Jiří Caska

Střídavé lokomotivy

jednofázová elektrická vozidla

retro

Historie, vývoj, technika

GRADA

GRADA®

Jiří Caska

Střídavé lokomotivy

jednofázová elektrická vozidla

Historie, vývoj, technika

Grada Publishing

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy
Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

Jiří Caska

Střídavé lokomotivy – jednofázová elektrická vozidla

Historie, vývoj, technika

Vydala Grada Publishing, a. s.
U Průhonu 22, Praha 7
obchod@grada.cz, **www.grada.cz**
tel.: +420 234 264 401
jako svou 8887. publikaci
Odpovědná redaktorka Věra Slavíková
Grafická úprava a sazba Jakub Náprstek
Počet stran 240
První vydání, Praha 2023
Vytiskla tiskárna TNM PRINT s. r. o., Nové Město

© Grada Publishing, a. s., 2023
Cover design © Jakub Náprstek, 2023

Názvy produktů, firem apod. použité v knize mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

ISBN 978-80-271-6965-8 (ePub)
ISBN 978-80-271-6964-1 (pdf)
ISBN 978-80-271-3917-0 (print)

Obsah

1 Vznik a vývoj střídavé jednofázové trakční soustavy 7
2 Elektrické lokomotivy řady E 479.0/S 479.0 – tovární typ 39 E 0 13
3 Elektrické lokomotivy řady E 479.1/S 479.1 – tovární typ 40 E 0 23
4 Elektrická lokomotiva řady S 699.001 – tovární typ 32 E 0 31
5 Elektrická lokomotiva řady ČS 4-001 » S 699.1001 – tovární typ 52 E 0 41
6 Elektrické lokomotivy řady S 489.0/230 – tovární typ 47 E 1–3 47
7 Elektrické lokomotivy řady S 499.0/240 – tovární typ 47 E 4 a 5 71
8 Elektrické lokomotivy řady S 499.1 – tovární typ 47 E 6 95
9 Elektrické lokomotivy řady S 499.02/242 – tovární typ 73 E 1–3 105
10 Elektrické lokomotivy řady S 499.2/263 – tovární typ 70 E 0 a 1 123
11 Elektrické lokomotivy řady S 458.0/210 – tovární typ 51–E 0–3 135
12 Elektrická motorová jednotka řady SM 488.0/560 155
13 Vznik dceřiných společností Cargo Slovakia a ČD Cargo 175
14 Elektrizace jednofázovou trakční proudovou soustavou 181
15 Jednofázové elektrické lokomotivy u soukromých dopravců 189
16 Nehody jednofázových elektrických lokomotiv 209
17 Přehled výroby jednofázových elektrických lokomotiv a vozů 221

E479001
E479002

1 Vznik a vývoj střídavé jednofázové trakční soustavy

Elektrická trakce ve smyslu elektrického pohonu vozidel nabyla již na sklonku devatenáctého století širokého uplatnění v městské hromadné dopravě. Stala se docela samozřejmou u tramvají, trolejbusů, u městských rychlých a podzemních drah. Také se uplatnila v báňské povrchové i hlubinné dopravě. Její technika se brzy, tj. již na počátku dvacátého století, prakticky ustálila v použití stejnosměrných proudových soustav středního napětí (250–1 500 V).

◂ Lokomotivy E 479.001 a E 479.002 při zkouškách ve stanici Plzeň. Foto archiv Škody Plzeň.

Uplatnění elektrické trakce jako pohonného a energetického systému na železnicích však naráželo na dva obtížně řešitelné problémy. Především šlo o řešení trakčního motoru s podstatně větším výkonem a dále přenos velkých výkonů trakčním vedením na velké vzdálenosti několika set kilometrů. Byly to tedy otázky vhodné volby proudové soustavy pro přívod trakční energie do vozidel z hlediska požadovaného výkonu, přívod energie na větší vzdálenosti a možnosti jejího napájení z vlastní nebo všeužitečné energetické sítě. Vznikly tak stejnosměrné proudové soustavy vyššího napětí (3 000 V) napájené z trojfázové elektrovodné sítě VN (vysokého napětí) s přeměnou proudové soustavy v měnírnách, střídavé jednofázové soustavy sníženého kmitočtu a vysokého napětí (15 kV, 16,7 Hz) s vlastní výrobou a rozvodem jednofázovým VN nebo s přeměnou proudové soustavy trojfázové průmyslového kmitočtu na jednofázovou sníženého kmitočtu a konečně soustavy jednofázové průmyslového kmitočtu (25 kV, 50 Hz) napájené ze všeužitečné sítě transformací napětí a štěpení fází.

S tím souvisel i vývoj techniky přeměny proudových soustav v trakčních napájecích stanicích a vývoj trakční techniky vozidel, který prodělal během minulých asi osmdesáti let několik vývojových stupňů. A určitě se ještě nezastavil, neboť trakční technika stále čerpá z nových objevů a poznatků v elektrotechnice, automatizaci i v energetice.

Okolnost, že jednou volená trakční proudová soustava nutí železniční správu, aby z důvodu jednotnosti v elektrickém provozu setrvala po dlouhá léta na této zvolené soustavě i při jejím rozšiřování a v ní pak sledovala i technický pokrok, vedla k tomu, že se v současné době setkáváme a i v blízké budoucnosti budeme setkávat ve světě na železnicích s různými staršími i novějšími proudovými soustavami. Dokonce s více soustavami v jedné síti – tam, kde došlo během doby ke změně proudové soustavy nebo do dlouhodobých výhledů zasáhly jiné elementy. Tato skutečnost postihla také železnice v bývalém Československu, kde jsou v obou nástupnických státech dvě proudové soustavy.

Použití elektromotoru k pohonu vozidla je tak staré jako elektromotor sám. Elektromotor však potřebuje zdroj elektrické energie a přívod energie při jízdě. Je-li zdroj elektrické energie přímo na lokomotivě, je tím současně vyřešena otázka přívodu energie do trakčního motoru při jízdě. V každém případě však takový zdroj zvyšuje hmotnost hnacího vozidla, která je omezujícím faktorem pro vestavěný výkon a dojezd. Při napájení elektrických hnacích vozidel ze stacionárních zdrojů se přivádí elektrická energie přívodním vedením podél dráhy. Z tohoto vedení se do vozidla odebírá kontaktním způsobem proud sběračem a jízdními koly z kolejnic.

Elektrická trakce je podmíněna dokonalým technickým vyřešením tří problémů:

- trakčního motoru s pohonem hnacích kol, s vhodnou regulací rychlosti a tažné síly;
- výroby a přenosu elektrické energie;
- přívodu elektrické energie do hnacího vozidla za jízdy.

Během vývoje techniky elektrické vozby vznikla různá kompromisní řešení, nejrůznější kombinace trakčních motorů, proudových systémů výroby, přenosu i přeměny elektrické energie pro elektrické dráhy. Podle stupně technického vývoje a problémů, které se musely řešit, se řídila volba celé energetické a trakční proudové soustavy. Postupem času tak vznikly různé trakční proudové soustavy

řešící otázky výroby a rozvodu elektrické energie pro dráhy, jakož i pohon hnacích vozidel elektromotorem. Většina z těchto proudových soustav se zachovala až do dnešní doby a byla postupně tak zdokonalována, že jsou prakticky všechny na stejné úrovni co do spolehlivosti a energetické hospodárnosti. Liší se vlastně jen v pořizovacích a provozních nákladech, které jsou závislé na hustotě dopravy.
V prvopočátcích využití elektrické energie pro pohon vozidel bylo použito stejnosměrného nízkého napětí pro elektrické pouliční a hlubinové důlní dráhy. Dodnes se používá na celém světě stejnosměrné napětí do 250 V u důlních hlubinových drah, 600 V u tramvají a trolejbusů, 600–1 000 V u podzemních drah a městských rychlodrah s přívodem proudu třetí kolejnicí. Pro elektrickou vozbu na hlavních tratích se některá z těchto proudových soustav nehodila, neboť nelze hospodárně přenášet potřebné výkony jdoucí do desítek MW na vzdálenost několika set kilometrů. Zde šel vývoj třemi směry:

1. Trojfázový systém, řešící výrobu, přenos a napěťovou transformaci proudem trojfázovým sníženého kmitočtu, přívodem do vozidel dvojpólovým trolejovým vedením s použitím kolejnice pro třetí fázi a pohon vozidel trojfázovým indukčním motorem. Jednoduchost výroby a přenosu energie, jakož i jednoduchost indukčního trakčního motoru byly sice lákavé, ale byly vykoupeny složitým dvojpólovým vedením, které se nedalo stavět jako řetězovkové pro vyšší rychlost, ztrátovou regulací rychlosti a nevhodnou otáčkovou charakteristikou motoru pro účely trakční a konečně sníženým kmitočtem ke zmenšení impedančního úbytku v trakční síti a k usnadnění pohonu hnacích náprav ojnicemi a spojnicemi. Trojfázová soustava se rozšířila hlavně v Itálii, kde v letech 1899 až 1928 bylo touto soustavou elektrizováno asi 2 700 km většinou dvoukolejných tratí s napětím 3 400 V a kmitočtem 16 ⅔ Hz. Tato soustava byla však postupně nahrazována stejnosměrnou soustavou 3 kV a do roku 1976 zcela zmizela.

2. Proudová soustava stejnosměrného vysokého napětí 1 500–3 000 V, která se zpočátku v letech 1903–1905 řešila jako trojvodičová se středním vodičem v kolejnici a s dvoupólovým trolejovým vedením. Složitost dvoupólového vedení a obtížnost výroby a dělby stejnosměrného vysokého napětí způsobily, že se tyto soustavy používaly jen ojediněle a tato zařízení byla již vesměs vyměněna, takže do dnešních dnů se již nezachovala. Stejnosměrné proudové soustavy vysokého napětí nabyly významu mnohem později, jakmile byla zvládnuta technika trakčních motorů na vyšší napětí, tj. na 1 500 V na komutátoru a izolace na 3 000 V, dále pak přeměna trojfázového proudu ze všeužitečné energetické sítě na proud stejnosměrný v trakčních měnírnách, zejména rtuťovými usměrňovači. Tím se mohlo použít jednopólové trolejové vedení a napájení elektrických drah ze všeobecné trojfázové sítě. Prakticky všechny železnice, které zvolily elektrizaci svých železnic stejnosměrným proudem, použily tyto soustavy, ale ve světě existovaly výjimky.

3. Proudové soustavy jednofázové sníženého kmitočtu 5–11 kV, 25 Hz hlavně v USA a 10–15 kV, 16 ⅔ Hz v Evropě byly považovány v letech 1905–1914 za nejlepší technické a hospodářské řešení pro hlavní dráhy,

neboť umožňují výrobu, přenos a transformaci napětí ve velkých výkonech, přívod do vozidel jednopólovým trolejovým vedením malého vodivého průřezu, vysoké napětí v rozvodu trakčního proudu, jehož výše je omezena jen světlým průřezem tratě, a dále umožňuje „hospodárnou“ regulaci rychlosti trakčních motorů změnou napětí odbočkami na autotransformátoru na vozidle a k trakčnímu pohonu použití sériového komutátorového motoru s výhodnou otáčkovou a momentovou charakteristikou pro trakci. Tím byly sice nuceny železniční správy zavádět vlastní výrobu a přenos jednofázového proudu, stavět vlastní elektrárny a dálková vedení, ale v době, kdy se rozhodovalo o těchto investicích, nebyly ještě všeužitečné elektrárny a rozvody tak vybudované, aby mohly převzít napájení železnic. Železniční správy tudíž neměly jiné východisko než budování vlastní energetické základny, a staly se tak soběstačnými. Teprve později se přešlo na napájení trakčních sítí sníženého kmitočtu z energetického rozvodu trojfázového přeměnou proudové soustavy v měnírnách kmitočtu a fáze.

Proudové soustavy jednofázové průmyslového kmitočtu byly již od počátků elektrizačních pokusů na železnicích uznávány za nejhospodárnější z hlediska výroby a rozvodu elektrické energie, neboť umožňují společnou výrobu a společný rozvod energie pro všeužitečné a trakční účely, jednoduchou a hospodárnou transformaci napětí jak v napájecích stanicích, tak i na vozidlech a použití vysokého jednofázového napětí v trakční síti. Její využití však naráželo dlouho na nepřekonatelné obtíže ve stavbě vhodného trakčního motoru. Po různých pokusech s přeměnou proudové soustavy na lokomotivě pomocí rotačních měničů s použitím stejnosměrných a střídavých indukčních trakčních motorů umožnily teprve pokroky ve stavbě usměrňovačů, nejprve ignitronových a konečně křemíkových, stavbu spolehlivých a velmi výkonných lokomotiv na kmitočet 50 Hz v letech 1955 až 1960. Tato proudová soustava je dnes na stejné technické výši jako ostatní soustavy a předčí je v menších investičních nákladech na zařízení sloužícím napájení a v rozvodu trakčního proudu a také v lepších trakčních vlastnostech lokomotiv a usměrňovačů proti všem ostatním dosud známým typům lokomotiv.
Na území bývalého Československa se začalo s elektrizací na železnici velmi brzy. Jako první elektrická železnice v bývalé monarchii byla postavena železnice z Tábora do Bechyně již v roce 1903. U jejího zrodu stál český Edison, prof. Ing. František Křižík. Trať byla napájena stejnosměrným napětím 2× 700 V. Po vzniku československého státu byla zahájena elektrizace železnic v roce 1927 na pražských spojkách napětím 1 500 V, avšak v další elektrizaci se tehdy nepokračovalo z důvodu velké hospodářské krize, vypuknutí druhé světové války apod. Rozsáhlý program elektrizace železnic se začal prosazovat až po roce 1945. Na základě generálního projektu připravili projektanti ve spolupráci s odborníky v roce 1948 komplexní řešení s použitím stejnosměrné trakční proudové soustavy o napětí 3 kV, podle kterého byla pak zahájena v roce 1949 elektrizace traťových úseků Žilina – Spišská Nová Ves a Praha – Česká Třebová. (Zde je třeba si připomenout skutečnost, že v době existence tzv. Slovenského štátu spatřil světlo světa projekt na elektrizaci slovenských železnic jednofázovou trakční proudovou soustavou o napětí 15 kV a kmitočtu 16 ⅔ Hz, který byl

zpracován v konstrukční kanceláři firmy Siemens.) Práce na elektrizaci rychle pokračovaly, takže během asi 15 let činila délka tratí s elektrickým provozem stejnosměrnou trakční proudovou soustavou o napětí 3 kV přes 1 600 km dopravně nejvíce zatížených tratí. V roce 1959 byla pro další elektrizaci v jihozápadní oblasti zvolena v souladu s vývojem techniky, zejména výkonové elektroniky, jednofázová trakční proudová soustava 25 kV, 50 Hz, která dosáhla během asi deseti let přes 800 km. Tato proudová soustava, jejíž úspěšný vývoj dosáhl v poslední době značných úspěchů, je lákavá nejen pro železniční správy, které se teprve pro elektrizaci svých tratí rozhodují, ale též pro železnice, které mají již rozsáhlé sítě elektrizovány jinou proudovou soustavou, zejména 1,5 kV nebo 3 kV, když zvažují pokračování v elektrizaci dalších souvislých rozsáhlých sítí. Pro tuto soustavu se však těžko může rozhodnout ta železniční správa, která má již hustou železniční síť elektrizovanou jinou proudovou soustavou, neboť by tím vznikly téměř nepřekonatelné obtíže s přechodem mezi jednotlivými proudovými soustavami ve stykových stanicích a nejednotnost elektrického trakčního zařízení a parku hnacích vozidel. Obtíže vyvstávající v přechodové stanici se silným provozem lze lehce demonstrovat dvěma slovy: Kutná Hora.

V době, kdy na některých zahraničních železnicích probíhala soutěž mezi dvěma soustavami elektrické trakce, první s napájením elektrických trakčních vozidel stejnosměrným proudem a druhou se střídavým proudem, uvažovaly ČSD o elektrizaci tzv. II. hlavního (jižního) tahu. Ekonomicky se rozebíral provoz obou systémů a porovnávaly se jejich výhody a nevýhody. Jako nejhospodárnější byl uznán proudový systém 25 kV, 50 Hz. Proto rozhodlo ministerstvo dopravy na základě vládního usnesení č. 279 ze dne 8. 4. 1959, že se tyto tratě budou elektrizovat jednofázovou trakční proudovou soustavou 25 kV, 50 Hz. Jako zkušební trať pro pevná trakční zařízení i pro nová vozidla byla původně vytipována trať Plzeň – Domažlice, ale jelikož by se muselo řešit úrovňové křížení s trolejbusovou tratí na okraji Plzně, nakonec padlo rozhodnutí na trať Plzeň – Horažďovice předměstí. Vládní termín na dokončení elektrizace byl 1. duben 1962. Elektrizace však postupovala pomaleji, než se očekávalo, a tak byly jednotlivé dílčí úseky předávány do zkušebního provozu až během roku 1963. První zkušební úsek z Koterova do Blovic byl však předán již 29. září 1961.

E479001

2
Elektrické lokomotivy

řady E 479.0/S 479.0 – tovární typ 39 E 0

Na základě vládního usnesení z dubna 1959 bylo rozhodnuto zahájit v Československu elektrizaci střídavou trakční proudovou soustavou 25 kV, 50 Hz, zároveň byl zahájen vývoj příslušných elektrických lokomotiv. Podle továrního označení Škody se jednalo o dva typy univerzálních lokomotiv s označením 39 E 0 a 40 E 0. Typ 39 E 0 byly dvě lokomotivy původní řady E 479.0 s křemíkovými usměrňovači a typ 40 E 0 byly rovněž dvě lokomotivy původní řady E 479.1 s usměrňovači ignitronovými.

◄ Lokomotiva E 479.001 na zkušební základně ve stanici Nezvěstice, za ní stojí měřicí vůz rekonstruovaný z motorového vozu M 284.003. Foto SOA Plzeň.

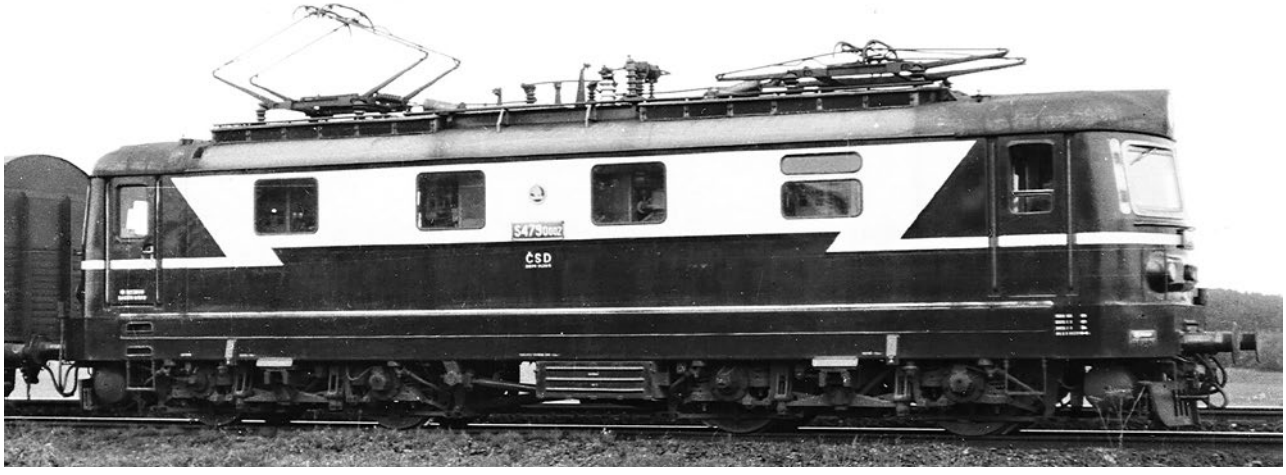
Lokomotivy továrního typu 39 E 0 byly vyrobeny v roce 1961 s výrobními čísly 4352 a 4353. Jejich účelem bylo sloužit především jako funkční vzorek pro ověření různých komponentů před zahájením výroby elektrických jednofázových lokomotiv na provozní napětí 25 kV a průmyslový kmitočet 50 Hz, a to jak z hlediska mechanické, tak i elektrické části. Tyto lokomotivy splnily svůj účel. Byla s nimi provedena celá řada zkoušek na zkušebně i na tratích v bývalém Československu, Sovětském svazu, Bulharsku a v Rumunsku. Poté byly zařazeny do normálního provozu na tratích ČSD v lokomotivním depu Plzeň. Jejich původní označení E 479.001 a E 479.002 se od 1. 1. 1965 změnilo na S 479.0001 a S 479.0002 ve smyslu označování hnacích vozidel střídavé jednofázové soustavy. Toto nařízení se však zpočátku u všech lokomotiv nedodržovalo, zvláště u vozidel, které nebyly ve stavu ČSD.

Lokomotivy řady S 479.0 byly čtyřnápravové se dvěma podvozky. Krouticí moment byl přenášen z trakčních motorů na nápravu přes pružnou spojku „Škoda“ uloženou v duté kotvě trakčního motoru. Vedení náprav bylo provedeno dvěma paralelními ojničkami s pružnými klouby. Tyto ojničky měly jednoduchý tvar. Vypružení lokomotivy bylo dvojité. Primární vypružení tvořily duplexní šroubové zpruhy uložené v kruhových nálitcích na ložiskové skříni. Sekundární vypružení tvořily čtyři listové pružnice. K přenosu podélných sil v ose lokomotivy slouží otočné čepy (nicohlavy). Šikmé tyče slouží k vyrovnávání klopných momentů podvozků. Otočný čep byl umístěn v podvozku, ložisko čepu bylo umístěno v podvlečném příčníku. Rám podvozku i hlavní rám byl svařen z lisovaných profilů tvaru U.

Stanoviště strojvedoucího byla na obou koncích lokomotivy. Na ovládacím pultu byly uloženy všechny ovládací a měřicí přístroje. Celá lokomotivní skříň byla vyrobena z plechu. Do strojovny se vstupovalo dveřmi na obou stranách stanoviště v zadní mezistěně, kde byly po obou stranách průchozí chodbičky. Uspořádání jednotlivých strojů ve strojovně bylo symetrické. Uprostřed byl trakční transformátor uzavřený v kobce VN (vysokého napětí). Křemíkové trakční usměrňovače válcového tvaru byly umístěny nad jednotlivými trakčními motory. Chladicí vzduch byl u lokomotivy S 479.0001 nasáván z nasávací skříně, u lokomotivy S 479.0002 dvoustupňovými axiálními ventilátory. Chladicí vzduch proudil ke křemíkovým usměrňovačům a trakčním motorům, odkud vystupoval do ovzduší. Křemíkový usměrňovač pomocných pohonů byl rovněž válcového tvaru a byl umístěn mezi chladicím ventilátorem a chladičem transformátorového oleje.

Lokomotivy měly 32 jízdních stupňů a 3 stupně šuntovací. Stupně řadil strojvedoucí otáčením ručního kola kontroléru na stanovišti strojvedoucího. Regulace odboček na autotransformátoru byla vysokonapěťová. Tlakovzdušná brzda DAKO LR zajišťovala zastavení vozidla i vlaku. Ruční brzda působila z každého stanoviště na jedno dvojkolí přilehlého podvozku.

Z trolejového vedení se proud odebíral pantografovým sběračem. Každý z obou sběračů měl odpojovač, kterým byl v rozepnuté poloze uzemňován. Odpojovače se ovládaly ručně. Z odpojovače byl proud veden na bleskojistku a hlavní tlakovzdušný vypínač. Tento vypínač při vypnutí uzemňoval veškeré vysokonapěťové zařízení lokomotivy. Dále byl proud veden přes střešní průchodku a měřicí trafo proudu (vstupní vinutí) do transformátoru. V nádobě transformátoru byly společně dva magnetické obvody. Jeden tvořil vinutí autotransformátoru, vinutí topení vlaku



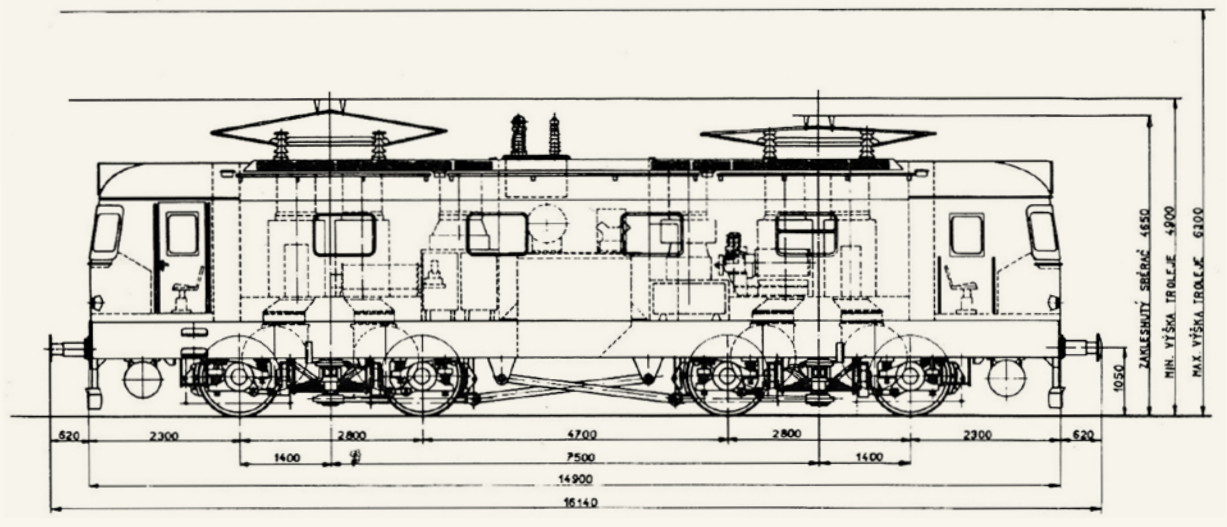
▶ První prototyp ještě s původním označením E 479.001 při jedné z prvních zkušebních jízd ve stanici Plzeň Lobzy v září 1961. Foto SOA Plzeň.

▲ Druhý prototyp již s označením S 479.0002 na zkušební jízdě u stanice Horažďovice předměstí v roce 1962. Foto SOA Plzeň.

Základní technické údaje lokomotiv řady E 479.0/S 479.0 – tovární typ 39 E 0

Rozchod	1 435 mm
Uspořádání náprav	Bo'Bo'
Napětí v troleji	25 kV, 50 Hz
Délka lokomotivy přes nárazníky	16 140 mm
Šířka lokomotivy	2 950 mm
Výška lokomotivy se zaklesnutými sběrači nad TK	4 650 mm
Výška lokomotivy s uvolněnými sběrači nad TK	6 300 mm
Pracovní výška trolejového vedení nad TK	4 900–6 300 mm
Rozvor podvozků	2 800 mm
Vzdálenost otočných čepů	7 500 mm
Nejmenší poloměr oblouku na trati	120 m
Hodinový výkon při rychlosti 44 km/h	3 000 kW

Hodinová tažná síla při rychlosti 44 km/h	221 kN
Trvalý výkon při rychlosti 45,5 km/h	2 800 kW
Trvalá tažná síla při rychlosti 45,5 km/h	204 kN
Rozjezdová tažná síla	320 kN
Nejvyšší dovolená rychlost	100 km/h
Tažná síla při konstrukční rychlosti	55 kN
Trakční motor	AL4446iP
Výkon trakčního motoru	750 kW
Průměr hnacích kol	1 250 mm
Převod na nápravu	1 : 4,40
Provozní hmotnost lokomotivy	85 t



1 500 V a 3 000 V a vinutí vlastní spotřeby v hodnotách 220 V, 250 V a 380 V. Druhý obvod bylo primární a sekundární vinutí trakčního transformátoru. Vysokonapěťová regulace byla výkonově prováděna přepínačem se čtyřmi stykači s elektromagnetickým zhášením a se zařazováním odporu při přepínání. Volič byl uložen v oleji ve společné nádobě s transformátorem a byl od něho náležitě oddělen. Regulované napětí ve 32 stupních bylo z autotransformátoru přivedeno na transformátor s konstantním převodem, jehož sekundární vinutí bylo rozděleno ve čtyři oddělené části. Ke každé z nich byl připojen křemíkový usměrňovač pro napájení jednoho trakčního motoru. Křemíkový usměrňovač byl jednofázový můstek (Graetz) se 30 ventily v jedné větvi a měl celkem 120 křemíkových ventilů. Usměrňovač byl kruhového provedení. K ochraně usměrňovačů sloužily rychlozkratovače ovládané elektronicky, které při překročení maximálního zatížení spínaly nakrátko sekundární vinutí transformátoru. Trakční motory byly stejnosměrné sériové stroje s trvale připojeným šuntovacím odporem k hlavním pólům. Byly přizpůsobeny na zvlněný proud, jehož zvlnění bylo snižováno vyhlazovací tlumivkou. Šuntování magnetů (odbuzování) všech motorů bylo provedeno šuntovacími stykači ve třech stupních. Změna směru jízdy se prováděla měniči směru ovládanými elektropneumaticky, a to změnou směru proudu v kotvách trakčních motorů. Každý z obvodů trakčních motorů bylo možné při poruše odpojit odpojovačem poškozených obvodů od sekundárního vinutí transformátoru. Jističe chránily křemíkové usměrňovače před nadproudem vznikajícím z remanentního magnetismu trakčního motoru při tažení lokomotivy jiným hnacím vozidlem v neprovozním stavu. Tyto jističe byly ovládány elektropneumaticky z reverzního válce řídicího kontroléru.

Pomocné pohony se napájely z vinutí pro pomocné pohony. Toto vinutí mělo tři odbočky: 220 V, 250 V a 380 V. Odbočka 220 V byla určena pro napájení vybavovacích obvodů rychlozkratovačů a spotřebičů na stanovištích strojvedoucího, tj. stabilizátoru napětí a nabíječe akumulátorové baterie, ohřívače vody, topných těles, vařiče, zásuvek a stolního ventilátoru. Odbočka 250 V byla z deionového jističe přivedena na dva jednofázové můstky s křemíkovými diodami, z nichž byly napájeny pomocné stroje, tj. motory ventilátorů, kompresoru a olejových čerpadel.

Ventilátorové motory tvořily tři dvojice v sérii spojených stejnosměrných sériových strojů. Výkon motorů byl 9 kW a napětí bylo 110 V ss. Rozběh byl dvoustupňový, tj. první stupeň byl zařazen s odporem a při druhém stupni byl odpor vyřazen. Stykač prvního stupně byl ovládán 48 V ss a přitažení stykače druhého stupně závislo na růstu napětí na kotvách v sérii zapojených motorů.

Kompresorový motor byl sériový stejnosměrný stroj s výkonem 27 kW a napětím 220 V ss. Rozběh byl opět dvoustupňový a byl proveden stejným způsobem jako u ventilátorových motorů. Motory olejových čerpadel byly stejnosměrné derivační stroje při rozběhu s paralelně ke kotvě řazeným odporem. V těchto obvodech byly také zařazeny pro zmenšení zvlnění proudu vyhlazovací tlumivky. Odbočka 380 V byla určena pro napájení signalizačních obvodů trakčních usměrňovačů.

Lokomotivy bylo možné plně ovládat vždy z jednoho ze stanovišť strojvedoucího. Vzájemné blokování ovládacích přístrojů bylo přes spínač řízení, a to i při v mnohonásobném řízení, kterým byly obě lokomotivy vybaveny. Toto zařízení se v praxi víceméně nepoužívalo mimo případů zkoušek lokomotiv. Řídicí kontrolér měl 36 poloh: první

byla nulová, další vytvářely 32 jízdních stupňů a 3 stupně byly šuntovací. Šuntování bylo možné jen na 32. stupni. Povely z kontroléru se přenášely na elektropneumatické ventily pneumatického motoru a tím se tento motor poháněl systémem vaček výkonového přepínače odboček transformátoru. Značení jednotlivých stupňů bylo přímo na kontroléru. Reverzní přepínač měl tři polohy: nulovou, jízdu vpřed a jízdu vzad. Z těchto byly přenášeny povely na elektropneumatické ventily pneumatického pohonu měničů směru. Každý podvozek měl jeden měnič směru. Řídicí kontrolér a reverzní přepínač byly vzájemně elektricky a mechanicky blokovány, tím se vyloučila jejich nesprávná poloha. Lokomotivy měly automatické řízení rozjezdu, rozjezdový proud se dal nastavit ve třech stupních. Ventilátory určené pro chlazení trakčních usměrňovačů a trakčních motorů bylo možno spouštět buď ručně, anebo se rozbíhaly automaticky při nastavení kontroléru na jízdní stupně. Činnost kompresorového soustrojí byla automatická, ovládaná automatickým spínačem, nebo se dala ovládat ručně. Čerpadla oleje a ventilátory pro chlazení pomocného usměrňovače, šuntovacích odporů, chladiče oleje a trakčních tlumivek se rozbíhaly automaticky při přivedení napětí na transformátor.

Elektrickou výzbroj lokomotiv chránil hlavní tlakovzdušný vypínač, do jehož ovládacího obvodu byla zapojena celá řada dílčích ochran, které v případě zaúčinkování vypnuly hlavní vypínač (nadproudová ochrana autotransformátoru, motorů, ztráta napětí), dále pak Buchholzovým relé, vybavovacími obvody rychlozkratovačů, deionovým jističem, ztrátou tlaku vzduchu v brzdovém potrubí, relém, které působilo při jízdě na stupních bez běhu ventilátorů atd. Tlakovzdušný vypínač se ovládal dvěma elektropneumatickými ventily – zapínacím a vypínacím. Oba pracovaly při přivedení impulzu na jejich cívku, a proto všechny ochrany ve vypínacím obvodu hlavního vypínače působily svými spínacími dotyky.

Usměrňovače byly chráněny vlastními nadproudovými a přepěťovými ochranami, které působily na rychlozkratovače. Pomocné pohony byly chráněny deionovým jističem a výkonovými pojistkami. Ostatní elektrické spotřebiče, napájené střídavým napětím transformátoru, byly jako celek chráněny rovněž deionovým jističem a mimoto měly ještě jednotlivě vlastní jističe. Ovládací a řídicí obvody byly jednotlivě jištěny nízkonapěťovými pojistkami.

Veškeré řídicí, ovládací, osvětlovací a pomocné obvody byly napájeny stabilizovaným stejnosměrným napětím 48 V, které dodával nabíječ se stabilizátorem napětí v rozmezí odebíraného výkonu a kolísání napětí v troleji. Nabíječem byla dobíjena baterie NiFe o kapacitě 160 Ah.

Trakční motory AL 4446iP byly prvními trakčními motory se silikonovou izolací třídy H v bývalém Československu. Jak již bylo výše uvedeno, obě lokomotivy především sloužily jako funkční vzorek jednofázových elektrických lokomotiv pro ověření celé řady prvků jak z oblasti elektrické, tak i mechanické části před zahájením sériové výroby lokomotiv pro tuzemsko i na export. Proto se podrobovaly celé řadě různých zkoušek jak v domácím prostředí, tak v cizině. Z těchto rozsáhlých zkoušek existuje mnoho zápisů a pojednání.

Lokomotivy byly dokončeny ve výrobním závodě Škoda, kde se konalo také jejich oživení a první trakční zkoušky. Tak jak byly postupně oba prototypy připraveny, předávaly se do zkušebního provozu. Jejich počátky provozního nasazení nebyly však jednoduché.

Lokomotiva E 479.001 byla poprvé veřejnosti představena dne 18. října 1961 na akci, kterou uspořádala ČSVTS v Plzni na Gottwaldově (nyní hlavním) nádraží. Datum TBZ se v dokladech vozidla nikde neobjevuje. Uvádí se však den 26. říjen 1961, kdy v rámci uskutečnění této jízdy přezkoušel komisař doc. Ing. Josef Cibulka první dva strojvedoucí z obsluhy lokomotiv střídavé trakce. Stali se jimi pánové Josef Baumruk a Antonín Petřík. Oficiální předání lokomotivy E 479.001 se uskutečnilo dne 2. listopadu 1961, kdy byla provedena jízda v traťovém úseku Starý Plzenec – Nezvěstice. Veliké slávy se zúčastnili zástupci Škody Plzeň, ČSD i tisku.

Již během prvních zkušebních jízd po kolejích ČSD se zjistilo, že stávající provedení nasávání vzduchu pro chlazení trakčních motorů je nevyhovující. Proto bylo rozhodnuto toto sání změnit, aby nedocházelo ke strhávání dešťové vody do trakčních motorů. Lokomotiva měla absolvovat zkušební jízdy v SSSR, kde se předpokládaly daleko náročnější zkoušky než u ČSD, a tak byla ještě před odjezdem zahájena rekonstrukce skříně na takzvané otevřené provedení. Celá úprava byla dokončena až v SSSR. Na zkušební jízdy byla lokomotiva nasazena v depu Ožerelje.

Dne 18. října 1963 byla lokomotiva E 479.001 převzata do stavu LD Plzeň, a tak mohl být zahájen pravidelný elektrický provoz do Horažďovic předměstí, kam elektrizace pokročila během zkoušek obou prototypů v zahraničí.

▸ Lokomotiva S 479.0002 odstavená v Lokomotivním depu Plzeň dne 31. 5. 1973. Foto Jiří Caska.

▸ Lokomotiva S 479.0001 v pravidelném provozu na „dispečerském výkonu“ ve stanici Plzeň Gottwaldovo nádraží dne 31. 5. 1973. Foto Jiří Caska.

Elektrický provoz byl zpočátku spíš jen občasný než pravidelný. Obě lokomotivy řady E 479.0 měly časté poruchy, a proto se místo nich často nasazovaly parní lokomotivy.
Dne 1. září 1964 odešla lokomotiva E 479.001 na první dílenskou opravu do DPOV Vrútky, v jejímž rámci měla být provedena kolaudace vozidla. Opravu v rozsahu E 4 sice v roce 1965 dokončili, ale ještě před předáním do provozu lokomotivu odeslali do výrobního závodu na odstranění kolaudačních závad. Do provozu se vrátila až v lednu 1966, a to již s označením S 479.001. V březnu 1967 byla lokomotiva na krátkou dobu zapůjčena VÚŽ Praha. Od 1. 11. 1968 byla lokomotiva neprovozní. Zmíněnou opravu v rozsahu E 4 provedly DPOV Kolín, ale až na sklonku roku 1971.
Lokomotiva byla tedy tři roky mimo provoz. Poté byla na krátkou dobu nasazena na traťové výkony, ale jelikož nebyla vybavena vlakovým zabezpečovačem, nemohla být nasazována na jednomužnou obsluhu, která se na počátku sedmdesátých let začala zavádět i v LD Plzeň. Také proto byl pro oba prototypy vytvořen odpovídající turnus – lokomotivy byly nasazovány na tzv. dispečerku. Měly za úkol vozit přetahy mezi jednotlivými nádražími v uzlu Plzeň, kde vydržely s malými přestávkami až do svého zániku.
Spolehlivost řady S 479.0 nebyla však vysoká. Často byl provozuschopný pouze jeden stroj, a tak se na dispečerce střídaly obě lokomotivy, a pokud byla mimo provoz, vystavovala se parní lokomotiva řady 556.0. Lokomotiva S 479.0001 dojezdila v březnu 1980. Během periodické prohlídky v LD Plzeň byla shledána závada na transformátoru, která byla klasifikována jako neopravitelná. Od 1. 12. 1980 byla vedena stále jako neprovozní, a tak byla navržena na zrušení, které bylo schváleno dne 17. 6. 1981 výnosem čj. 15163/81-12.
Původní nátěr obou prototypů byl odlišný. Lokomotiva E 479.001 byla z výroby červená včetně střechy a rámu, prostor mezi okny byl krémový a podélný pruh stříbrný. Po rekonstrukci skříně na otevřené provedení v roce 1962 se nátěr skříně změnil. Rám a horní polovina skříně byly modré, spodní část bočnic a čel pak v barvě slonové kosti.
Definitivní konec lokomotivy S 479.0001 se datuje do počátku osmdesátých let. Nejprve byla lokomotiva delší dobu odstavena v areálu LD Plzeň a na podzim roku 1985 byla převezena do plzeňského kovošrotu, kde proběhlo její rozložení. Tak skončila lokomotiva, jedna z křemíkových prototypů, která byla svým způsobem ojedinělá a první takto konstruovaná i v provozu. O zachování do muzejních sbírek nebyl patřičný zájem ani ze strany ČSD, ani jiných institucí zabývajících se shromažďováním exponátů z řad železničních vozidel.
Ani datum TBZ druhé prototypové lokomotivy, E 479.002, se nikde v dokladech vozidla nezachoval. Jelikož v první polovině roku 1962 přece jenom elektrizace tratě Plzeň – Horažďovice předměstí značně pokročila kupředu, bylo možno v dubnu 1962 vypravit zvláštní vlak v čele s lokomotivou E 479.002. A tak je datum 27. 4. 1962 oficiálně uváděno jako zahájení elektrického provozu v úseku Plzeň-Koterov – Blovice. Z důvodu získání dalších provozních zkušeností odjela lokomotiva E 479.002 do Bulharska, kde se v červenci 1962 zúčastnila veletrhu v Plovdivu. Zkušební jízdy byly prováděny především na tratích Sofia – Plovdiv a Gorna Orachovica – Ruse. Během těchto zkoušek byla krátkodobě i v Rumunsku. I když zkoušky inicioval výrobce, zúčastnil se jich strojvedoucí LD Plzeň pan Antonín Petřík.

Po návratu z Bulharska byla lokomotiva E 479.002 na opravě ve výrobním závodě a v září 1963 byla vystavena na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně. Poté byla převzata ČSD, protokol o odevzdání a přejímce nese datum 4. 10. 1963. Cena lokomotivy byla stanovena na 4 108 000 Kčs. Následující den, 5. 10. 1963, byla lokomotiva E 479.002 převzata do stavu LD Plzeň.

Definitivní dodání lokomotivy E 479.002 urychlila oslava zahájení elektrického provozu z Plzně do Horažďovic předměstí, uspořádaná dne 9. 10. 1963. Tento den byl z Plzně vypraven vlak Pn 7902 o hmotnosti 1 680 tun s lokomotivou E 479.002 v čele. Vlak byl v Horažďovicích za 70 minut, za kontrolérem lokomotivy byl strojvedoucí pan Václav Hurt.

O rok později, v říjnu 1964, byla lokomotiva E 479.002 odstavena pro poruchu na transformátoru. Jelikož lokomotiva E 479.001 byla na dílenské opravě v DPOV Vrútky, ocitla se ČSD v situaci, kdy neměla k dispozici žádnou provozní střídavou lokomotivu. Proto začaly prohlídku v rozsahu E 4 provádět přímo v LD Plzeň. Oprava transformátoru byla v létě téhož roku úspěšně dokončena. Současně bylo rekonstruováno ovládání pomocných pohonů s použitím tyristorů. Další opravu v rozsahu E 4 absolvovala lokomotiva v DPOV Kolín od prosince 1969 do prosince 1970. Poté byla, tak jako první prototyp, i lokomotiva S 479.002 zařazena do turnusu na dispečerský výkon pro uzel Plzeň.

Od 1. července 1975 byla lokomotiva S 479.0002 odstavena pro další poruchu transformátoru, a jelikož byl v LD Plzeň dostatek elektrických lokomotiv řady S 489.0, přestal být o provoz obou prototypů zájem. O rok později byl vypracován návrh na zrušení. Podle rušícího výnosu čj. 10198/77-12 ze dne 17. 3. 1977 byla lokomotiva S 479.0002 zrušena. Lokomotivní skříň zůstala po celou dobu provozu lokomotivy S 479.0002 v původním provedení – rekonstrukce se neprováděla, protože nasávání vzduchu pro chlazení usměrňovačů a trakčních motorů bylo prováděno přímo ze strojovny. Proto byla horní polovina zadního okna na bočnici trvale otevřena a sací otvory na střeše byly zaslepeny.

Nátěr lokomotivy E 479.002 měl být shodný s lokomotivou E 479.001. Výrobní závod však lokomotiva E 479.002 opouštěla v červeno-krémovém nátěru s černými pruhy na bočnici. Pro veletrh v Plovdivu byl nátěr upraven tak, že se podobal prototypu E 479.001, ale na bočnici byly stříbrné šípy vycházející ze středu do horních rohů. Pro mezinárodní strojírenský veletrh v Brně v roce 1963 byl nátěr opět upraven na původní, který ČSD udržovaly v téměř nezměněné podobě až do zrušení vozidla.

Po zrušení lokomotivy S 479.0002 byla lokomotivní skříň „pohozena“ v obvodu LD Plzeň a v polovině osmdesátých let minulého století byla spolu s lokomotivou S 479.0001 rozložena v plzeňském kovošrotu.

Během provozu v období let 1964–1967 byl na obou prototypech prováděn zácvik strojvedoucích ze všech dep, které přicházely v úvahu pro vozbu střídavé trakce, od Chebu až po Štúrovo. Ze vzpomínek účastníků těchto dvouměsíčních pobytů z města piva by se dala sestavit samostatná monografie. Nejprve byli absolventi na dílenském zácviku přímo ve výrobním závodě, kde se již rozbíhala sériová výroba lokomotiv řady S 489.0, a potom následoval zácvik na obou prototypech. Jezdilo se převážně na trati Plzeň – Horažďovice předměstí, i když elektrizace pokračovala ve směru na České Budějovice i Cheb.

E479101

3
Elektrické lokomotivy

řady E 479.1/S 479.1 – tovární typ 40 E 0

Lokomotivy továrního typu 40 E 0 byly vyrobeny dvě a měly výrobní čísla 4355 a 4356. Jejich označení E 479.101 a E 479.102 se ke dni 1. července 1965 změnilo na S 479.101 a S 479.102, podobně jako u lokomotiv E 479.001 a E 479.002. Lokomotivy E 479.1 byly v podstatě shodné s předchozím typem 39 E 0, lišily se pouze v napájení usměrňovači. U lokomotiv 40 E 0 bylo použito ignitronových usměrňovačů, podobně jako u lokomotiv řady E 41 pro Bulharsko.

◂ Lokomotiva E 479.101 na zkušební koleji ve výrobním závodě. Foto archiv Škody Plzeň.

Dvojkolí o jmenovitém průměru 1 250 mm bylo přizpůsobeno pro výměnu převodové skříně a pro možnou změnu konstrukční rychlosti v rozsahu 100–160 km/h, a tedy přeměnu lokomotivy nákladní na rychlíkovou. Čelníky rámu skříně byly zhotoveny tak, aby se daly použít tažný hák se šroubovkou a nárazníky, tak i automatické spřáhlo.

Lokomotivy řady E 479.1/S 479.1 byly vyrobeny pro potřeby výzkumu Škody Plzeň. Na těchto prototypových lokomotivách si výrobce ověřoval v provozu celou řadu konstrukčních prvků jak v mechanické, tak v elektrické části. Proto na nich docházelo neustále k různým úpravám a rekonstrukcím, po kterých následovala složitá měření ve výrobním závodě i na zkušební trati. Asi i proto obě lokomotivy ČSD odmítly převzít do svého stavu.

Veřejnost se poprvé seznámila s lokomotivou E 479.101 v září 1962 na Mezinárodním strojírenském veletrhu v Brně. Zlom nastal teprve až v roce 1965, kdy ČSD převzaly E 479.102. Ta sice v LD Plzeň působila již předtím, ale v té době se jednalo víceméně o sporadický provoz. Lokomotiva posloužila hlavně pro zaškolování personálu. Od 1. června 1965 byla vedena ve stavu LD Plzeň jako nová dodávka. Její provozní spolehlivost však byla ještě menší než u křemíkových prototypů. Podle vyjádření pamětníků se ovšem jednalo spíš o poruchy pomocných pohonů a řízení, ignitronové usměrňovače nebyly vysloveně negativní stránkou této lokomotivy. Přestože 1. července 1965 mělo být oficiálně označení „ignitronky“ změněno na S 479.1002, zůstaly jí smaltované tabulky E 479.102 až do května 1966, kdy dojezdila. Jelikož již v červnu 1966 dostalo LD Plzeň nové elektrické lokomotivy S 489.0019 a 0020, bylo už 5. července 1966 povoleno prototyp E 479.102 zrušit. Stalo se tak na základě výnosu čj. 22.528/66-12.

Do zrušené lokomotivy se však nezakously plameny autogenu, ale v roce 1968 byla přestavěna v dílnách v Nymburce na odporníkový vůz brzdové jednotky, která byla používána na ŽZO Cerhenice až do roku 1990 spolu s lokomotivou S 699.1001. Lokomotiva S 479.102 byla odstrojena a do její strojovny byl zabudován spalovací motor K 12 V 170 DR s dynamem, pomocnými agregáty a brzdovými odporníky. Motor dodával budicí proud pro šest trakčních motorů lokomotivy S 699.1001, které pracovaly jako cize buzená dynama. Vyrobený elektrický proud se mařil v odpornících – ze dvou trakčních motorů na lokomotivě a ze zbylých čtyř trakčních motorů v odporníkovém voze. Po zrušení brzdové jednotky v roce 1990 stála celá souprava odstavena v obvodu ŽZO Cerhenice a v létě roku 1992 byla sešrotována v Berouně.

Lokomotivu E 479.101 ČSD nikdy nepřevzaly. Ta se stala předmětem různých zkoušek, v polovině šedesátých let byla odstavena ve výrobním závodě a Výzkum lokomotiv Škoda ji použil pro stavbu funkčního vzorku lokomotivy s nízkonapěťovou tyristorovou regulací. Úkol GŘ 456-3201 „Vývoj plynulé regulace bez přepínače pro střídavé elektrické lokomotivy“ byl zahájen vypracováním projektu rekonstrukce lokomotivy 40 E 0 pro tento účel v březnu 1965. Projekt obsahoval především výpočet usměrňovače, trakčních charakteristik lokomotivy, úplná schémata silových a řídicích obvodů s výjimkou řízení tyristorů a požadavky na automatiku. Dále projekt obsahoval sestavu usměrňovače a náčrt dispozice strojovny. Všechny tyto úpravy a rekonstrukce byly zahrnuty do první etapy s cílem uvedení lokomotivy do provozu v červnu 1966. Na lokomotivě byla provedena demontáž značné části strojovny, revize trakčních i pomocných motorů i přístrojů, revize a oprava střešní výzbroje,