

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Martin Miklica

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Design posunovací lokomotivy

v anglickém jazyce:

Design of yard locomotive

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem diplomové práce je vytvořit design posunovací lokomotivy.

Cíle diplomové práce:

Diplomová práce musí obsahovat:

1. Vývojová, technická a designérská analýza tématu
2. Variantní studie designu
3. Ergonomické řešení
4. Tvarové (kompoziční) řešení
5. Barevné a grafické řešení
6. Konstrukčně-technologické řešení
7. Rozbor dalších funkcí designérského návrhu (psychologická, ekonomická a sociální funkce).

Forma diplomové práce: průvodní zpráva (text), sumarizační poster, designérský poster, ergonomický poster, technický poster, model (design-manuál).

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.

JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.

NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.

TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.

WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.

Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 9.11.2010

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ANOTACE

Designérských prací věnujících se železniční technice existuje mnoho. Naprostá většina z nich se však věnuje vysokorychlostním jednotkám nebo alespoň rychlíkovým lokomotivám, ale konceptů v oblasti designu nákladních a posunovacích lokomotiv je k nalezení poskrovnu.

Tato diplomová práce si bere za úkol vydat se právě na toto téměř neprobádané území a zjistit, jaké existují možnosti při návrhu posunovací lokomotivy nezávislé trakce a najít vhodnější než dnes používaná řešení tam, kde je to možné a účelné.

Cílem práce je vytvořit návrh posunovací lokomotivy, který bude respektovat požadavky norem železniční dopravy, ergonomie a bezpečnosti práce, a zároveň přinese moderní designérská řešení.

ANNOTATION

Plenty of designing works focused on railway technology were made through the time. But the majority of them are concerned with high-speed trains or at least express train locomotives, but works devoted to design freight or shunting locomotives can be barely found.

This diploma thesis is trying to look into nearly unexplored territory and find out, which possibilities in the design of shunting locomotives of independent traction do exist, and find better solutions than those currently used, where possible and appropriate.

The goal of the thesis is to make a design of shunting locomotive, which will respect the requirements of railway standards, ergonomics and safety, while still bringing modern design solutions.

KLÍČOVÁ SLOVA

posunovací lokomotiva, design, rekonstrukce, dieselový motor

KEYWORDS

yard locomotive, design, reconstruction, diesel engine

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MIKLICA, M. *Design posunovací lokomotivy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. 2011. 83s. Vedoucí práce doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval zcela samostatně. Veškeré zdroje informací, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu na závěr této práce.

V Brně dne 23. 5. 2011

Bc. Martin Miklica

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce docentu Ladislavu Křenkovi, i celému pedagogickému sboru z oboru průmyslového designu na ústavu konstruování FSI VUT v Brně, za to, co mě za posledních pět let naučili a za jejich připomínky, návrhy a rady, které vedly ke zdárnému dokončení této diplomové práce.

Také bych chtěl poděkovat své rodině, která mě vždy buď podržela, nebo alespoň dodala sílu bojovat všem navzdory, a spolužákům za to, že mě těch pár let bavili.

Speciální poděkování patří panu Vladimíru Molíkovi, bez jehož pomoci by jen sotva vznikl model, firmě MCAE Systems z Kuřimi, která dodala část materiálu na stavbu modelu, Jonáši a Kryštofu Ferencovi, kteří mi pomohli v nouzi nejvyšší a jejich kresby oživily ne jeden z plakátů, a Lukáši Mičulkovi, který mi před dávnými patnácti lety pomohl objevit kouzlo železnic, a bez něhož by téma této práce nebylo takové, jaké je.

Děkuji

Martin Miklica

OBSAH

Úvod	13
1 Vývojová, technická a designérská analýza tématu	15
1.1 Vývojová analýza	15
1.2 Technická analýza	20
1.3 Designérská analýza	32
2 Variantní studie designu	39
2.1 Předdiplomový projekt	39
2.2 Návrhy diplomového projektu	41
2.3 Finální návrh	44
3 Ergonomické řešení	45
3.1 Přístup do kabiny strojvůdce	45
3.2 Přístup k motorům a dalším agregátům	46
3.3 Interiér kabiny strojvůdce	47
3.4 Bezpečnostní a výstražné prvky	49
4 Tvarové řešení	51
4.1 Hmotová koncepce	51
4.2 Platforma	52
4.3 Kabina strojvůdce	52
4.4 Kapoty motorů	53
4.5 Čela	54
5 Barevné a grafické řešení	57
6 Konstruktivně-technologické řešení	59
6.1 Pojezd lokomotivy	59
6.2 Základní rozměrové údaje	61
6.3 Pohon	63
6.4 Konstrukce nástaveb	65
7 Rozbor dalších funkcí designérského návrhu	69
7.1 Psychologická funkce návrhu	69
7.2 Ekonomická funkce návrhu	69
7.3 Sociální funkce návrhu	70
8 Závěr	71
9 Seznam použitých zdrojů	73
9.1 Seznam použité literatury	73
9.2 Seznam obrázků	75

9.3 Seznam tabulek	77
10 Přílohy	79
10.1 Seznam příloh	79
10.2 Sumarizační plakát	80
10.3 Designérský plakát	81
10.4 Technický plakát	82
10.5 Ergonomický plakát	83

ÚVOD

Jeden můj kamarád říká, že všichni lidé se dají rozdělit do tří skupin – na metalisty, anarchisty a jehovisty. Jiný můj kamarád říká, že muži se dají rozdělit do tří skupin – na autíčkáře, vláčkáře a letadýlkáře. Myslím, že původně takto rozděloval modeláře, ale svůj výrok časem zevšeobecnil a výjimky nepřipouští.

Jsem *vláčkař* a nestydím se za to. Jeden z těch, kterým železná kola odvalující se po kolejnicích uhranula. Už v tom není ta poezie, zasněná romantika supících strojů, ze kterých se valí mraky páry, ale přesto má to „ajznboňácké“ prostředí něco do sebe.

Není tedy náhodou, že jsem si za téma diplomové práce zvolil design lokomotivy. A to navíc lokomotivy posunovací (která je sice technicky shodná s lokomotivou pro nákladní dopravu, ale v názvu se to lépe vyjímá). O jejich existenci obyvatelé větších měst ani nevědí. K nim přijede vlak k perónu již připravený odvézt je k cíli jejich cesty. To, že byl před chvílí sestaven na seřadovacím nádraží někde na periferii města je jejich pohledům skryto. A stroje a lidé, kteří to dělají, taktéž. Je to práce špinavá, hlučná, nebezpečná a namáhavá, něco, co si nespojujeme s tváří moderního velkoměsta, s památkami, mrakodrapy a butiky.

Cestující z menších měst s větším nádražím tyto stroje možná znají. Obvykle jen tak stojí na kolejích a nevykazují žádné známky činnosti. Jindy se pomalým tempem šinou s jedním, dvěma vagóny, které přestaví na jinou kolej. A pak zase nečinně stojí. Tímto lapidárním sdělením se dá popsat činnost posunovacích lokomotiv. Buď jedou pomalu, nebo stojí. A ve volných chvílích sestavují vlaky.

Zdánlivě stroj, který nepřitahuje žádnou pozornost. A právě to mě zajímá. Jde opravdu o stroj tak triviální, že jakékoliv věnování se jeho designu je zbytečné? Je jeho forma natolik dokonale podřízena účelu, že žádné zlepšení není možné? Musí z výfuku vycházet hustý černý dým? A co na to Jan Tleskač?

To vše se dozvíte v této diplomové práci.

Že mám zvláštní kamarády, to už víte.

1 VÝVOJOVÁ, TECHNICKÁ A DESIGNÉRSKÁ ANALÝZA TÉMATU

1

1.1 Vývojová analýza

1.1

V dnešní době lze jen málo prací založit takzvaně na „zelené louce“. Historický vývoj nám dává vodítko k další činnosti, ukazuje koncepce ověřené i překonané, evoluční vývoj i jeho slepé cesty. Následující řádky nám dají nahlédnout do vývoje železniční dopravy, jejíž železná pavučina ovinula zem a navždy změnila tvář světa.

1.1.1 Historie drážních systémů

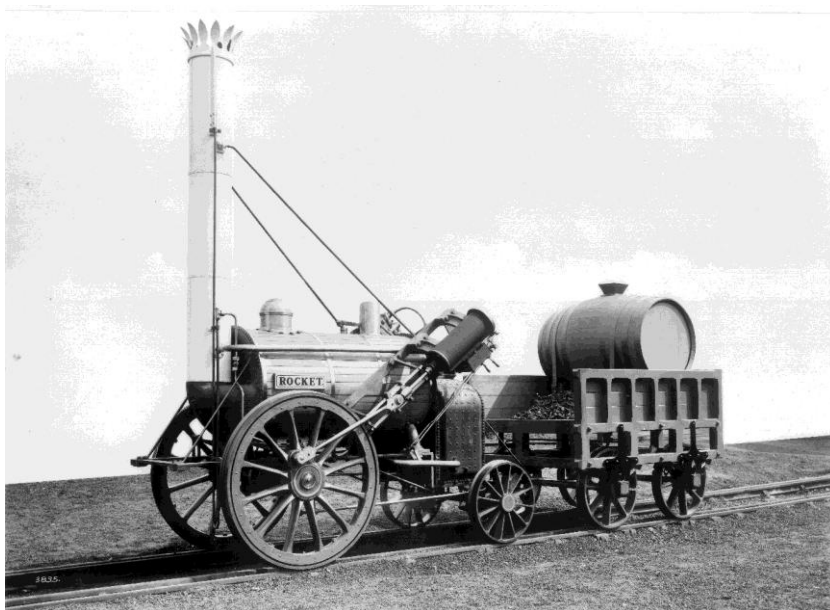
Již brzy po vynálezu kola bylo zřejmé, že doprava po kvalitní zpevněné cestě zvyšuje cestovní rychlost i množství přepraveného nákladu. I když první kamenné cesty existovaly již kolem roku 4000 př. n. l. v Sumerské říši, nebylo v silách starověkých stavitelů vybudovat rozsáhlou síť dlážděných silnic.

Jednou z možností, jak si tento úkol usnadnit, bylo místo celého povrchu cesty zpevnit pouze dva úzké pásy, ve kterých se pohybují kola vozidel. To sice omezilo provoz pouze na vozidla o daném rozchodu kol, avšak významně snížilo náklady na budování cest – tak vznikly první drážní systémy.

Nejstarší známou dráhou světa je řecký Diolkos dlouhý 6 až 8,5 km (dle aktuálního vedení terénem), který přibližně od roku 600 př. n. l. po dalších sedm století sloužil k přepravě lodí mezi Korintským a Saronským zálivem. Dráha postavená z pískovcových bloků s drážkou pro kola měla rozchod 1,6 m, což je hodnota velmi podobná dnešním systémům.

Zemí, kde se zrodila skutečná železnice („železná silnice“) je Velká Británie. První tepané ocelové kolejnice začaly vyrábět Coalbrookdalské železářny v roce 1767. Šlo o profily o průřezu ve tvaru písmene L s hranou na vnitřní straně, která zabraňovala vykolejení. Téměř zároveň však vznikly i tzv. „hranové kolejnice“ o profilu tvaru obráceného T, na kterém bylo možno provozovat pouze speciální vozy s okolky (výstupek po obvodu na vnitřní straně kol). Ve 30. letech 19. století, z důvodu menšího zanášení kolejnic blátem a kamínky, postupně převážilo používání kolejnic T-profilu, který je většinou používán dodnes.

První parní lokomotivu skutečné velikosti postavil britský konstruktér Richard Trevithick v roce 1804. Za „otce parostrojní železnice“ je ale považován britský konstruktér George Stephenson, který roku 1825 zkonstruoval převratnou lokomotivu *Rocket*. Na ní použil několik zásadních technických inovací, například vícetrubkový kotel zvyšující efektivitu ohřevu vody, a dyšnu, zařízení vytvářející podtlak v komíně, který zlepšuje odtah z topeniště. Stephensonův stroj se stal základem pro konstrukci lokomotiv na celé další století.



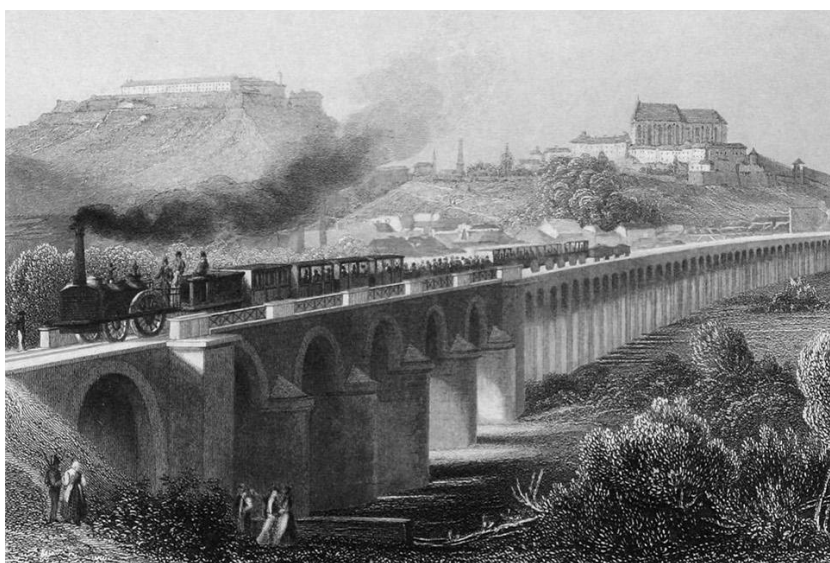
Obr. 1.1. Lokomotiva *Rocket* George Stephensona

1.1.2 Železnice v českých zemích

Vývoj železnice v českých zemích téměř kopíroval vývoj v Anglii a USA. V roce 1807 vyzvala Česká hydrotechnická společnost Františka Gerstnera, aby prostudoval možnosti průplavního spojení Dunaje s Vltavou a předložil objektivní návrh řešení. Gerstner projel celé území, provedl řadu měření, a pak přistoupil k zhodnocení průplavních návrhů. Na základě odhadu objemu přepravy zboží, investičních nákladů a nákladů na přepravu zboží došel k závažnému závěru: „*Je-li cílem snížit náklady na přepravu, pak je potřeba místo dunajsko-vltavského průplavu splavnit Vltavu, a České Budějovice spojit s Lincem koněspřežnou železnou drahou.*“ [3]

Stavba koněspřežné dráhy o délce 128,7 km začala v červenci 1825 a byla dokončena v srpnu 1832, stala se tak první železniční dráhou na evropském kontinentu. Ačkoliv byla původně zamýšlena i pro provoz parních lokomotiv, nedostatek financí k dokončení stavby donutil projektanty zmenšit poloměry oblouků a zvětšit stoupání trati, pozdější provoz parní trakce tedy nebyl možný.

V roce 1829 přišel profesor vídeňské polytechniky František Xaver Riepel s odvážnou myšlenkou spojit Vídeň přes Moravu a Slezsko se solnými doly v Haliči a směrem na jih s přístavem Terst. Roku 1835 usedl na trůn panovník Ferdinand V. příznivě nakloněný moderní technice a dal svolení ke stavbě dráhy. Stavba úseku Vídeň – Břeclav byla započata 7. dubna 1837, o dva měsíce později byla zahájena také výstavba úseku Břeclav – Brno. Ke konci roku dorazila z Anglie objednaná lokomotiva Moravia, jejíž testovací jízda 11. listopadu 1838 mezi Rajhradem a Brnem byla nejen první jízdou parní lokomotivy na českém území, ale také první jízdou na kontinentu.



Obr. 1.2. Brněnský železniční viadukt postavený roku 1837

1.1.3 Soumrak páry

Počátky železnic jsou pevně spjaty s provozem parních lokomotiv. K faktickému uzavření jejich vývoje došlo před první světovou válkou.

Začátkem konce parní trakce byla 30. léta 20. století, kdy se po nesmělých pokusech s ostrovním provozem elektrických lokomotiv (u nás například trať Tábor-Bechyně z roku 1903, průkopnická práce českého vynálezce Františka Křižíka) započalo se systematickou elektrifikací hlavních železničních uzlů. Hlavním důvodem bylo zvýšení bezpečnosti (malé kousky žhavých uhlíků odletující z komínů lokomotiv občas způsobily požár v okolí trati) a odstranění nezdravého a špinavého kouře z tunelů a krytých hal nádraží.



Obr. 1.3. Původní elektrická lokomotiva Františka Křižíka z roku 1903

Ve stejné době také došlo k uplatnění Dieselova motoru, který sice nebyl v počátcích dostatečně výkonný pro vozbu těžkých vlaků, ale byl vhodný ke stavbě lehkých motorových vozů pro lokální tratě.

Po druhé světové válce se železniční sítě často nacházely v katastrofálním stavu. Na mnoha místech byla za strategických důvodů bombardována nádraží a vlaky, vytrhávány koleje a odstřelovány mosty.

V mnoha státech, zejména těch válkou nejpostiženějších, Německu, Francii a Japonsku, došlo k přehodnocování plánů na výstavbu železnic. Zatímco Německo upřednostnilo kombinaci motorové a elektrické trakce, Francie a Japonsko se zcela orientovaly na trakci elektrickou.

Protože druhá světová válka ukázala, že základním předpokladem k vítězství je možnost rychlého přesunu vojáků a materiálu mezi válečnými frontami, začaly vznikat první plány na výstavbu vysokorychlostních tratí, které v 70. letech položily základy projektů francouzského TGV, německého ICE nebo japonského Šinkansenu. O desetiletí později vznikla zatím nejmodernější koncepce vlaků pohybujiících se po magnetickém polštáři – japonský Maglev a německý Transrapid.



Obr. 1.4 Vysokorychlostní jednotka TGV 001 z roku 1971, poháněná plynovou turbínou

Po nástupu nových trakcí již nebyly parní lokomotivy schopny pro své nevýhody konkurovat nastupujícím elektrickým a diesellovým lokomotivám. Nízká účinnost parního stroje, pracnost obsluhy, nutnost roztápět kotle mnoho hodin před vyjetím a potřeba manipulace s velkým objemem paliv, provozních kapalin a odpadu, odsoudila parní lokomotivy do muzejních sbírek.

V Československu byl pravidelný provoz parních lokomotiv ukončen v roce 1981, ve stejném období byl ukončen i ve zbytku Evropy a Severní Americe. Dnes jsou parní lokomotivy v běžných výkonech provozovány pouze v Číně, Jižní Africe, na Kubě a v Americe v místech výskytu levného uhlí.

1.1.4 21. století

Na konci 20. století k zásadnímu vývoji železniční techniky nedochází, dráhy jsou však často zmitány prudkými politickými, společenskými a ekonomickými změnami. Po pádu Sovětského svazu se železnice v nových státech musí vyrovnat s konkurencí soukromých silničních dopravců a novými fenomény, jako vandalismus a graffiti. Ve starých demokraciích dochází k privatizaci neefektivních státních podniků a vzniku konkurenčního prostředí. Propojují se sítě sousedících států a sjednocuje legislativa pro zvýšení konkurenceschopnosti vlakové dopravy.

Na počátku 21. století železnice již dávno ztratila monopol pro dálkovou dopravu, který jí v počátcích zajistil nevídaný rozmach. Přesto se však díky své ekologičnosti, bezpečnosti, a ve správných podmínkách také rychlosti, stává v mnoha zemích opět dopravou strategicky preferovanou.



Obr. 1.5. Moderní lokomotiva ÖBB 1116 *Taurus* v českých barvách při příležitosti konání šampionátu EURO 2008

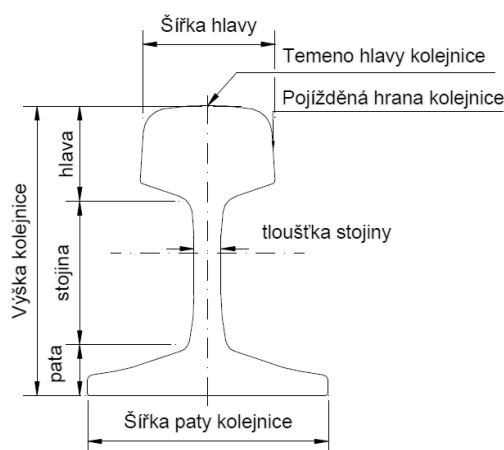
1.2 Technická analýza

V následující kapitole si ukážeme, z jakých částí se lokomotiva skládá a které geometrické a technické parametry musí být splněny pro dosažení spolehlivého a bezpečného provozu. Důraz bude kladen na ty části vozidla, které přímo ovlivňují jeho hmotovou koncepci a tvarování.

1.2.1 Kolo, kolejnice, vozidlo

1.2.1.1 Kolejnice

Koleje se skládají z kolejového lože, kolejnicové podpory (pražců), upevňovadel a kolejnic. Kolejnice rozkládá síly na ni působící na kolejové podpory, zajišťuje hladkou jízdní dráhu, vede dvojkolí a na elektrifikovaných tratích plní funkci zpětného vedení pro napájení. Na volných tratích se nejčastěji používají kolejnice *širokopatní*, u tramvajových tratí *žlábkové*.



Obr. 1.6. Části kolejnice

Širokopatní kolejnice se skládá s hlavy, stojiny a paty. Po temeni hlavy se odvalují železniční kola, pata kolejnice slouží k jejímu upevnění k pražci nebo podkladnici.

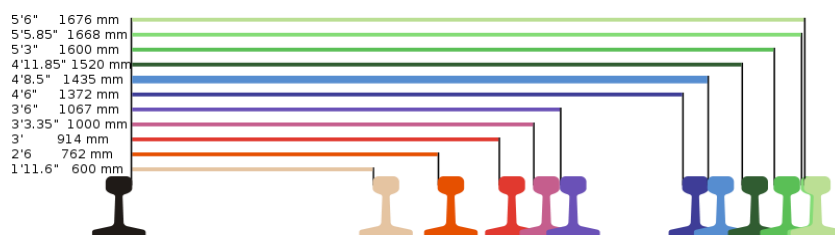
1.2.1.2 Rozchod kolejí

Rozchod kolejí je vzdálenost mezi vnitřními hranami temene kolejnice. Podle jeho nominální hodnoty dělíme rozchody do tří kategorií:

Normální rozchod (1435 mm), je spojován se jménem konstruktéra George Stephensona, rozšířil se z Anglie do zbytku světa. Dodnes je nejrozšířenějším světovým rozchodem.

Úzký rozchod (500-1200 mm, 760 mm – „Bosenský rozchod“, 1067 mm – „kapský rozchod“), má menší nároky na traťový svršek, dovoluje použití menších oblouků, což snižuje náklady na výstavbu a údržbu tratí, ale má menší únosnost než normální rozchod.

Široký rozchod (1520 mm – „sovětský rozchod“, 1668 mm – „iberský rozchod“), vznikl pravděpodobně ze strategických důvodů, aby sousední státy nemohly použít vlastní železniční vozidla při vojenském napadení.



Obr. 1.7. Nejčastější rozchody kolejí

1.2.1.3 Jiné kolejové systémy

Kromě klasických dvoukolejnicových drah se používají i jednokolejnicové (tzv. *monoraily*) a vícekolejnicové – systémy s postranní napájecí kolejí a systémy ozubnicové.

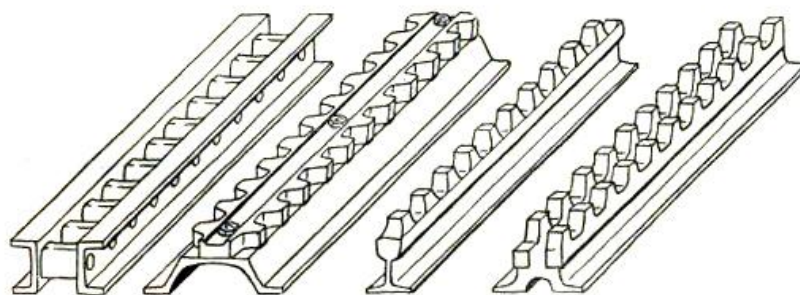
Monoraily mohou jet po kolejnici, nebo pod ní být zavěšené. Pro své výhody, mezi které patří samostatná jízdní dráha, minimální zastínění oblohy při dráze visuté, tichost a nemožnost vykolejení, se staly součástí koncepce městské hromadné dopravy mnoha světových velkoměst.



Obr. 1.8 Zavěšený monorail ve městě Wuppertal

Třetí (napájecí) kolejnice se používá tam, kde je požadována vysoká spolehlivost napájecího systému. Umožňuje stavbu menších tunelů, používá se nejčastěji v metru, ale také například u vlaku *Eurostar* jezdícího pod průlivem La Manche.

Pokud k přenesení tažné síly nestačí adheze lokomotivy, využívá se k přenosu výkonu ozubeného kola zabírajícího do ozubeného hřebene umístěného v ose dráhy. Podle tvaru a umístění zubů rozdělujeme ozubnicové tratě na čtyři základní typy – *Riggenbachovu*, *Strubeovu*, *Abtovu* a *Locherovu* ozubnici.

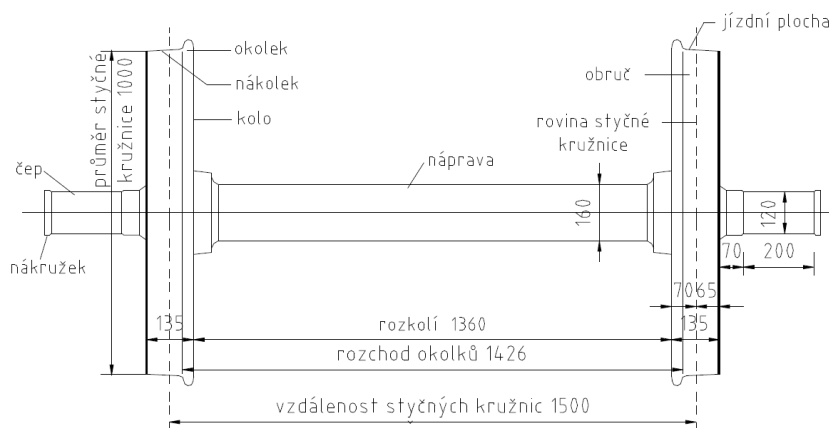


Obr. 1.9 Hřebeny Rigenbachovy, Strubeovy, Abtovy a Locherovy ozubnice

1.2.1.4 Železniční dvojkolí

Běžné železniční dvojkolí se skládá ze dvou ocelových kol pevně nalisovaných na nápravu. V lokomotivě je dvojkolí uloženo pomocí valivých ložisek.

Na vnitřní straně kola je umístěn výstupek, tzv. „okolek“, který brání vykolejení vozidla a umožňuje hladký průjezd kolejovými spojkami a výhybkami. Rozchod kol je vždy o něco menší, než je rozchod kolejí, aby byl umožněn hladký průjezd oblouky. Pro rozchod kolejí 1435 mm se doporučuje rozchod kol 1410 – 1426 mm.



Obr. 1.10 Náčrt dvojkolí pro rozchod kolejnic 1435 mm

1.2.1.5 Rozvor podvozku

Rozvor podvozku, tedy vzdálenost os dvojkolí umístěných v jednom pevném rámu, má značný vliv na hladký průjezd vozidla oblouky. Při velkém rozvoru se vozidlo v oblouku přičí a okolek drhne o hlavu kolejnice. Dochází k velkému opotřebení kol i kolejnic, zvýšení hlučnosti a zvyšuje se také nestabilita vozidla a možnost vykolejení.

Dvounápravové vozy a lokomotivy s velkým rozvorem používají buď samostatně uchycená kola se samočinným natáčením, nebo větší vůle uložení dvojkolí. U více náprav uložených v pevném rámu jsou střední z nich uloženy s možností bočního posuvu.

1.2.1.6 Vzdálenost otočných čepů

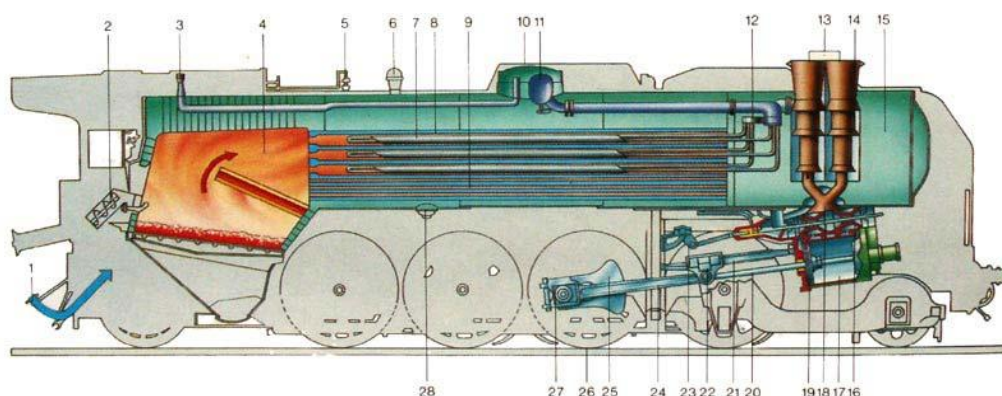
Tento parametr označuje vzdálenost mezi osami podvozků, nachází-li se jich na vozidle více. Spolu s rozvorem podvozku tvoří specifickou geometrii pojezdu, jejímž praktickým dopadem je zejména hodnota minimálního poloměru oblouku, který je lokomotiva schopna bezpečně projet.

1.2.2 Pohon, přenos výkonu, brzdy

1.2.2.1 Parní stroj

Parní stroj byl prvním způsobem mechanizovaného pohonu železničních vozidel. Byl vynalezen v 17. století, avšak až vylepšení Jamese Watta dovolila jeho zmenšení a zefektivnění natolik, že byl použitelný pro samohybná vozidla. Prvním konstruktérem skutečné parní lokomotivy byl v roce 1804 Richard Trevithick, největší zásluhy na vývoji parní lokomotivy ale přikládáme Georgi Stephensonovi.

Nejdůležitější částí parní lokomotivy je parní kotel, ve kterém je voda v žárových a kouřových trubkách ohřívána teplem z topeniště. Vzniklá pára o vyšším než atmosférickém tlaku se rozvody odvádí do parních válců, ze kterých je výkon přenášen na kola.



Obr. 1.11 Schéma parní lokomotivy

4 – topeniště; 8 - kouřové trubky; 9 – žárnice; 13 – komín; 17 – nizkotlaký parní válec; 26 – hnací kolo

Přes stálé vylepšování parního stroje, díky kterému měly lokomotivy z konce parní éry výkon několika tisíc koňských sil, výborné jízdní vlastnosti a automatické příkladače uhlí, nebyly schopny konkurovat lokomotivám elektrickým a dieslovým. V druhé polovině 20. století se podíl provozu parní trakce na přepravě postupně zmenšoval, až byl ve většině států zrušen zcela (v ČSR v roce 1981).

1.2.2.2 Elektrická trakce

Elektrická lokomotiva si pro svůj pohon bere proud z trakčního vedení pomocí pantografu (nebo jednoramenného polopantografu) umístěného na střeše lokomotivy. Dle toho, jaký typ elektrického proudu lokomotiva odebírá, je rozlišujeme na stejnosměrné a střídavé. Střídavé řešení je modernější, schopné přenášet vyšší výkon při nižším opotřebení trakčního vedení, avšak vyžaduje složitější konstrukci lokomotivy.

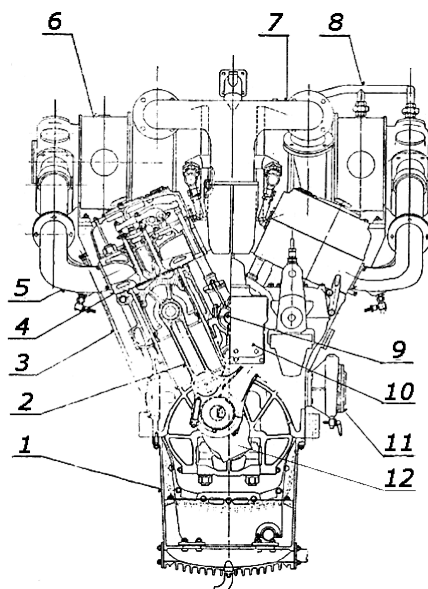
Srdcem stejnosměrné lokomotivy je hlavní kontrolér, který vyřazováním odporů mění rychlost jízdy. Je umístěn ve strojovně, a protože pracuje s velmi vysokými napětími, je ovládán nepřímo ze stanoviště strojvedoucího pomocí řídicího kontroléru.

Trakční transformátor umožňující změnu přiváděného napětí na napětí vhodné pro pohon motorů je základní součástí střídavé elektrické lokomotivy. Krom toho také umí transformátor regulovat napětí odpovídající jednotlivým jízdám stupňům, tvoří tak zařízení funkčně odpovídající převodovce. Vyznačuje se velkou efektivitou, plynulou regulací výkonu a nízkými ztrátami, které znamenají i menší tvorbu odpadního tepla a vyšší životnost součástí. Na střídavých lokomotivách se stejnosměrnými motory je navíc použit trakční usměrňovač, který převádí střídavé napětí na stejnosměrné.

1.2.2.3 Dieselový motor

Konstrukci spalovacího motoru na principu samovolného vznícování paliva si nechal roku 1892 patentovat německý konstruktér Rudolf Diesel. Jeho hlavní myšlenka spočívala v tom, že by motor využíval vyššího pracovního tlaku ve válci, který by způsobil samovolné vznícení vstříknutého paliva a jeho expanzi. Tím by se zvýšila účinnost spalování oproti zážehovému motoru, což by se projevilo nižší spotřebou levnějšího paliva a vyšším výkonem v nízkých otáčkách.

Ačkoliv se Dieselův motor ve svých počátcích neprosadil v osobních automobilech, velmi brzy našel pro své výhody uplatnění v lodní a železniční dopravě, později také u nákladních automobilů, zemědělské technice a nezávislé výrobě elektrického proudu (tzv. „dieselagregáty“). Ani nevýhody vznětového motoru, mezi které patří například vyšší hmotnost, hlučnější chod a nutnost žhavení před startem nejsou v těchto prostředích zvláště závažné.



Obr. 1.12 Řez dieselovým motorem

1 – olejová vana; 2 – ojnice; 3 – olejoznak; 4 – hlava válce; 5 – výfukové potrubí;
6 – turbodmychadlo; 7 – plnicí potrubí; 8 – odvod chladicí vody z turbodmychadla;
9 – dolní rozvod; 10 – regulátor; 11 – vodní čerpadlo; 12 – klikový hřídel

Základní charakteristiky diesellových motorů používaných v lokomotivách:

- Uspořádání motoru – u lokomotiv se obvykle používají stojaté, neboli vertikální, motory, u kterých se válec pohybuje ve svislém směru. Ležaté (horizontální) motory jsou nižší a dají se zastavět pod podlahu, proto se často používají v motorových vozech.
- Počet pracovních dob – všechny moderní motory se konstruují jako čtyřdobé. Jsou konstrukčně složitější, ale mají nižší spotřebu paliva a kultivovanější chod než motory dvoudobé.
- Počet a uspořádání válců – v lokomotivách se obvykle používají 6 až 12 válcové motory s upořádáním v řadě nebo do tvaru písmene V (tzv. „vidlicové“). Vnitřní průměr válce se nazývá vrtání, délka trajektorie pístu se nazývá zdvih. Od těchto dvou parametrů je odvozen zdvihový objem. Poměr pracovního objemu válce vůči nejmenšímu objemu (píst v horní úvratí) se jmenuje kompresní poměr.
- Vstříkování paliva – všechny současné lokomotivy používají přímé vstříkování paliva do válce pomocí vstříkovačích čerpadel. Nepřímé vstříkování se používalo pouze výjimečně v minulosti.
- Chladicí médium – většina dnes používaných motorů používá vodní chlazení, které je účinnější než chlazení vzduchové. U vodou chlazených motorů však může docházet k problémům při odstavení lokomotivy za velmi nízkých teplot.
- Plnění vzduchem – většina moderních motorů používá plnění turbodmychadlem, které do válce vhání vzduch o vyšším než atmosférickém tlaku. Pohon turbodmychadla zajišťují výfukové plyny, chlazení je vodní. Přepřehňování je sice konstrukčně náročnější než nepřepřehňovaný motor, ale zvyšuje výkon a účinnost motoru.
- Otáčky motoru – podle otáček dělíme motory na pomaloběžné (do 1000ot/min) a rychloběžné. Většina moderních lokomotiv používá motory rychloběžné.

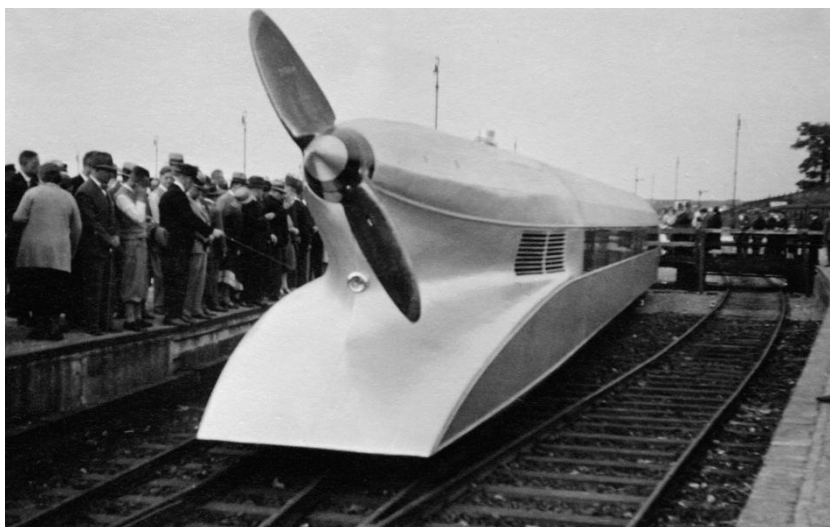
Diesellové lokomotivy jsou dnes nejpočetnějším typem lokomotiv na světě i v ČR. Jejich hlavní doménou je provoz vlaků na méně frekventovaných tratích, kde se z ekonomických důvodů nevyplatí jejich elektrifikace. Dnes však existují i diesellové rychlovlaky, například německý ICE TD.

Kromě lokomotiv a jednotek jsou také běžně k vidění diesellové („motorové“) vozy, které se uplatňují na lokálních drahách.

1.2.2.4 Další typy pohonu

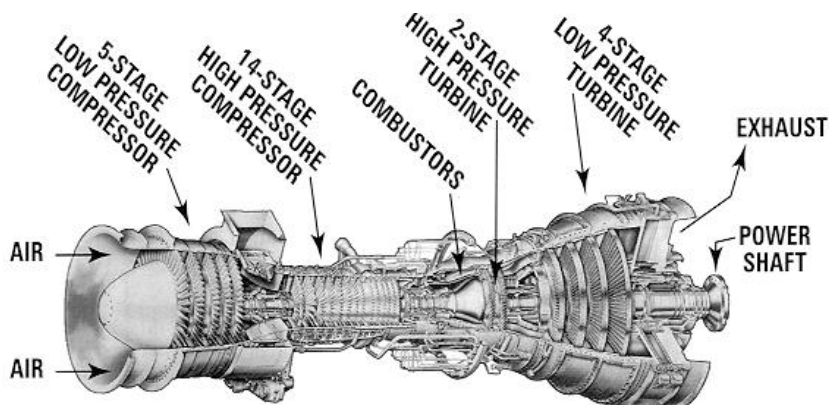
Kromě osvědčených typů motorů jsou konstruktéry stále zkoumány nové možnosti pohonu.

V minulosti byl například testován pohon vlaků pomocí leteckých motorů, nejdříve vrtulových a po druhé světové válce i proudových, které sice dokázaly udělit vlaku vysokou rychlost, ale jejich nevýhody (nízká účinnost, velká spotřeba paliva, nebezpečnost pro okolí trati) je z běžného použití diskvalifikují.



Obr. 1.13 Vrtulí poháněný *Schienenzeppelin*, který v roce 1931 dosáhl rychlostního rekordu 230 km/h

Dalším méně běžným typem motoru je plynová turbína. Ta má výhodu ve vysoké spolehlivosti, dobrému poměru hmotnost/výkon a vysoké účinnosti. Mezi její nevýhody patří velká hlučnost (daná obvyklým použitím letecké turbíny) a vysoká spotřeba ve volnoběhu. Většina pokusů s plynovými turbínami byla provedena v 60. letech, ale nakonec byla dána přednost elektrické trakci. V poslední době však plány na stavbu vlaků poháněných plynovou turbínou opět ožívají, zejména USA (vysokorychlostní jednotka *Bombardier JetTrain*) a Rusko (lokomotiva *GTI-001* o výkonu 8300 kW) s velkými zásobami levného zemního plynu mají zájem o další vývoj tohoto typu pohonu.

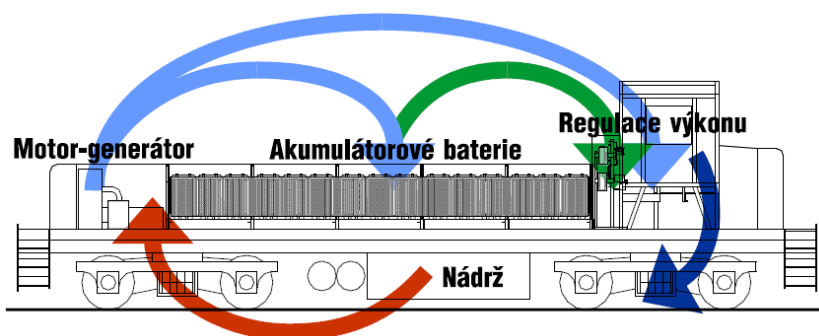


Obr. 1.14 Řez plynovou turbínou

Nejmodernějším typy pohonů jsou motor spalující vodík a hybridní uspořádání. Vodíkový motor neprodukuje žádné místní emise, ale výroba vodíku je energeticky náročná a jeho skladování problematické, praktické nasazení je proto v nedohlednu.

Hybridní lokomotivy kromě motoru obsahují také elektrické akumulátory, jež je možné dobíjet při elektrodynamickém brzdění nebo ze sítě. Kanadská společnost RailPower provozuje hybridní lokomotivy Green Goat, které dle údajů vlastníka

snižují spotřebu paliva o 60% a emise oxidů dusíku dokonce o 90% proti klasické dieselové lokomotivě.



Obr. 1.15 Princip funkce hybridní lokomotivy Green Goat

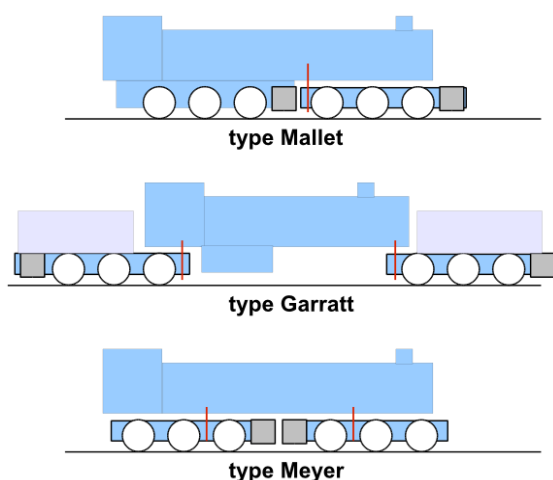
1.2.2.5 Přenos výkonu

Přenos výkonu z motoru na kola slouží k přiblížení se k ideální trakční charakteristice, od které je křivka průběhu výkonu spalovacích motorů v závislosti na otáčkách značně odlišná. Z tohoto důvodu se kola nepohání motorem přímo, ale vkládá se mezičlánek, který označujeme jako „přenos výkonu“.

Mechanický přenos výkonu

Mechanický přenos výkonu byl používán téměř u všech parních lokomotiv. Pohyb a síla parního pístu se přenáší na hnací a spřažená kola lokomotivy složitým mechanismem, který se nazývá *rozvod*. Rozvod musí umožňovat v širokých mezích změnu velikosti plnění parního válce a tím i práce a výkonu lokomotivy a změnu chodu kol lokomotivy. Nejčastěji používaným rozvodem u parních lokomotiv je tzv. *Heusingerův rozvod*.

Složitost mechanického přenosu výkonu na mnoho hnacích a spřažených dvojkolí s nutností jejich posunu či natáčení vedla k vývoji několika charakteristických architektur lokomotiv, které známe pod jmény jejich vynálezců jako typy *Mallet*, *Garratt*, *Meyer*, *Shay*, *Climax* nebo *Heisler*.



Obr. 1.16 Schéma architektur lokomotiv typu Mallet, Garratt a Meyer

U diesellových lokomotiv je výkon z motoru na kola přenášen za pomoci mechanické převodovky s manuálním nebo automatickým řazením, podobné převodovkám z automobilů. I přes konstrukční jednoduchost se kvůli značné ztrátě výkonu používala pouze u nejméně výkonných posunovacích lokomotiv a motorových vozů. U nových typů se nepoužívá vůbec.

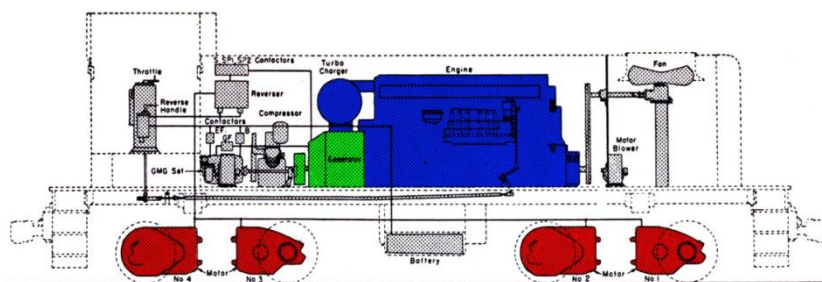
Hydraulický přenos výkonu

Je založen na tlaku přenosové kapaliny a lze ho rozdělit na dva druhy:

- Hydrostatický přenos – využívá statického tlaku kapaliny v soustavě. Hydromotor stlačuje kapalinu, která svým tlakem roztáčí hydročerpadlo, které zajišťuje samotný pohon. Jeho nevýhodou je vysoká náchylnost k poruchám z důvodu netěsnosti soustavy.
- Hydrodynamický přenos – je tvořen hydrodynamickou převodovkou sestavenou z několika měničů. Měnič obsahuje čerpadlo, lopatkovou turbínu a stator. Když se čerpadlo otáčí rychleji než turbína a stator je v klidu, dochází v měniči k násobení krouticího momentu. Jakmile se otáčky turbíny přiblíží otáčkám čerpadla, začne se spolu s turbínou a čerpadlem otáčet stator. Přestane se pak násobit krouticí moment a měnič se chová jako kapalinová spojka.

Elektrický přenos výkonu

Elektrický přenos výkonu je dnes nejpoužívanější koncepcí. Využívá pohonu dvojkolí trakčními elektromotory, které mohou být napájeny širokou řadou zdrojů, ať už transformovanou elektřinou z trakčního vedení nebo elektřinou získanou z generátoru přidruženého spalovacímu motoru, turbíně, případně i z palivových článků nebo akumulátorů. Výhodami jsou možnost přenosu velkých výkonů s velkou účinností, snadná reverzace chodu, možnost elektrodynamického brzdění a poskytnutí velkého točivého momentu už od nulových otáček kol. Nevýhodou je vyšší cena, vyšší hmotnost a relativně složitější regulace přenosu výkonu.



Obr. 1.17 Hlavní části diesel-elektrické lokomotivy, modře spalovací motor, zeleně generátor proudu, červeně trakční motory

Trakční motory

Trakční motor je elektromotor pohánějící dvojkolí lokomotivy. Jsou jimi vybaveny všechny lokomotivy s elektrickým přenosem výkonu, tedy naprostá většina drážních vozidel.

Trakční motory lze dle konstrukce rozdělit na stejnosměrné a střídavé, používány jsou oba typy. Charakteristické je, že ačkoliv mají výrobně daný svůj jmenovitý výkon, lze je krátkodobě přetížít až o 50% jmenovitého výkonu.

Trakční motory se díky svému vysokému výkonu a malým rozměrům velmi zahřívají. Dle chlazení rozlišujeme motory na typy s vlastní a cizí ventilací. Motory s vlastní ventilací mají na hřídeli motoru namontovaný ventilátor, který motor ochlazuje, motory s cizí ventilací obvykle využívají ventilátoru na střeše lokomotivy, který k nim přivádí vzduch skrz celou skříň. To zaručuje dostatečné chlazení i při potřebě velkého výkonu za nízké rychlosti, například při rozjezdu těžkých nákladních vlaků.

1.2.2.6 Podvozky moderních lokomotiv

Dnešní lokomotivy mají obvykle buď dvě nebo tři dvojkolí umístěná v pevném rámu, nebo čtyři nebo šest dvojkolí umístěných na dvou otočných podvozcích.

Podvozky jsou k rámu lokomotivy připevněny pomocí pevných čepů a dělí se na hnací a běžné. Hnací mají mnohem složitější konstrukci, protože kromě kol nesou také trakční motory a nápravovou převodovku, avšak u moderních lokomotiv jsou obvykle všechny podvozky hnací. Taková konstrukce lokomotivy se nazývá *plně adhezní*. Dvojkolí jsou pak k podvozku přichycena obvykle kyvnými rameny podobně jako zadní náprava motocyklu, nebo svislými trny (vodící čepy).

Každá lokomotiva má *primární odpružení* (odpružení dvojkolí vůči rámu podvozku), v případě, že má lokomotiva dvoustupňové odpružení, obsahuje také *sekundární odpružení* mezi rámem podvozku a lokomotivní skříň. Dříve bylo odpružení doménou listových pružin, dnes se obvykle používá vinutých pružin, pryžových silentbloků nebo systému *flexicoil*, který umožňuje natáčení podvozku zároveň s deformací pružiny. Trendem je elektronicky ovládané vzduchové odpružení doplněné hydraulickými tlumiči.

1.2.2.7 Brzdová zařízení

Každá lokomotiva má minimálně jednu mechanickou a jednu pneumatickou brzdu, některé z nich mají navíc i brzdu elektrickou. Mechanická i pneumatická brzda obsahují mechanickou část, která třením brzdových špalků nebo za pomoci kotoučů a brzdových čelistí zpomaluje otáčení kol.

Nejčastěji je využívána pneumatická brzda, kterou mají téměř všechny lokomotivy. Nejdůležitější je průběžná vlaková brzda, která slouží k brzdění celého vlaku, na její systém je napojena také rychlobrzda („záchranná brzda“).

Elektrické brzy jsou vhodné zejména proto, že mechanicky neopotřebovávají žádné součástky. Nejčastějším typem je elektrodynamická brzda využívající princip dynama. Při brzdění vzniká elektrická energie, kterou lze uložit do baterií, obvykle se ale maří („pálí“) v brzdových odpornících na střeše lokomotivy, které musí být aktivně chlazeny.

1.2.3 Vnější prvky konstrukce

1.2.3.1 Karoserie lokomotiv

Z hlediska rozložení základních prvků se lokomotivy dělí na dva typy:

- Kapotové lokomotivy – mají jedno stanoviště strojvůdce, motor a veškeré ostatní agregáty jsou kryty kapotou, kolem které vede ohoz se zábradlím.
- Skříňové lokomotivy – mají jedno nebo obvyklejší dvě stanoviště strojvůdce na čelech lokomotivy, celý vnitřní agregát je kryt lokomotivní skříní a je přístupný pouze zevnitř.



Obr. 1.18 Skříňová lokomotiva

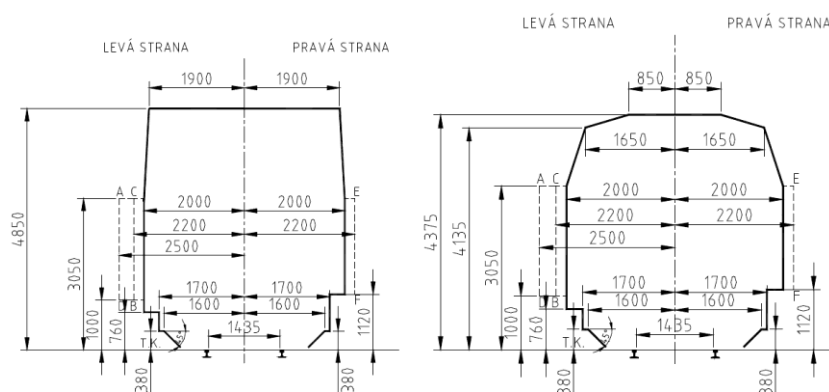


Obr. 1.19 Kapotová lokomotiva

Karoserie jsou vyrobeny z ocelového plechu, připevněného k svařnému ocelovému rámu, mohou však také mít plastové (nejčastěji laminátové) části. Existují však i celolaminátové lokomotivy jako například československá lokomotiva řady S 489 ze 70. let.

1.2.3.2 Obrys vozidel

Obrys pro vozidla je obrazec v rovině kolmé k ose koleje, který vymezuje vnější povrch vozidla. Žádná část vozidla nesmí zasahovat mimo povolený obrys (pro kontrolu se používá zařízení zvané *obrysnice*).



Tvar a rozměry průřezu Z-GC

Tvar a rozměry průřezu Z-GB

Obr. 1.20 Obrys vozidel používané na českých tratích

Z obrysu je odvozen *průjezdny průřez*, který vymezuje prostorové uspořádání trati, staveb a zařízení v jejím okolí tak, aby za běžných podmínek nemohlo dojít ke kolizi vozidla a zařízení v blízkosti dráhy.

1.2.3.3 Osvětlení

Dle platných technických předpisů musí být každá lokomotiva vybavena třemi bílými světly (dvě dole po stranách, jedno nahoře uprostřed) vpředu a dvěma červenými světly vzadu.

1.2.3.4 Spojení vozidel

Každé železniční vozidlo má nárazecí ústrojí, které se obvykle sestává ze spřáhla nebo šroubovky, spojující jednotlivé vozy, a nárazníků, které tlumí podélné síly v soupravě. Spojování vozidel probíhá ručně, rozpojování pak mechanicky, pneumaticky nebo elektricky.



Obr. 1.21 Spojení železničních vozidel pomocí šroubovky

Kromě mechanického spojení jsou vlaky vybaveny spojovacími potrubími, která propojují pneumatická a elektrická zařízení vlaku.

1.3 Designérská analýza

Z důvodu zaměření mé práce právě na design posunovací lokomotivy, bylo nutné před započítím práce samotné zanalyzovat vývoj v této oblasti, současný stav na trhu a trendy, určující předpokládaný budoucí vývoj. Z těchto získaných poznatků následně vychází mé vlastní řešení designu.

1.3.1 Vývoj designu lokomotiv

O skutečném designu, oboru, který získal název až téměř sto let po vynálezu lokomotivy, můžeme mluvit přibližně od 30. let 20. století, kdy začaly vznikat první typy opláštěvaných aerodynamických parních lokomotiv.

Ty byly obvykle stavěny pro překonávání rychlostních rekordů, což žádoucím způsobem přilákávalo pozornost k železnici, ale trpěly problémy s přehříváním, které snižuje účinnost parního stroje a zvyšuje nebezpečí výbuchu přehřáté páry. Také údržba byla složitější a dražší, proto nikdy nedošlo k jejich významnému rozšíření.



Obr. 1.22 Německá proudnicová lokomotiva BR 01 10

Po druhé světové válce bylo zřejmé, že parním lokomotivám budoucnost nepatří a pozornost konstruktérů a designérů se obrátila nejdříve k lokomotivám elektrickým a poté i diesellovým.

1.3.2 Základní hmotové koncepce

V průběhu let se vyvinuly dvě základní hmotové varianty karoserie elektrických a diesellových lokomotiv, kapotové a skříňové.

Zatímco lokomotivy skříňové jsou běžné u rychlíků a těžkých nákladních vlaků, lokomotivy kapotové jsou díky snadnějšímu přístupu k agregátům a lepšího výhledu strojvůdce vhodné pro posunovací službu, lehčí nákladní vlaky a osobní dopravu na lokálních tratích tam, kde nelze použít motorové vozy. Technicky jsou oba typy lokomotiv shodné a často sdílejí totožné pojezdy a vnitřní zařízení. Při rekonstrukci lze dokonce lokomotivu přestavět z jednoho typu na druhý.

1.3.3 Ergonomie lokomotivy

Ergonomické parametry lokomotiv jsou obvykle voleny tak, aby vyhovovaly zdravým mužům středního vzrůstu.

Do kabiny strojvůdce se u skříňových lokomotiv nastupuje dveřmi po bocích skříňe. Z konstrukčních důvodů jsou umístěny až nad rámem, obvykle ve výšce 1300 – 1500 mm nad temenem kolejnice, a jsou vybaveny schůdky a svislými madly k usnadnění přístupu. U kapotových lokomotiv se do kabiny přistupuje přes ochoz kolem kapoty, který je vybaven bezpečnostním zábradlím ve výšce kolem 1000 mm nad podlahou rámu.

Zatímco se strojvůdci osobních a nákladních vlaků řídí převážně pokyny světelných návěstidel a výpravčích, strojvůdci posunovacích lokomotiv obvykle jezdí „podle rozhledu“ po kolejišti, ve kterém se zároveň pohybují další pracovníci dráhy. Musí tedy mít ze svého stanoviště dobrý rozhled, zejména je vyžadován přímý pohled před nárazníky. Není-li možné toto zajistit vhodným tvarováním kabiny a prosklení, je třeba výhled zabezpečit kamerami s výstupem na monitor v kabině strojvůdce.

I když design interiéru kabiny není cílem této diplomové práce, zmíním, že skříňové lokomotivy mají obvykle stanoviště dvě; jedno pro každý směr jízdy, kabiny kapotových lokomotiv jsou vybaveny jedním stanovištěm se dvěma řídicími pulty v obou směrech jízdy.

1.3.4 Současný design posunovacích lokomotiv

1.3.4.1 Řada 772 ŽSR



Obr. 1.23 Lokomotiva řady 772 ŽSR

Lokomotiva řady 772 vznikla v roce 1993 na pojezdu řady 771 „Čmelák“ a její neotřelý design vytvořil Doc. Štefan Klein, vedoucí katedry designu VŠVU v Bratislavě. Navrhl kapotovou lokomotivu se stanovištěm strojvůdce téměř uprostřed, zaskleným okny s velkým pozitivním sklonem zabráňujícími odleskům. Vstup do kabiny je možný z obou stran pomocí odklopných žebříků přes bočně odsuvné dveře. Špatnému výhledu měly napomáhat kamery snímající prostor okolo lokomotivy, ty však díky svému nevhodnému umístění nad vstupními dveřmi

nezobrazovaly o mnoho více, než mohl strojvůdce vidět ze svého stanoviště. Opláštění bylo provedeno lepenými laminátovými sendvičovými moduly, na které byl nanesen speciální lak, který zajišťuje barevnou stálost povrchu.

Celá konstrukce však byla postavena na problematických či zastaralých komponentách a v roce 1998 byl celý značně ztrátový podnik zastaven, a celý případ předán finanční policii.

1.3.4.2 Voith Gravita



Obr. 1.24 Voith Gravita 15 BB

Německá společnost Voith je známá díky vývoji a výrobě hydraulického přenosu výkonu, není tedy překvapující, že její první lokomotiva z roku 2006 – *Voith Maxima*, používá právě tento typ pohonu.

V roce 2008 představil Voith novou sérii lokomotiv *Gravita*, modulární kapotové lokomotivy, určené od lehké posunovací služby (typ 5B, dvě dvojkolí na pevném rámu, délka 10 m), těžký posun a lehké nákladní vlaky (typ 10BB, čtyři nápravy na dvou podvozcích, délka 15,7 m) a až po vozbu těžkých mezinárodních nákladních vlaků (typ 20BB, délka 18,5 m).

Společnosti Voith se podařilo udržet stejné tvarosloví napříč celou řadou, jejich charakteristické trojúhelníkové zkosení čel, šikmé linie chladících průduchů, plné plochy zábradlí a umístění hlavních světel nad rámem se tak staly mezi potenciálními zákazníky neomylnou poznávací značkou.

1.3.4.3 Vossloh řady G a DE



Obr. 1.25 Vossloh G 12

Série posunovacích lokomotiv německé společnosti Vossloh, která taktéž pokračuje v německé tradici stavby lokomotiv s hydraulickým přenosem výkonu (avšak vyrábí i lokomotivy s dnes běžnějším elektrickým přenosem výkonu) sahá od řady 6 (třínápravová, délka 10,8 m) až po řadu 18 (čtyřnápravová, délka 17 m).

Stroje firmy Vossloh, stejně jako všechny ostatní moderní posunovací lokomotivy, vychází z modulární koncepce stavby. Z tvarového hlediska mají společné 45° zkosení hran kapoty, nápadný válcovitý komín před kabinou strojvůdce a u čtyřnápravových lokomotiv výrazné vertikální prolisy pro chlazení v přední části.

Charakteristickými barvami společnosti Vossloh je kombinace světle šedé a světle zelené, s bílými doplňky, kterými se pyšní všechny výstavní a prototypová vozidla této firmy.

1.3.4.4 GE Evolution



Obr. 1.26 General Electrics Evoluition

Ani nejnovější výrobek americké společnosti General Electrics s hybridním pohonem nevybočuje ze zaběhuté tradice stavby amerických lokomotiv. Charakteristická je skříňová konstrukce s kabinou strojvůdce v provedení „safety cab“, které se vyrábí od roku 1989 a strojvůdce poskytuje dostatečný komfort i bezpečnost. Typické je i přísně geometrické tvarování a masivní chladiče v zadní části lokomotivy (zde sloužící k chlazení baterií). V stejném designu, který nahradil předchozí typ „bulldog“ s kulatou čelní kapotou a skříňovou konstrukcí, je dnes vyráběna většina diesellových lokomotiv v USA a Kanadě.

1.3.5 Barevná řešení železničních vozidel

První parní lokomotivy od počátku 19. století byly vyráběny v poměrně široké paletě barevných variant, postupem času však převládla barva černá, která byla odolná, praktická (skrývá zašpinění od sazí) a levná, pojezd pak byl nejčastěji v barvě červené (typické např. pro západní a střední Evropu) nebo taktéž černé.

V Československu byly lokomotivy také obvykle černé, ozdobené červenými linkami zvýrazňujícími některé linie pláště. V roce 1928 byl k práci na ministerstvu železnic povolán akademický malíř Vilém Kreibich, který pro ČSD navrhl nové barevné schéma rychlíkových lokomotiv – tmavozelená lokomotiva s červenými koly a mosaznými pásy na kotli. Toto schéma bylo použito např. u lokomotiv řady 486 („Anton“) a 387 („Mikádo“). Po válce zelenou vystřídala azurová modř, a v tomto zbarvení byly vyráběny jedny z našich nejcharakterističtějších lokomotiv – řady 477 („Papoušek“) a 498 („Albatros“).



Obr. 1.27 Lokomotiva ČSD 498 „Albatros“ ve zbarvení dle Viléma Kreibicha

Roku 1977 u nás bylo kvůli zpřehlednění a snížení nákladů zavedeno jednotné barevné schéma podle typu trakce. Zelená pro elektrické lokomotivy stejnosměrné, červená pro střídavé, modrá pro vícesystémové a tmavě červená pro diesellové. Protože však byly lokomotivy někdy jen obtížně viditelné, byly od roku 1982 doplňovány také 30 cm širokým žlutým nebo krémovým pruhem. V roce 1988 byl výstražný pruh rozšířen na 60 cm.

V roce 2007 si nechala společnost ČD Cargo navrhnout grafický styl studiem Najbrt, které přišlo s novým modro-modrým schématem, a za svoji práci získalo ocenění Czech Grand Design 2007. Podobný, modro-šedý kabát na sebe postupně vezmou také vozidla ČD.



Obr. 1.28 Zbarvení vozidel ČD od studia Najbrt

Pro současný stav je charakteristické velké množství nových soukromých dopravců, kteří na koleje přinesli množství vlastních výstředních zbarvení vozidel, stejně jako mnoho lokomotiv v reklamních a slavnostních nátěrech. Železniční provoz se tak na počátku 21. století stává značně pestřejším.

2 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

2

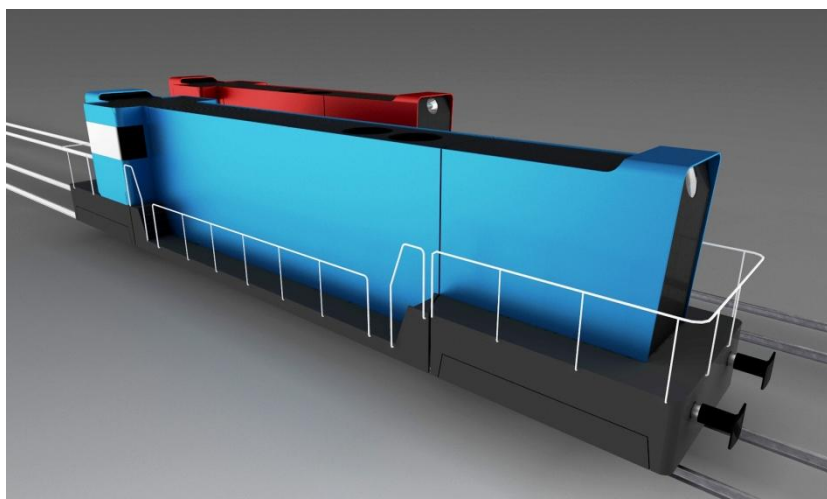
2.1 Předdiplomový projekt

2.1

Tvorbě samotné diplomové práce předcházelo zpracování předdiplomového projektu. V něm jsem zaměřil zejména na řešení modulárnosti lokomotivy, a na možné způsoby chápání a realizace stavebnicové konstrukce lokomotiv.

2.1.1 Varianta A

Varianta A počítala s maximálním rozsahem unifikovaných modulů, které lze sériově vyrábět. Dvěma částmi, které jsou společné pro všechny lokomotivy, jsou čelní a zadní modul s podvozky, kabinou strojvůdce a pneumatickou a elektrickou výzbrojí, které zajišťují prakticky všechny funkce lokomotivy, kromě výroby elektrického proudu pro pohon trakčních motorů. Ten je dodáván motorgenerátorem umístěným v rámu zavěšeném mezi podvozky.

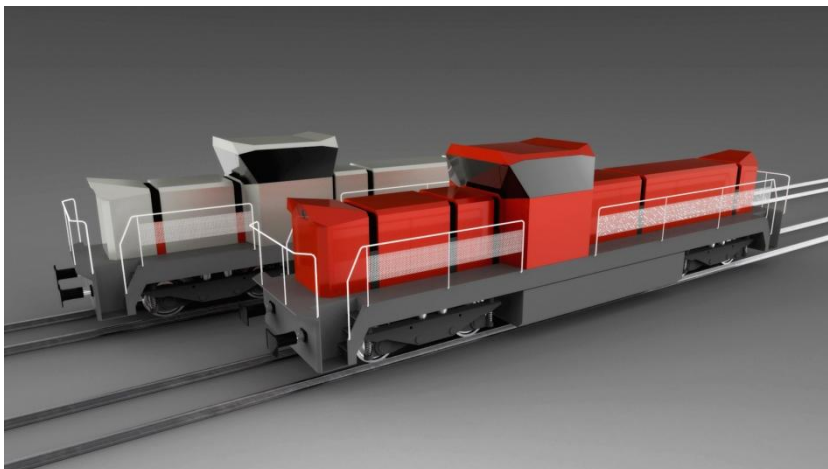


Obr. 2.1 Předdiplomový projekt – varianta A

Ačkoliv je tato koncepce z designérského hlediska poměrně atraktivní, a podobně jako její předobraz v podobě parních lokomotiv architektury Garrat umožňuje projíždění oblouků malých poloměrů i dlouhým lokomotivám, má mnoho zásadních konstrukčních problémů. Mezi ty nejpalčivější patří zejména fakt, že nejtěžší část lokomotivy – motorgenerátor – se nachází na zavěšeném rámu. Ten má tendenci se prohýbat, a kvůli čepům, kterými je spojený s přední a zadní částí, zvedat krajní dvojkolí. Ty pak ztrácejí rovnoměrný kontakt s kolejí a zvyšuje se možnost vykolejení.

Lokomotiva této koncepce by byla vhodná, pouze pokud by střední část byla dostatečně lehká a zároveň mohla těžit z výhody velkého spojeného prostoru, který nabízí. Takové využití by mohl nabízet pohon plynovou turbínou, která je oproti běžnému spalovacímu motoru stejného výkonu velmi lehká a může spalovat LPG nebo CNG, topné plyny, které jsou lehké, avšak při skladování velmi objemné. Z důvodu velmi omezené užitečnosti takové koncepce v podmínkách železničního provozu ve střední Evropě jsem se rozhodl nadále v tomto konceptu nepokračovat.

2.1.2 Varianta B



Obr. 2.2 Předdiplomový projekt – varianta B

Varianta B je postavena na klasickém rámu, a modulové řešení podpořeno zvýrazněným „kontejnerovým systémem“ stavby. Díky využití dnes běžné koncepce pevného rámu nedochází k žádným zásadním technickým problémům. Přestože je celá stavba ze všech variant předdiplomového projektu technicky nejméně inovativní, po konzultaci jsem se rozhodl pokračovat právě s ní a využít co nejvíce možností inovací, které mi pole velmi svázané předpisy, normami a ekonomickými parametry dovolí.

2.1.3 Varianta C

Varianta C je taktéž postavena na pevném rámu, její největší inovací je tvarování a funkce stanoviště strojvůdce. Všechny posunovací lokomotivy umí jezdit stejnou rychlostí v obou směrech a obsahují v kabině dvě stanoviště strojvůdce, jedno pro každý směr jízdy. Inspirován tvarem majáku a funkcí otočné dělové věže tanku jsem vytvořil otočnou kruhovou věž kabiny strojvůdce.



Obr. 2.3 Předdiplomový projekt – varianta C

Toto řešení však naráží na četná úskalí. Odebírá vnitřní prostor kabiny, přičemž získaný vnější prostor nenachází žádné odpovídající využití. Dále situuje strojvůdce do středu lokomotivy, což mu značně zhoršuje výhled vpřed přes kapoty motoru a dalších agregátů. Pro zachování vhodného výhledu je třeba sedadlo strojvůdce umístit výrazně excentricky, to však naráží na problematiku rozmístění ovládacích panelů a ztížený přístup na stanoviště. Ani nabízející se řešení v podobě využití kabiny o půdorysu kruhu s odříznutými tětivy po bocích nelze využít, jelikož poté se při otáčení dostávají části kabiny mimo dovolený obrys vozidla, což je zcela nepřijatelné.

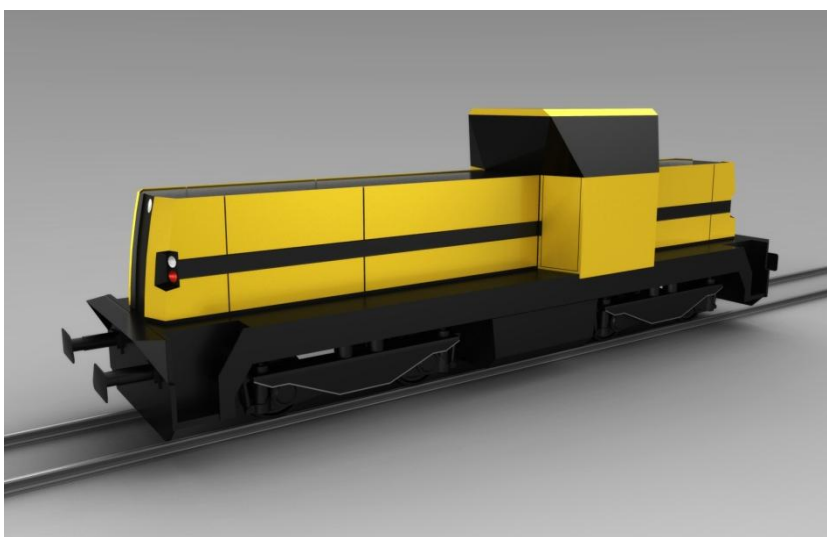
I přes nepochybnou designovou zajímavost toho řešení jsem byl nucen od varianty s kruhovou kabinou ustoupit.

2.2 Návrhy diplomového projektu

2.2

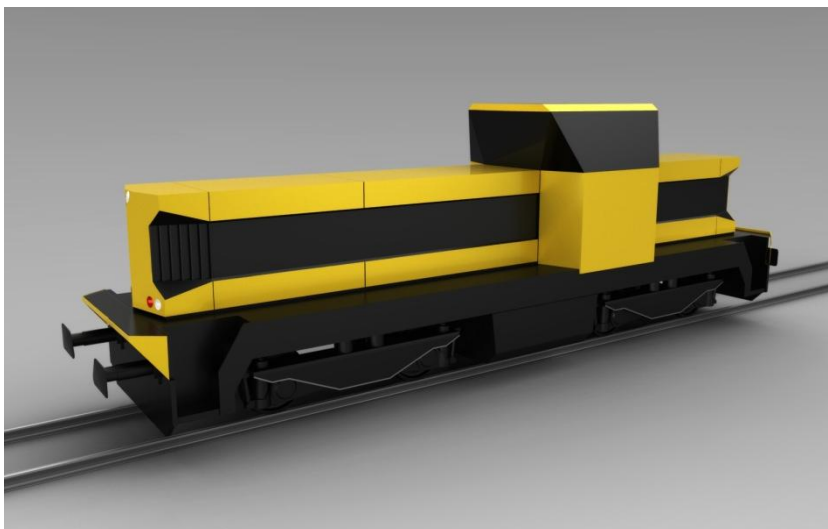
Po dokončení předdiplomového projektu jsem se začal zabývat tvorbou variantních studií z něj vycházejících. Jak již bylo řečeno, rozhodl jsem se pro další zpracování varianty B, kterou ačkoliv lze označit za „nejklasičtější“, poskytuje největší předpoklady k vytvoření praktického, účelného a realizovatelného návrhu.

Protože jsem se v předdiplomovém projektu nezabýval ani tak samotným designem, jako spíše principem modularity stavby lokomotivy, zůstala otázka tvarování a stylistického řešení do značné míry otevřená. Na základě dané hmotové koncepce však začaly v kresbách a trojrozměrných počítačových skicích vznikat různé varianty.



Obr. 2.4 Návrh diplomového projektu 1

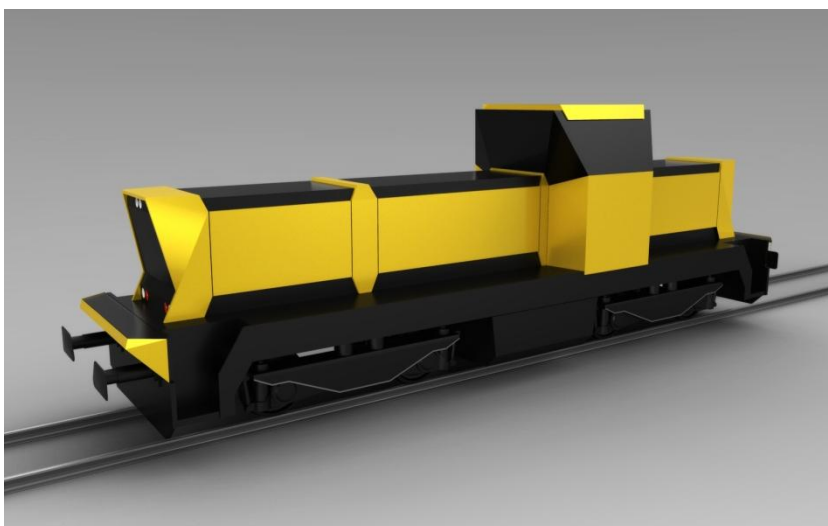
První varianta počítala s výrazným horizontálním prvkem po celé bočnici, který by skrýval rozdělení bočnic. V přední části pak tento prvek přechází do prolisu, ve kterém jsou umístěny světlomety. Po horní ploše kapotáže by v návaznosti na kabinu probíhala další tmavá plocha přecházející až do čelní plochy, skrývající zejména ventilační otvory. Přední čelo je mírně skloněné a zakřivené, mírný překryv bočnic do přední části odkazuje na typické tvarování bočních chladících desek československých lokomotiv.



Obr. 2.5 Návrh diplomového projektu 2

Protože boční pruh předchozí varianty až příliš připomínal výstražný pruh používaný jako grafické zvýraznění lokomotiv ČSD od 80. let, chtěl jsem tento prvek ještě více zvýraznit a učinit dominantním pro celé tvarování, proto jsem ho rozšířil až na téměř 1 m výšky a odebral horní opticky oddělený povrch. Zároveň jsem také zkoušel vytvořit jiné čelo lokomotivy s výrazně klínovitým tvarem. Výsledek, i když v pouhé hmotové skice, však až možná příliš připomíná charakteristické tvarování standardizovaných amerických lokomotiv s tzv. „safety cab“.

Krom návrhů s výrazným horizontálním tvarováním jsem však také rozvíjel koncept s dominantním vertikálním dělením vizuálně podporujícím princip skládání modulů.

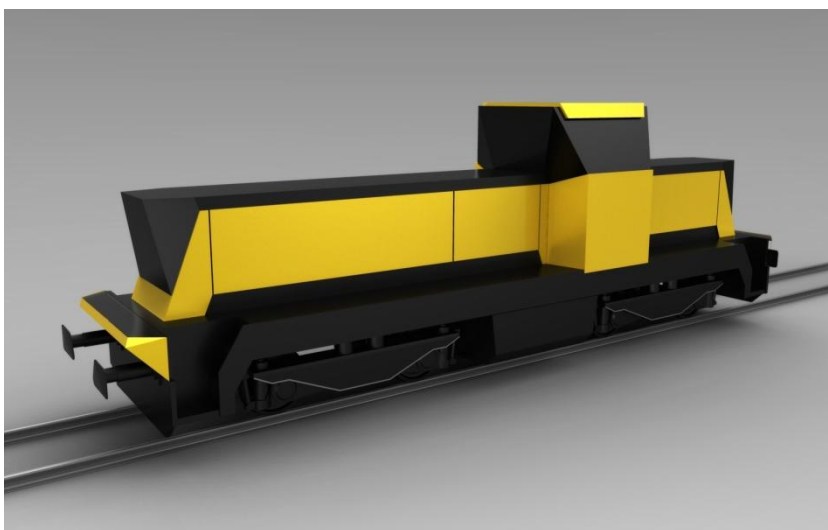


Obr. 2.6 Návrh diplomového projektu 3

V následující variantě jsem vytvořil design, který technicky i vizuálně podporuje myšlenku vkládání modulů do rámců. Základ rámové konstrukce tvoří platforma, ke které je připevněna kabina, čela a podle délky také daný počet oddělujících příček. Čelo je negativně skloněno, což tvarově symbolizuje sílu a schopnost vytrvalého

tahu (nejspíše vychází z podobenství s profilem býka). Čisté negativní sklonění je však nevýhodné, protože největší délky dosahuje ve výšce 1550 mm nad rovinou ochozu, tedy přibližně ve výšce hlavy. Proto je čelo geometricky řešeno jako rovina s vyříznutým tvarem písmene V, spodní část zasahuje do stejné vzdálenosti jako horní hrana, nutí tedy pracovníka obcházet tuto překážku a chrání tak před úrazem hlavy z nepozornosti. V této variantě se také poprvé objevuje odsazení bočnic od platformy pomocí zapuštěného soklu.

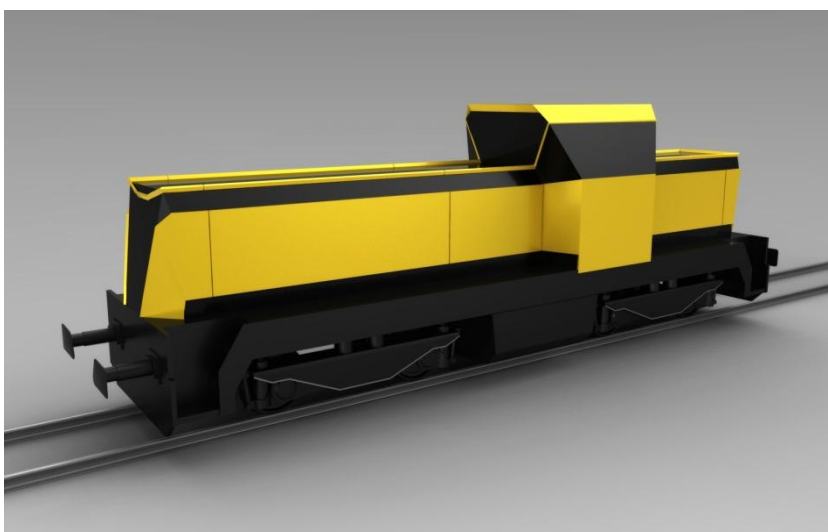
Tento návrh v sobě skrýval značný potenciál, avšak vypadal dobře pouze u kratších lokomotiv skládajících se z nejvíce tří modulů. U delších strojů docházelo k přílišné vertikální členitosti, která rozbíjela celkový tvar a působila velmi strnule a staticky.



Obr. 2.7 Návrh diplomového projektu 4

Další fází návrhu bylo tvarové zjednodušení předchozí varianty. Bylo zcela vypuštěno vertikální dělení, čelo se zjednodušilo do menšího počtu ploch, aby více korespondovalo s jednoduchým, až triviálním tvarováním kabiny. Místo modulů vkládaných do vertikálních rámců tento návrh vypadá více jako kompaktní blok vložený shora konstrukce, která ho po bocích těsně obepíná.

Posledním směrem vývoje designu byla varianta s madly na horní hraně kapot, které tvoří linku probíhající po celém obvodu lokomotivy. V přední části je v ní umístěno světlo, v prostoru kabiny přechází do střechy, na jedné z hran tvoří také kryt výfuku. Tento designérský prvek se zdál být slibným, avšak při realizaci na finálním modelu se jeho tvar po optimalizaci ergonomických a geometrických parametrů (umístění muselo být přizpůsobeno trajektorii otevíracích kapot motorů) natolik zkomplikoval, že jsem od jeho použití v návrhu v poslední chvíli odstoupil.



Obr. 2.8 Návrh diplomového projektu 5

Celkově při tvorbě diplomové práce vzniklo několik desítek až stovek skic variantních studií, většina z nich však zachycuje pouze detaily, vycházející z předchozích návrhů, a ukazuje více či méně slepé cesty designérského řešení, které je často nutné prošlapat až na jejich konec.

2.3 Finální návrh

Konečné tvarové řešení vychází z převážné části z předposlední variantní studie. Byly zachovány jednoduché tvary bočnic a zejména horizontální členění, avšak prvky zvýraznění modulové stavby zůstaly, zejména v podobě zámků k otvírání jednotlivých krytů agregátů při horní hraně boční kapotáže. Tvar čela byl změněn tak, aby mělo čistě svislý profil, který je jednoznačně nejpraktičtější vzhledem k vnitřnímu prostoru i pohybu lidí po ochozech. Čelo je taktéž z převážné části tvořeno jednoduchými plochami, výraz stroji dává zejména čelní maska díky tvarování chladicích průduchů a umístění světlometů částečně překrytých kapotáží.

Tvar kabiny zůstal od předdiplomového projektu téměř nezměněn, byl pouze geometricky dořešen a přibylo zakomponování výfuku, středního světlometu a dalších nepostradatelných technických prvků.

Detaily o jednotlivých aspektech konečného návrhu budou podrobně rozebrány v následujících kapitolách diplomové práce.



Obr. 2.9 Finální návrh

3 ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

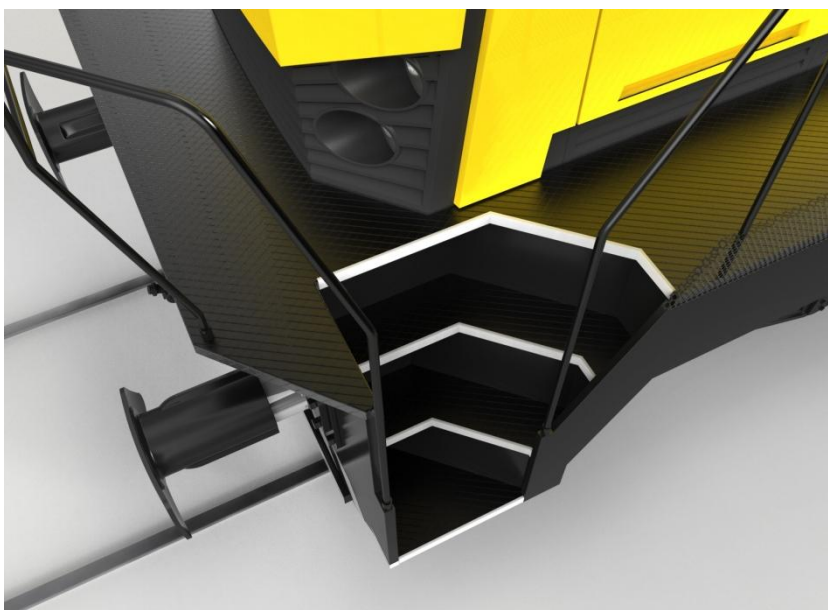
Z důvodu malého prostoru na lokomotivě, který je dán omezeními vycházejícími z norem a technických možností stavby, lze většinu zvolených hodnot ergonomických parametrů označit spíše za dostačující, než za optimální. Jelikož se zde však nepočítá s pohybem dětí či hendikepovaných osob, lze volit i mezní hodnoty dovolených rozsahů.

Pro jednodušší popis řešení jsem rozdělil ergonomické řešení do několika hlavních uzlů.

3.1 Přístup do kabiny strojvůdce

Do kabiny strojvůdce se přistupuje přes boční ochozy kolem kapot motorů, proto se dá přístup rozdělit do dvou fází.

První částí je přístup z volné trati nebo z nástupiště na boční ochozy lokomotivy. Ten je zajištěn schody v každém rohu platformy. Výška prvního stupně se liší z důvodu rozdílné výšky různých platforem, pohybuje se však mezi 520 – 610 mm nad temenem kolejnice. Prostor pro umístění schodiště je omezen šířkou ochozu (1800 mm z celkové šířky 3000 mm zabírají kapoty motorů) a délkově pak umístěním schodů před podvozky při co nejmenší celkové délce lokomotivy.



Obr. 3.1 Detail nástupních schůdků

V tomto velmi omezeném prostoru o velikosti přibližně 500 x 1000 mm jsem při potřebě překonání výškové rozdílu 800 - 1250 mm zvolil schodiště o čtyřech schodech s výškou stupně 27 – 41 cm, největším sklonem 73°, a hloubkou schodu minimálně 22 cm. Celkový tvar schodů je volen s ohledem na preferovaný přístup na boční ochoz, je méně pohodlný, avšak i méně používaný. Tyto ergonomické parametry odpovídají spíše kategorii žebříků než schodiště, proto jsou schody opatřeny z obou stran madly usnadňujícími přístup na ochoz.



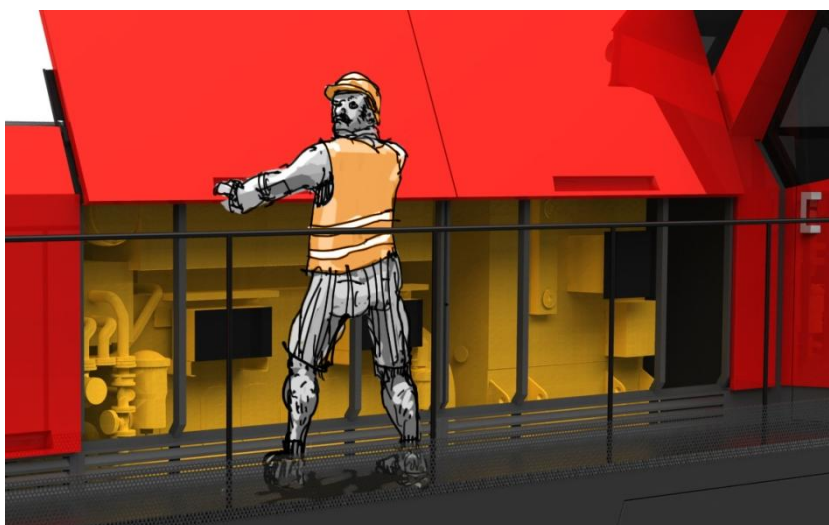
Obr. 3.2 Dveře kabiny strojvůdce

Přístup do kabiny strojvůdce je možný přes dveře umístěné úhlopříčně ve dvou rozích kabiny otevíraných ven, směrem ke kapotě motoru. Celá kabina strojvůdce je umístěna na odpruženém bloku o výšce 250 mm, což vytváří další schod při přístupu k řídicímu pultu. Z tohoto důvodu je klika dveří z vnější strany umístěna relativně vysoko – 1300 mm nad podlahou ochozu, z vnitřní strany potom ideálních 1050 mm nad podlahou kabiny.

3.2 Přístup k motorům a dalším agregátům

Abych dosáhl čistoty a jednoduchosti designu s minimem rušivých prvků, rozhodl jsem se použít k zakrytí motoru a dalších agregátů velkoplošné plechové panely otevírané směrem vzhůru. Princip otevírání je z hlediska obsluhy velmi jednoduchý. Každý panel má z obou stran zajišťovací páky, které v uzamčeném stavu lícují s bočnicemi lokomotivy. Při zvednutí jedné se oba panely po stranách odjistí, stále však s nimi nelze pohnout, protože jsou v zavřené poloze drženy taktéž z druhé strany. Až po zvednutí páky na druhé straně je panel zcela odjištěn.

Možností, jak zajistit zvedání panelů se nabízelo několik. Po zvážení využití hydraulického, pneumatického a lineárního elektrického pohonu jsem se rozhodl pro nejjednodušší a nejspolehlivější čistě mechanické provedení. Každý z krytů má ve středu spodní hrany madlo, pomocí kterého lze celý panel vysunout po kolejnicích nahoru. Řešení s vodícími kolejnicemi jsem upřednostnil před systémem výsuvných či rotačních vzpěr pro jejich minimální prostorovou náročnost, která je na pouhých 50 centimetřů širokém ochozu velmi důležitá.



Obr. 3.3 Otvírání krytů motoru

Z důvodu vysoké hmotnosti panelů, která díky jejich velké ploše (až 2,2 x 1,6 m) a tloušťce plechu 2 mm dosahuje až 80 kg pro větší z modulů, je při jejich zvedání využito protizávaží, podobně jako například u kabiny výtahu. Tím je eliminována potřeba zvýšené síly ke zvednutí panelu, jejíž použití by bylo i vzhledem k velmi limitovanému prostoru na plošině velmi náročné. Protizávaží je o několik kilogramů těžší než panel, ten se tak po odjištění i bez použití síly velmi nízkou rychlostí vysune nahoru. Díky tomu není potřeba panel v horní poloze nezbytně fixovat jisticím mechanismem, ačkoliv z hlediska bezpečnosti je to vhodné, jinak by se panel při nečekaném pádu předmět (např. při usazování agregátů pomocí jeřábu) na jeho horní hranu mohl zavřít a zranit pracovníka v jeho blízkosti.

Po provedení potřebných zásahů lze panel rukou stáhnout dolů, případně si malé výšce pomoci přišlápnutím panelu dolů nohou. Ten se po stažení automaticky zajistí ve spodní poloze. V zavřeném stavu lze zajišťovací páky také zamknout bezpečnostním klíčem, aby byl vyloučen přístup nepovolaných osob k agregátům lokomotivy.

3.3 Interiér kabiny strojvůdce

3.3

Přestože řešení interiéru kabiny strojvůdce není primárním cílem mé diplomové práce, bylo nezbytné navrhnout její základní rozložení pro kontrolu výhledových podmínek, přístupu k sedadlu a ovládacím panelům, a správnosti celkových rozměrů.

Základní koncepce kabiny je řešena způsobem obvyklým u kapotových lokomotiv, tedy jako věžová se dvěma shodnými, diagonálně umístěnými stanovišti strojvůdce.

Sedadlo strojvůdce je umístěno výrazně excentricky na pravé straně po směru jízdy, zatímco dveře otevírané dovnitř jsou umístěny vždy na protější straně. Při otevření dveře nekolidují s prostorem sedadla, vysoká opěrka sedadla chrání strojvůdce před úrazem hlavy o hranu dveří, pokud by je někdo při jeho nepozornosti otevřel.

Podlaha kabiny je kvůli systému terciárního odpružení (odpružení kabiny vůči rámu) zvednuta 250 mm nad rovinu ochozu, čímž tvoří schod umístěný uvnitř za prostorem pro otevření dveří.

Z důvodu zajištění dobrého výhledu strojvůdce přes kapotu motoru je nutné umístit jeho sedadlo do značné výšky. Pro řešení tohoto problému jsem zvolil stejnou konstrukci, jaká se používá při stavbě jachet a rekreačních lodí. Sedadlo je umístěné na otočném podstavci, který pomocí pneumatického systému umožňuje také výškovou polohovatelnost. Podložka nohou je součástí sedadla, je připevněna ke konstrukci sedáku a její výška i sklon je taktéž stavitelný.

Hlavní řídicí pult s ovladači je umístěn v podélné rovině s osou sedadla, tedy taktéž výrazně excentricky na pravé straně, většina sdělovačů je umístěna na panelu, který je ve svislém směru kolmý na osu pohledu, ve vodorovném směru potom mírně vyosen vpravo, aby nijak nebránil výhledu z panoramatického čelního okna.



Obr. 3.4 Řez kabinou

Právě vysoká kvalita výhledu ze stanoviště strojvůdce byla jedním z hlavních požadavků při tvorbě diplomové práce a tomuto cíli bylo přizpůsobeno mnoho prvků návrhu. Základním kamenem pro splnění toho cíle jsou nepochybně velká panoramatická okna s nízkým počtem rámových profilů. Čelní okno je negativně skloněno, aby nedošlo k nežádoucímu odrazu slunečních paprsků o jeho plochu, stejně tak horní povrch kapot motorů je upraven matnou černošedou barvou zabraňující nepříjemným odleskům. Negativní sklon spolu s přetaženou hranou střechy také chrání čelní sklo před zvýšeným znečištěním v prašném prostředí, a pomáhá zlepšení výhledu v dešti, lokomotiva je však vybavena i stěrači. Výhledu nebrání žádné prvky interiéru, ani tvarování kapotáže, v tomto aspektu dosahuje návrh vyšší kvality, než všechny dnes vyráběné lokomotivy.

Na bocích kabiny strojvůdce se nachází lichoběžníkové okénko vyklápěné dovnitř dolů. To neslouží ke zlepšení klimatických podmínek v kabině, které jsou zajišťovány klimatizační jednotkou umístěnou mezi stropnicí kabiny a vrchního plechového krytu, ale k dorozumění strojvůdce s ostatními pracovníky dráhy.

3.4 Bezpečnostní a výstražné prvky

Seřadovací nádraží je svým způsobem nelítostné prostředí, kde se pracovníci stále pohybují mezi mnoha stále se přemísťujícími desítkami tun vážícími vagóny a lokomotivami. Prach (často mazlavý uhelný, vápenný nebo dřevěný), znečištění naftou, hluk a časté šterkové podloží také negativně přispívají k bezpečnosti práce.

V takovém prostředí nelze úrazům nikdy zcela zabránit, avšak vhodnou úpravou strojů lze alespoň snížit jejich pravděpodobnost. Na mém návrhu se takových bezpečnostních, ale i výstražných prvků, nachází hned několik.

Jedním z těch, které pracovník potká jako první je protiskluzová úprava povrchu ochozu. Tu lze řešit vhodným tvarováním prolisů plechu, kterých existují desítky, nejčastější jsou tzv. „slzičkové plechy“ (občas také nazývané „diamantové“), já ve svém návrhu zvolil ekvivalentní plech s kosočtvercovými výstupky.

Dále je ochoz vybaven zábradlím ve výšce 1100 mm nad jeho plochou, a jelikož jde o povrch s rizikem podklouznutí nebo propadnutí, je dle normy na konstrukci zábradlí vybaveno také ochranou lištou o výšce 250 mm. Ta pochopitelně nesmí bránit odtoku vody z povrchu ochozu, proto je vyrobena z děrovaného plechu s kulatými přesazenými otvory, které mají největší *volnou plochu* (poměr plochy děr vůči ploše celého plechu).



Obr. 3.5 Zábradlí kolem ochozů

Mezi bezpečnostními prvky patří i krytování komínu, který kvůli zlepšení výhledu vede v blízkosti vstupních dveří a zabraňuje popálení o vnější povrch výfuku a také grafické zvýraznění hran schodů a diagonální pruhy na čele natřené retroreflexní barvou, zvýrazňující tyto důležité plochy a hrany zejména v noci a za snížené viditelnosti.

Mezi další zvýrazněné prvky, které sice nepovažujeme za přímo bezpečnostní, ale napomáhají orientaci a snadnosti obsluhy, patří také barevné odlišení jisticích pák bočních krytů a barevné odlišení kliky vstupních dveří do kabiny.



Obr. 3.6 Výstražné prvky za světla



Obr. 3.7 Výstražné prvky ve tmě

4 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

4.1 Hmotová koncepce

Základní hmotová koncepce návrhu je obdobná jako u jiných kapotových lokomotiv. Motor a další agregáty jsou kryty kapotami nazývanými „představky“, okolo kterých vede ochoz po rámu lokomotivy. Kabina strojvůdce je věžovitá přes celou šířku rámu a je asymetricky umístěná v podélném směru, konkrétní umístění kabiny a celkové proporce jsou závislé na délce použitého rámu.

Tato míra variability je zajímavá v tom, že dovoluje vytvořit jeden objekt se stejnými desénovými prvky v různých proporcích, na druhou stranu však designér ztrácí kontrolu nad konkrétními poměry hmot. A ačkoliv by bylo příjemné mít možnost kabiny podélně umístit tak, aby podélně rozdělovala lokomotivu vždy v poměru zlatého řezu, je nutné takovým požadavkům ustoupit pro zachování logického seskupení vnitřních agregátů.



Obr. 4.1, 4.2 Všechny délkové varianty vedle sebe



Základní členění hmoty lze rozdělit na horizontální, ve kterém je oddělen spodní sokl s prolisy pro nasávání vzduchu, bočnice a horní plochy navazující na prosklení kabiny a vertikální, ve kterém jsou od sebe silně zvýrazněnou spárou oddělena čela, boky a kabina lokomotivy.

4.2 Platforma

Celá spodní platforma je prakticky beze změn přejata z již existujících typů lokomotiv, které budou blíže zmíněny v kapitole technické řešení.

Jediná tvarová změna, kterou jsem v celé spodní části aplikoval, je zakrytí nádrží provozních kapalin lichoběžníkovým plechovým krytem, který zjednodušuje tvarování celé spodní části. Upevnění tohoto krytu nevyžaduje žádné nežádoucí zásahy do konstrukce platformy.

4.3 Kabina strojvůdce

Tvarování kabiny strojvůdce je s mírnými změnami převzato z předdiplomového projektu. Základní tvar je dán snahou o co nejjednodušší přechod mezi čelní plochou s negativně skloněným oknem, zabraňující nežádoucím odrazům paprsků, a bočními plochami, danými tvarem normovaného obrysu vozidla. Spojení vytvořené pouze pomocí jednoduše vyrobitelných rovinných ploch může svým tvarem připomínat formu krystalické látky.

Objem kabiny je v horizontálním směru rozdělen přibližně v polovině na dvě části – spodní plechovou sloužící jako základ konstrukce a vrchní, navrženou se snahou o co největší prosklenou plochu zajišťující maximální možné úhly výhledu strojvůdce. Z tohoto důvodu není konstrukce kabiny symetrická, ale v pravé části, kde se nachází stanoviště strojvůdce, je použit menší počet profilů v konstrukci.



Obr. 4.3 Detail kabiny strojvůdce

Zasklená plocha tvoří celou vnější plochu vrchní části a nosná konstrukce se nachází až pod ní, kabina proto působí jednotným dojmem bez rušivých prvků, pouze v horní části těsně pod střechou jsou umístěny vstupy vzduchu pro klimatizaci a střední světlo.

Na kabině jsou v protilehlých rozích vždy vlevo po směru jízdy umístěny vstupní dveře otevírané dovnitř. Jejich tvar je daný snahou o vytvoření maximálního možného průchozího profilu, kterého šlo dosáhnout pomocí umístění na zešíkmenou plochu. Úhel této plochy není volen náhodně, nýbrž tak, aby dveře při otevření co nejtěsněji přilehly k vnitřní boční stěně kabiny, což je spíše geometrický než designérský problém.

Nejvrchnější část kabiny je tvořena plechovou střechou chránící prosklení před povětrnostními vlivy. Protože není přímo spojena se stropnicí, zabraňuje přílišnému ohřívání interiéru v létě a tak zlepšuje klimatické podmínky na stanovišti strojvůdce. Celá střecha je kvůli zajištění odvodu vody mírně prohnutá, zároveň je však na čelních i bočních stěnách opatřena záhyby usměrňujícími odtok do rohů kabiny.

Mírnou asymetričnost kabiny vytváří umístění výfuku podél jedné z čelních stěn, která bude vždy otočena k delšímu konci lokomotivy. Výfuk je z bezpečnostních důvodů chráněn plechem, který ho také lépe tvarově komponuje do designu kabiny.

4.4 Kapoty motorů

4.4

Tvar kapotáže motorů je určen zejména modulovou koncepcí. Principiálně je potřeba zachovat stejné modulové přechody po celé délce lokomotivy, aby bylo možné moduly libovolně zaměňovat. Pro zajištění podélné návaznosti ploch mezi moduly je výrazné příčné tvarování kapotáže nežádoucí, v tomto případě je průřez kapot, až na vybrání pro madla ve spodní části, po celé délce konstantní.



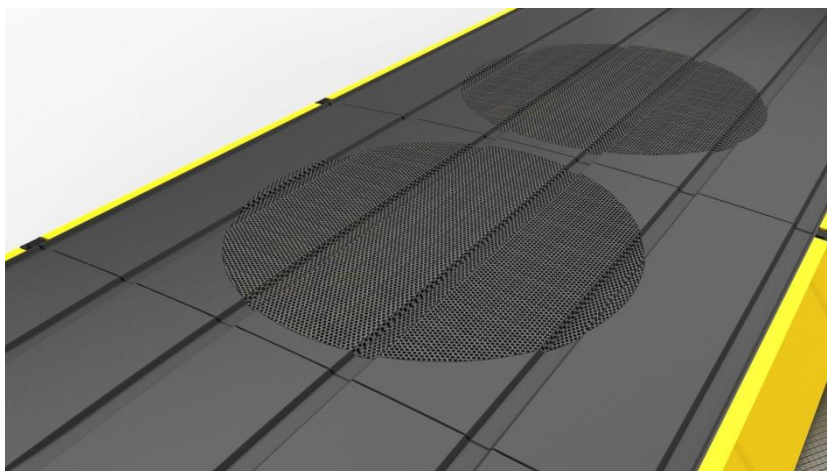
Obr. 4.4 Kapotáž motorů

Moduly jsou navrženy ve dvou délkách, základní (1080 mm) a dvojnásobné (2160 mm). Tyto hodnoty vyšly jako ideální pro umístění na tři zvolené platformy při započítání délky kabiny a čel, zároveň nejsou panely natolik rozměrné, aby manipulace s nimi byla prostorově a fyzicky náročná.

Ve spodní části každého modulu je zapuštěný sokl, ve kterém jsou umístěny vylisované průduchy zajišťující přívod vzduchu pro chlazení agregátů.

Nad touto spodní plochou jsou odsazeny otevírací bočnice kapotáže motorů navržené se snahou o co nejčistší a nejjednodušší tvarování. Proto je celistvá plocha bočnice

narušena pouze jediným prvkem, madlem v její spodní části, které slouží k otvírání bočnic směrem vzhůru.



Obr. 4.5 Horní část kapoty motoru s mřížkou chladiče

Horní části kapot jsou vyrobeny z profilovaného plechového dílu. Mírné prohnutí v příčném průřezu slouží k odtoku vody, šest podélných drážek pak ke zpevnění tvaru a také jako designový prvek. Horní plocha existuje pro každou délku modulu ve třech variantách – s drážkami plynule vyústujícími do oblé horní plochy umístěvané vždy před kabinou, a s drážkami pocházejícími po celé délce pro moduly umístěné mezi čelem a posledním modulem před kabinou, ty jsou však využívány pouze u delších představek. U základního i dvojnásobného modulu pak existuje také varianta s perforací vrchního krytu, která slouží k nucenému nasávání vzduchu ventilátory.

4.5 Čela

Čelo se dá považovat za základní tvarový prvek dávající každému dopravnímu prostředku jeho specifický výraz.



Obr. 4.6 Čelo lokomotivy

I v mém případě jsou čela zřejmě nejvýraznějším tvarovým prvkem celého návrhu.

Po pokusech s pozitivním i negativním sklonem čelní plochy jsem nakonec zvolil řešení se svislou čelní plochou, které je ideální z technického i ergonomického hlediska, protože poskytuje velký vnitřní prostor a nevytváří žádnou překážku při průchodu po přední části ochozu.

Vrchní část čela je tvořena jednoduše tvarovaným plechovým „štítem“, který podobně jako při tvarování kabiny pouze jednoduchou zkosenou rovinnou plochou přechází do tvaru bočnic. Tento plechový štít lze podobně jako bočnice vysouvat směrem vzhůru, avšak protože není potřeba počítat s častým přístupem k přístrojům pod ním ukrytým, je madlo schováno za spodní hranou krytu.

Pod tímto štítem se nachází jediný díl lokomotivy, který by měl být kvůli své relativní tvarové složitosti vyroben z plastu. Jsou v něm umístěny další průduchy sloužící k nasávání vzduchu a čtyři světlomety, dva s bílou barvou světla a dva s červenou. Bylo by možné také použít trochu modernější řešení se dvěma LED světlomety přepínatelnými z koncového červeného na čelní bílé denní osvětlení a dvěma světlomety s výkonnými výbojkami pro čelní noční osvětlení. Rozdíl těchto dvou řešení na výsledné tvarování však není v konečném důsledku podstatný, ba ani patrný.

Umístění světlometů nad sebe s rozšířenou horní řadou a její částečné překrytí kapotou dodává celému čelu mírně agresivní výraz.

5 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Při řešení designu lokomotivy je třeba počítat s tím, že každý zákazník zvolí výsledné barevné řešení v duchu vlastního barevného a grafického stylu a designér má pouze minimální šanci, jak výsledek ovlivnit.

Přesto jsem zvolil základní grafické a barevné řešení tak, jak by bylo prezentováno ve firemních materiálech a předváděno potenciálním zákazníkům.



Obr. 5.1 Návrh v základních barvách

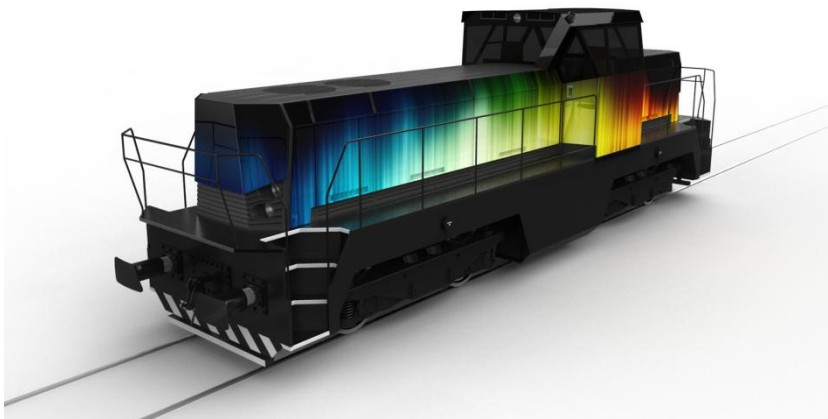
Celá hmota stroje je horizontálně rozdělena do tří základních částí – pojezd, bočnice kapot a horní plochy lokomotivy.

Pro pojezd jsem zvolil lesklý černošedý nátěr, který je praktický (není na něm vidět zašpinění od nafty a olejů) a vytváří dojem pevného, těžkého a stabilního pontonu. Na pojezdu jsou kromě tmavě šedého základu také drobné bílé zvýrazňující prvky, jmenovitě jsou bílou barvou z úcty k tradici natřeny obruče kol, z bezpečnostních důvodů jsou pak zvýrazněny hrany nástupních schůdků a výstražné diagonální pruhy na čelech lokomotivy.



Obr. 5.2 Návrh v barvách společnosti ČD Cargo

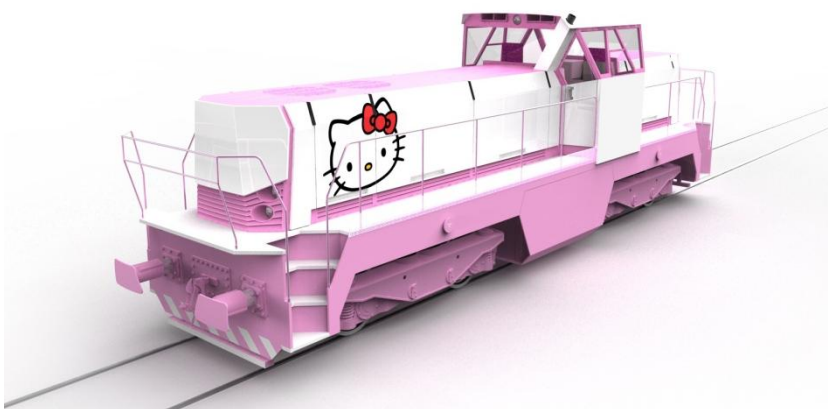
Bočnice kapot jsou pak plochou, která je přímo předurčena k tomu, stát se velice pestrou a barevnou. V ukázkových barevných řešeních jsem ji obvykle vyobrazil v jasně červené a žluté barvě, v reálném nasazení by ji zákazník opatřil nátěrem odpovídajícím jeho vlastnímu barevnému schématu.



Obr. 5.3 Aplikace potištěné samolepící fólie

Kromě nátěrů jsou dnes v oblibě také velkoplošné samolepící fólie, díky kterým lze realizovat prakticky jakoukoliv tisknutelnou grafiku. Toto řešení se nejčastěji používá pro dočasná unikátní a příležitostná zbarvení.

Horní plocha kapot motorů je opět zbarvena šedočerným nátěrem, tentokrát v matném finiši, který zabráňuje nežádoucím odrazům slunečních paprsků a tedy i oslepení strojvůdce, ve vrchní části kabiny na tyto plochy navazuje tónované prosklení kabiny. Pod střechou kabiny se nachází klimatizace a není vhodné, aby se nadměrně zahřívala působením slunečních paprsků, proto je vyvedena ve světlejší barvě, obvykle odpovídající nátěru bočnic. Se střechou je do jednoho optického celku sjednocen také kryt komínu a tvoří tak kromě tvarové i drobnou barevnou asymetrii v návrhu.



Obr. 5.4 Speciální Hello Kitty schéma

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ

6

Celá řada navrhovaných lokomotiv je postavena tak, aby jí bylo možno provozovat na běžných tratích v České Republice, případně dalších středoevropských státech. Tomu odpovídá také konstrukční řešení, které vychází z norem a požadavků v této oblasti uplatňovaných.

6.1 Pojezd lokomotivy

6.1

Celá platforma, na které lokomotiva stojí, se nazývá pojezd. Pojezd obvykle obsahuje rám, podvozky, trakční motory a narážecí a spřahovací ústrojí. Jeho nejdůležitějšími geometrickými parametry jsou rozvor podvozku, vzdálenost otočných bodů (má-li lokomotiva více podvozků, nejčastěji dva) a délka rámu. Z těchto údajů lze výpočtem určit a po praktickém ověření také zapsat minimální poloměr projížděných oblouků, který určuje, jaký nejmenší oblouk je lokomotiva schopna bezpečně projet. Obecně platí, že čím je rozvor podvozku a vzdálenost otočných čepů menší, tím menší oblouky je lokomotiva schopna projíždět.

Jelikož je určení vhodných geometrických parametrů pojezdu lokomotivy za hranicích schopností a znalostí, po zralé úvaze jsem se rozhodl pro svůj návrh využít platformy již existujících lokomotiv.

Tento přístup, při kterém se ke stavbě nového typu využijí starší, avšak plně funkční a vyhovující části pojezdu, a je nahrazen obvykle motor za nový s nižší spotřebou a hlučností, kabina strojvedoucího pro lepší pracovní prostředí a ergonomii a kapotáž motorů pro zlepšení výhledu z kabiny, se nazývá *rekonstrukce* lokomotivy.

Pro provedení takovéto rekonstrukce jsem zvolil tři řady kapotových lokomotiv, které jsou pro své výkonové kategorie charakteristické:

- Řada 708 patří k menším dvounápravovým lokomotivám určeným pro lehkou až střední posunovací a lehkou traťovou službu. Při vozbě osobních vlaků často nahrazuje i mnohem těžší čtyřnápravové lokomotivy při značné úspoře nafty. Tato řada zatím nebyla vzhledem ke své relativní modernosti rekonstruována, avšak přímo z ní vychází novější řady, například 709.4, která se liší zejména zástavbou ještě úspornějšího motoru Caterpillar C 15 namísto původního automobilového Liazu M 1.2 C.



Obr. 6.1 Lokomotiva řady 708

- Řada 742 a další z ní odvozené, vyráběné od 70. do 80. let, jsou určeny pro středně těžkou posunovací a lehkou traťovou službu a patří k nejtypičtějším kapotovým lokomotivám provozovaným v České republice. Díky své jednoduchosti a spolehlivosti a dobrým trakčním a adhezním vlastnostem jsou v provozu velmi oblíbené a čeká je ještě několik desetiletí traťové služby. Jedinými vytýkanými vlastnostmi jsou příliš měkké uložení skříně na podvozcích a velmi špatný výhled strojvedoucího vlevo přes dlouhou a vysokou kapotu motoru. Tento nedostatek se odstraňuje při rekonstrukci například na řadu 724, kdy dosazení menších motorů (obvykle Caterpillar C 27 nebo 3508 B) dovoluje snížit kapotáž a značně tak zlepšit výhledové podmínky strojvůdce.



Obr. 6.2 Lokomotiva řady 742

- Řada 771 vyráběná v letech 1969 – 1972 je šestnápravová lokomotiva určená pro těžký staniční posun a nákladní přetah. Je vybavena šesti trakčními motory a pomaloběžným dieslovým šestiválcem s výkonem 993 kW. Jde o největší a nejtěžší posunovací lokomotivu v ČR, která je však pro svoji nehospodárnost a náročnost třinápravových podvozků na kvalitu traťového svršku postupně vyřazována z provozu. Některé vyrobené kusy byly rekonstruovány dosazením hospodárnějšího a menšího motoru Caterpillar 3512 B na řadu 774.7, zbytek byl odprodán soukromým vlastníkům, sešrotován nebo dosluhuje v barvách společnosti ČD Cargo.



Obr. 6.3 Lokomotiva řady 771

Řada	708	742	771
Rok výroby [od]	1991	1977	1969
Počet náprav	2 (Bo)	4 (Bo' Bo')	6 (Co' Co')
Rozvor / vzdálenost otočných čepů [mm]	4 700 / ----	2 400 / 6 700	4 000 / 8 660
Délka rámu [mm]	8050	12 300	16 000
Výkon [kW]	327	883	993
Hmotnost [t]	36	64	116

Tab. 6.1 Základní parametry lokomotiv vybraných pro rekonstrukci [17]

Každá z těchto platform je určena pro jinou výkonovou kategorii lokomotiv a liší se zejména svoji délkou a počtem náprav, mnoho technických parametrů však mají společných.

Všechny jsou však určeny pro rozchod 1435 mm, používají celistvá ocelová kola o průměru 1000 mm uchycená spolu s trakčními motory a nápravovou převodovkou na kyvných ramenech. Uchycení podvozku k rámu se může lišit i v rámci jedné typové řady, nejčastější je řešení pomocí čepů či svislých trnů, při rekonstrukci se však obvykle přestavují na systém flexicoil dovolující odpružení a natáčení podvozků zároveň.

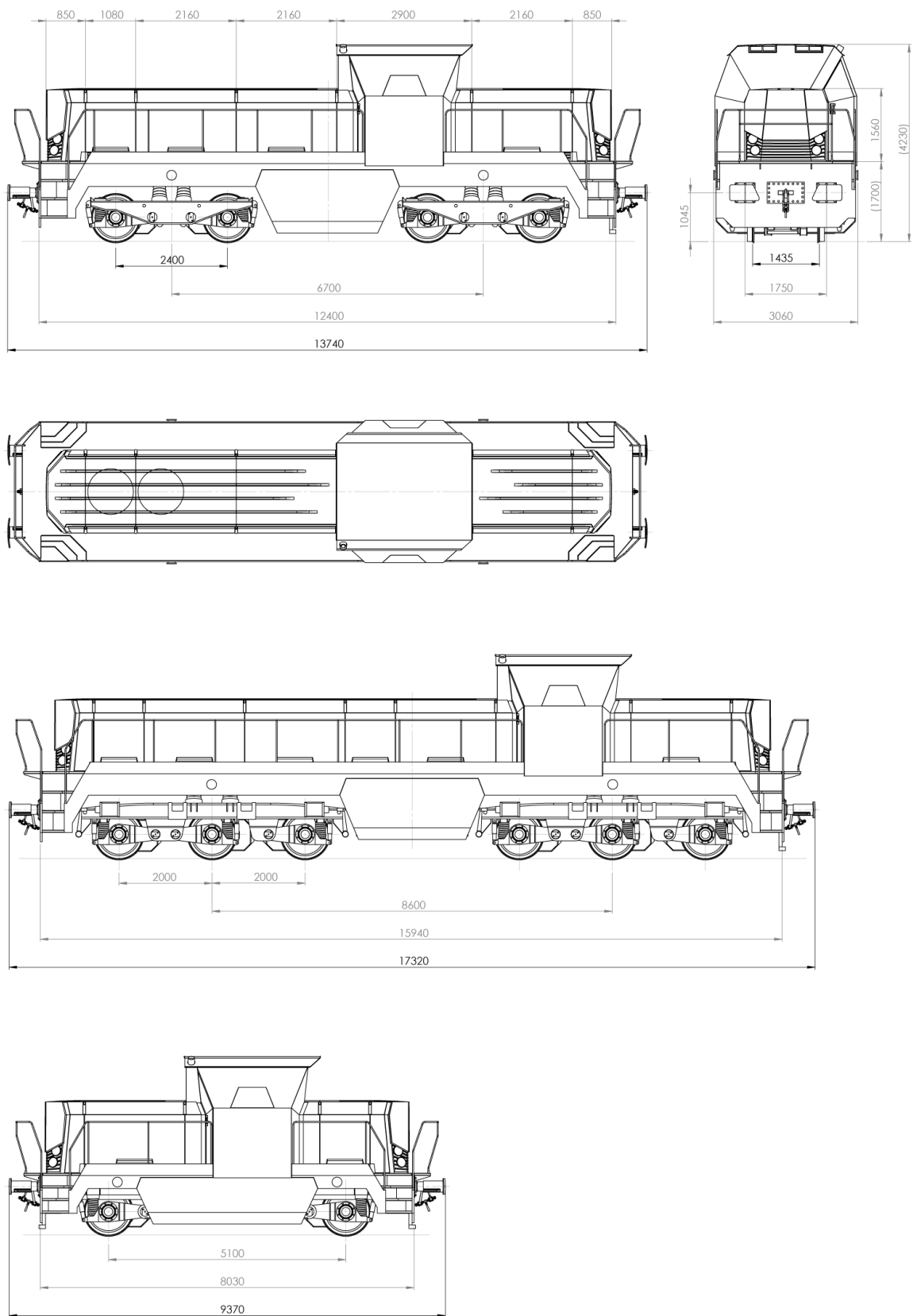
6.2 Základní rozměrové údaje

6.2

Jelikož lze návrh postavit na tři výše zmíněné platformy, nelze základní rozměrové parametry shrnout jednoduše do několika málo čísel. Všechny důležité údaje jsou snadno zjistitelné z výkresu na následující straně.

Jak je patrné z obrázku 6.4, šířka lokomotivy a rozměry modulů nástaveb jsou konstantní, rozvor, délka pojezdu, délka přes nárazníky i celková výška se mění dle použité platformy. Všechny však splňují požadavky největšího dovoleného obrysu vozidla, ačkoliv se v dalších parametrech, jako např. minimální poloměr projížděného oblouku mohou lišit.

6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ



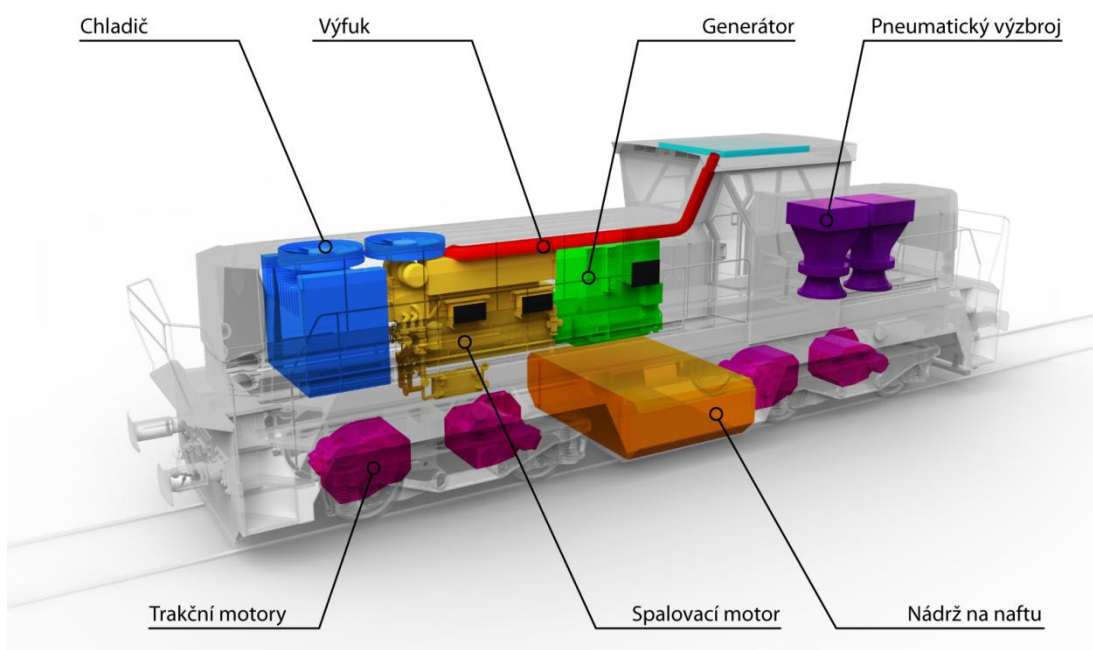
Obr. 6.4 Základní rozměrové údaje jednotlivých variant

6.3 Pohon

Přenos výkonu lokomotivy je v duchu tradice české konstruktérské školy řešen jako elektrický. Při této konstrukci má každé dvojkolí svůj vlastní elektromotor nazývaný trakční motor, se kterým je spojeno nejčastěji převodovkou se stálým převodovým poměrem.

Již od počátku je návrh koncipován jako lokomotiva nezávislé trakce, což je obecně každá, která si nebere pro svůj pohon elektrický proud z trakčního vedení.

Jako primární variantu pohonu jsem zvolil diesellový motor, se kterým máme v našem prostředí nejvíce zkušeností. Dieselaagregáty se vyznačují snadnou údržbou, relativně vysokou spolehlivostí, nízkou pořizovací cenou a v neposlední řadě je pro ně snadno dostupné levné palivo. Nevýhodou čistého diesel-elektrického řešení je vyšší spotřeba paliva, jelikož díky elektrickému přenosu má diesellový motor malý rozsah pracovních otáček a tedy i spotřebu téměř nezávislou na zátěži lokomotivy. Pro posunovací lokomotivy je navíc charakteristické, že většinu (55-60%) času svého pracovního cyklu stojí a spotřebovávají elektřinu pouze pro pohon svých systémů jako chlazení motorů, osvětlení, klimatizace a tak dále.



Obr. 6.5 Základní komponenty diesellové lokomotivy

Další možnou variantou jak lokomotivu pohánět je hybridní řešení, při kterém se modul s diesellovým motorem vymění za menší s nižším výkonem, a na lokomotivu se dosadí modul s elektrochemickými akumulátory. Tím se z lokomotivy stane tzv. *sériový full-hybrid*, ve kterém diesellový motor vyrábí elektřinu nabíjející bateriové články, ze kterých čerpají elektřinu trakční motory. Toto řešení nemá na rozdíl od automobilů žádné zvláštní nároky na konstrukci pohonu.

	Pb-PbO ₂	NiCd	NiMH	Li-Ion	Na-NiCl ₂
Energie [Wh/kg]	30-40	40-60	60-90	80-150	90-120
Trvalý výkon [W/kg]	75	120	110	220	180
Špičkový výkon [W/kg]	700	200	1000	2000	200
Vybíjení za měsíc [%]	8	20	30	10	0
Životnost [cykly]	500	2000	1500	800	1500
Účinnost [%]	70	80	80	85	90
Pracovní teplota [°C]	0 – 45	0 – 50	-40 – 50	-40 – 60	~300

Tab. 6.2 Charakteristika některých typů baterií se zvýrazněním problematických vlastností [21]

Na trhu existuje široká škála typů baterií, které se dají použít jako akumulátor elektrické energie v podobném typu stroje. Tabulce 6.2 lze nalézt základní parametry vybraných typů. Jako nejvýhodnější se jeví použití sodík-nikl chloridových akumulátorů, které se vyznačují velkou měrnou kapacitou, výkonem, životností i účinností, nepříjemností je pouze jejich vysoká pracovní teplota, kterou je potřeba udržovat po celou dobu trvání pracovního cyklu baterie.

Hybridní řešení sice zvyšují hmotnost stroje, ale u lokomotiv nelze zvýšenou adhezní hmotnost považovat za výrazný nedostatek. Jedinými problémy zůstávají cena a životnost akumulátorů, ovšem je pouze na ekonomické rozvaze každého zákazníka, zdali se mu navýšení ceny při snížení spotřeby paliva na méně než polovinu navrátí. Taktéž vospělost a důraz na ekologii provozu svých strojů může zákazník vhodně marketingově využít.

I přes lákavost využití dalších možných typů pohonů, jakými jsou například plynová turbína, motor spalující vodík nebo palivové články, jsem se rozhodl je v návrhu nevyužít. Plynové turbíny nejsou z důvodu své vysoké hlučnosti a spotřeby paliva při volnoběhu vhodné pro posunovací službu v ČR, u vodíkového motoru je problematické vyrábět dostatečné množství vodíku (jde o energeticky vysoce náročný proces, při kterém se vodík stejně obvykle vyrábí z ropy) a taktéž jeho skladování je v tekuté i plynné podobě značně nevýhodné. Palivové články vyrábějící elektrickou energii pomocí rozkladu molekul na jednodušší jsou sice nadějnou cestou jak z ropných či jiných produktů získávat energii s vyšší účinností než spalováním, avšak jejich „nedospělost“ nedovoluje jejich využití v masovém měřítku v nejbližších letech.

S druhem pohonu souvisí také prostor pro skladování pohonných hmot. V případě nafty jde o nádrž, která je zavěšena uprostřed mezi podvozky, případně nápravami u dvounápravových lokomotiv. Pokud by lokomotivu poháněl stlačený (CNG) či zkapalněný (LPG) plyn, nacházely by se tlakové nádoby na tento plyn na stejném

místě. V případě konstrukce lokomotivy s hybridním pohonem by se zavěšena pod rámem nacházela palivová nádrž o nižším objemu než u čistě diesellové varianty, zbytek prostoru by byl vyčleněn blokům baterií, zbytek baterií by byl umístěn pod kapotami v prostoru, který byl ušetřen zástavbou menšího spalovacího motoru.

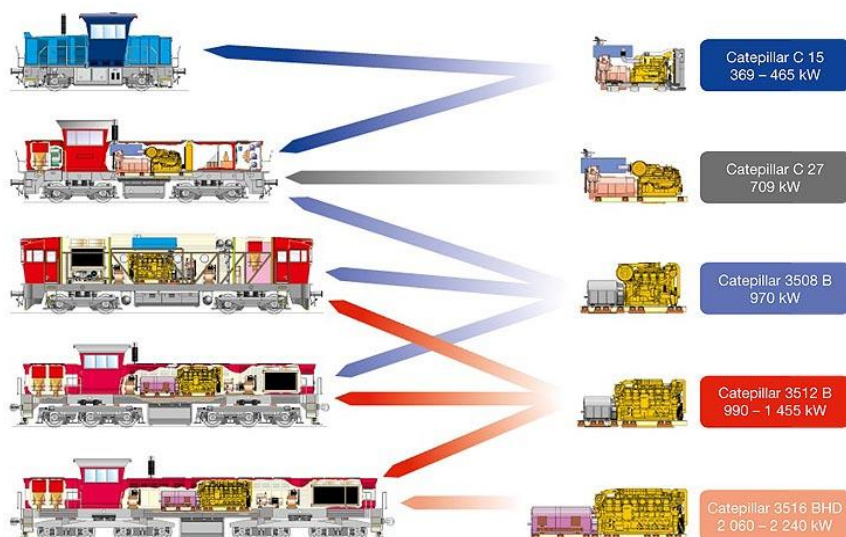
6.4 Konstrukce nástaveb

6.4



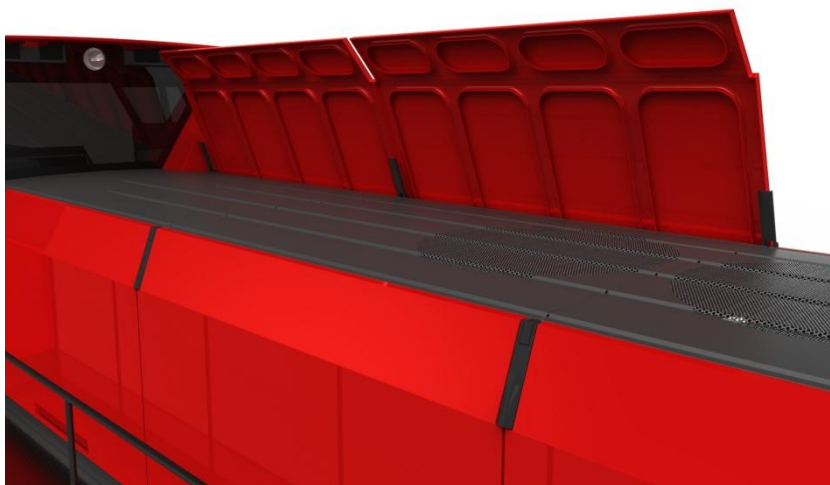
Obr. 6.6 Schéma modulové stavby lokomotivy (CZ LOKO)

Každý z modulů má svoji vlastní oddělenou konstrukci svařenou z obdélníkových ocelových profilů, která je pomocí patek přišroubován k hlavnímu rámu. Průřez kapotáže byl volen tak, aby se do lokomotivy daly bez potíží zabudovat moderní diesellové generátorové sady Caterpillar, jmenovitě modely C-15, C-27, 3508 B a 3512 B.



Obr. 6.7 Možnosti zástavby motorů Caterpillar do různých typů lokomotiv (CZ LOKO)

Ke vnějším příčným profilům rámu modulů s výklopnými panely jsou připevněny kolejničky, po kterých se dá celý panel vysunout nahoru, zajišťovací mechanismus pro otevírání panelů se nachází na horní hraně bočních stran modulů.



Obr. 6.8 Konstrukce zpevňující výsuvné boční panely

Vysouvací kryt je vyroben z plechu o tloušťce 2 mm, který je, aby se nekroutil a nepropadal, zezadu vyztužen profilovanou konstrukcí z plechu stejné tloušťky. Celková hmotnost menšího z panelů je přibližně 40kg, větší panel má hmotnost 80 kg. Zvedat takovou hmotnost, navíc ve velmi omezeném prostoru, by bylo velmi náročné, proto je každý panel vybaven protizávažím o hmotnosti o 5 kg vyšší, než je hmotnost panelu. To způsobuje, že se po odjištění dvěma pákami začne sám pohybovat směrem nahoru, kde je gravitační silou držen, ale lze ho v této poloze z bezpečnostních důvodů také zajistit. Protizávaží je v otevřené poloze skryto za spodním plechem s ventilačními otvory ve vzdálenosti menší než 250 mm od plochy ochozu, nijak tedy nepřekáží v přístupu k agregátům. Obdobným způsobem, pouze s otevírací klikou v madle pod spodní hranou, je řešen i výsuvný čelní panel, za kterým jsou skryty pojistná skříň a panel elektrických rozvodů.



Obr. 6.9 Ukázka zástavby motoru a konstrukce modulů

Kabina strojvůdce má také vlastní konstrukci svařenou z obdélníkových profilů. V její horní polovině je počet nosníků redukován tak, aby byl umožněn co nejlepší výhled strojvůdce všemi směry. Toto je možné realizovat díky faktu, že konstrukce kabiny u kapotové lokomotivy neslouží jako deformační zóna k pohlcování nárazů, u lokomotivy nezávislé trakce navíc ani nese (polo)pantograf a odporníkové a zhášecí skříně na střeše. Jediná zátěž, kterou konstrukce kabiny nese ve svislém směru je hmotnost jednotky klimatizace a plechového krytu střechy, pochopitelně je však nutné počítat s další možnou zátěží, například v podobě sněhové pokrývky. Celá kabina je uložena na 250 mm vysokém bloku terciárního odpružení, které tlumí přenos rázů mezi pojezdem a kabinou.

7 ROZBOR DALŠÍCH FUNKCÍ DESIGNÉRSKÉHO NÁVRHU

7

7.1 Psychologická funkce návrhu

7.1

Návrh svým jednoduchým geometrickým tvarováním navozuje dojem odolnosti, pevnosti a trvanlivosti stroje, vlastností, které jsou od stroje pracujícího v těžkých podmínkách požadované. Přestože jde o pohyblivý dopravní prostředek, design se nesnaží navozovat dojem rychlosti, což by mohlo být u posunovací lokomotivy určené zejména pro pohyb ve velmi nízkých rychlostech kontraproduktivní, ale spíše pocit síly, vytrvalosti, a velké tažné síly.

7.2 Ekonomická funkce návrhu

7.2

Stavbu lokomotiv nelze obvykle považovat za pásovou sériovou výrobu. Jen velmi málo zákazníků kupuje více než jeden kus, větší objednávky zadávají většinou pouze velcí národní dopravci, a i tam nejčastěji uvažujeme v desítkách kusů, které navíc nebývají zcela totožné.

Nejčastějšími zákazníky společností vyrábějících dieselové lokomotivy jsou menší dopravci a průmyslové a těžební společnosti, využívající na svých vlečkách a nádražích vlastní vozový park.

Na rozdíl od nákupu firemních automobilů je nákup lokomotivy investicí v řádech desítek milionů korun a předpokládaná životnost výrobku se pohybuje v desítkách let, výjimkou na českých tratích nejsou ani 50 let staré stroje stále sloužící v uspokojivé kondici.

Nákup a stavba nové lokomotivy však není jediným způsobem, jak lze přijít k novému přírůstku do vozového parku.

Druhou, levnější a také rychlejší cestou, jak získat moderní lokomotivu s dobrými trakčními vlastnostmi, nízkou spotřebou a kvalitní ergonomií zajišťující kvalitní pracovní prostředí, je takzvaná rekonstrukce lokomotivy. Při té se obvykle použije platforma starší typové řady, která stále dostačuje svými mechanickými vlastnostmi, a dojde k výměně motoru za úspornější a ekologičtější, kabiny strojvůdce za novou, poskytující větší komfort a často také ke změně designu, který zajistí lepší rozhledové poměry, kvalitnější povrchové úpravy a v neposlední řadě i atraktivnější vzhled.

Pro ekonomické srovnání, u novostavby dieselové lokomotiv začínají ceny od 20 000 000 Kč (~900 000 €) za nejmenší a nejméně výkonné typy až po hodnoty atakující sto milionů za ty nejvýkonnější. Oproti tomu ceny rekonstruovaných lokomotiv mohou být sníženy i na méně než polovinu.

Nejen tento, ale i další důvody výše zmíněné v technickém řešení mě vedly k návrhu designu právě ve smyslu rekonstrukce stávajících typů vyráběných v 70. – 80. letech v Československu. Ty dnes společnost ČD Cargo, vlastníci většinu nákladních a posunovacích lokomotiv v ČR, často odprodává z důvodů nadbytečné kapacity a nevhodného provozu za relativně nízké ceny. I z ekonomického hlediska tak tvoří ideální základ pro vývoj dalších typů.

Z důvodu snížení výrobních nákladů byla vytvořena i samotná koncepce modulární stavby. Dovoluje mít výrobcí předpřipravené moduly, které se použijí u všech vyráběných typů (kabina, čela) a díly, které používá většina modulů, jako například

bočnice kapot motorů a nosná konstrukce modulů, které se vyskytují pouze ve dvou variantách. Kromě snížení nákladů tento přístup také zrychluje stavbu a tak zkracuje čas od objednávky do předání hotové lokomotivy zákazníkovi.

Samotná vrchní stavba je navržena zejména s ohledem na robustnost a odolnost, která je vyžadována při dlouholeté náročné službě. Naprostá většina dílů je vyrobena z plechu s kvalitní povrchovou úpravou, tvarově složitě díly jsou vyrobeny z obdobného plastu, ze kterého se vyrábějí nárazníky automobilů, a prosklení je vybaveno bezpečnostními fóliemi, které zabraňují poškrábání skla případně rozbití na střepy při nárazu s větší energií.

Pro design se zvolenou konstrukcí a materiály by nemělo být problémem v náročném prostředí po dlouhá desetiletí spolehlivě sloužit ke spokojenosti zákazníků.

7.3 Sociální funkce návrhu

Posunovací lokomotivy nejsou zrovna tématem, které by vzbuzovalo vášnivě celospolečenské diskuze. Evolučním vývojem byly specializovány k sestavování osobních i nákladních vlaků, což dokážou s nižší spotřebou a větším pohodlím a bezpečností pro pracovníky drah, než klasické lokomotivy navržené pro vozbu osobních vlaků.

Použití alternativního pohonu je lákavé „hraní na zelenou strunu“, ale v praktickém použití nepřináší natolik významnou úsporu paliv, aby se stalo jednoznačným trendem budoucího vývoje. I přesto je však železniční doprava velmi ekologická a bezpečná, a mnoho vyspělých států se po desetiletích nevíšimavosti opět vrací k její podpoře, zejména v oblasti nákladní dopravy.

8 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá návrhem designu posunovací lokomotivy. Analytická část práce ukázala cesty, kterými se ubíral historický vývoj, a vedla ke zhodnocení možností, které nabízí současný stav technického poznání a nabídka výrobků na trhu.

Po zhodnocení svých znalostí a možností jsem se rozhodl realizovat tento návrh jako rekonstrukci stávajících typů lokomotiv, tedy využít již existujících pojezdů a doplnit je nastavbami vlastního designu. Tím se mi dostalo omezení z pohledu technického a hmotového řešení, avšak šlo o rozhodnutí z výrobního hlediska výhodné. Právě rekonstrukce je nejjednodušší a nejlevnější cestou, jak zákazníkovi dodat moderní lokomotivu splňující jeho náročné technické, ergonomické i vzhledové požadavky.

V předdiplomové práci jsem se zaměřil na možné principy modulární stavby lokomotiv, která je považována za jejich nejmodernější výrobní metodu a ve variantních návrzích jsem rozpracovával design nejvhodnějšího z řešení.

Následující kapitoly se zabývají popisem finálního návrhu z hlediska tvarového, konstrukčního, grafického, ekonomického a psychologicko-sociálního.

V samotném závěru práce shrnu některé poznatky získané v jejím průběhu a zodpovím otázku, nastolené v úvodu:

Lze navrhnout posunovací lokomotivu zcela jiná koncepce, než dnes existují?

Ano, ale není to účelné. Jiný než běžný konstrukční přístup, stavba pevné platformy s podvozky, na které se umísťují agregáty kryté kapotami, je dražší, složitější a méně spolehlivý.

Jsou tyto lokomotivy dokonale podřízeny funkci tak, že žádné zlepšení není možné?

Ne, zejména v oblasti ergonomie stále existují značné rezervy. Mnoho z nich nemůže být z důvodu striktních norem ideálně vyřešeno, ale i v těchto značně omezených podmínkách lze navrhnout řešení, které při minimální technické náročnosti zvýší komfort používání stroje.

Je diesellový motor ideálním pohonem lokomotivy nezávislé trakce?

Ač mohou mnozí nesouhlasit, a upozorňovat na neefektivitu a zastaralost pohonu spalovacím motorem, faktem je, že je v střeoevropských zeměpisných podmínkách na počátku 21. století nafta stále nejvhodnější pohonnou hmotou. Akumuluje obrovské množství energie v přepočtu na objem i hmotnost, má vybudovanou distribuční infrastrukturu, je levná a motory jí poháněné spolehlivé. Hybridní řešení doplněné akumulátory je lákavé, ale drahé a jejich použití se bez dostatečné nájezdu kilometrů nemusí vyplatit z ekologického, ani z ekonomického hlediska. Další typy pohonu, jako plynová turbína nebo palivové články nejsou prozatím relevantní – není jich v naší oblasti dostatek nebo zatím nejsou dostatečně technicky vyspělé k reálnému nasazení.

Měla tato práce smysl a splnila požadavky na diplomovou práci kladené?

Posud'te sami.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

9.1 Seznam použité literatury

- [1] LEWIS M.J.T. Railways in the Greek and Roman world. In *Early Railways. A Selection of Papers from the First International Early Railways Conference*. London: Newcomen Society, 2001. 360s. ISBN 978-0904685084. s. 8-19.
- [2] HUNT Keith. *Time line for early railway development: & Wollaton Waggonway associated date* [online]. c2007, poslední revize 15.10.2007 [cit.2010-10-16]. <http://www.stephensonloco.org.uk/time_line.htm>
- [3] KOPECKÝ Dobroslav, HRUBÝ Jaroslav, MAURENZ Jiří, SELNER Karel, SKÁLA Pavel, ŠLECHTA Svatopluk. *Železnice v československé dopravní soustavě*. 1. vyd. Praha: NADAS, 1989. 144s. ISBN 80-7030-024-8
- [4] JIRMAN Luděk. *Koněspřežná železnice České Budějovice – Linec* [online]. c1999, poslední revize 7.3.2010 [cit.2010-10-17]. <<http://www.budweb.cz/cesky/budejovice/historie/konka.htm>>
- [5] Rolt L.T.C. Richard Trevithick. In *Encyclopædia Britannica Online* [online]. [c200?][cit.2010-10-30]. <<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/604469/Richard-Trevithick>>.
- [6] BROŽ Ivan. Z galerie osobností dějin průmyslu: George Stephenson. *MM Průmyslové spektrum*, duben 2006, roč. 10, č. 4, s. 118. ISSN 1212-2572
- [7] KOTRMAN Jiří. *150 let železnice na Jižní Moravě*. Brno: Železniční nakladatelství, 1989. 86s.
- [8] KUČERA Václav. *Stručná historie parního provozu* [online]. c2002 [cit.2010-10-30]. <<http://lokomotivy.webzdarma.cz/hist.htm>>
- [9] TOMEŠ Zdeněk. *Evropské železnice na počátku 21. století* [online]. c2007 [cit.2010-10-20]. <<http://railway.econ.muni.cz/publikovane-clanky/evropska-dopravni-politika/evropske-zeleznice-na-pocatu-21-stoleti>>
- [10] PLÁŠEK Otto. *Konstrukce železničního svršku : Základní konstrukční prvky. Kolejnice* [online]. [cit.2010-11-19]. <http://www.fce.vutbr.cz/zel/plasek.o/studium/1_Uvod_Kolejnice.pdf>
- [11] PLÁŠEK Otto. *Systém vozidlo - kolej* [online]. [cit.2010-11-19]. <http://www.fce.vutbr.cz/zel/plasek.o/studium/1_Vozidlo_kolej.pdf>
- [12] PLÁŠEK Otto. *Úvod do železničních staveb* [online]. [cit.2010-11-19]. <http://www.fce.vutbr.cz/zel/plasek.o/studium/5_zeleznice_uvod.pdf>
- [13] PLÁŠEK Otto. *Ozubnicové a lanové dráhy* [online]. [cit.2010-11-19]. <http://www.fce.vutbr.cz/zel/plasek.o/0N5/11-Ozubnicove_a_lanove_drahy.pdf>
- [14] SMITH Eric A. *The monorail society* [online]. [c200?] [cit.2010-11-20]. <<http://www.monorails.org/index.html>>
- [15] DICKINSON Rob. *True Articulated Steam Locomotives Part 1-3* [online]. [c200?] [cit.2010-11-23]. <<http://www.internationalsteam.co.uk/articulateds/articulated01.htm>>
- [16] DICKINSON Rob. *Semi-articulated Locomotives Part 1-2* [online]. [c200?] [cit.2010-11-23]. <<http://www.internationalsteam.co.uk/articulateds/articulated03.htm>>
- [17] Švestka David. *Atlas lokomotiv* [online]. c2004, poslední revize 22.5.2010 [cit.2010-11-20]. <<http://www.atlaslokomotiv.net/>>
- [18] OLŠANSKÝ Milan. *Rudolf Diesel – vynálezce, solidarista a filozof* [online]. c2007, poslední revize 20.6.2007 [cit.2010-11-18]. <<http://www.automotorevue.cz/truck/historie/rudolf-diesel-vynalezce-solidarista-a-filozof.html>>
- [19] ARNDT Rob. Franz Kruchenberg Schienenzepelin [online]. [c200?] [cit.2010-11-18]. <<http://greyfalcon.us/FRAZ%20KRUCKENBERG%20SCHIENENZEPPELIN.htm>>
- [20] HENEBERG Petr. *Zelenější vlaky* [online]. c2010, poslední revize 20.1.2010 [cit.2010-11-18]. <<http://vtm.zive.cz/clanek/zelenejsi-vlaky>>
- [21] ČERNOHORSKÝ Tomáš. *Hybridní posunovací lokomotiva*. Pardubice: univerzita, Dopravní fakulta Jana Pernera, katedra dopravních prostředků a diagnostiky. 2009. 80s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Štěpánek.

- [22] KRZYŽANEK Radek. *Mechanická část lokomotivy* [online]. [c200?], poslední revize 21.8.2009 [cit.2010-11-22]. <<http://pkms.webzdarma.cz/mechcast.html>>
- [23] TRMÍNEK Luboš. *Obrys vozidel a průjezdný průřez* [online]. c2004, poslední revize 31.8.2004 [cit.2010-11-19]. <<http://www.trminek.cz/rservice.php?akce=tisk&cislocclanku=2004080003>>
- [24] KOLAMČKA Rostislav, MINAŘÍK Josef, MARTIN Třískala. *Řada 772 ŽSR* [online]. c2006, poslední aktualizace 17.9.2006 [cit.2010-11-26]. <<http://www.prototypy.cz/?rada=772>>
- [25] Voith Turbo. *The Gravita Locomotive Family* [online]. [c200?][cit.2010-11-24]. <<http://www.ox-traction.com/files/The%20Gravita%20Family.pdf>>
- [26] Vossloh Locomotives. *Diesel-Hydraulic Locomotives* [online]. [c200?][cit.2010-11-24]. <http://www.vossloh-locomotives.com/cms/en/products_and_services/diesel-hydraulic_locomotives/diesel-hydraulic_locomotives.html>
- [27] CZ LOKO. *Projekce a konstrukce* [online]. c2010 [cit.2010-11-24]. <<http://www.czloko.cz/cz/produkty-sluzby/projekce-konstrukce/>>
- [28] Kolařík Petr. *Ak. malíř Kreibich Vilém* [online]. c2006, poslední revize 24.1.2006 [cit.2010-11-26]. <<http://www.mesto-zdice.cz/clanek/ak-malir-kreibich-vilem>>
- [29] ŠVESTKA David. *Nátěry hnacích vozidel* [online]. c2004 [cit.2010-11-26]. <<http://www.atlaslokomotiv.net/page-natery.html>>
- [30] ZLINSKÝ Zbyněk. *Nové barvy Českých drah* [online]. c2009, poslední revize 26.3.2009 [cit.2010-11-26]. <<http://www.vlaky.net/zeleznice/spravy/002979-Nove-barvy-Ceskych-drah/>>
- [31] PETRÁK Josef, KOVÁŠ Juraj. *Nový vizuální styl ČD : vozidla se odliší od konkurence* [online]. c2009, poslední revize 26.3.2009 [cit.2010-11-26]. <<http://www.zelpage.cz/zpravy/7018?id=7018&lang=sk&oddil=12>>

9.2 Seznam obrázků

Obr. 1.1. Lokomotiva <i>Rocket</i> George Stephensona < http://www.enuii.org/vulcan_foundry/RS&H/1920s_henry_ford_rocket_replica.jpg >	16
Obr. 1.2. Brněnský železniční viadukt postavný roku 1837 < http://nd04.jxs.cz/184/469/e3d2255bf8_69810855_o2.jpg >	17
Obr. 1.3. Původní elektrická lokomotiva Františka Křížika z roku 1903 < http://spz.logout.cz/gif5/krizik.jpg >	17
Obr. 1.4 Vysokorychlostní jednotka TGV 001 < http://www.railpictures.net/images/d1/1/2/1/1121.1174363200.jpg >	18
Obr. 1.5. Moderní lokomotiva ÖBB 1116 <i>Taurus</i> < http://farm4.static.flickr.com/3409/3314419887_a1dca43bab_o_d.jpg >	19
Obr. 1.6. Části kolejnice [10]	20
Obr. 1.7. Nejčastější rozchody kolejí < http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/ce/Rail_gauge.svg/800px-Rail_gauge.svg.png >	21
Obr. 1.8 Zavěšený monorail ve městě Wuppertal < http://patokallio.name/photo/travel/Germany/Wuppertal/Train_22.JPG >	21
Obr. 1.9 Hřebeny Riggenbachovy, Strubeovy, Abtovy a Locherovy ozubnice < http://www.silar.cz/zubacka98/ozubnice.jpg >	22
Obr. 1.10 Nákras dvojkolí pro rozchod kolejnic 1435 mm [11]	22
Obr. 1.11 Schéma parní lokomotivy < http://dragon.web2001.cz/fyzika/tepelnestroje/Obrázky/parni_stroj_02.jpg >	23
Obr. 1.12 Řez dieselovým motorem < http://www.atlaslokomotiv.net/konstrukce/k12v170dr.gif >	24
Obr. 1.13 Vrtulí poháněný <i>Schienenzeppelin</i> < http://www.autowallpaper.de/Wallpaper/images/BMW/BMW-Innovationen/flugmotoren/Schienenzeppelin-.jpg >	26
Obr. 1.14 Řez plynovou turbínou < http://www.allstar.fiu.edu/aero/images/turbo3.gif >	26
Obr. 1.15 Princip funkce hybridní lokomotivy <i>Green Goat</i> [21]	27
Obr. 1.16 Schéma architektury lokomotiv typu <i>Mallet</i> , <i>Garratt</i> a <i>Meyer</i> < http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/Articul_locos.png >	27
Obr. 1.17 Hlavní části diesel-elektrické lokomotivy < http://www.schenectadyhistory.org/railroads/manuals/tp107a/how-de-functions-200.jpg >	28
Obr. 1.18 Skříňová lokomotiva < http://www.digineff.cz/galerie/data/516/225Brejlovec.jpg >	30
Obr. 1.19 Kapotová lokomotiva < http://www.atlaslokomotiv.net/katalog/714/714-012.jpg >	30
Obr. 1.20 Obrys vozidel používané na českých tratích [12]	30
Obr. 1.21 Spojení železničních vozidel pomocí šroubovky < http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Eisenbahn_Schraubekupplung_1.jpeg >	31
Obr. 1.22 Německá proudnicová lokomotiva BR 01 10 < http://www.bahnbilder.de/bilder/br-01-10-294811.jpg >	32
Obr. 1.23 Lokomotiva řady 772 ŽSR < http://www.vlaky.net/upload/galeria/000322/003173.jpg >	33
Obr. 1.24 Voith Gravita 15 BB < http://www.brenzbahn.de/typo3temp/pics/2010-09-20-gravita_88f901a0fd.jpg >	34

Obr. 1.25 Vossloh G 12 < http://www.eisenbahn-nord.de/newordner/Vossloh%20Innotrans/images/_MG_4808.jpg >	35
Obr. 1.26 General Electrics Evolutuion < http://www.railpictures.net/images/d1/3/1/7/4317.1209003129.jpg >	35
Obr. 1.27 Lokomotiva ČSD 498 „Albatros“ < http://www.ceskedrahy.cz/assets/tiskove-centrum/fotogalerie/vlaky/nostalgie_08_web.jpg >	36
Obr. 1.28 Zbarvení vozidel ČD od studia Najbrt < http://www.vlaky.net/upload/galeria/003348/070812.jpg >	37
Obr. 2.1 Předdiplomový projekt – varianta A	39
Obr. 2.2 Předdiplomový projekt – varianta B	40
Obr. 2.3 Předdiplomový projekt – varianta C	40
Obr. 2.4 Návrh diplomového projektu 1	41
Obr. 2.5 Návrh diplomového projektu 2	42
Obr. 2.6 Návrh diplomového projektu 3	42
Obr. 2.7 Návrh diplomového projektu 4	43
Obr. 2.8 Návrh diplomového projektu 5	44
Obr. 2.9 Finální návrh	44
Obr. 3.1 Detail nástupních schůdků	45
Obr. 3.2 Dveře kabiny strojvůdce	46
Obr. 3.3 Otvírání krytů motoru	47
Obr. 3.4 Řez kabinou	48
Obr. 3.5 Zábradlí kolem ochozů	49
Obr. 3.6 Výstražné prvky za světla	50
Obr. 3.7 Výstražné prvky ve tmě	50
Obr. 4.1, 4.2 Všechny délkové varianty vedle sebe	51
Obr. 4.3 Detail kabiny strojvůdce	52
Obr. 4.4 Kapotáž motorů	53
Obr. 4.5 Horní část kapoty motoru s mřížkou chladiče	54
Obr. 4.6 Čelo lokomotivy	54
Obr. 5.1 Návrh v základních barvách	57
Obr. 5.2 Návrh v barvách společnosti ČD Cargo	57
Obr. 5.3 Aplikace potištené samolepící fólie	58
Obr. 5.4 Speciální Hello Kitty schéma	58
Obr. 6.1 Lokomotiva řady 708 < http://www.zelpage.cz/atlasloko/big/708f2.jpg >	59
Obr. 6.2 Lokomotiva řady 742 < http://www.zelpage.cz/atlasloko/big/770f1.jpg >	60
Obr. 6.3 Lokomotiva řady 771 < http://www.atlaslokomotiv.net/katalog/742/742-406.jpg >	60
Obr. 6.4 Základní rozměrové údaje jednotlivých variant	62
Obr. 6.5 Základní komponenty dieselové lokomotivy	63

Obr. 6.6 Schéma modulové stavby lokomotivy (CZ LOKO) < http://www.czloko.cz/images/moduly1.jpg >	65
Obr. 6.7 Možnosti zástavby motorů Caterpillar (CZ LOKO) < http://www.czloko.cz/images/moduly2.jpg >	65
Obr. 6.8 Konstrukce zpevňující výsuvné boční panely	66
Obr. 6.9 Ukázka zástavby motoru a konstrukce modulů	66

9.3 Seznam tabulek

9.3

Tab. 6.1 Základní parametry lokomotiv vybraných pro rekonstrukci	61
Tab. 6.2 Charakteristika některých typů baterií [2]	64

10 PŘÍLOHY

10

10.1 Seznam příloh

10.1

- Model návrhu v měřítku 1:15
- Postery ve formátu A1
 - Sumarizační
 - Designérský
 - Technický
 - Ergonomický
- CD s digitální podobou diplomové práce

10.2 Sumarizační plakát

Design posunovací lokomotivy

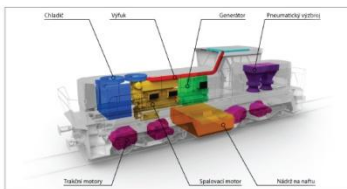
Sumarizační poster



- ▼ Přístup na plošinu a k motoru
- ▼ Výchled strojvůdce



- ▼ Všechny délkové varianty
- ▼ Design čela



- ◀ Schéma uspořádání agregátů
- ◀◀ Hello Kitty verze

Diplomant: Bc. Martin Miklica
Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.
Datum obhajoby: červen 2011

Kresba postav: Kryštof Ferenc

Odbor průmyslového designu na Ústavu konstruování
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

ústav
konstruování

Design posunovací lokomotivy

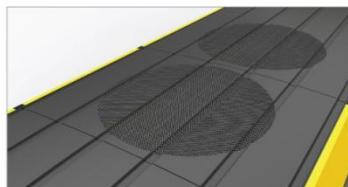
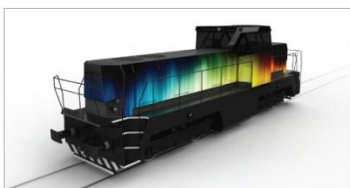
Designérský poster



- ▼ Nejmenší varianta lokomotivy
- ▼▼ Aplikace samolepicí fólie



- ▼ Všechny délkové varianty
- ▼▼ Design čela



- ◀ Detail horní plochy kapot
- ◀◀ Hello Kitty verze

Diplomant: Bc. Martin Miklička
Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.
Datum obhajoby: červen 2011

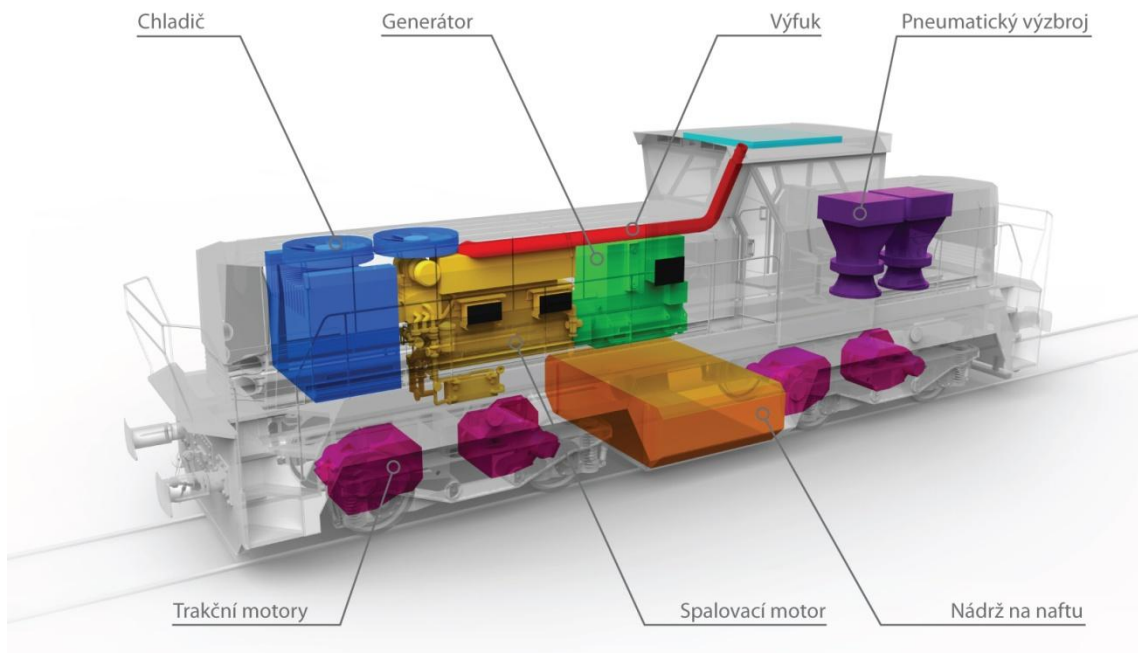
Odbor průmyslového designu na Ústavu konstruování
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

ústav
konstruování

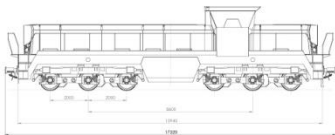
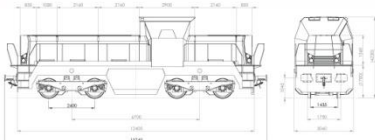
10.4 Technický plakát

Design posunovací lokomotivy

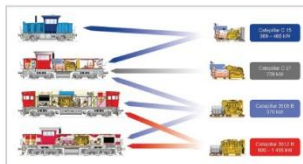
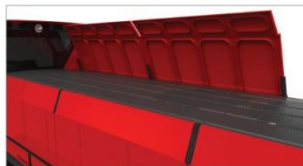
Technický poster



- ▼ Výkres střední varianty a modulů (1:100)
- ▼ Bokorysy nejdelší a nejkratší varianty (1:100)



- ▼ Motorgenerátor a nosná konstrukce modulů
- ▼ Zadní strana otevřitelných bočnic



◀ Možnosti zástavby motorů Caterpillar (CZ LOKO)

Diplomant: Bc. Martin Miklica
 Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Krěnek, Ph.D.
 Datum obhajoby: červen 2011

Odbor průmyslového designu na Ústavu konstruování
 Fakulta strojního inženýrství
 Vysoké učení technické v Brně



Design posunovací lokomotivy

Ergonomický poster



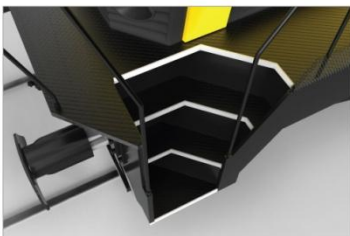
▼ Interiér kabiny strojvůdce



▼ Přístup do kabiny



▼ Zábradlí okolo ochozů



◀ Retroreflexní zvýraznění prvků
◀◀ Detail nástupních schůdků

Diplomant: Bc. Martin Miklička
Vedoucí práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, Ph.D.
Datum obhajoby: červen 2011

Kresba postav: Kryštof Ferenc

Odbor průmyslového designu na Ústavu konstruování
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

ústav
konstruování

