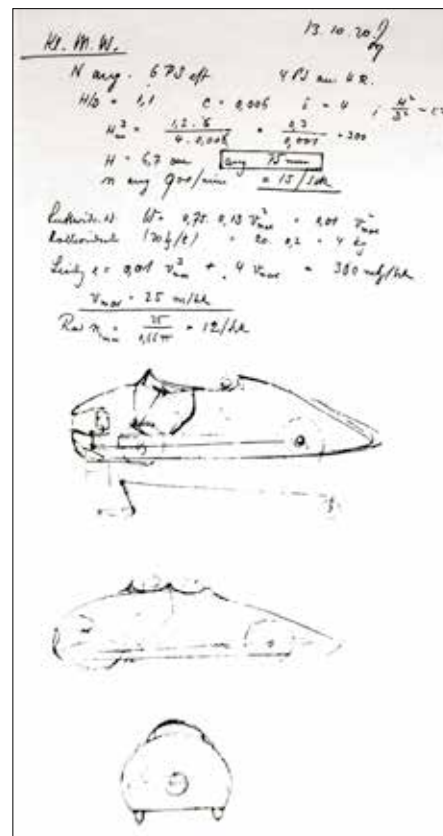
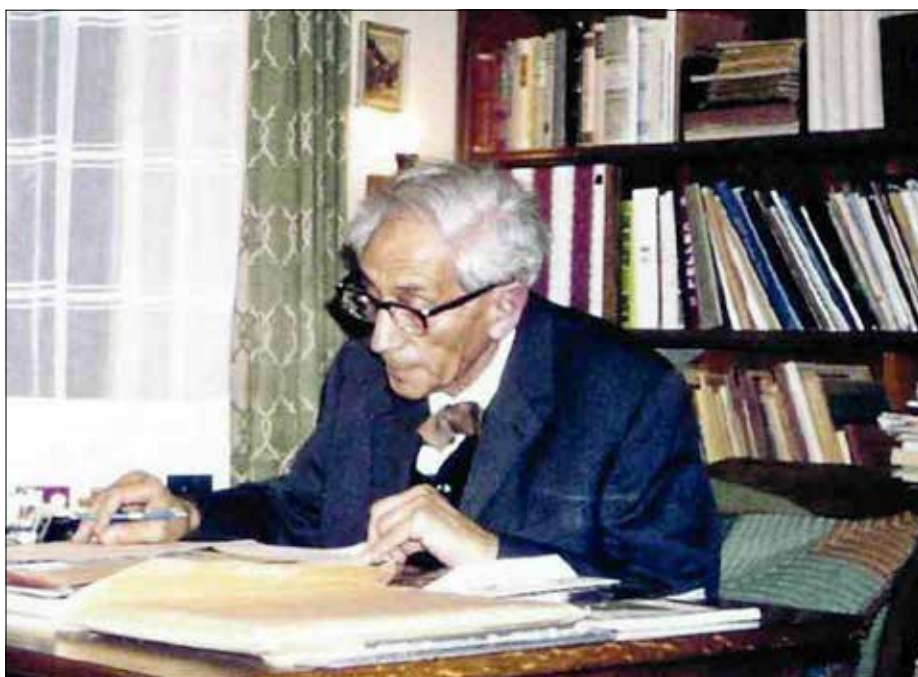
Paul Jaray

Otec aerodynamických karoserií

Aerodynamika je dnes určujícím faktorem konstrukce letadel, raket, automobilových karoserií, železničních souprav, výškových budov, mostů a mnoha dalších objektů, které jsou vystaveny proudění vzduchu. Působení aerodynamických sil bylo zkoumáno již koncem 18. století, avšak jako samostatná fyzikální disciplína se začala aerodynamika formovat v posledních dvou desetiletích 19. století v souvislosti s vývojem říditelných vzducholoď. Bylo potřeba stanovit optimální tvar nosného tělesa, gondol pro cestující nebo motorů a řadu dalších parametrů. K dalšímu rychlému rozvoji této vědecké disciplíny pak přispěl vývoj letadel těžších než vzduch. Ke vzniku moderní aerodynamiky přispěla řada inženýrů i teoretiků. Jedním z nich byl Paul Jaray.

Paul Jaray se narodil 11. března 1889 ve Vídni jako páté dítě židovského obchodníka Adolfa Jaraye, původem z Temešváru, a Vídeňanky Therese, rozené Schönbergové. Svá vysokoškolská studia zahájil v roce 1906 na vídeňské technice, odkud později přešel na německou technickou univerzitu v Praze. Byl zde asistentem

Dr. Rudolfa Doerfela, což byl jeden z prvních vědců, který se specializoval na aerodynamiku a který také do tohoto vědního oboru zasvětil Paula Jaraye. Za zmínku stojí, že v téže době na pražské německé univerzitě přednášel také Albert Einstein. Svá vysokoškolská studia Jaray ukončil v roce 1910 absolutoriem z matematiky.



První Jarayova skica aerodynamické karoserie se základními výpočty

V té době rovněž vedl korespondenci s Gustavem Eiffelem, proslulým svojí věží na světové výstavě v Paříži v roce 1889, který se ve Francii zabýval studiem aerodynamických tunelů. Jaraye aerodynamika fascinovala, avšak v té době v tomto oboru nenalezl zaměstnání. V roce 1911 získal místo v pražské konstrukční kanceláři E.A.G., která se zabývala stavbou jeřábů a podobných těžkých zařízení. Později pracoval jako poradce pro firmu Austro-Daimler ve Vídeňském Novém Městě. Sám o tomto období říká: „Byl jsem soukromý inženýr a často jsem jezdil do Vídne, kde jsem trávil spoustu času v kavárnách. Náhodou jsem se dočetl o jednom zaměstnání ve Friedrichshafenu a kamarád mě vyzval, abych se o ně ucházel. Zavola jsem tam a místo jsem okamžitě dostal.“ Tím začala Jarayova kariéra ve vytouženém oboru.

Stal se konstruktérem ve firmě Flugzeugbau Friedrichshafen, což byla pobočka Zeppelinovy vzducholoďní firmy Luftschiffbau Friedrichshafen pro vývoj vodních letadel. Podílel se zde na vývoji hydroplánů FF 17 a FF 21, ale práce na letadlech jej příliš nenaplnovala. Proto v roce 1914 přešel do konstrukce vzducholoď v mateřské firmě a již o rok později se stal vedoucím skupiny pro aerodynamický

Paul Jaray ke konci svého života ve své pracovně v St. Gallenu



Jeden z prvních Jarayových dřevěných modelů pro měření v aerodynamickém tunelu



Rumpler Tropfenwagen



Ley T6 na titulním listu Berliner Illustrierte Zeitung ze 3. června 1923



Ley T6, první realizovaný Jarayův proudnicový automobil z roku 1922. Z obrázku jsou patrné jeho značné rozměry

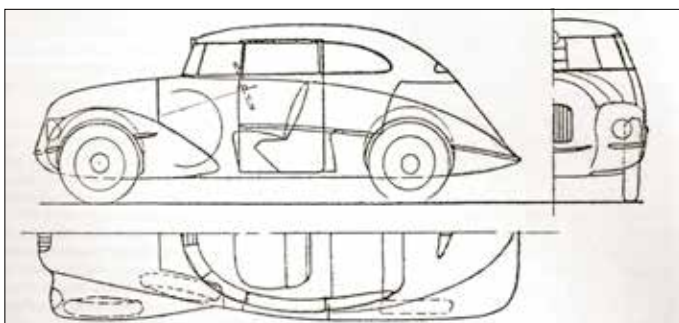
výpočet vzducholodí LZ 38. Konstrukce tehdejších vzducholodí byla podle Jaraye naprosto nevhodná. Jejich těleso bylo příliš dlouhé a tenké – jako tužka zahrocená na obou koncích. První vzducholodí, navrženou podle Jarayem definovaných tvarů, byla LZ 62. Jaray v té době usiloval o vybudování aerodynamického tunelu, v němž by mohl testovat nejjvhodnější tvary, ale vedení firmy s jeho pořízením neustále váhalo. LZ 62 a další vzducholodě byly proto výsledkem čistě matematických výpočtů. Až



Závodní vůz Ley, 1922–23

v roce 1916 získal Jaray malý aerodynamický tunel poháněný leteckým motorem o 218 koních, který dokázal v měřicím prostoru vyvinout rychlost až 200 km/h. O rok později navrhl se svými kolegy Maxem Munkem

a Paulem Schoenefeldem mnohem dokonalejší tunel s průměrem tři metry, ale k jeho stavbě došlo až v roce 1921. V něm potom uskutečňoval svoje pokusy s aerodynamickými karoseriemi.



Jarayův návrh proudnicové karoserie pro Tatra 57



Dřevěný model Jarayem navrhované karoserie pro Tatra 77

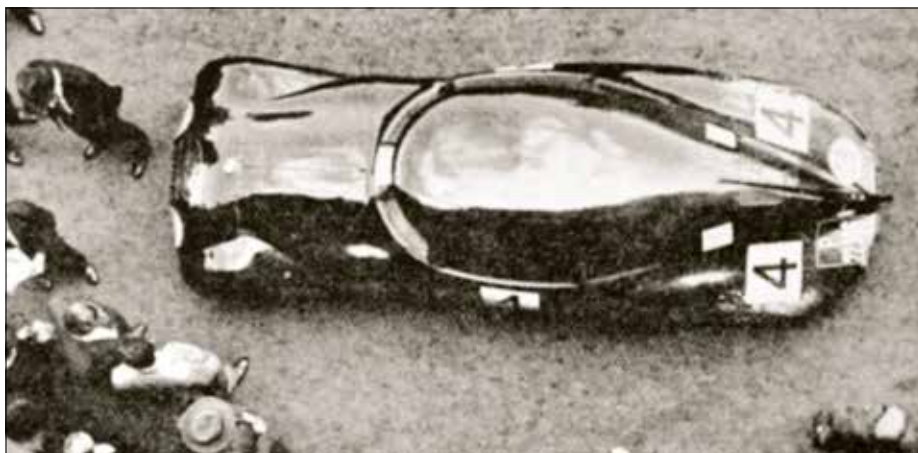


První prototyp Tatry 77 se od Jarayova návrhu poněkud lišil (1933)

Ale nepředbíhejme událostem. V roce 1919 realizoval Jaray projekt malé osobní vzducholodi LZ 120 „Bodensee“, konstruované již zcela podle jeho zásad. Objem 20 000 m³ odpovídal omezením vyplývajícím z Versailleské smlouvy a jejímu vnitrostátnímu provozu tedy nic nebránilo. Poměr největšího průměru k délce činil 6 : 1 a byl později ve 30. letech aplikován u všech velkých vzducholodí. Pro stavbu těch největších vzducholodí – LZ 129 (Hindenburg) a LZ 130 (Graf Zeppelin II) – musela být při zachování těchto rozměrových poměrů

ve Friedrichshafenu postavena zcela nová, obrovská hala. Dodejme, že Jarayem vypočítaný a navržený tvar vzducholodi je ideální i pro současné stroje.

Po skončení války vlastnil Jaray celou řadu patentů, které se však vztahovaly takřka výhradně na vzducholodě a příjem z nich byl nevelký. V roce 1921 mu začalo být jasné, že stávající práci svoji rodinu neuživí. Vzhledem k tomu, že Versailleské smlouvy Německu nedovolovaly stavbu letadel, obrátil svoji pozornost k novému poli působnosti – automobilům. V témže



Při pohledu shora vyniknou specifické tvary Jarayovy karoserie



Prototyp z roku 1934 se zapuštěnými světlometry a jinak uspořádanými nasávacími otvory

roce představil svoje návrhy aerodynamických automobilových karoserií vedení firmy Luftschiffbau Zeppelin GmbH, které začalo vzápětí zkoumat možnosti vstupu do oblasti výroby karoserií.

V roce 1921 podal Jaray svůj první patent související s automobily a jeho kolega Wolfgang Klemperer začal metodicky testovat Jarayovy návrhy v aerodynamickém tunelu firmy Zeppelin na dřevěných modelech v měřítku 1 : 10. Testy pro stanovení optimálního tvaru karoserie trvaly až do začátku roku 1922. Předtím však museli oba výzkumníci vyřešit upevnění dřevěných modelů do měřicí komory tunelu pro dosažení přesného měření v jednotlivých bodech povrchu karoserie a současně simulovat vozovku, která pochopitelně proudění kolem karoserie ovlivňuje. Nakonec modely upevnili pomocí třímilimetrových drátů bočně (koly ke stěně tunelu) a impregnovaným plátnem, které se dotýkalo kol modelu, simulovali vozovku. Rychlost proudění měřili Pitotovou trubicí a od výsledků měření odečetli hmotnost drátů a závěsného zařízení.

Jarayovy modely vykazovaly hodnotu aerodynamického odporu 0,28, což u mnohých zkušených inženýrů vyvolalo pochybnosti a nedůvěru. Nicméně pozdější měření v modernějším aerodynamickém tunelu tuto hodnotu nejenom potvrdila, ale ukázala hodnoty ještě nižší.

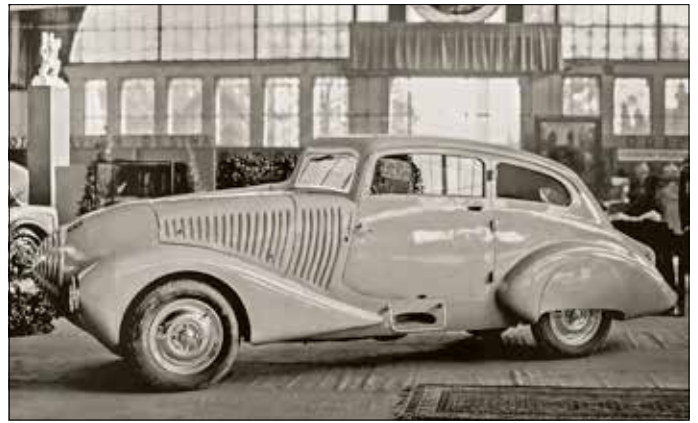
Počátkem 20. let se o aerodynamické řešení automobilu pokoušelo více konstruktérů, kteří se snažili na tvar karoserií aplikovat poznatky z letectví. Zabývali se však pouze určitými partiemi vozidla. Nejdále se dostal německý letecký konstruktér rakouského původu Edmund Rumpler, který v roce 1921 postavil tzv. Rumpler Tropfenwagen (Rumplerův vůz ve tvaru kapky) se zaoblenou aerodynamickou karoserií. Bylo sice vyrobeno



Jarayova aerodynamická karoserie na podvozku Jawa 700 pro závod 1000 mil československých v roce 1934



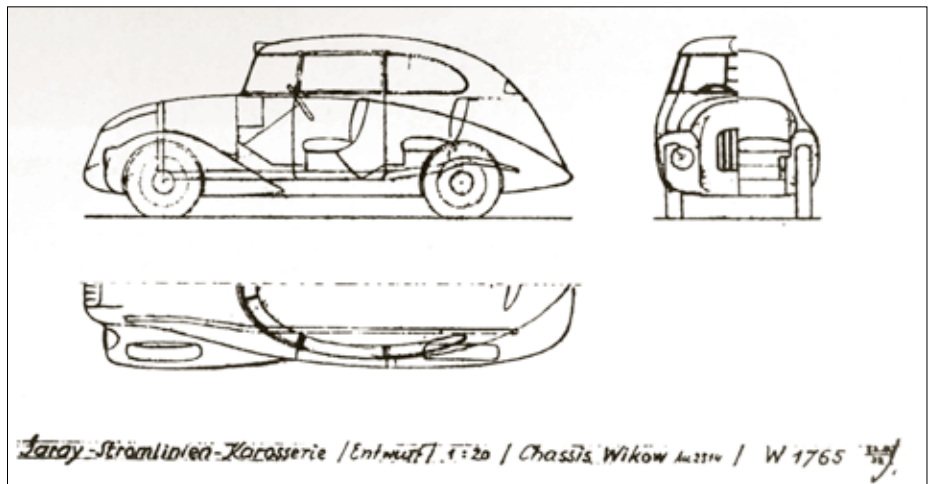
Nedatovaný dřevěný model proudnicové karoserie Wikow, patrně v měřítku 1 : 1



Wikow W35 „Kapska“ na autosalonu v roce 1931

kolem stovky kusů tohoto automobilu, ale díky nezvyklému tvaru, malému vnitřnímu prostoru a nepříznivé ekonomické situaci v tehdejší Německu byla více méně kusová výroba po několika letech ukončena. Jaray k tomu po letech poznamenal: „Nechtěl jsem se vydat touto cestou. Uznávám, že Rumpler byl průkopník, který půl roku před námi vyrobil vůz, který byl v horizontální rovině aerodynamický... ale právě jen v horizontální rovině.“ Jarayovým krédem bylo řešit aerodynamiku karoserie komplexně.

První Jarayův automobil ve skutečné velikosti a s plně proudnicovou karosérií byl postaven v Zeppelinových závodech v roce 1922 na podvozku dvoulitrového vozu Ley T6, vyrobeného firmou Rudolf Ley AG v duryšském Arnstadtu. Vůz s úzkou a vysokou karosérií, který byl oproti standardně karosovanému automobilu téhož typu o 35 cm delší a o 100 kg těžší, působil přinejmenším nezvykle. Oba vozy byly intenzivně testovány a porovnávány. Zkušební zpráva, zveřejněná v roce 1923, hovoří o vyšší dosažené rychlosti a 29% úspoře paliva ve prospěch Jarayova automobilu. Tyto výsledky zaujaly Rudolfa Leye natolik, že Jaraye vyzval k další spolupráci. Ten v roce 1923 od Zeppelinovy firmy odešel a přestěhoval se s rodinou do Švýcarska, kde založil vlastní společnost Jaray Stromliniengesellschaft.



Jarayův alternativní návrh proudnicové karoserie Wikow

Dalším projektem pro firmu Ley byl závodní vůz. Jaray navrhl aerodynamickou karosérii, kde byla, na rozdíl od tehdejších závodních automobilů, hlava jezdce začleněna do horního obrysu vozu, což zprvu vyvolalo pochybnosti i posměch. Ty se však rozptýlily záhy poté, když tento malý vůz s výkonem pouhých 26 HP dosahoval rychlosti 125 km/h a úspěšně vítězil. Jednalo se mimochodem o první německý aerodynamicky tvarovaný závodní vůz.

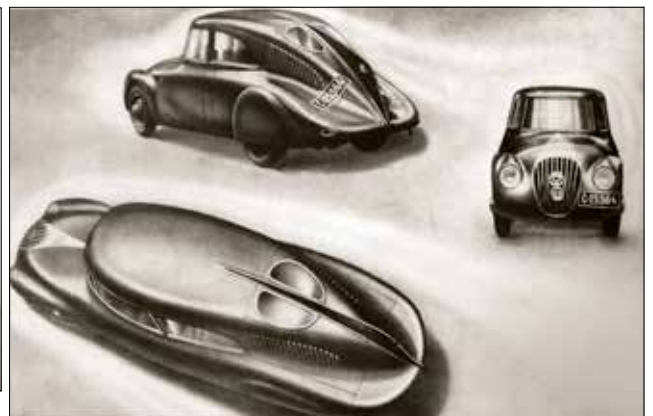
Ve třicátých letech 20. století můžeme sledovat zvýšený zájem automobilek o aerodynamicky řešené karoserie, které se dokonce staly určitým trendem. Jaray v té době již vlastnil celou řadu patentů, které

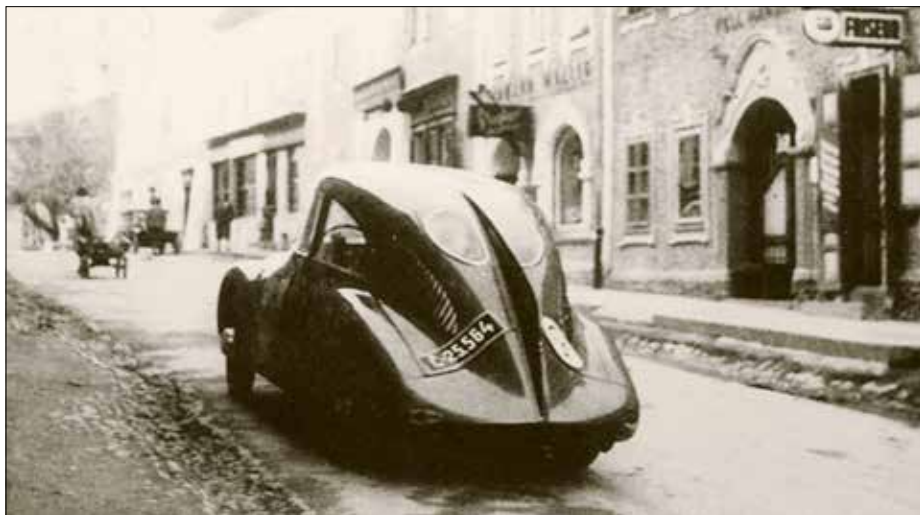
se všechny vztahovaly na aerodynamické řešení karosérií z nejrůznějších hledisek. Od vlastního tvarování vozidla až po optimální větrání interiéru.

Charakteristickými prvky Jarayových proudnicových karosérií bylo klenuté čelní sklo přecházející do boků, kola nevyčnívající z karoserie (příčměž zadní byla zpravidla zakrytá), zapuštěné světlomety i kliky dveří. Dolní část karoserie se zcela zakrytým podvozkem připomínala, nikoli náhodou, polovinu trupu vzducholodi, na kterou byla posazena podobně tvarovaná kabina. Zde byl Jaray nucen učinit snad jediný ústupek od svých jinak velice rigidních pravidel – kabina byla ve své zadní partii rozšířena



Několik nedatovaných pohledů Jarayovy karoserie na podvozku FRM





Vůz FRM kdesi v Německu během jízdy Paula Jaraye v roce 1936

oproti ideálnímu tvaru, aby cestující měli více místa. Nutno dodat, že kritickým prvkem Jarayových karoserií bylo právě klenuté čelní sklo, které tehdejší sklářské technologie nebyly schopny zvládnout. Jaray byl rovněž prvním konstruktérem, který při návrhu aerodynamické karoserie důsledně aplikoval matematický aparát.

Návrhy proudnicových karoserií si u Jaraye objednávaly automobilky jako

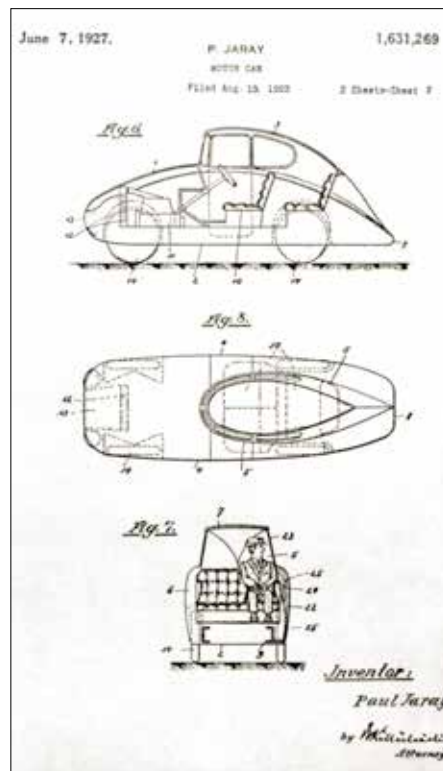


Audi Front 21 z roku 1934. Jarayův návrh realizovala karosárna Huber + Brühwiler

Audi, Fiat, Hannomag, Daimler-Benz, Maybach, Tatra, ale také Alfa Romeo, Steyr, Adler, Peugeot nebo Singer. Avšak oč lepším byl Jaray teoretikem a konstruktérem, o to horším byl obchodníkem. Firmy si objednaly návrh, ale po postavení jednoho či dvou prototypů spolupráci ukončily, aby se vyhnuly licenčním poplatkům v případě sériové výroby. Čestnou výjimkou je kopřivnická Tatra, ale o tom až později.

Také výrobci autobusů a nákladních či železničních vozidel záhy zjistili, že použitím Jarayových principů na tvary vozidla lze dosáhnout vyšších rychlostí. Placením licenčních poplatků se však nezatěžovali, nebo v lepším případě počkali na vypršení platnosti patentů.

Lépe se Jarayovi nevedlo ani na druhé straně Atlantiku. V roce 1927 sice v USA přihlásil svůj první patent, ale marně se jej snažil zpeněžit. V roce 1934 uvedla firma Chrysler na trh svůj model Airflow jako první americký aerodynamický automobil. Jeho samonosná karoserie sice nebyla důsledně proudnicová, bylo však na první pohled patrné, že je ovlivněna Jarayovými patenty. Jaray vyvolal s firmou Chrysler soudní spor, který se vlekl celý rok. Spor nakonec vyhrál, ale z 10 000 dolarů neviděl ani cent. Vše pohltily správní poplatky. A Chrysler nebyl jediný. Jarayovy patenty zneužila nejenom



První Jarayův patent v USA

firma Pierce u svého modelu Silver Aerow, ale také další výrobci. Na soudní spory s americkými automobilovými giganty však Jarayova společnost neměla prostředky.

Česká stopa Paula Jaraye

Tatra

Ve třicátých letech 20. století se aerodynamickým řešením karoserií začaly zabývat také československé automobilky. Průkopníkem v této oblasti se stala kopřivnická Tatra, zejména díky úsilí šéfkonstruktéra Hanse Ledwinky, jeho syna Ericha Ledwinky a konstruktéra Ericha Überlackera. Na rozdíl od jiných automobilek, které se snažily Jarayovy patenty obejít, Tatra na ně zakoupila licence. A nejen to. Paul Jaray byl osobně přizván k procesu vývoje proudnicových karoserií. První měla být



Maybach SW 35 Stromlinienwagen podle Jarayova návrhu, 1934



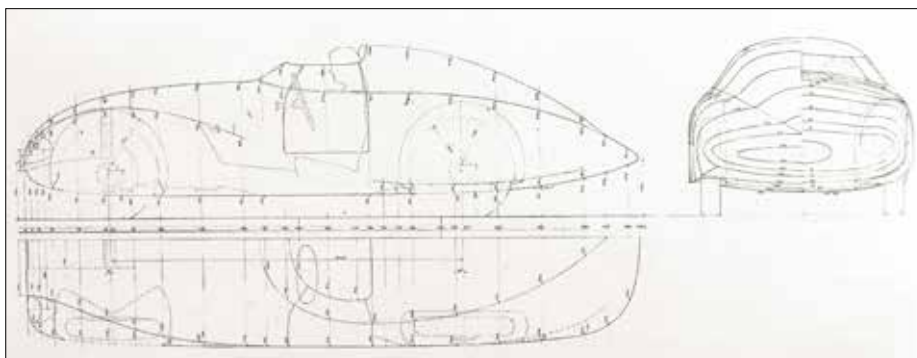
Mercedes Typ 200 Stromlinienwagen podle Jarayova návrhu, 1934

nová karoserie na oblíbený model Tatra 57. Jaray předložil návrh již v roce 1932. Jednalo se o dvoudveřovou čtyřmístnou karoserii, která však nebyla nikdy realizována. Ledwinka s Überlackerem se plně soustředili na projekt V578 velkého proudnicového automobilu s vidlicovým osmiválcovým motorem umístěným v zadní části vozidla. Jarayův návrh karoserie se vyznačoval typickým klenutým čelním oknem a vertikální stabilizační ploutví na zádi vozidla. Klíčovým problémem bylo právě klenuté čelní okno, které tehdy nebylo technologicky zvládnutelné. Byly zde rovněž obavy z toho, jak by tuto novinku přijala poměrně konzervativní klientela. První prototyp byl tedy poněkud upraven. Měl silně skloněné, lomené čelní okno, zmizela stabilizační ploutev, světlomety byly položapuštěné do kapoty a nasávací otvory vzduchu byly vzadu na bocích karoserie. V průběhu vývoje docházelo k dalším úpravám – měnilo se umístění nasávacích otvorů, na záď se vrátila stabilizační ploutev atd. Výsledkem však bylo, že se Tatra 77 a její pozdější modifikace Tatra 77a staly prvním sériově vyráběným aerodynamickým automobilem na světě.

Jawa

O aerodynamické karoserie se však zajímaly i další československé automobilky, zejména v souvislosti s vývojem speciálních vozů pro závod 1000 mil československých.

Když v Jawě připravovali v roce 1934 vůz pro tento závod, pozval Ing. František Janeček do Prahy Paula Jaraye, který během několika dnů navrhl přísně aerodynamické dvoumístné kupé na podvozku Jawa 700. Splývavá záď byla opatřena stabilizační ploutví a kabina kapkovitého půdorysu měla panoramatické čelní sklo složené ze tří segmentů. Pohánět jej měl zcela nový čtyřválcový čtyřdobý motor, který se však do termínu startu nepodařilo dokončit, F. Janeček proto start na „mílích“ odvolal. Vůz se však závodu nakonec zúčastnil se standardním dvoudobým dvouválcem a soukromou posádkou Jaroslav Kaiser



Výkres karoserie vozu Hanomag Diesel od Fr. Koenig-Fachsenfelda podle Jarayova návrhu

a František Kronberger, kteří navzdory méně výkonnému motoru obsadili první místo ve své kategorii.

FRM

Ing. Štěpán Fischer, bývalý konstruktér automobilového oddělení firmy Jawa, vyrobil v letech 1935–1937 s podporou finančníka O. Raimanna a pražského bankovního domu J. G. Selig tři podvozky osobních automobilů se čtyřdobým čtyřválcovým motorem umístěným napříč za zadní nápravou. Na jednom z těchto podvozků byla postavena čtyřmístná dvoudveřová aerodynamická karoserie podle Jarayových principů. Fischer poznal Paula Jaraye na druhém ročníku závodu 1000 mil československých a udržoval s ním obchodní kontakty. V lednu 1936 vůz osobně představil ve švýcarském Luzernu, kde sídlila Jarayova společnost Aktiengesellschaft für Verkehrspatente (Akciová společnost pro dopravní patenty). Jaray si mohl vůz vyzkoušet nejen v podmínkách zimního Švýcarska, ale také na jaře cestou do Berlína a v srpnu při delších jízdách v Německu. O svých zkušenostech napsal obsáhlou zprávu. Vůz měl být vyráběn v Chrudimi, ale tyto plány zhatila okupace Československa.

Wikow

V roce 1931 firma postavila na podvozku Wikow 35 aerodynamický automobil, známý pod názvem „Kapka“. Stala se tak první československou automobilkou,

kteřá vstoupila do oblasti proudnicových automobilů. „Kapka“ není přímou aplikací Jarayových principů, ale v řadě partií naznačuje jejich neautorizované použití. V roce 1932 Jaray vytvořil alternativní návrh proudnicové karoserie na podvozku Wikow, který se však nerealizoval. Šlo zřejmě spíše o podklad pro možné zahájení patentového sporu. Vzhledem k téměř nulovým prodejům „Kapky“ však k jeho zahájení nedošlo.

Závěrem

Mohlo by se zdát, že aerodynamika a návrhy proudnicových karoserií naplnily život tohoto drobného muže mírou vrchovatou. Leč nebylo tomu tak. V roce 1920 Jaray vyvinul jízdní kolo J-Rad s pákovým přenosem síly šlapání na zadní kolo. Firma Hesperus-Werken ve Stuttgartu vyrobila v letech 1922–1923 dva tisíce těchto velocipedů.

V roce 1924 vyvinul první radiopřijímač pro každodenní použití, který se vyráběl ve Švýcarsku pod názvem Alaphone, a o pět let později se zabýval vývojem televize. V roce 1929 vedl také korespondenci s Haroldem Robee-Coxem, hlavním statikem britské vzducholodi R 101. Jaray ji označil jako nevyzrálou, nevhodně tvarovanou a podmotorovanou. R 101 se o rok později zřítla při svém prvním letu, který směřoval do Indie.

Paul Jaray zemřel v říjnu 1974 ve věku 85 let v St. Gallenu ve Švýcarsku.

Michael Květoň

Použité podklady:

Automobile Quarterly, Volume 18, No. 3, 1975
Görg Horst-Dieter, Stromlinien Form, Die Faszination des geringen Widerstandes, OLMS 2016

Králík Jan, Historie automobilů JAWA, J. Antoni, 2014

Kohlíček Jiří, WIKOW, Továrna automobilů, díl II., T.S.Bohemia a. s., 2014

Rosenkranz Karel, Osobní automobily TATRA, CT Club Motormedia, 1998

Šuman-Hřebly Marián, Aerodynamické automobily, Albatros media a. s., 2013



Dřevěný model Jarayova návrhu rekordního automobilu Hanomag Diesel z roku 1939