

Výzkumný ústav dopravní
Praha 1, Hybernská čís.5

Dílčí zpráva k úkolu I-2-15-9³¹

Trakční a konsumní zkoušky motorové
lokomotivy T 669.051

Výzkumná oblast: Železniční vozby
Řešitel úkolu: Ing.Zbyněk Veber
Spolupracovníci: Ing.Rudolf Cinner
Ing.Jiří Jelen
Bohumír Pospíšil
Stanislav Minařík
Eva Rottová

V Praze v červnu 1965.

Vedoucí výzkumné oblasti železniční vozby: *Ing. Kulvits*
Vedoucí kolektivu: }
Vedoucí úkolu: } *Ing. Vilar*

O b s a h :

		strana
1.	Úvod	1
1.1	Popis a hlavní údaje lokomotivy T 669.0	5
1.2	Teoretické stanovení tažných sil a výkonu na háku z charakteristik trakč.generátoru a trakč.motoru	8
2.	Zkoušky lokomotivy	9
2.1	Účel zkoušek a jejich rozdělení	9
2.2	Zkouška trakční a zkouška spotřeby	18
2.2.1	Vlastní trakční a spotřební zkoušky	18
2.2.2	Jízdní odpor a součinitel rotující- cích hmot	25
2.2,2.1	Stanovení součinitele rotujících hmot	25
2.2.2.2	Stanovení odporu	31
2.3	Zkoušky adheze	33
2.3.1	Adhesní poměry u motorové lokomo- tivy T 669.001	33
2.3.2	Změna nápravových tlaků u lokomo- tivy T 669.001	38
2.3.3	Seriové provedení se šikmými zá- věskami	50
2.4	Zkoušky rozjezdové	55
2.5	Vytrvalostní zkouška	55
2.6	Vyhodnocení akustických vlast- ností	59
2.6.1	Vnější prostor motorové lokomotivy	59
2.6.2	Stanoviště strojvedoucího	59
2.6.3	Závěr	73
3.	Zhodnocení zkoušek	73
4.	Zhodnocení lokomotivy	73
	Tabelární přehled trakčních a spotřebních zkoušek lokomotivy T 669.0	závěr zprávy

1. Úvod

Koncem r.1963 dokončil ČKD Praha n.p. závod Sokolovo montáž tří prototypů motorové lokomotivy s elektrickým přenosem výkonu. Lokomotivy byly především určeny pro potřeby železnic SSSR. Protože se však počítalo s tím, že by se tento typ lokomotivy mohl uplatnit i v provozu ČSD, byl třetí prototyp upraven pro provozní podmínky ČSD s označením T 669.0. Lokomotivy určené pro SSSR mají označení ČME-3.

Proto bylo účelné doplnit řadu zkoušek prováděných s lokomotivou výrobním závodem, zkouškami trakčními, které by umožňovaly lépe posoudit trakční vlastnosti s hlediska vhodnosti jejího využití u ČSD. Trakční a konsumní, rozjezdové a vytrvalostní zkoušky provedl VÚD v rámci úkolu I-2-15-9.

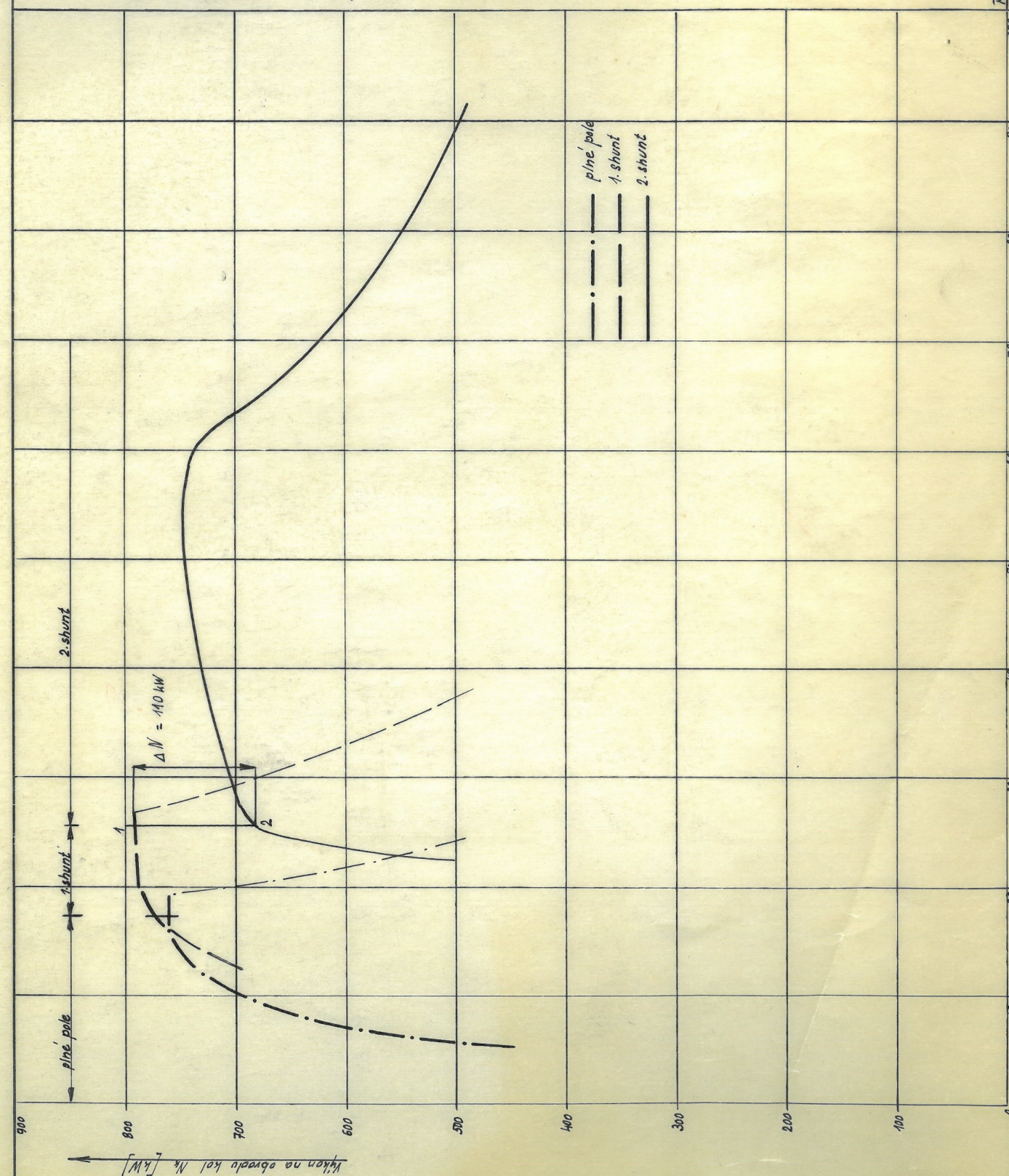
Prvé trakční zkoušky proběhly v měsíci dubnu 1964. S ohledem na nedostatek pomocného personálu při zkouškách nebyly měřeny proudy trakčních motorů ani jejich napětí. Vlastní zkoušky se provedly na všech výkonostních stupních, ale při automatickém zapínání šentů. Při zpracování výsledků zkoušek a hlavně pak při kontrolním výpočtu tažných sil na obvodu kol, resp. výkonu na obvodu kol, provedeného dle vnější charakteristiky trakčního generátoru a charakteristiky trakčních motorů dle dodané dokumentace výrobce se ukázalo, že nejsou vhodně voleny stupně zeslabení magnetického pole trakčních motorů, resp. oblastí spínání šentování magnetického obvodu hlavních cívek trakčních motorů. Projevilo se to v charakteristice tažných sil, resp. výkonu poměrně velkými výkonostními skoky řádu až 110 kW při přechodu z 1.šentu na šent 2., jak je vidět z obrázku 1-1 - využití výkonu na obvodu kol pro 8.výkonový stupeň. Tento diagram byl vypracován podle vnější charakteristiky trakčního generátoru - viz. obrázek 1-2 - a charakteristiky trakčního motoru - obrázek 1-3.

Tato skutečnost byla ještě během zpracování sdělena ministerstvu dopravy S-12 a výrobcí koncem listopadu 1964 dopisem č.j. VÚD-5621/64 jako dílčí zpráva o výsledcích zkoušek s lokomotivou T 669.001. Na základě této zprávy konsala se na ministerstvu dopravy S-12 porada za účasti zástupců závodu ČKD-Trakce, kde byla dohodnuta úprava zapínání šentů spolu s event. úpravou velikosti zeslabení magnetického pole trakčních motorů. Současně bylo stanoveno, že u seriových lokomotiv této řady bude změněn též převod v pohonu napráv. Tím se zvýší ob-
užití výkonu a dosavadních asi 60 km/h na 80 km/h, což značí l-
užití lokomotivy i v traťové službě.

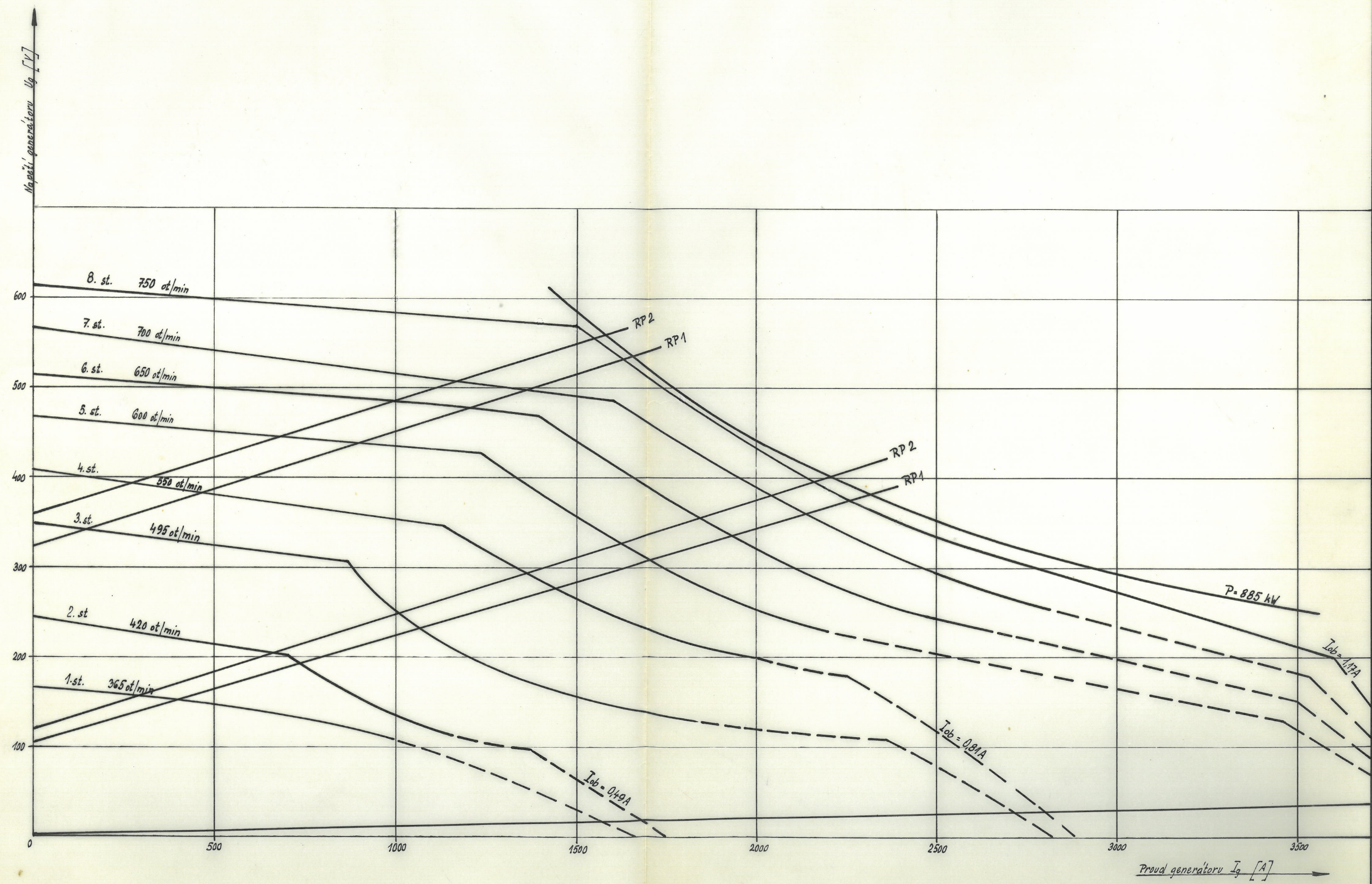
Proto se na poradě rozhodlo zatím nepokračovat ve zpracování zprávy a vyčkat na provedení úprav na lokomotivě spolu s její

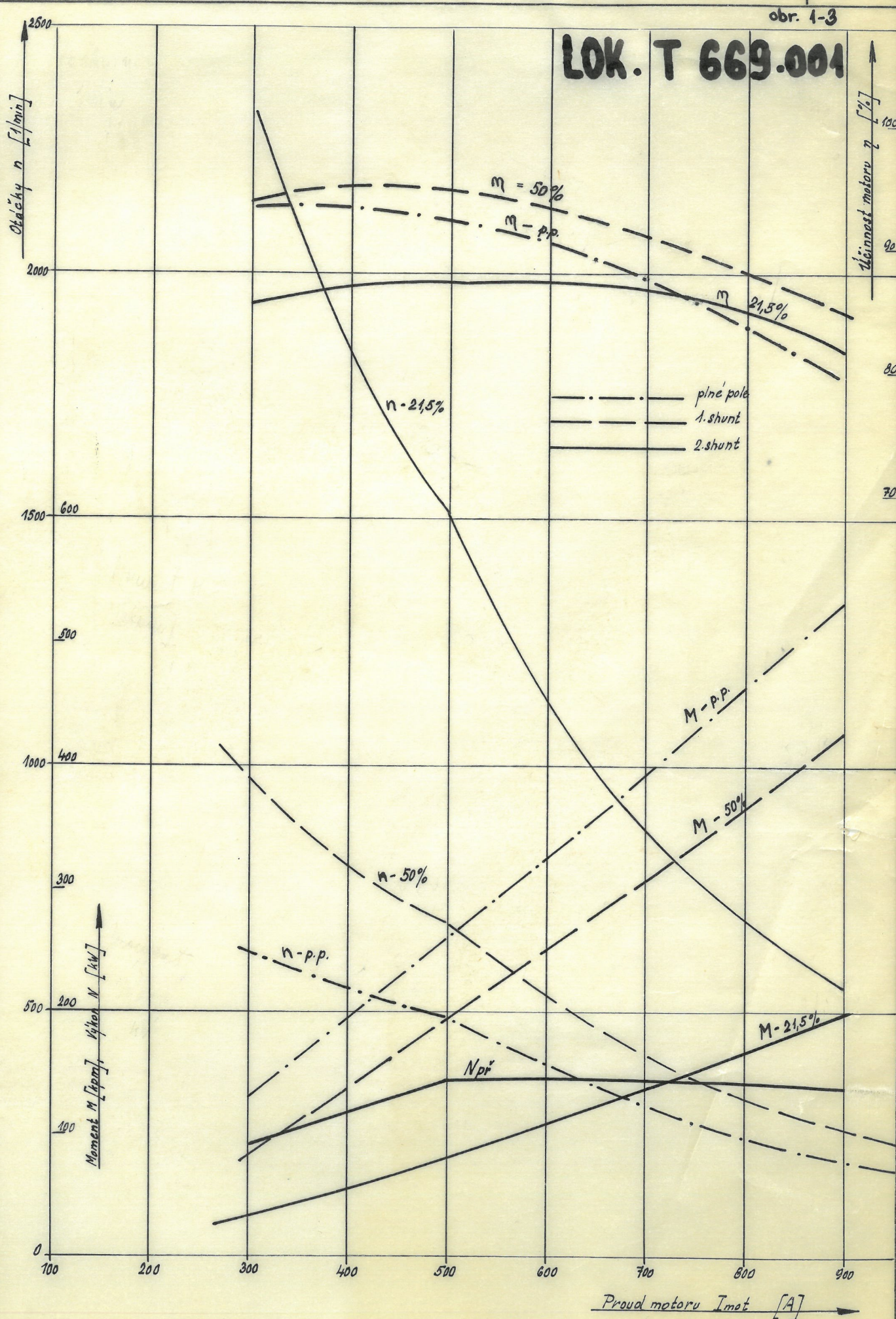
Jmenovitý výkon motoru 995 kW

bod: 1 - 790 kW - 79,4 %
2 - 680 kW - 68,3 %



VNĚJŠÍ CHARAKTERISTIKY GENERÁTORU TD 802-LOK. T 669.0001





ním v měsíci únoru, kdy byla také VÚD předána nová dokumentace o charakteristice trakčního dynama a trakčního motoru. Vlastní přebzdění lokomotivy se však opozdilo a uskutečnilo se až v březnu 1965. Po přebzdění lokomotivy provedl VÚD nové trakční zkoušky a to převážně jen pro 8. výkonový stupeň, pro všechny alternativy buzení trakčních motorů, dále i mimo oblast působení buzení při automatickém šentování již nepřicházející v úvahu.

Pro kontrolu byly tentokrát měřeny proudy trakčních motorů i jejich napětí.

1.1 Popis a hlavní údaje lokomotivy T 669.0

Motorová lokomotiva je určena především pro těžký posun, přetahy a práci na svážném pahrbku.

Lokomotiva je provedena jako kapotová, s postranními plošinami, při čemž kabina je umístěna mezi předním a krátkým zadním představkem. V předním představku je umístěn naftový motor s generátorem, chladicí zařízení, brzdový kompresor, ventilátory chlazení trakčních motorů a písečník předního podvozku. Zadní představek obsahuje spouštěcí baterie a písečník zadního podvozku. Hlavní rám je zavěšen na dvou třínápravových podvozcích pomocí osmi závěs. Všechna dvojkolí podvozku jsou bržděna, pískována jsou vedoucí dvojkolí obou podvozků v obou směrech jízdy. Mezi oběma podvozky je na rámu zavěšena naftová nádrž. Přenos výkonu je elektrický.

Podvozek je třínápravový. Jeho rám je svařovaný z plechů, čtyřhranných trubek a odlitků. Dvojkolí, jež jsou všechna hnací, jsou uložena v kyvných ramenech, vertikálně odpružených dvěma souosými šroubovými pružinami. Tlapové trakční motory s cizí ventilací jsou pružně zavěšeny v rámu podvozku. Každé dvojkolí je bržděno oboustranně vzduchotlakovou brzdou.

Přenos tažné síly je proveden středním otočným čepem s boční vůlí, jež se opírá o rám podvozku v opěrných plochách opatřených deskami z manganové oceli s pryžovou, navulkanisovanou vložkou.

Hlavní rám celosvařované konstrukce je tvořen dvěma podélníky tvaru "I" stejného průřezu. Nad oběma podvozky jsou vytvořeny masivní příčky, na nichž je upevněn čep přenosu tažné síly a konzoly pro uchycení závěsek podvozku. Další příčky jsou vytvořeny pod opěrami motorgenerátoru.

V rámu jsou vybudovány prostory pro uložení balastu s ohledem na docílení požadované adhesní váhy. Ruční brzda, jejíž stojan je přivařen přímo na hlavní rám, je provedena jako řetězová a slouží pouze k zajištění stojícího vozidla.

Po stranách rámu jsou upevněny plošiny, přechodový můstek je instalován pouze na zadní straně rámu. Celá váha spočívá na podvozcích prostřednictvím osmi závěsek, jež jsou pružně uloženy na gumokovových lamelách.

Naftový motor typu ČKD K 6 S 310 DR s jednoložiskovým generátorem, který je s klikovým hřídelem spojen přírubově, tvoří jeden montážní celek. Je uložen na hlavním rámu čtyřbodově na pryžových podložkách a proti příčnému a podélnému posunutí je zajištěn čtyřmi čepy, které jsou uloženy v pryžových pouzdrech.

Od naftového motoru je přes hydrodynamickou převodovou skříň pomocných pohonů poháněn brzdový kompresor a ventilátor hlavního chladicího okruhu. Od této skříně je též poháněn pomocí klínových řemenů ventilátor chlazení trakčního motoru předního podvozku. Ventilátor pro chlazení trakčních motorů zadního podvozku je poháněn řemenicí od hlavního generátoru.

Naftová nádrž je zavěšena mezi podvozky na spodních pásnicích podélníků rámu. Je svařena z plechu a vyztužena uvnitř vlnolamy a přepážkami.

Chladicí okruh je rozdělen na dvě části. V hlavní části je chlazená voda pro chlazení pláště naftového motoru, v pomocné části voda pro chlazení vzduchu v mezichladiči a motorového oleje v olejovém chladiči.

Chladič je složen z třížebrovkových článků, které jsou vestavěny do bloků, jež tvoří montážní celek sestavený předem s ventilátory a uložený v pryžových pouzdrech na konsolách přivařených na hlavní rám. Vzduchovody oddělují články hlavního okruhu od pomocného a rovněž od prostoru strojovny. Na obou stranách chladicích bloků i nad difuzéry ventilátorů jsou pneumaticky ovládané žaluzie. Ventilátor hlavního okruhu je poháněn od naftového motoru přes hydrodynamickou převodovku pomocných pohonů. Ventilátor pomocného okruhu má vlastní poháněcí elektromotor. Pro chlazení trakčních motorů každého podvozku je použito oboustranně sacích ventilátorů. Vytápění kabiny je provedeno kaloriferem, jímž protéká teplá chladicí voda z okruhu.

Lokomotiva je vybavena vzduchotlakovou samočinnou, nepřímoučinnou (vlakovou) brzdou s brzdícím Kazancev 222 a přímočinnou (lokomotivní) vzduchotlakovou brzdou pro brzdění samotné lokomotivy. Dva třínápravové podvozky na lokomotivě jsou brzděny současně, nezávisle na sobě. Potřebný vzduch pro tlakovou brzdu a ostatní pneumatická zařízení na lokomotivě dodává tříválcový dvoustupňový kompresor typu K 2, poháněný od volného konce naftového motoru přes hydrodynamickou převodovku. Vzduch je tlačěn z prvního stupně přes mezichladič umístěný v přední kapotě u čel-

ních dvířek a odtud je nasáván druhým stupněm a vytlačován přes dochlazovač do vzduchojemu. Hlavní vzduchojemy jsou čtyři a jsou umístěny pod plošinami.

Kabina lokomotivy je umístěna mezi předním a zadním představkem. Kabina strojvedoucího má na obou čelech prodloužené nástavce ve tvaru kapot. Její kostra je provedena z tažených profilů a oplechována. Kabina, která je tepelně a zvukově izolována, je uložena na čtyřech pryžových blocích. Čelní okna jsou pevná, boční posuvná. Vstupní dveře jsou umístěny úhlopříčně na pravé zadní a levé přední stěně. Stanoviště strojvedoucího, které je umístěno na pravé straně lokomotivy, má panel s přístroji a kontrolér, který je uložen v podélném směru lokomotivy. Stavitelné sedačky jsou na obou nástavcích kabiny.

V předním, prodlouženém nástavci kabiny jsou umístěny skříňky na nářadí a šatník. V zadním prodlouženém nástavci kabiny je uložen rozváděč.

V zadním představku jsou umístěny spouštěcí baterie a zadní část tvoří zásobník na písek, který se plní násypkou ve střeše. V čelních i bočních stěnách kapoty jsou umístěna dvířka. Zadní kapota je přivařena k rámu lokomotivy a s budkou spojena podajným lemem.

Přední představek je rozdělen na část střední a část přední. Pod střední kapotou je umístěn motorgenerátor, dynamobudič a ventilátor trakčních motorů zadního podvozku. V bočních stěnách kapoty jsou dvoukřídlivé dveře, opatřené v místě sání motoru deskovými filtry. Střecha je snímatelná a má montážní dvířka. Střední kapota je s kabinou spojena podajným lemem a k rámu lokomotivy je přišroubována. V prostoru přední části představku je umístěn brzdový kompresor s chladičem a dochlazovačem, hydraulická převodovka pomocných náhonů, ventilátor trakčních motorů předního podvozku a chladicí články. V zadní pevné části střechy jsou zabudovány ventilátory chlazení, v přední pevné části střechy je umístěna násypka na písek, jehož zásobník tvoří přední část kapoty. Část střechy nad brzdovým kompresorem je snímací. V bočních stěnách jsou žaluzie chladicích článků a dveře. V čelní stěně jsou umístěny dveře s prolisy. Přední část kapoty je na rámu lokomotivy přivařena a spojena se střední částí kapoty podajným lemem.

Hlavní údaje lokomotivy:

Rozchod kol	1435 mm
Váha lokomotivy	113 Mp
Průměr kol (nové obruče)	1050 mm
Nápravový tlak	18,9 Mp
Konstrukční rychlost	90 km/h

Nejmenší poloměr pojížděného oblouku 80 m
 Tažná síla při rozjezdu ($\varphi = 0,33$) 40 500 kp
 Trvalá tažná síla 23 000 kp
 Hlavní generátor typu TD 802 o výkonu 885/885 kW s cizí ventilací, otáčky 750 1/min
 Trakční motor je seriový, typ TE 006 o výkonu 126/133 kW s cizí ventilací, max. otáčky 1660 1/min
 Převod na nápravu 76 : 15 ($\mu = 5,06$)
 Lokomotiva je určena především pro těžký posun. Regulační rozsah hlavního generátoru je omezen. Plného výkonu se při dnešním převodovém poměru využívá do rychlosti cca 60 km/h. Lokomotiva má šest trakčních motorů, z nichž vždy dva jsou trvale řazeny seriově. Pro rozšíření jejich charakteristiky je použito zeslabení magnetického pole a to ve dvou stupních.

1.2 Teoretické stanovení tažných sil a výkonu na háku z charakteristik trakčního generátoru a trakčního motoru.

Tažné síly na obvodu kol, resp. výkonu na obvodu kol se stanovily z charakteristik trakčního dynama a trakčních motorů.

Tažná síla na obvodu kol se stanovila ze vztahu

$$T_0 = \eta_p \cdot i \cdot \frac{2 M_m \cdot \mu}{D_0}$$

kde i = počet trakčních motorů ($i = 6$)
 M_m = moment jednoho motoru (kpm) na výstupu (z charakteristiky)
 μ = převodový poměr (76 : 15) = 5,06
 D_0 = průměr hnacích kol (1050 mm)
 η_p = účinnost ozubeného převodu pohonu dvojkolí včetně ztrát v ložiskách ($\eta_p = 0,97$)

Tažné síly se stanovily pro odstupňované proudy hlavního generátoru, t. j. 1/3 proudu trakčního motoru pro 8. jízdní stupeň pro plné pole i obě zeslabení.

Rychlost jízdy, úměrná otáčkám motoru n , je dána vztahem

$$V = \frac{n}{5,3} \cdot \frac{D}{\mu}$$

kde význam značek je stejný jako při výpočtu tažné síly.

Výkon lokomotivy na obvodu hnacích kol plyne ze vztahu

$$N_0 = i \cdot I_m \cdot E_0' \cdot \eta_m \cdot \eta_p \quad [\text{kW}] \quad \text{resp.} \\ 1,36 i \cdot I_m \cdot E_0' \cdot \eta_m \cdot \eta_p \quad [\text{k}]$$

kde I_m = proud jednoho motoru (A)
 E_0' = skutečné napětí jednoho motoru (V)
 η_m = účinnost trakčního motoru

Vztah mezi tažnou silou a odpovídající rychlostí se stanoví z vlastní měnivosti otáček motoru $\delta = \frac{V}{2E_0'}$, kde E_0' je skutečné napětí jednoho motoru.

Na obrázku 1.2-1 jest zakreslen jednak průběh tažné síly na obvodu kol v závislosti na rychlosti pro 8. jízdní stupeň, jednak závislost tažné síly na celkovém trakčním proudu pro všechna tři magnetická pole trakčních motorů (před úpravou).

Na obrázku 1-1 ukazující využití výkonu na obvodu kol pro 8. jízdní stupeň jsou vyznačeny rozsahy jednotlivých magnetických polí motorů a současně výkonové skoky. Výkonový skok mezi plným polem a 1. šentem je asi 15 kW, mezi 1. a 2. šentem 110 kW, tj. 150 k.

Do obrázku 1.2-1 jsou zaneseny naměřené tažné síly na obvodu kol. Body se celkem dobře přimykají křivkám tažných sil stanovených výpočtem.

Na obrázku 1.2-2 je vnější charakteristika trakčního generátoru podle měření na vodním odporu po úpravě elektrického přenosu a na obr. 1.2-3 je charakteristika trakčního motoru pro konstantní přímku 148 kW. Z těchto charakteristik byly pak výše popsaným způsobem stanoveny tažné síly na obvodu kol, znázorněné na obrázku 1.2-4, kam jsou zaneseny měření získané hodnoty tažných sil pro 8. výkonový stupeň (měření konané v r. 1965). Naměřené hodnoty se velmi dobře shodují pro plné magnetické pole motorů, na 1. i 2. šentovacím stupni jeví se již značnější rozdíly. Výkon generátoru na jeho svorkách je zobrazen na obrázku 1.2-5 pro výkonové stupně 8., 6. a 4. a na obrázku 1.2-6 pro výkonové stupně 7., 5. a 3. Výkon na obvodu kol, získaný výpočtem ukazují obrázky 1.2-7 a 1.2-8.

2. Zkoušky lokomotivy

2.1 Účel zkoušek a jejich rozdělení

Po ověření trakčních a jiných provozních vlastností lokomotivy (na př. hluk) byla provedena řada zkoušek.

1) Zkoušky trakční a zkoušky spotřeby.

Účelem těchto zkoušek bylo stanovení trakční charakteristiky jednak pro účely vozební, jednak pro porovnání s teoreticky předběžně stanovenou charakteristikou této lokomotivy. Součástí těchto zkoušek bylo stanovení jízdního odporu a stanovení součinitele rotujících hmot.

2) Zkoušky adhezní, jež měly ověřit adhezní vlastnosti lokomotivy s hlediska potřeb provozu.

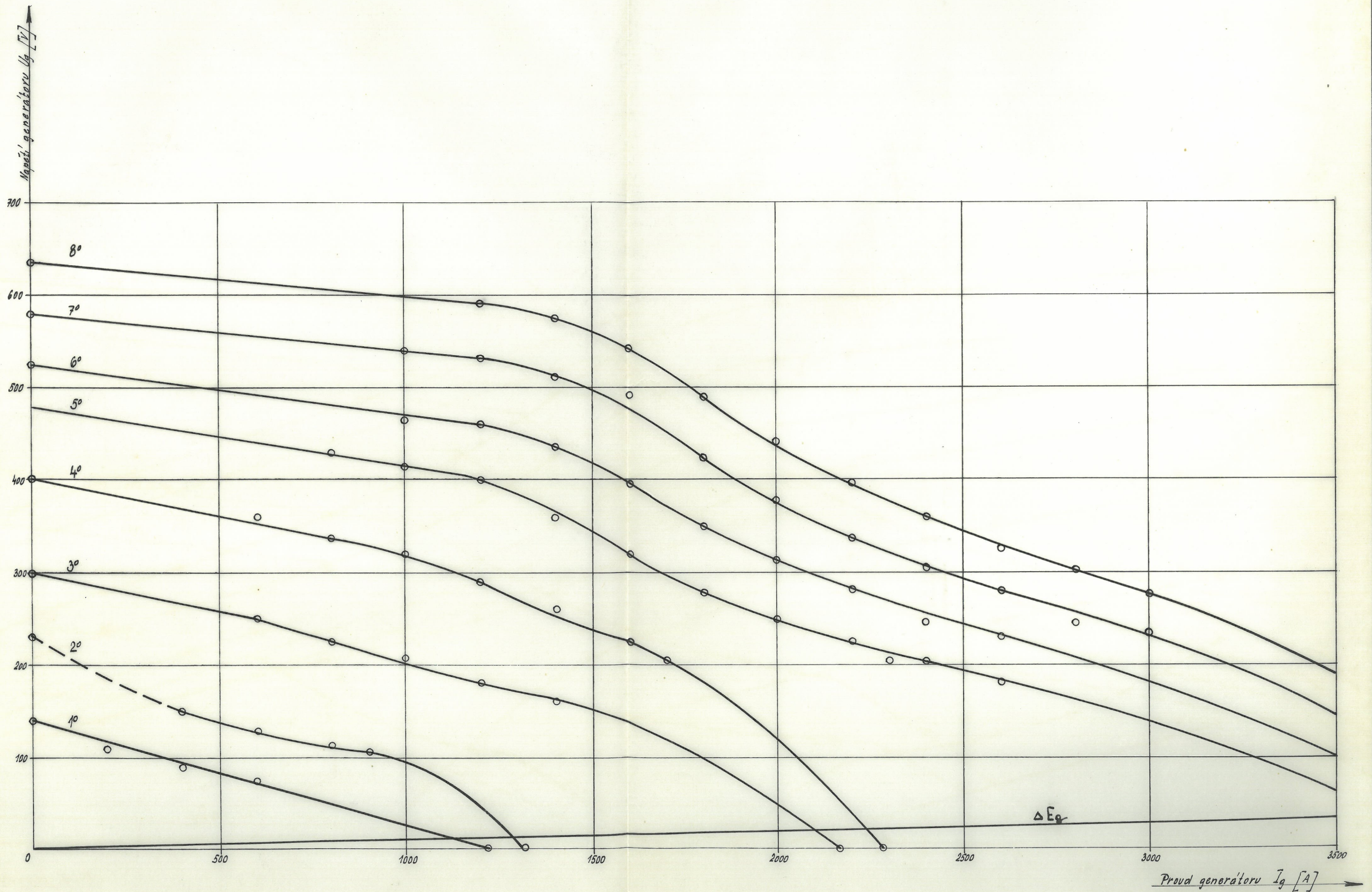
3) Rozjezdové zkoušky ke stanovení rozjezdových vlastností lokomotivy ve vztahu k velikosti zátěže.

4) Vytrvalostní dvanáctihodinová zkouška měla za účel prokázat spolehlivost hlavních uzlů lokomotivy (motoru, generátoru i tr. motorů).

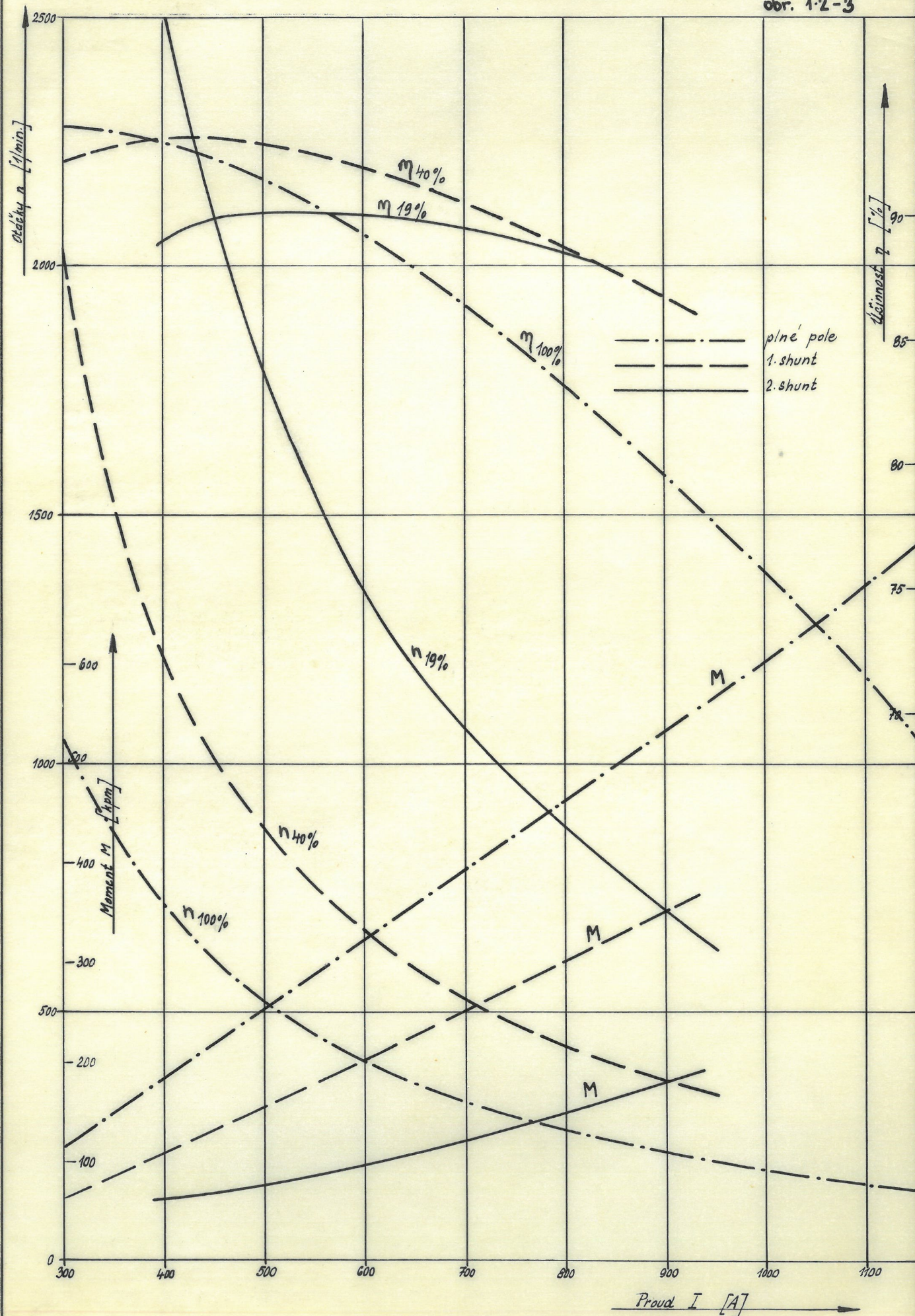
VNĚJŠÍ CHARAKTERISTIKA GENERÁTORU TD 802 - LOK. T 669.004 - brzděno na vodním odporu:

11

obr. 1-2-2

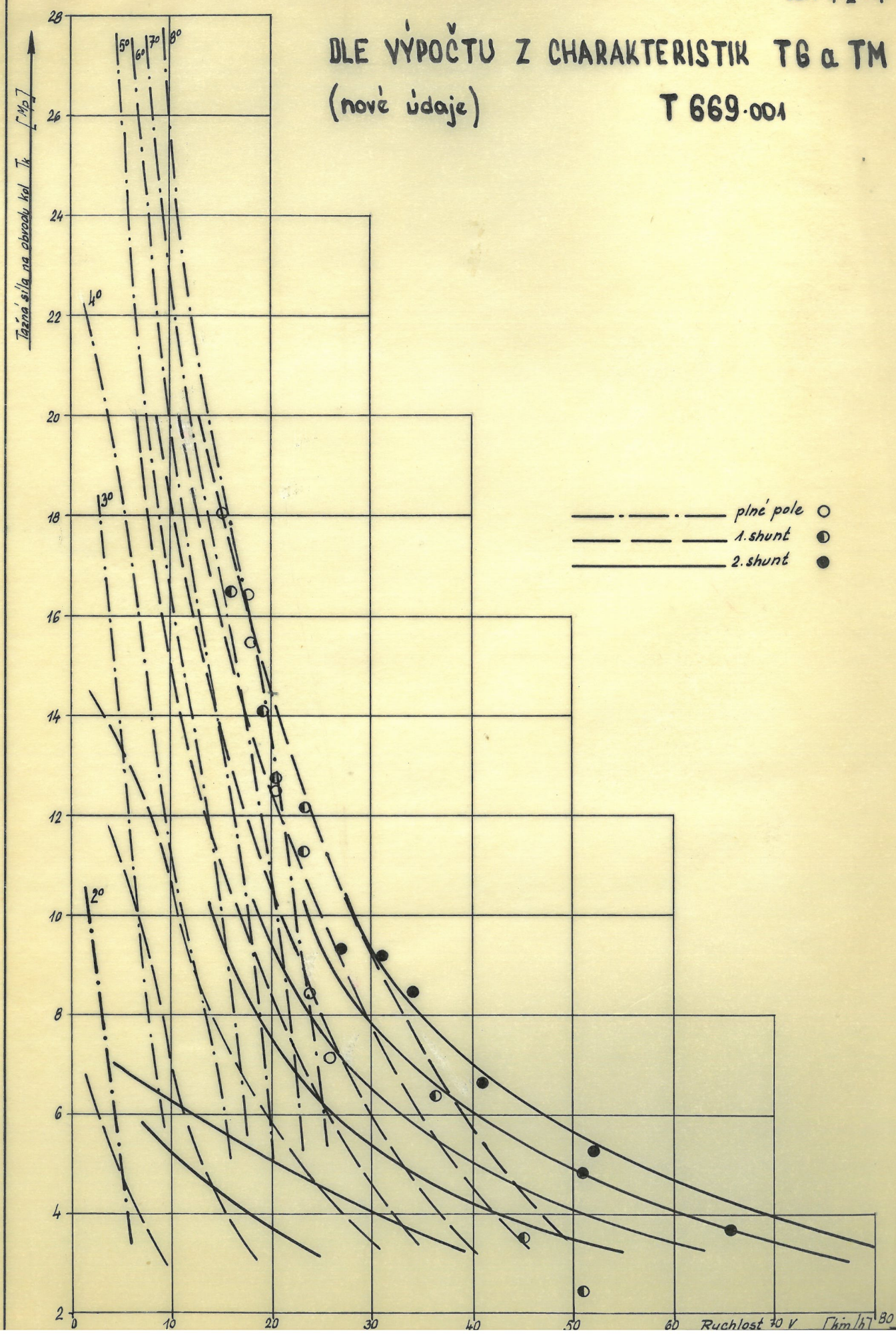


obr. 1-2-3



obr. 1.2-4

DLE VÝPOČTU Z CHARAKTERISTIK TG a TM
(nové údaje) T 669.001



LOK. T 669.001

Provedení	VLIV USPOŘÁDÁNÍ TRAKČNÍCH MOTORŮ NA ZMĚNU NÁPRAVOVÝCH TLAKŮ.	Číslo nejvíce odlehčeného dvojkolí	Odlehčení nejvíce odlehčeného dvojkolí v kp	Součinitel využitelnosti α v %
	Schema			
1	VI. V. IV. III. II. I. 	IV.	3032	83,89
2		I.	2240	88,1
3		II.	4547	75,88
4		III.	1998	89,4
5		III.	4106	78,2
6		I.	4327	77,02
7		I.	3044	83,83
8		II.	3722	80,2

Provedení v T 669.001 1

Další možná provedení 2 ÷ 8

Z uvedeného rozboru využití adhezní váhy s hlediska největšího odlehčení dvojkolí je patrné, že provedené uspořádání (případ 1) leží asi ve středu daných možností. Nejhorší je případ 6, kdy je adhezní váha využita jen na 77,02%. Nejlepší pak je případ 4, kdy jsou trakční motory uspořádány středově souměrně dle osy lokomotivy a směřují všechny svým pohonem do středu lokomotivy. V tomto případě lze využít sdhezní váhy bez dalších opatření na 89,4%. Za použití vzduchových válců u III., resp. IV. dvojkolí (dle směru jízdy), jimiž by se snížil účinek závěsky trakčního motoru, bylo by možné dosáhnout vyšších hodnot.

Pro posunovací lokomotivu, u níž jízda ve vysokých tažných silách při nízkých rychlostech je velmi častým zjevem, je popsána úprava nejvýše nutná. Znamená však změnu koncepce podvozku, docílí se ovšem podstatného zlepšení trakčních vlastností. Současně nutno docílit, aby otočný čep neměl v provozu podélnou vůli, která zhoršuje trakční vlastnosti. Další zhoršení těchto vlastností způsobuje pryž pružných disků svislých závěsek, neboť odvlivňuje rozložení nápravových tlaků při staticky neurčitěm uložení rámu podvozku. Je proto doporučení hodné vytvořit podvozky staticky určité, tedy s provahadlováním vypružení dvou ze tří dvojkolí.

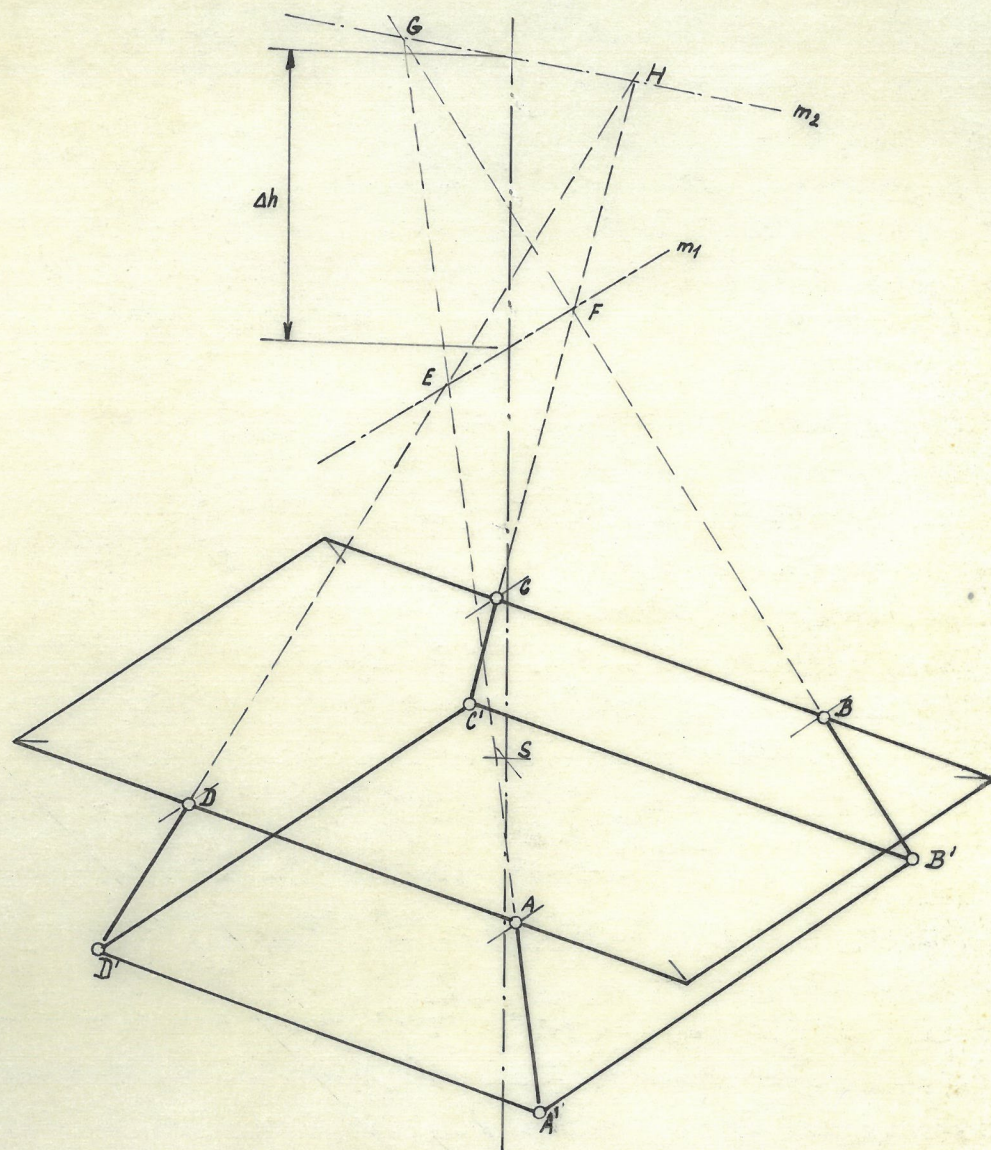
2.3.3 Seriové provedení se šikmými závěskami.

Seriová motorová lokomotiva řady T 669.0 stejně jako lokomotivy ČME 3, dodávané do SSSR, mají mít dle schvalovací dokumentace prototypu závěsky šikmé: v příčném řezu je odchylka osy závěsky od svislice 12° , v podélném pohledu je odchylka $5^\circ 30'$. Osy závěsek se protínají ve výšce h , resp. h' nad temenem koleje, viz obrázek 2.3-12. Roviny závěsek se protínají v tomto případě ve dvou mimoběžných přímkách, jež jsou výškově od sebe vzdáleny o $4h = 91$ cm. Takto uspořádané závěsky v případě, že by v kloubech závěskových nebyly vloženy pryžové bloky, by vůbec nemohly plnit funkci náhradní ploché torny, protože takový mechanismus není schopen realizovat natáčení podvozku vůči skříní. Pryžové bloky dovolují za cenu deformace mírný natáčivý pohyb podvozku vůči rámu podvozku, ovšem za doprovodu změn sil, jež se promítají i na zatížení rámu podvozku. Není proto toto uspořádání pro lokomotivu vůbec vhodné.

V případě, že dojde k úchylce výše uvedených úhlů, na příklad při úchylce jednoho úhlu o $30'$, zmenší se rozdíl výšek obou mimoběžek, v nichž se protínají roviny závěsek, již na 30 cm; v případě, že se oba úhly odchýlí o $30'$ na hodnoty 6° a $11^\circ 30'$ je rozdíl poloh obou mimoběžek již jen dva centimetry a lze pak uvážit, že se osy závěsek protínají v jednom bodě a vytvářejí jehlan s vrcholem ve výši 7,77 m nad temenem koleje (při nových obručích kol). V tomto případě (obrázek 2.3-13) se chová mechanismus jako náhrada ploché torny se dvěma stupni volnosti, ukazuje

na podvozku lokomotivy T 669.0 na šikmých závěškách.

obr. 2.3-12



AA', BB', CC', DD' - šikmé závěšky

A'B'G - rovina závěsek δ,

D'C'H - rovina závěsek γ,

roviny γ, δ se protínají v mimoběžce m₁roviny δ, γ se protínají v mimoběžce m₂Δh - vzdálenost mimoběžek m₁, m₂

S - místo uložení otočného čepu

ABCD - rám podvozku

A'B'C'D' - rám skříně

Kreslen případ (schematicky) pro úhly odpovídající výkresu ČKD

Podrobný výpočet rozměrových poměrů v obr. 2.3-13

Šikmé závěšky T 669.0

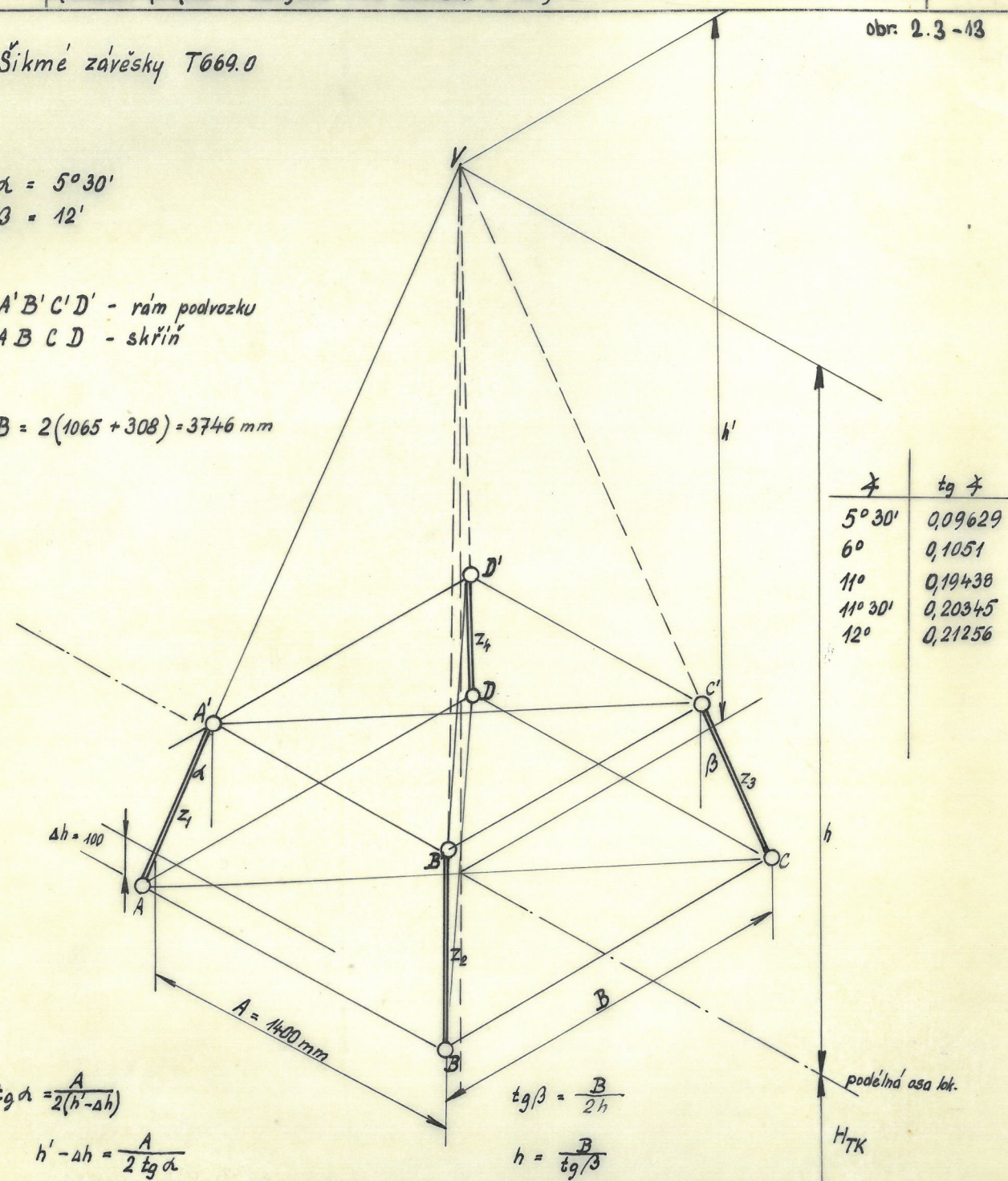
$$\alpha = 5^{\circ}30'$$

$$\beta = 12'$$

A'B'C'D' - rám podvozku

ABCD - skříň

$$B = 2(1065 + 308) = 3746 \text{ mm}$$



α	tg α
5°30'	0,09629
6°	0,1051
11°	0,19438
11°30'	0,20345
12°	0,21256

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{A}{2(h - \Delta h)}$$

$$h' - \Delta h = \frac{A}{2 \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B}{2h}$$

$$h = \frac{B}{2 \operatorname{tg} \beta}$$

úhel α, β	5°30'	6°	11°	11°30'	12°
h' (m)	7,37	6,76			
h (m)			7,06	6,74	6,46

$$h' - h = 6,76 - 6,74 = 0,02 \text{ m}$$

$$h' - h = 7,37 - 7,06 = 0,31 \text{ m}$$

$$h' - h = 6,76 - 6,46 = 0,30 \text{ m}$$

normálně

$$\Delta h = h' - h = 7,37 - 6,46 = 0,91 \text{ m}$$

$$H_{TK} = 1,021 \text{ m}$$

2.3.13

se však, že při vychýlení ve směru příčném vnáší se do rámu přídavné síly ve směru úhlopříčném a způsobují stejně jako v případě předchozím odlehčení dvou závěsek a přetížení druhých dvou závěsek ve směru úhlopříčném.

Popsaná úvaha platí pro případ, kdy v uložení otočného čepu v rámu podvozku není podélná vůle. V případě, že zde jistá vůle nastane - obrázek 2.3-14 - (na př. $w = 10 \text{ mm}$), dojde opět k podélnému pohybu podvozku vůči skříni, avšak pohyb rámu podvozku nebude nyní rovnoběžný s hlavním rámem lokomotivy, ale podvozek se bude kývat kolem přímky, v níž se protínají obě roviny závěsek; tato přímka leží ve výši 8,39 m nad temenem koleje (případ, kdy úhly $5^{\circ}30'$ a 12° jsou dodrženy) nebo se bude kývat kolem bodu ve výšce 7,77 nad temenem koleje, reprezentujícího pak kloub (v případě úchyly obou úhlů o $30'$ - viz výše). Mechanismus se šikmými závěskami není totiž již paralelogramem.

Toto naklopení rámu podvozku se projeví (v mezích podélné vůle) zhoršením adhezních vlastností lokomotivy vlivem další změny nápravových tlaků. Rovněž se v tomto případě ještě zhorší situace ve změnách silového zatížení závěsek. Zkušenost z prototypového provozu T 669.0001 je taková, že vzniku podélné vůle v uložení otočného čepu nelze zamezit.

Závěr:

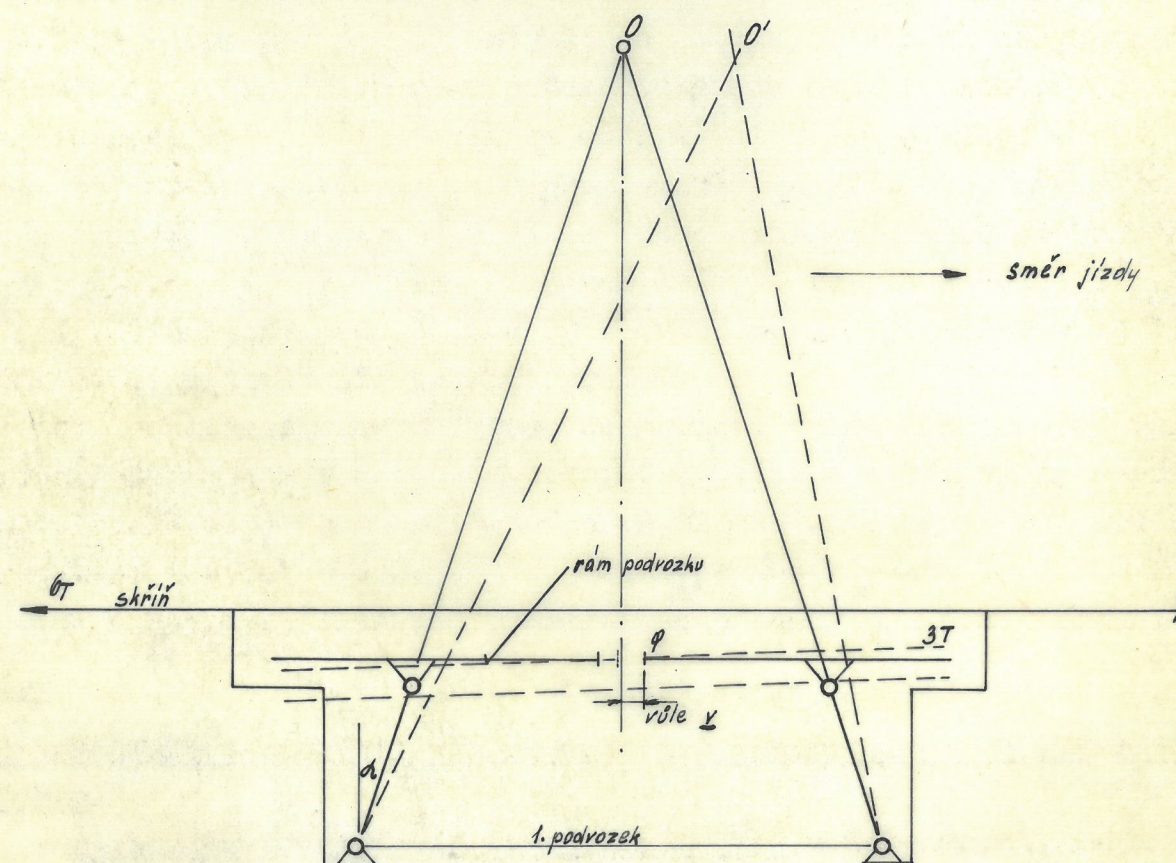
Zjištěný nízký součinitel adheze motorové lokomotivy T 669.0001 je způsoben

- nevhodným uspořádáním trakčních motorů v podvozcích,
- posuvem podvozku vůči skříni při vytvoření podélné vůle v uložení otočného čepu,
- rozdílnými charakteristikami pružicích disků s pryží v hlavách závěsek, jimiž je ovlivňováno za jízdy nepříznivě rozdělení kolových tlaků staticky neurčitého podvozkového rámu, který je nadto i velmi citlivý na nerovnosti tratí,
- nezávislým vypružením rámu podvozku na dvojkolích bez použití vahadel.

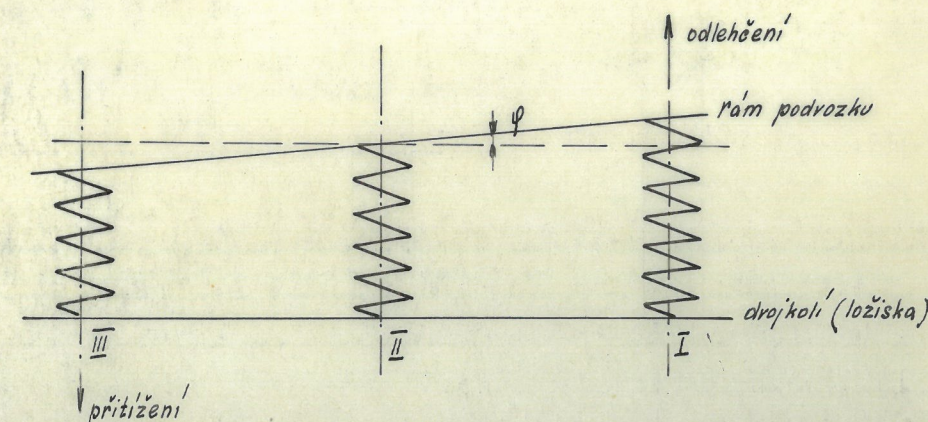
Tyto vlastnosti snižují hodnotu lokomotivy T 669.0 zejména podstatně v posunovací službě a snižují i zátěž v traťové službě, kdy je nutno počítat s bezpečnou jízdou vlaku i při vlhkých a kluzkých kolejnicích.

Pro seriové provedení lokomotivy nelze vůbec doporučit provedení šikmých závěsek a bylo by účelné vlastní podvozek přestavět s uložení trakčních motorů dle případu 4 s použitím vzduchových válců k vyrovnání změny nápravových tlaků na IV. a III. dvojkolí s případným elektrickým vyrovnáním zbytku změny nápravových tlaků. Současně je účelné provahadlování podvozků, aby se rozdělení nápravových tlaků stalo staticky určitým.

V ULOŽENÍ OTOČNÉHO ČEPU PŘI ŠIKMÝCH ZÁVĚSKÁCH



φ - výchylka



přetížení

2.4. Zkoušky rozjezdové

Lokomotiva T 669.0 je určena pro těžký posun a proto bylo účelné provést s ní rozjezdové zkoušky. Byly provedeny na ŽZO ve Velimí na přímé vodorovné trati okruhu v r.1964, tedy ještě před úpravou přenosu. Při zkouškách se použil dynamometrický vůz 962, který se řadil ihned za lokomotivu. V dynamometrickém voze se pak přímo zaznamenal průběh rozjezdu, t.j. závislost rychlosti na čase.

Rozjezdové zkoušky byly provedeny se soupravou nákladních vozů většinou ložených, dvounápravových a čtyřnápravových. Váha celé soupravy činila 2180 Mp. Provedeny rozjezdy se zátěží maximální a dále se snižovala postupným odpínáním skupin vozů tak, aby váhy zátěže se snižovaly přibližně řadou aritmetickou. Bylo provedeno celkem 7 rozjezdů a to se zátěží 2180 Mp, 1786 Mp, 1365 Mp, 935 Mp, 515 Mp, 191 Mp, 41 Mp (samotný dynamometrický vůz).

S ohledem na to, že tažná síla lokomotivy při rychlostech blízko nuly pro nejvyšší výkonový stupeň leží nad tažnou silou danou adhesí, byl rozjezd řízen pokyny z dynamometrického vozu tak, že s postupně nabývajícím rychlostí byly zařazovány větší výkonové stupně a tím se plně využilo adheze lokomotivy. Při rozjezdech s menší zátěží je růst rychlosti na počátku rozjezdu velmi prudký, takže možno s ohledem na časové zpoždění stavěče otáček zařadit ihned na počátku rozjezdu vysoký výkonový stupeň bez nebezpečí prokluzu kol.

Výsledky zkoušek byly zpracovány graficky a jsou uvedeny na obrázcích 2.4-1, 2.4-2 a 2.4-3.

Na obrázku 2.4-1 jest znázorněna závislost dosažené rychlosti při rozjezdu na čase pro zátěže, se kterými byly provedeny zkoušky. Obrázek 2.4-2 je obdobný obr. 2.4-1, parametrem je zde však čas, odstupňovaný po 50 s.

Obrázek 2.4-3 udává závislost mezi drahou potřebnou k dosažení zvolené rychlosti pro různě veliké zátěže za předpokladu konstantního urychlení (m/s^2) během rozjezdu z rychlosti $V = 0$ až na rychlost V . Bylo použito vztahu $L = \frac{1}{2} \frac{V^2}{a}$, kde a a V byly vzaty z předchozích diagramů.

2.5. Vytrvalostní zkouška

Vytrvalostní zkouška byla provedena na ŽZO dne 20.dubna 1964 za následujících předpokládaných podmínek během období dvanácti hodin.

6,00 - 10,00 h nepřetržitá jízda na nejvyšším výkonovém stupni

10,00 - 14,00 h opakované rozjezdy na nejvyšší dosažené rychlosti; po ustálení rychlosti zastavení a zabrzdění

14,00 - 18,00 h dtto jako 1.část zkoušky.

První fáze vytrvalostní zkoušky, tj. nepřetržitá jízda byla zahájena v 6h 59 min. se zátěží 1851 Mp, vnější teplota byla $+8^{\circ}C$. Při zkoušce se v pravidelných intervalech odečítaly teploty chladicí vody motoru a teploty mazacího oleje dle údajů kontrolních měřicích přístrojů lokomotivy. Dynamometrický vůz se používal pro průběžné zjišťování hodnot sledovaných při trakčních zkouškách vozidla, t.j. rychlosti, tažné síly a pod. Zjištěné hodnoty jsou uvedeny na tabulce T 2.5-1. První fáze vytrvalostní zkoušky byla ukončena v 11,05 h, kdy se dokončil 16.okruh, t.j. po ujetí cca $16 \cdot 13 \text{ km} = 208 \text{ km}$.

Druhá fáze vytrvalostní zkoušky, t.j. opakované rozjezdy z klidu na nejvyšší rychlost probíhaly v době od 11,05 hod do 14,00 hod. při střední teplotě vzduší $+14^{\circ}C$. V tomto období bylo provedeno celkem 14 rozjezdů se zátěží 1841 Mp. Technika rozjezdu byla volena tak, aby vlak nabyl maximální rychlost v nejkratším časovém intervalu, načež následovalo zabrzdění a zastavení. Po odbrzdění soupravy následoval ihned další rozjezd. Přehled rozjezdů je na tabulce T 2.5-2.

Třetí fáze vytrvalostní zkoušky, tj. nepřetržitá jízda na nejvyšším výkonovém stupni byla provedena za stejných podmínek jako fáze 1. a to v době od 14,17 hod. do 17,44 hod. Některé základní údaje sledované v této fázi jsou na tabulce 2.5-3.

Vytrvalostní zkouška motorové lokomotivy T 669.0 proběhla ve všech fázích zcela úspěšně. Nebyly konstatovány žádné závady v práci hnacího ústrojí. Sledované základní údaje měřicích aparátů na stanovišti lokomotivy plně odpovídaly tolerovaným hodnotám zvoleného pracovního režimu a pracovním podmínkám, za nichž vytrvalostní zkouška probíhala.

2.6 Vyhodnocení akustických vlastností

2.6.1 Vnější prostor motorové lokomotivy

Výsledky měření hlučnosti ve vnějším prostoru jsou znázorněny obrázkem 2.6-1, který podává naměřené hodnoty získané jednak při volnoběhu hnacího motoru, jednak při 2/3 jmenovitého výkonu - 6.výkonový stupeň.

Maximální hladina hluku při 2/3 jmenovitého výkonu dosahuje pro km1-točtovou charakteristiku A hodnoty 93 dB. Motorová lokomotiva ř.T 669.0 je tedy s hlediska hlučnosti ve vnějším prostoru nevyhovující.

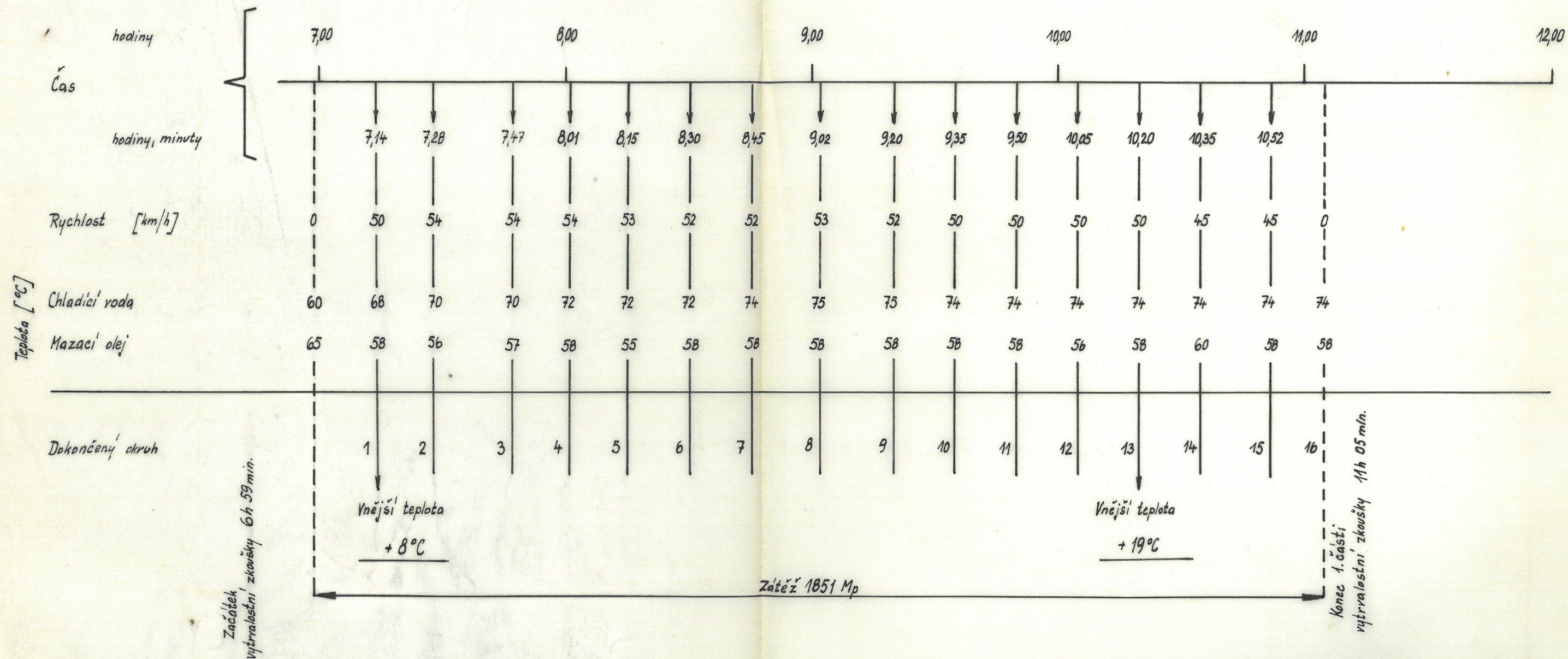
2.6.2 Stanoviště strojvedoucího

Měření hlučnosti bylo provedeno na stanovišti strojvedoucího - místo měření XV-1, při rychlosti jízdy $V = 80 \text{ km/h}$; jednak při jízdě silou při 2/3 jmenovitého výkonu hnacího motoru (označení měření XV/1), jednak při

I. ČÁST VYTRVALOSTNÍ ZKOUŠKY T 669.0001 - nepřetržitá jízda

60

tabulka 2.5 - 1



tabulka 2.5-2

Rozjezd	Nejvyšší dosažená rychlost	Ujetá dráha	
		do nejvyšší rychlosti	celkem
	km/h	m	m
1	50	4250	5150
2	48	3200	3850
3	41	3540	4650
4	58	9400	13500
5	56	7600	11650
6	52	6200	7210
7	50	6000	6250
8	52	6500	7100
9	52	5500	6500
10	55	6500	7200
11	45	4950	5550
12	55	7900	8550

III. ČÁST VYTRVALOSTNÍ ZKOUŠKY T 669.0001 - nepřetržitá jízda

62

tabulka 2.5-3

čas	14,00 15,00 16,00 17,00 18,00														
hodiny, minuty		14,32	14,47	15,01	15,16	15,31	15,45	16,02	16,54	16,31	16,46	17,02	17,17	17,32	
Rychlost [km/h]	0	55	55	55	55	56	54	55	55	55	55	55	56	60	0
Chladič' voda	74	75	75	74	74	76	76	76	74	74	74	74	74	74	74
Mazací olej	58	59	58	58	58	60	60	60	59	58	58	59	59	59	59
Dokončený' okruh		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Začátek 3. části vytrvalostní zkoušky 14 h 17 min. Vnější teplota 22°C						Zátěž 1851 Mp Vnější teplota 20°C						Konec 3. části vytrvalostní zkoušky 17 h 44 min	

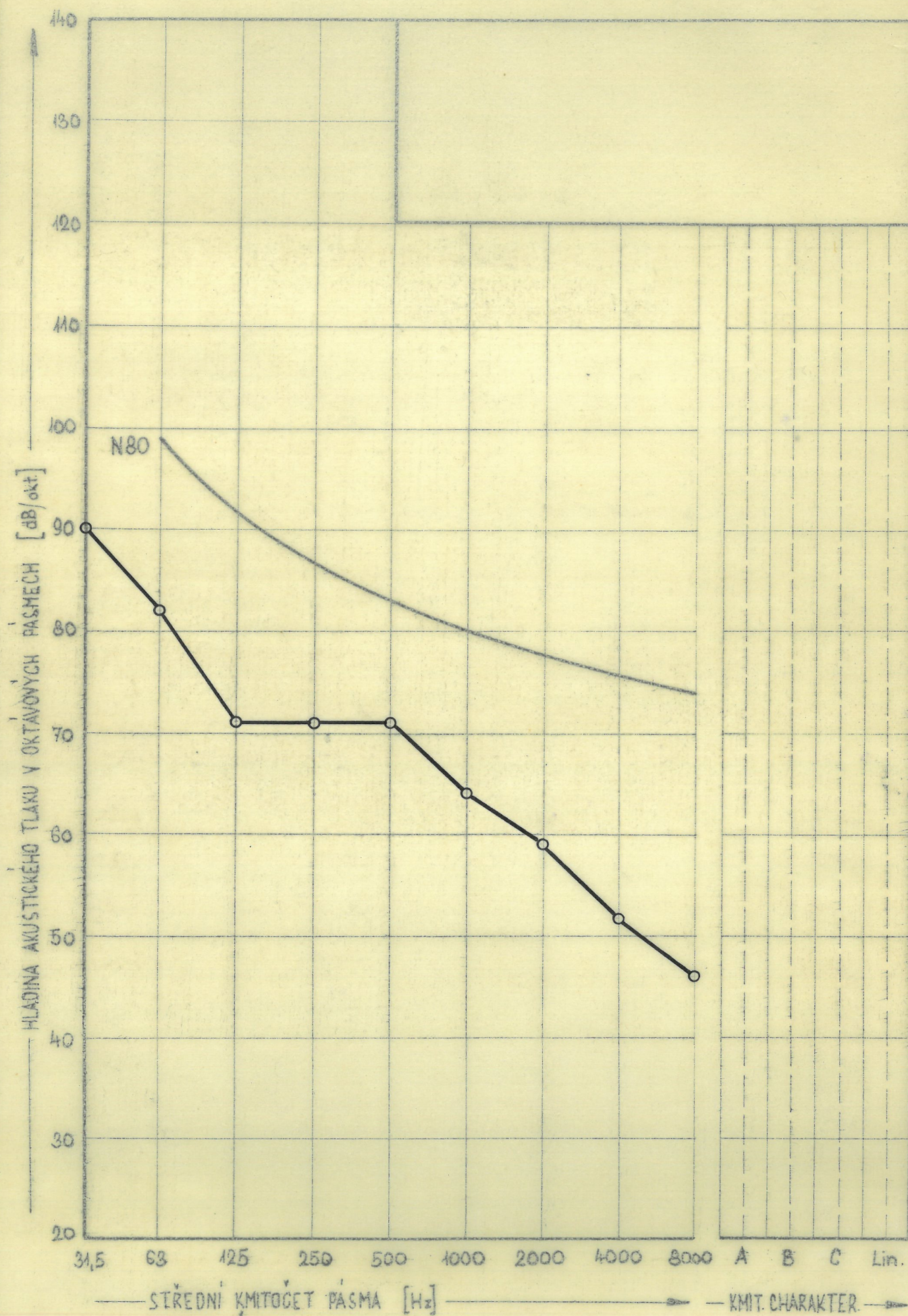
VÚD				65
tab. C XV (A)				

VÚD				66
tab. CXV (B)				
	Místo měření			
	XV - 1 STANOVIŠTĚ STROJVEDOUCÍHO			
Označení měření	XV/1b	XV/2b		
	Jízda silou	Jízda bez síly		N 80
A	73			-
B	84	nehodnoceno		-
C	96			-
Lin	100			-
31,5	96			109,9
63	87			98,7
125	84			91,6
250	75			86,4
500	73			82,7
1000	66			80
2000	60			77,7
4000	54			75,9
8000	48			74,4

VÚD

Řada vozidla:
T 669.0001Datum:
26.3.1965Místo měření: XV - 1
stanoviště strojvedoucíhoOznačení měř.:
XV - 1aList:
67

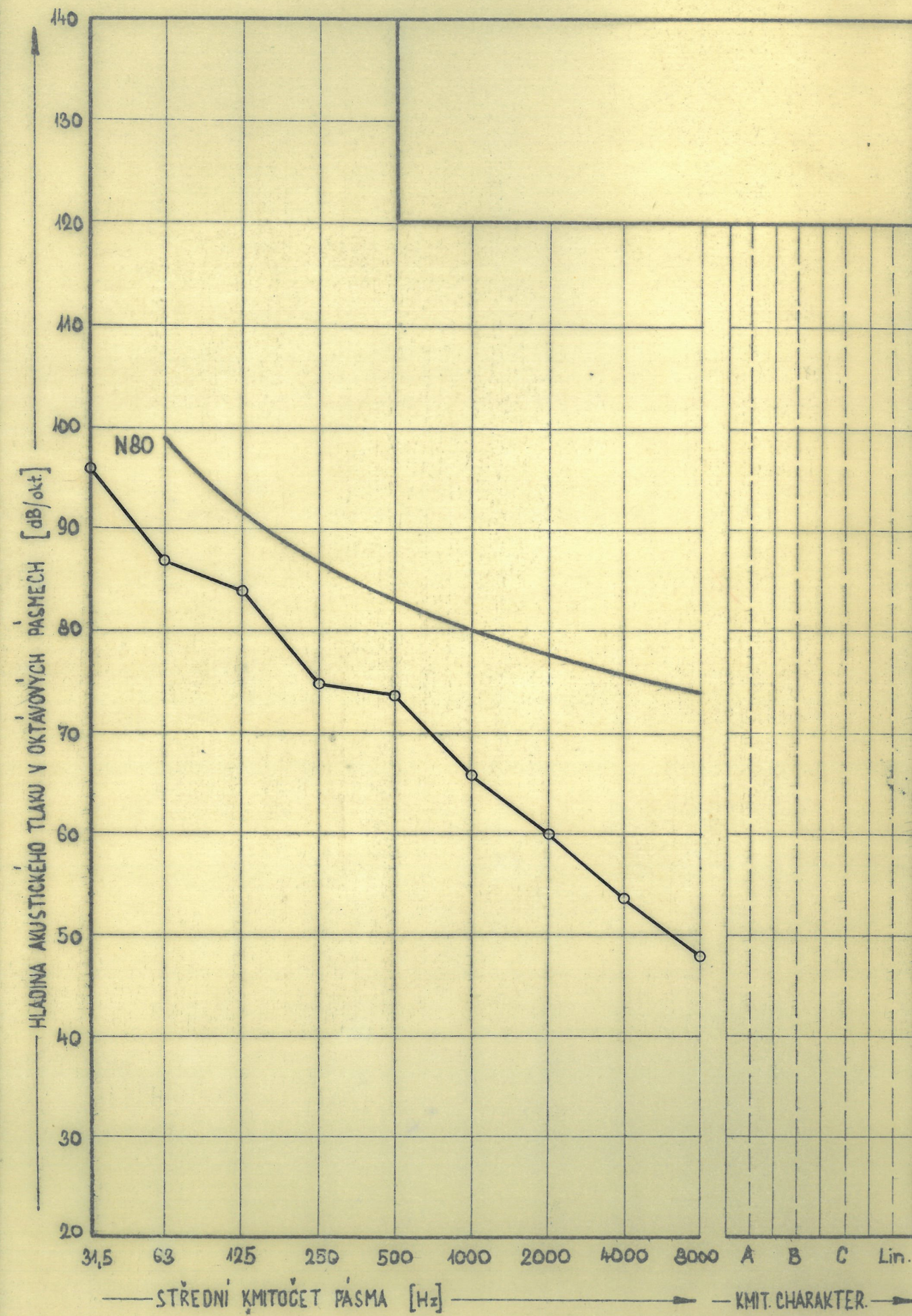
obr. 2.6-2



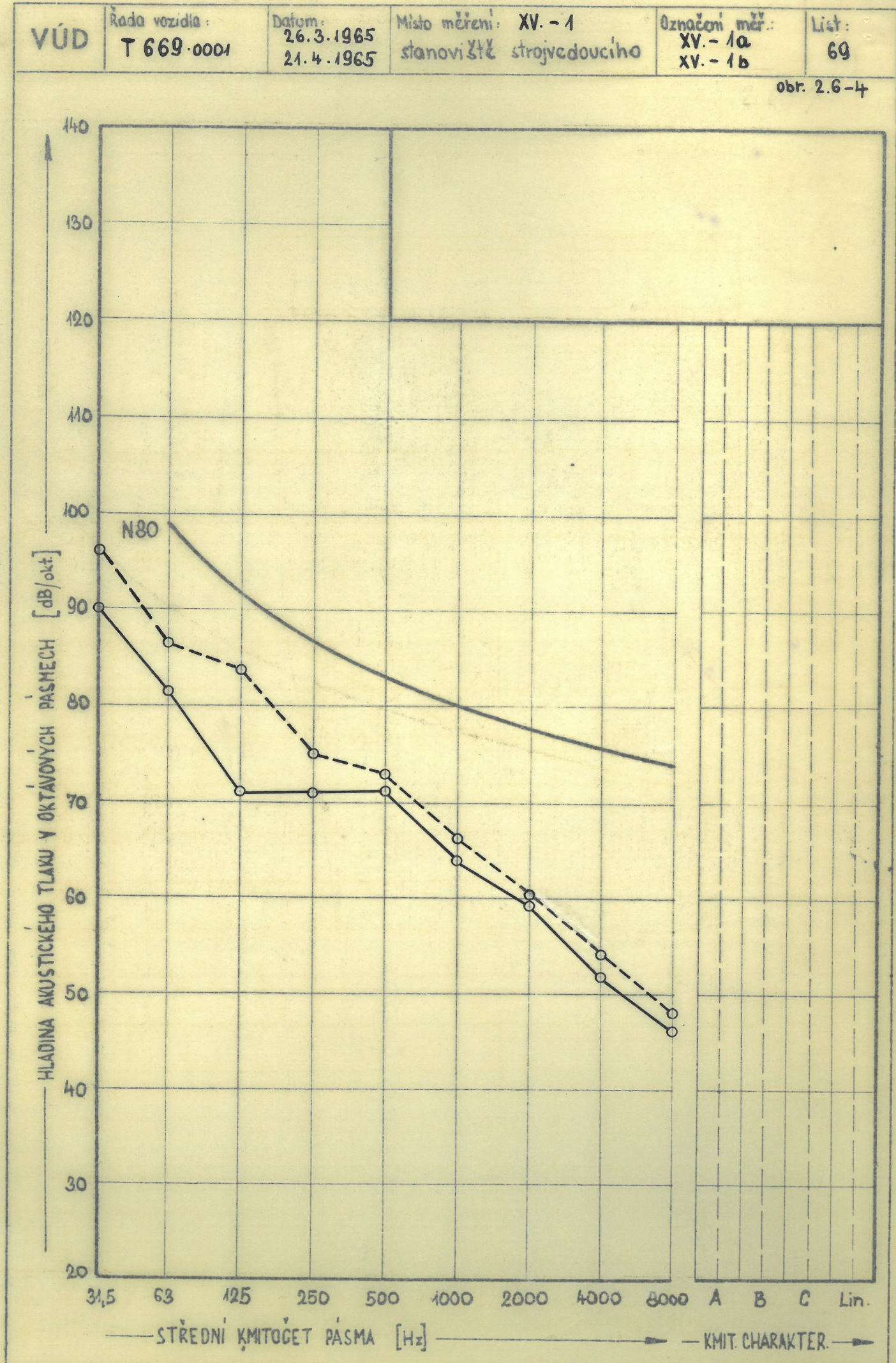
VÚD

Řada vozidla:
T 669.0001Datum:
21.4.1965Místo měření: XV - 1
stanoviště strojvedoucíhoOznačení měř.:
XV - 1bList:
68

obr. 2.6-3



VÚD				70
tab. CXV.(c)				

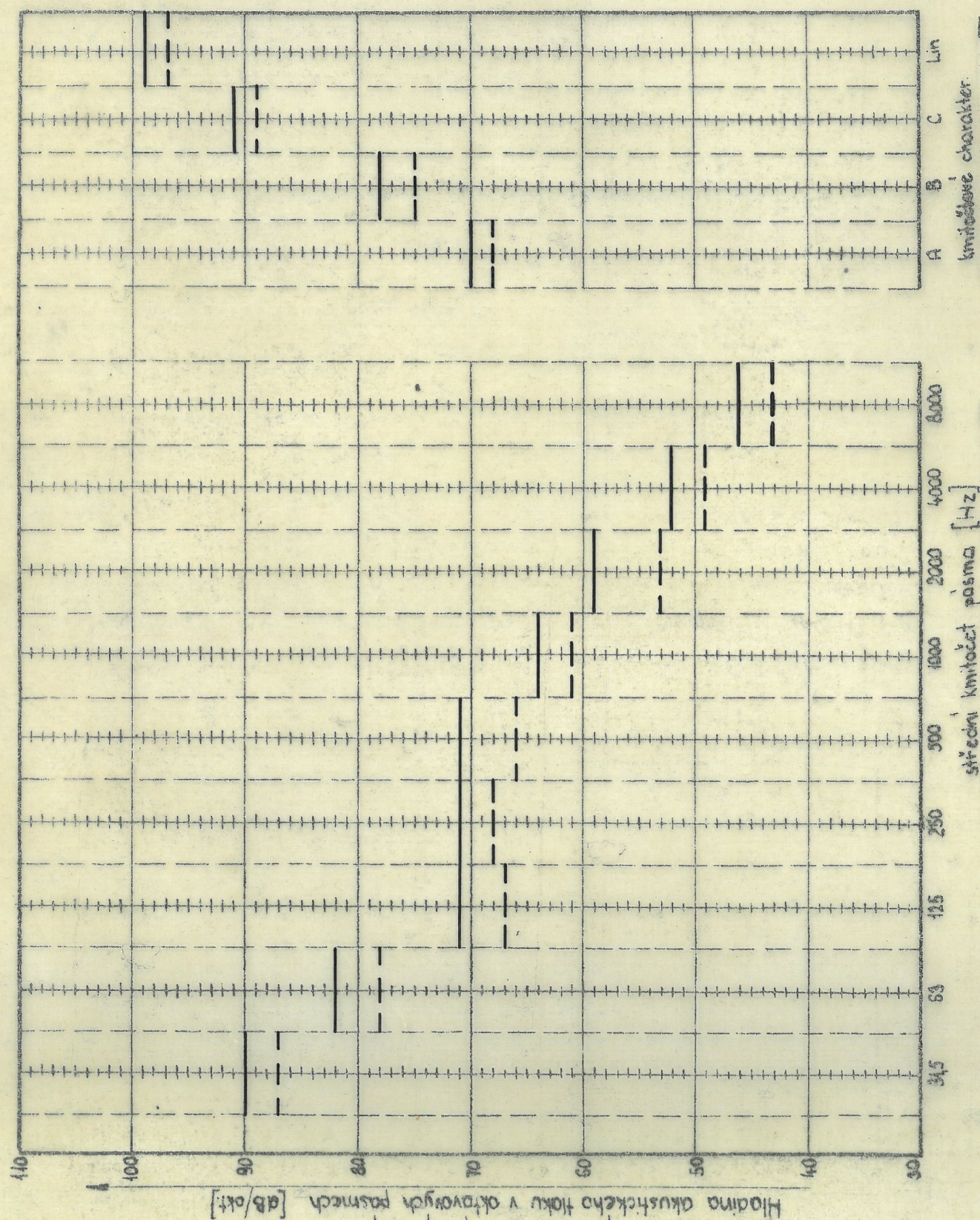


HLADINA AKUST. TLAKU

při rychlosti 80 km/h

při jízdě silou

při jízdě bez síly



2.6.3 Závěr

Hodnocení přípustné hlučnosti motorové lokomotivy ř. T 669.0 poskytuje následující výsledky:

stanoviště strojvedoucího - mezní křivka N 80

místo měření XV-1

VYHOVUJE - obrázek 2.6-2, tabulka C XV (A)

hlukové poměry definuje křivka třídy N 68

vnější prostor

NEVYHOVUJE - obrázek 2.6-1

3. Zhodnocení zkoušek

Trakční zkoušky motorové lokomotivy řady T 669.0 byly ztíženy dosud u motorových lokomotiv neobvyklým rozsahem proudu trakčních motorů a z toho plynoucími vysokými tažnými silami, jež přesahovaly měřicí rozsah dynamometru měřícího vozu. Přesto však měly zkoušky takový průběh, že ukázaly některé nedostatky, které již byly nebo ještě mohou být odstraněny. Po přestavení šentovacích rozsahů trakčních motorů byly provedeny opakované zkoušky, kterých se v plném rozsahu zúčastnili též pracovníci závodu Trakce n.p. ČKD Praha včetně elektrických měřicích přístrojů, jimiž bylo doplněno měřicí zařízení VÚD a výsledky zkoušek v oblasti tažných sil a výkonů v závislosti na rychlosti mohly tak být podstatně komplexnější. Zjištění a ověření špatných adhezních vlastností lokomotivy byla věnována velká pozornost a pro naprostou jistotu v závěrech byly tyto zkoušky opakovány. S hlediska plynulosti zkoušek lze říci, že byly zkoušky úspěšné, neboť nebyly přerušovány závadami a odstavením lokomotivy.

4. Zhodnocení lokomotivy

Strojní a elektrické zařízení lokomotivy, t.j. úplná trakční výstroj se ukázaly jako zcela bezporuchové a veškerá zařízení lokomotivy po dobu trakčních, adhezních a hlukových zkoušek pracovala zcela bez závad. Je patrné, že tato zařízení mají již vysokou jakostní úroveň a dosáhly již značného stupně provozní spolehlivosti.

Výkonové parametry, rychlost a velikost tažných sil byly dodrženy. Vlastnosti lokomotivy byly zlepšeny úpravou šentovaných stupňů.

Nevhodné se ukázaly adhezní vlastnosti lokomotivy při zkouškách v roce 1965 a této otázce, jakož i možnostem jejich zlepšení je věnována v příslušné stati značná pozornost. Nutno však zde v závěru zdůraznit znovu nevhodnost šikmých závěsek lokomotivní skříňe na rámu podvozku u seriového provedení, které by zhoršily dnes již tak špatné adhezní vlastnosti lokomotivy. Adhezně je lokomotiva vlivem způsobu uložení

V Praze v červenci 1962.

T 478.1001.

zahájit již tak opožděně zkoušky a prototypem motorové lokomotivy

a posunovací sloužbě nebylo možno uskutečnit pro krátkost času a nutnost

Strovnávací zkoušky a jízdy, zejména parními lokomotivami v traťové

pro specifické odpory "2" a "U₂".

Na obrázcích 4-1 a 4-2 jsou zakresleny Koreňovy zátěžové diagramy

ni se rozsah využít výkonu naftového motoru zvýší zhruba do 80 km/h.

trakční generátor pracuje již mimo regulační rozsah. U seriového provede-

rychlost $V = 60 \text{ km/h}$, kdy není výkon naftového motoru využít, neboť

komotivu na takových vlnách, kde rychlost jízdy přesahuje podstatně

tato úprava bude realizována u serie. U prototypu není vhodné užívat lo-

službu se zvýší změněným převodem v pohonu dvojkoli trakčním motorem;

Vlastnosti trakční, zejména využitelnost lokomotivy pro traťovou

kých kolejnicích projevují optiče a adhezi.

větší než 16 Mp. I při této tažné síle se při počínajícím dešti a kluz-

váhy přepravovat větších zátěží, vyžadující trvalou tažnou sílu na háku

Praha - Tábor. Nedoporučuje se však s ohledem na malé využití adhezi

pro přepravu nákladních vlaků na trati takového charakteru jako je trať

S hlediska provozního se lokomotiva ukázala vhodná pro přetahy i

T 669.0 náleží.

což je vlastnost velmi nežádoucí u lokomotiv posunovacích, mezi něž lok.

skříň na rám podobnou velmi citlivě na nerovnost železničního svršku.

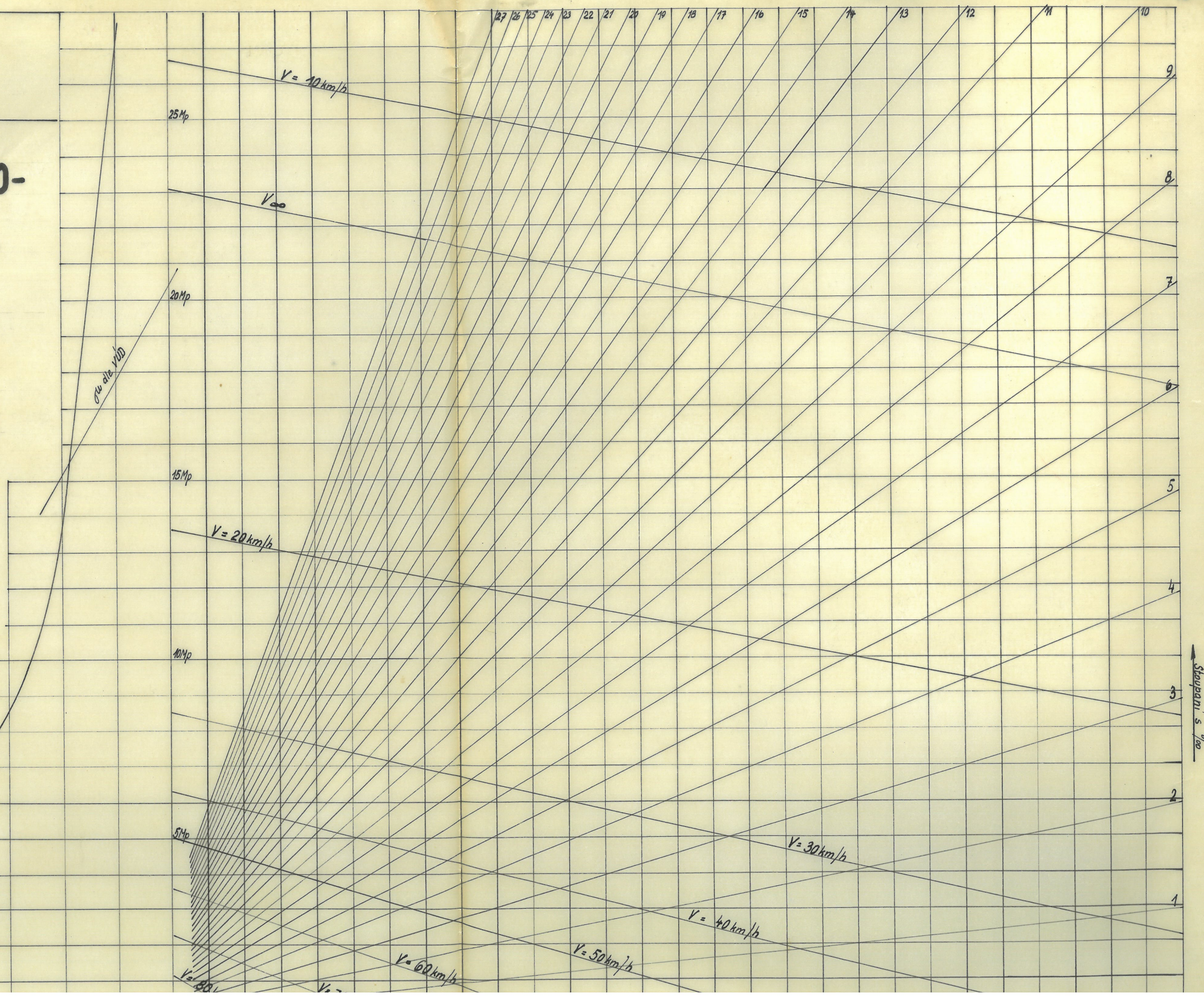
ZÁŤEŽOVÝ NO- MOGRAM LOK. T 669.001

ODPOR „S“

$$D = 1,9 + \frac{V^2}{2150} \text{ [kp/Mp]}$$

obr. 4-1

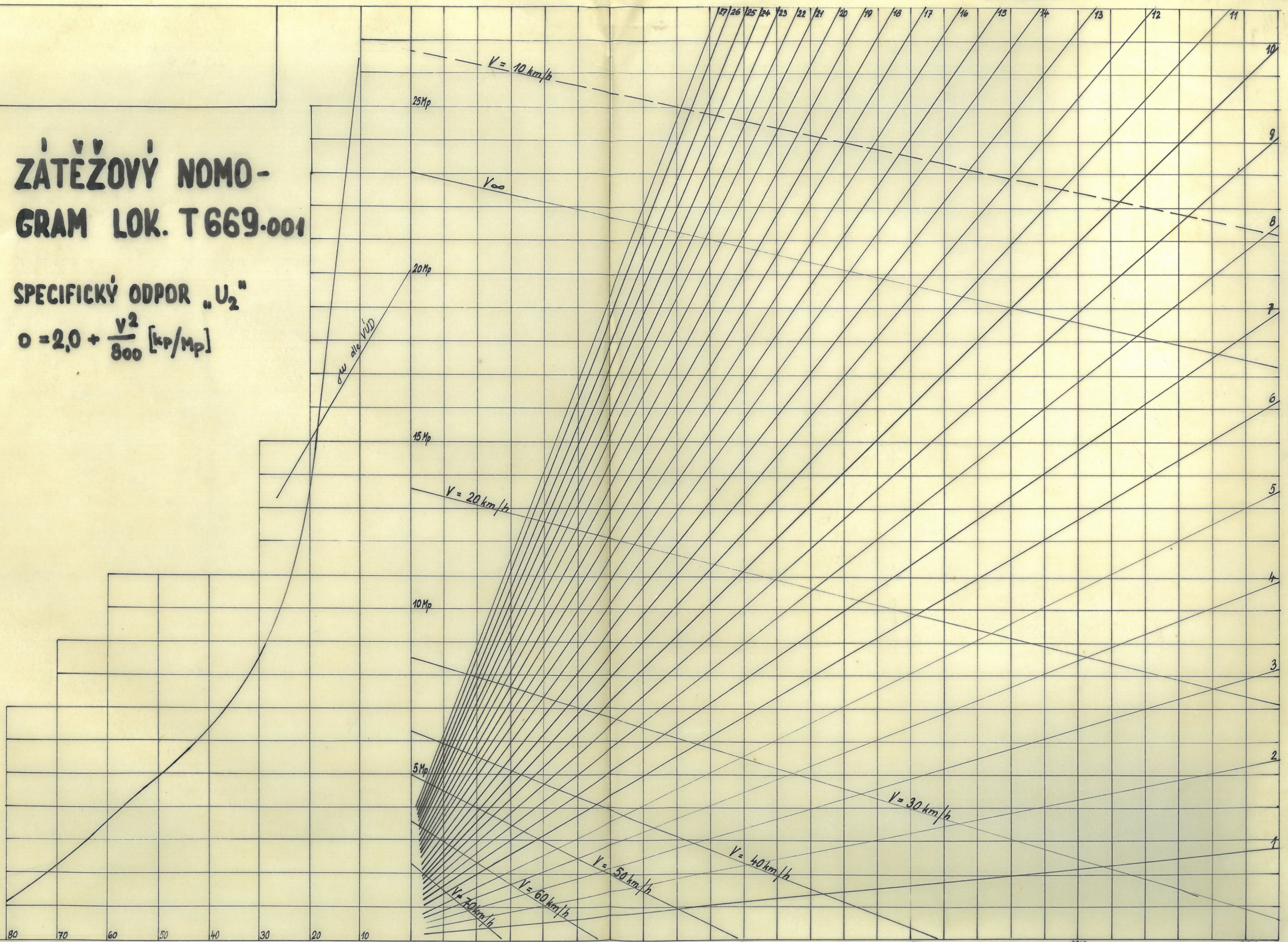
stoupání s ‰ str. 75



ZÁŤEŽOVÝ NOMOGRAM LOK. T 669.001

SPECIFICKÝ ODPOR „U₂“

$$\sigma = 2,0 + \frac{v^2}{800} \text{ [kp/mp]}$$



VÚD		Přehled trakčních zkoušek lok. T 669.001				
		Tabulka T1				
Poř. čís.	Datum	Režim	Tažná síla	Střední rychl.	Výkon	Otáčky
			kp	km/h	k	l/min
1	2	3	4	5	6	7
1	7.4.	8	6100	42,0	950	748
2		8	5520	44,7	965	749
3		8	6420	40,1	955	750
4		8	4020	56,7	850	750
5	9.4.	8	9160	26,7	905	750
6		6	10870	18,9	755	650
7		6	8930	24,0	795	650
8		7	8460	28,4	890	700
9		7	5390	42,3	846	695
10		5	7220	22,4	600	600
11		5	7920	22	645	600
12		7	4770	45,2	800	700
13		6	4440	43,0	708	600
14	10.4.	8	6650	37,6	925	745
15		6	8200	23,4	710	650
16		8	7120	35,7	944	749
17		7	6700	32,0	794	700
18		7	9120	23,7	800	695
19		7	7030	30,8	803	700
20		6	7170	27,0	713	650
21		3	6539	11,5	278	500
22		7	14500	17,65	950	700
23		4	5900	16,5	360	550
24	13.4.	5	9660	18	646	600
25		5	9500	18	632	595
26		4	10270	12,5	475	550
27		4	9660	14,2	508	550
28		8	8900	28,3	935	750
29		7	8100	25,5	764	700
30		8	5940	44,0	970	750
31		7	7640	27,6	780	700
32		7	7060	30,2	790	695
33		6	6430	29,0	690	650
34		6	6440	29,7	710	650
35		6	7200	30,2	805	650
36		8	5260	48,7	950	750

VÚD		Tabulka T1 pokrač.1				
1	2	3	4	5	6	7
37	14.4.	5	11640	13,1	566	600
38		5	16000	9,5	565	600
39		7	8220	25,0	762	650
40		5	10520	16,9	660	600
41		4	7820	15,9	461	550
42		4	10920	10,8	437	555
43		4	7040	17,3	450	550
44		8	4840	49,2	880	750
45		8	2120	6,6	520	750
46		5	6900	23,2	593	600
47		3	14200	4,3	226	500
48		4	17530	7,0	456	550
49		5	18250	9,7	655	600
50		6	22100	7,5	614	650
51		7	23200	6,9	594	700
52		5	6850	23,7	600	600
53		4	4980	18,4	340	550
54		3	3200	21,6	293	505
55		4	3170	24,7	290	550
56		5	4420	28,3	463	600
57		6	5500	35,5	725	650
58	16.4.	6	16100	12,9	766	650
59		5	20400	11,4	860	600
60		5	22600	6,9	576	595
61		5	2780	43,7	452	600
62		8	15970	18,2	1075	749
63		8	12790	21,6	1020	749
64		4	3120	38,2	442	550
65	17.4.	7	6000	36,7	815	700
66		8	18800	13,0	910	750
67		4	1650	43,0	262	598
68	24.8.	8	2229	69,6	575	750
69		8	1110	82	336	750
70		7	1018	77	290	698
71		6	906	75	252	650
72		5	950	66,8	242	600
73		4	632	64,7	152	552
74		3	780	53,6	155	500
75		2	458	43	78	450
76		2	1860	22,2	153	450

VÚD		Přehled trakčních a spotřebních zkoušek lok. T 669.0						
Poř.čís.	Datum	Režim	Střední tažná síla	Střední rychl.	Proud gen.	Napětí gen.	Výkon gen.	Výkon na háku
			kp	km/h	A	V	kW	k
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	24.3.	8/2	5600	40,3	1923	453	870	836
2		8/2	4750	52,0	1617	540	872	917
3		8/2	3090	65,3	1253	594	744	747
4		8/2	6200	41,0	1627	529	850	941
5	25.3	8/1	5970	36,3	1135	620	700	804
6		8/1	7200	30,5	1462	588	860	813
7		8/1	11800	23,3	1813	488	880	1020
8		8/1	3060	45,0	805	620	500	510
9		8/2	8900	30,8	1919	460	882	1020
10		8/2	13600	20,9				1100
11		8/p	16200	17,6	1652	536	886	1060
12		8/p	8160	23,3	988	598	594	705
13		8/p	12200	20,4	1310	570	742	940
14		8/1	12400	20,6	1896	458	867	972
15		8/1	15700	16,5	1992	406	810	960
16	26.3.	8/1	11000	23,0	1777	482	855	936
17		8/1	10400	24,1	1759	484	810	930
18		8/1	13800	19,3	1995	421	843	987
19		8/1	6300	33,2	1279	592	756	775
20		8/1	2960	45,0	786	596	470	494
21		8/1	1860	51,1	643	598	386	352
22		8/p	15200	18,0	1631	532	867	1010
23		8/p	6350	25,8	861	625	540	606
24		8/1	4200	40,0	925	599,5	550	621
25		8/1	7420	31,4	1289	528	681	863
26		8/1	7900	30,6	1400	564	790	895
27		8/2	8080	34,0	1856	456	855	1015
28		8/2	9000	27,7	2010	420	842	925
29		8/2	4300	51,0	1275	596	760	810
30	27.3.	7/p	2760	60,2	1189	524	622	616
31		6/p	2510	53,8	1134	454	515	500
32		5/p	2550	47,0	1123	400	449	444
33		7/1	3340	38,0	858	537	461	470
34		8/2	8350	19,6	11970	438	865	608
35		8/2	8280	31,0	2280	368	836	950
36		8/p	17700	15,0	1787	478	852	984

VÚD		Tabulka T1 pokrač.2				
1	2	3	4	5	6	7
77	24.8.	2	2800	16,0	166	452
78	27.8.	7	3000	7,0	780	700
79		6	21000	10	780	650
80		6	25000	6,5	600	650
81		6	30000	5,0	560	650
82		5	22000	6,5	530	600
83		5	30000	4,1	456	600
84		4	17000	5,5	346	550
85		8	1580	80,0	468	750
86		8	1970	72,0	526	750
87		7	1280	77,0	366	705
88		6	1050	78,2	304	650
89		6	1010	74,0	276	650
90		6	1070	73,0	290	655
91		6	2420	60,9	546	650
92		7	1960	70,7	553	702
93		4	1300	62,3	300	549
94		4	1110	57,4	236	550
95		3	1650	54,6	234	500
96		4	2000	43,6	324	550
97		5	2070	53,4	414	600