

# HLUČNOSŤ ELEKTRIČKOVEJ DOPRAVY

PREČO VZRÁSTLA HLUČNOSŤ NA MODERNIZOVANEJ ELEKTRIČKOVEJ TRATI V KARLOVEJ VSI

Bronislav Weigl<sup>1</sup>

*Anotácia: Najväčším problémom koľajovej dopravy a zvlášť električkovej je jej vyššia hlučnosť oproti iným druhom dopravy. Preto súčasný rozvoj a modernizácia dopravy v mestských aglomeráciách prináša požiadavky na znižovanie negatívnych dopadov na životné prostredie a to predovšetkým na znižovanie hlučnosti električkovej dopravy prijímaním opatrení na zníženie týchto negatívnych dopadov na životné prostredie.*

*Pri vykonaní modernizácie električkovej trati v Karlovej Vsi, došlo k nárastu hlučnosti z prevádzky električkovej dopravy. V tomto kontexte sa v súčasnosti vynárajú otázky a odpovede, ktoré nie vždy zodpovedajú odborným znalostiam a často sa hľadá príčina úplne niekde inde ako v skutočnosti je.*

## 1. Úvod

V súčasnosti v mnohých európskych mestách dochádza k zásadným zmenám investičných priorít v oblasti rozvoja mestskej hromadnej dopravy predovšetkým v rozvoji dráhových systémov MHD. V mnohých mestách sa obnovili zrušené systémy MHD (predovšetkým dráhové), resp. tieto systémy v súčasnej dobe prežívajú dynamický rozvoj za súčasnej reštrikcie automobilovej dopravy predovšetkým v ich centrách. Električková (koľajová) doprava má predovšetkým prednosti v možnostiach jej segregácie od ostatnej povrchovej dopravy s možnosťami plného uplatnenia jej preferencie.

Poznámka: Témy preferencie nielen električkovej dopravy, ale aj ostatnej mestskej hromadnej dopravy sú inými témami s rozvinutím nielen technických, ale aj ekonomických aspektov.

Najväčším negatívom električkovej dopravy je jej hlučnosť, ktorá sa ale v súčasnej dobe v európskych mestách úspešne rieši. Rovnako aj v našich dvoch mestách prevádzkujúcich električkovú dopravu sa prijímajú, resp. by sa mali prijímať opatrenia na znižovanie tohto negatívneho javu.

## 2. Električková doprava v Bratislave

Električková doprava v Bratislave je v prevádzke od roku 1895 s rozchodom 1000 mm. Časom bola doplnená o trolejbusovú a autobusovú dopravu. Prakticky od vzniku týchto dopravných systémov až do súčasnej doby zabezpečujú električky spolu s trolejbusmi základnú kostru MHD. Na tomto mieste je nutné spomenúť, že v minulosti, až do roku 1963 bola aj Petržalka obsluhovaná električkovou dopravou do oblasti Sadu Janka Kráľa. V súčasnej dobe vybudovaný prvý úsek električkovej trate do Petržalky cez Starý most po zastávku Jungmanova. Súčasná dĺžka koľajových tratí je cca 95 km jednokoľajne, z čoho cca 75 % je vybudovaných na vlastnom telese. Táto skutočnosť dáva reálny predpoklad, aby električková doprava bola v Bratislave považovaná za nosný dopravný systém v tých častiach mesta, kde je vybudovaná.

## 3. Zdroje hlučnosti električkovej dopravy

Najväčším problémom električkovej dopravy je jej hlučnosť. V minulosti boli časté sťažnosti na hluk spôsobený prevádzkou električkovej dopravy, ktoré boli podložené aj meraniami hygienikov. Z tohto hľadiska boli negatívne pohľady na prevádzku električkovej dopravy a na jej ďalší rozvoj. Preto bolo potrebné jednoznačne určiť príčiny zdroja hluku a následne prijať opatrenia na jeho elimináciu.

Problematika hlučnosti a vibrácií vznikajúcich v prevádzke električkovej dopravy je súhrnom zdrojov hlučnosti vlastných vozidiel (hlučnosť stojaceho vozidla) a hlučnosti vznikajúcej počas ich jazdy na koľajovej trati, čo je úzko spojené s problematikou opotrebovania kolies a koľajníc.

V zásade je možné rozdeliť zdroje hluku do dvoch oblastí:

- vlastné dráhové vozidlo (električka)
- styk „koleso - koľajnica“ počas jazdy vozidla, ktoré možno rozdeliť na:
  - konštrukcia a celkové parametre vozidla, stav pojazdu vozidla
  - konštrukcia a stav koľajovej trate
  - mazanie kolies, resp. bočnej časti koľajníc v oblúkoch

### 3.1 Dráhové vozidlo - električka

<sup>1</sup> Jasovská 43, 851 07 Bratislava, a.s., mobil +421 903 406212, e-mail: weiglbronislav@dmil.com

V prevádzke DPB sú aj staršie vozidlá rady T3, K2 a T6A5, ktoré už v časoch ich výroby dosahovali úroveň hlukových emisií blížiacim sa k limitu povolených hodnôt. Zdrojom hluku uvedený typov vozidiel sú pomocné pohony zabezpečujúce chladenie trakčných motorov silových častí elektrickej výzbroje, napájanie riadiacich obvodov, dobíjanie batérie. Ďalej je to pojazd vozidla prenášajúci zaťaženie na koľajovú trať a jeho komponenty napr. rotujúce časti, chladenie trakčných motorov, prevodovky i samotné kolesá. Zníženie hlučnosti sa dosiahlo modernizáciou starších vozidiel typu T3 a K2 v oblasti výmeny odporovej elektrickej výzbroje za polovodičovú, agregátov pomocných pohonov i zlepšením krytia podvozkov, čím bol dosiahnutý pokles hlukových emisií o cca 17 - 20 dB. Podvozky majú jedno vypruženie. Vozidlá používajú vypružené kolesá pôvodnej konštrukcie. Moderné električky typu 29T a 30T majú odlišný koncept stavby vozidlovej skrine, elektrickej výzbroje i pojazdu vozidla, s prihliadnutím na zníženie hlukových emisií. Podvozok vozidla je vybavený dvojitém vypružením - primárne tvoria gumokovové prvky, sekundárne dvojité vinuté pružiny. Koleso vozidla je vypružené. Električky pri typových skúškach preukázali splnenie požiadaviek na úroveň hlukových emisií i akostného čísla chodu podľa dnes platných noriem a v žiadnom prípade nie sú príčinou zvýšenej hlučnosti. A pre takéto konštatovanie možno aj bez meraní porovnať zvuk prechádzajúcich električiek na iných typov koľajového zvršku ako má Karlova Ves a to napríklad na ostatných „otvorených“ zvrškoch napr. Račianska, Miletičova ....., alebo na zatravnenej trati na Záhradníckej (hustý trávnatý porast s automatickou závlahou).

### 3.2 Styk „koleso - koľajnica“

Ďalším zdrojom hluku, vznikajúcim pri jazde koľajovej dopravy je styk „koleso - koľajnica“ a to aj u starých vozidiel, modernizovaných vozidiel ako aj u nových vozidiel. Styk kolesa a koľajnice je bodom v ktorom sa prenášajú sily od statického a dynamického zaťaženia medzi vozidlom a koľajnicovými pásmi. Od úrovne týchto síl pôsobiacich na koľajový zvršok závisí i produkcia vibrácií a hluku. Na ich úroveň a frekvenčnú moduláciu má podstatný vplyv konštrukcia koľajového spodku a zvršku trate i optimálne parametre styku v podobe tvaru koľajnice a profilu kolesa vozidla. Dej pri styku kolesa a koľajnice možno kvantifikovať v nasledovných parametroch:

- rýchlosť pohybujúceho sa vozidla
- celková hmotnosť vozidla
- zaťaženie dvojkolesia
- priemer kolesa (menší priemer kolesa má nepriaznivejšie vlastnosti pri interakcii s nerovnosťami povrchu koľajnice napr. nerovnosti zvarov, vlnkovitosť koľajníc)

Je potrebné zobrať do úvahy že hmotnosť prázdneho vozidla typu 30T je takmer rovnaká ako troch vozidiel typu T3 (vlak 3xT3). Pokiaľ zaťaženie dvojkolesia vozidla T3 pri maximálnom obsadení je 7,5t u vozidla typu 30t dosahuje hodnoty 10,7t. Tomu musí zodpovedať i konštrukcia vypruženého kolesa, väčšia tuhosť tlmiacich prvkov. Hodnota emitovaného hluku na novej trati sa spravidla stabilizuje vytvorením súvislej vyjazdenej plochy (lesklého pásu) na hlave koľajnice v mieste počiatočného kontaktu s kolesom. Táto plocha vzniká trvalou prevádzkou, nie je ju možné simulovať brúsením koľajníc. Brúsenie hlavy koľajnice je účinné len na odstránenie hrdze, nerovností na stykoch koľajníc a vlnkovitosti. Hluk vznikajúci stykom kolesa a koľajnice v oblúkoch je účinne eliminovaný použitím mazacích zariadení. V roku 1993 začal DPB skúšať mazanie okolesníkov kolies od rôznych firiem. Následné merania preukázali výrazné zníženie maximálnej hladiny hluku, ale ako z princípu vyplýva, len pri prejazde oblúkom malého polomeru. Vedľajším účinkom je zníženie opotrebenia koľajníc a kolies v oblúkoch, vyššia odolnosť vozidla voči vykoľajeniu a nižšia spotreba energie vplyvom menšieho bočného trenia v oblúkoch.

#### 3.2.1 Stav kolies a podvozku električky

Na hlučnosť električkovej dopravy má vysoký vplyv stav podvozku a kolies električiek. Správny tvar kolies električiek, ich kontrola a údržba, spolu so správnym profilom hlavy koľaje z hľadiska hluku a jazdných vlastností nielen eliminuje hlučnosť, ale aj zvýši bezpečnosť električkovej dopravy (eliminácia vykoľajení z dôvodu neprávneho profilu kolesa, alebo profilu hlavy koľaje). Z tohto dôvodu sa v rámci modernizácie údržbovej základne DPB, a.s. o.i realizovalo aj obstaranie *podúrovňového sústruhu na obnovu profilu kolies, spolu s diagnostikou stavu kolies*. Týmto zariadením je možné po priebehu cca 30 tis. km obnoviť profil kolesa bez vyviazania podvozkov a tým zachovať optimálny tvar. Ďalším vplyvom je aj uchytenie podvozkov na rám karosérie, kde voľné podvozky (predovšetkým nábehové podvozky) spojené s karosériou „kráľovským čapom“ sú podstatne tichšie ako pevné podvozky a naviac pevné podvozky sú zdrojom vysokého opotrebenia koľajníc a kolies v oblúkových častiach tratí, pričom toto opotrebenie je zdrojom ďalšej hlučnosti. Nové vozidlá ŠKODA majú tieto nábehové podvozky voľné, pričom otočnosť podvozkov je zaistená valivým guľôčkovým ložiskom medzi kolískou podvozku a skriňou vozidla. Ložiska sa vyznačujú veľmi malým valivým odporom, čo

prispieva k minimalizácii nábehových (vodiacich) síl medzi nabiehajúcim kolesom a koľajnicou. Dôsledkom je minimálne opotrebení jazdného profilu kolesa a následne aj koľajníc.

### 3.2.2 Konštrukcia a stav koľajovej trate

Poslednou oblasťou, ktorá má výrazný vplyv na hlučnosť prevádzky električiek a prípadne aj na pohodu pre cestujúcich má vlastná konštrukcia koľajovej trate (správny výber konštrukčného usporiadania) a jej technický stav. V oblasti výstavby nových električkových tratí, resp. pri rekonštrukciách a modernizáciách existujúcich tratí sú v súčasnej dobe známe opatrenia na zníženie hluku a vibrácií, ktoré predstavujú nadštandardné spôsoby kotvenia (upevnenia) koľajníc, ktoré utlmujú prenos zaťaženia a rázov kolies efektívnejšie v spojení s vrstvou štrkového lôžka otvorených tratí. Systémy sa vyznačujú tichšou a pohodlnejšou jazdou električiek, kde v prípade pevnej jazdnej dráhy sa ďalší útlm dosahuje zatravnovaním koľajových tratí hustým trávnatým povrchom zavlažovaným automatickou závlahou. Tieto systémy, či riešené ako otvorený zvršok alebo pevná jazdná dráha majú podstatný vplyv na dlhšiu životnosť koľajového zvršku, zníženie hlučnosti a vibrácií pri použití nových konštrukcií električkových vlakov, ktoré budú splňať nasledujúce parametre:

- vhodná konštrukcia dráhových vozidiel, vrátane ich podvozkov
- vhodný profil hlavy koľajnice a kolies električiek
- nepripustenie prevádzky plochých kolies
- potrebným a pravidelne sa opakujúcim sa brúsením vlnkovitosti hláv koľajníc
- pri otvorených zvrškoch aj pravidelnej údržbe geometrickej polohy koľaje pravidelným podbíjaním

Celkový technický stav, ale aj vhodná konštrukcia má veľký vplyv aj na hlučnosť električkovej dopravy. Povrchy električkových tratí majú byť nielen mestotvorným prvkom, ale aj svojím kvalitným technickým riešením vytvoriť dobrý stav pre svoje funkcie nielen ako trať pre prevádzku električkovej dopravy, ale aj pre jej iné funkcie. Tu električková trať môže slúžiť pre ako aj na prevádzku inej verejnej dopravy, pre chodcov, ale aj ako aj prvok pre zeleň mestách. Podmienkou je vždy správne rozhodnutie o jej ďalšej funkcii ktorú bude trať zabezpečovať okrem vlastnej prevádzky električiek, z čoho sa následne vyplývajú jej konštrukčné prvky a konečné povrchové úpravy. Čo sa týka trate v Karlovej Vsi, v plnej nahote sa prejavilo to, na čo bolo odborníkmi upozorňované pri zadávaní projektu a čo žiaľ rôznymi „odborníkmi“ nebolo prijaté:

a/ električková trať budovaná na pevnej jazdnej dráhe (PJD) na takomto úseku sú vyhodnené finančné prostriedky. PJD nie je vhodná pre túto lokalitu nakoľko vozidlá tu jazdia mimo centrálnu oblasť a v takýchto prípadoch sa všade používa otvorený zvršok s podvalmi a hlavovou koľajnicou S49, kde uloženie trate je pružné, a preto podstatne menej hlučné. Je to jednoduché a celkovo lacnejšie riešenie a s ľahkou údržbou. Ak by bola pravda, čo nie je, že toto riešenie malo zabezpečiť nižšiu hlučnosť, výsledok už dnes vidíme. Na tomto mieste opäť pripomínam, že na základe meraní v minulosti boli jasné výsledky, že otvorené zvršky sú najtichšie a na železničných tratiach sa pevná jazdná dráha používa na miestach, kde je potrebná spoľahlivejšia fixácia osi koľaje voči priečnemu prierezu na stavebných objektoch ako sú tunely a mosty. Na realizovaných úsekoch železničných dráh boli vykonané merania hluku, ktoré jednoznačne potvrdili vyššiu úroveň emitovaného hluku ako na trati uloženej na štrkovom lôžku. V monolitnej podkladovej betónovej doske pri prechode vlaku vznikajú rezonancie a s tým spojený hluk. Podobné vlastnosti má i betónový kryt trate. V prevádzke električkovej dopravy sa používa tam, kde je potrebný povrch pre združenú prevádzku, v peších zónach a pod.

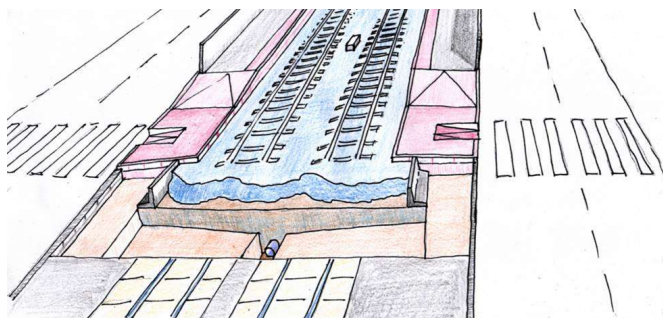
Modernizovaná električková trať je uložená tak, že do „kanálu“ je vložená polyuretánová fólia s antivibračnými vlastnosťami, do nej naliaty betón a doňho uchytené koľajnice. Fólia obmedzuje šírenie vibrácií do podlažia. Ale nemá vplyv na šírenie hluku do prostredia nad zemou. A tým je doslova zarobené na problémy. Kto určil, aká hrubá má byť tá fólia? Čo keď je príliš tenká a tie obrovské betónové kvádre majú v nej príliš málo miesta a prejazdom električky sú príliš málo pružné? To nepríjemné dunenie, to môže byť akoby kmitanie vozidla kontra uloženie trate a to frekvenciou blízko vlastnej, čiže rezonancia. A tá samozrejme sa navrhuje tak, aby bola mimo možnej rýchlosti vozidla, ktoré jazdí po nej. A po tejto trati sa jazdí relatívne rýchlo a to môže byť ten rozdiel, prečo to až tak neduní v centre mesta, kde podobné podlažie tiež existuje. Zároveň môže byť zdrojom hluku nedostatočne obrúsené zvary koľajníc. Preto je nutné aj veľmi kvalitné vybrúsenie každého zvaru. Ručné, „amatérske“ brúsenie nestačí.

b/ A k tomu „trávníku“. Odborník by určite nemyslel, že takýto riedky porast sukulentov (mach) utlmí kmitanie koľajového telesa. A ak sa lôžko pod PJD rozkmitá, tak následne duní. Také zatravnovanie aké bolo v tomto úseku zvolené neznižuje úroveň hluku. Ak by sa malo dosiahnuť zníženie hlučnosti, mala byť trať zatravnovaná hustým trávovým kobercom spolu s automatickým zavlažovaním. Ale

[illegible]

Práve v tom čase sa došlo k záveru, že v radiálach, kde je trať na samostatnom telese, by mal byť zvršok klasický, s koľajovým štrkovým lôžkom a priečnymi podvalmi. Štrkové vrstvy trate tvoria pružnú štruktúru. Kamenivo na povrchovej vrstve zvršku tvorí nerovnú štruktúru, ktorá dekoncentruje odraz hlukových vln. V roku 2004 bola vyvinutá firmou REMING CONSULT nová skladba konštrukcie električkovej trate, ktorá sa prvý raz použila v úseku Harmincova - Krčace. Z začiatku bola k tejto skladbe nedôvera, ale nakoniec sa ukázalo, že sa oplatilo dôverovať tomuto systému. Systém - skladbu, je „požičaná“ z veľkej železnice. Kde dôraz je kladený na kvalitnú podkladanú vrstvu hrubú min. 35 cm uloženú na priečne sklonenú zemnú pláň a aby nová pláň spodku (rozhranie medzi koľajovým lôžkom a podkladanou vrstvou) mala deformačnú odolnosť (únosnosť) aspoň 30 MPa, podľa priloženého priečneho rezu.

A rovnakej konštrukcie je aj trať na Miletičovej ulici, kde nie sú evidované problémy s hlučnosťou ani u starých ani u nových vozidiel



- d/ ako príklady riešenia koľajových tratí uvádzam, že na základe rokovaní so zahraničnými partnermi v Nemecku sa vždy dôsledne venujú pri nových tratiach, resp. pri rekonštrukciách ich konštrukcii a to nielen ich ceny, ale aj ich následných prevádzkových nákladov ako aj začlenenia trate do okolia tohto prostredia. Pripájam fotografiu z Berlína, kde je podobné usporiadanie trate, komunikácie a okolitej zelene ako v Karlovej Vsi a fotografiu z Nordhausenu, kde zatravnenu traťou riešili centrum mesta a "zelená trať" je tak prakticky jedinou zeleňou v zastavanom území, inak, tak by som si vedel predstaviť modernizácie električkových tratí v centrálnej mestskej časti, kde pri rekonštrukcii tratí by mohli byť riešené kombináciou zelene, prechodov a prejazdov. Takto by mohla byť pripravovaná aj rekonštrukcia Krížnej ulice.



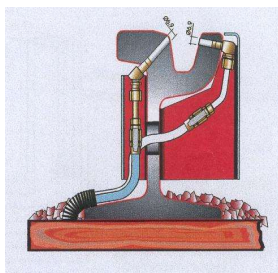
e/ k lehotám výstavby sa radšej nebudem vyjadrovať, nakoľko mám už dojem, že výstavba v minulosti trvala kratšie ako rekonštrukcia dnes.

### 3.2.3 Vhodný profil hlavy koľajnice a kolesa

U električiek, resp. u koľajových vozidiel ďalším zdrojom hluku „styk koleso koľajnica“. Pre zníženie negatívnych javov týkajúcich tohto zdroja hlučnosti vozidiel je možné jej zníženie pri všetkých vozidlách modernizáciou kolies električiek, resp. celých podvozkov (primárne vypruženie podvozkov) a mazanie okolesníkov. Rovnako vplýva na znižovanie hlučnosti aj mazanie. Je samozrejmé, že najväčší efekt v tejto oblasti sa dosiahne obnovou vozového parku nákupom nových električiek. V súčasnej dobe sa rieši aj problematika použitia správneho profilu koľajnice a kolesa a to aj v oblasti zníženia hlučnosti a vibrácií. Bolo spracovaných viacero štúdií, ktoré pojednávajú o optimalizácii profilu kolesa električky pre zníženie hlučnosti, priečných pohybov kolesa, vibrácií a opotrebenia kolesa a koľajnice s nasledovnými odporučeniami, ktoré sa zhodujú na možnosti zníženia hlučnosti pri prejazde električky o cca 2,5 dB. Preto je vhodné aj pre Bratislavu - rozchod 1000 mm spracovať samostatnú štúdiu, ktorej výsledkom musí byť jednoznačný jazdný profil kolies a typ hlavy koľajnice:

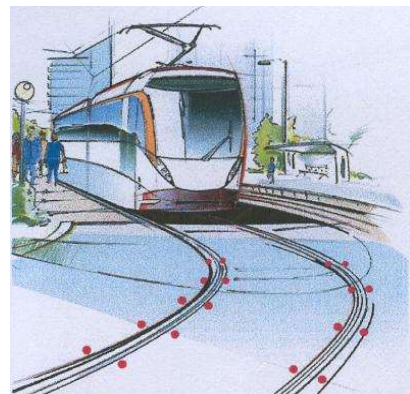
- v súčasnosti sú v Bratislave používané minimálne 2 typy koľajníc (S 49 a NT1) a kužeľový profil kolesa (1:40). Profil koľajníc NT1 má sklon hlavy koľajnice 1:40, čo odsúva bod styku kolesa a koľajnice viac ku stredu hlavy koľajnice. Pri novších stavbách a modernizáciách sa koľajnice NT1 nahrádzajú koľajnicami Ri60 R2. Koľajnice S49 sa inštalujú v DP zvislo alebo s náklonom 1:40. Pri montáži s náklonom sa opäť odsúva bod styku kolesa a koľajnice viac ku stredu hlavy koľajnice. V oboch prípadoch toto znižuje bočné opotrebenie koľajníc a tým aj nižšiu hlučnosť
- je potrebné unifikovať jazdnú hranu koľajníc na polomery 300-80-13 mm
- uvedené bolo aj to, že ostatné DP v bývalej federácii majú profil už optimalizovaný a DP Praha má s týmito aktivitami dobré skúsenosti.

Ďalšou možnosťou znižovania hlučnosti v oblasti styku „koleso - koľajnica“ je mazanie okolesníkov a bočnej časti koľajnice. K nižším riešeniam prispeli skúsenosti s Plzenských dopravných podnikov, a.s., s Nemeckých spolkových dráh (DB) a poznatky s firmy BEKA PEGNITZ (D). V Plzni mali v minulosti na obratisku električiek problémy s hlučnosťou električkovej dopravy, kde v minimálnych polomeroch oblúkov dochádza aj pri minimálnych rýchlostiach k neprijemnej hlučnosti. Vybavením obratiska (jednej koľaje) došlo k uvedeným zmenám: na koľaji, ktorá bola vybavená mazacím zariadením došlo okamžite k odstráneniu hlučnosti zo



styku „koleso - koľajnica“, po určitom časovom období bol badateľný rozdiel v opotrebovaní koľajníc, kde na koľajniciach vybavených mazacím zariadením nebolo prakticky vidieť jej opotrebovanie, naproti tomu na koľajniciach bez mazania po roku prevádzky muselo prísť k ich výmene (resp. k navarovaniu). Samozrejme pri znížení opotrebovania koľajníc došlo aj k zníženiu opotrebovania okolesníkov električiek. V minulosti bola uvedená problematika prerokovaná aj v rámci spoločných zasadnutí odbornej skupiny električky a dopravno-prevádzkovej skupiny v rámci združenia dopravných podnikov v Slovenskej a Českej republike. Na

základe skúseností nielen dopravných podnikov v Slovenskej a Českej republike ale aj skúseností DB boli spracované návrhy riešenia uvedenej problematiky v konkrétnych oblastiach. Príkladom bol návrh pre obratisko Komisarčky, kde mazacia súprava pozostávala z jedného alebo viacerých piestových čerpadiel a niekoľko hydraulicky ovládaných elementov rozdeľovača. Mazivo je priamo nad čerpadlom, kde je neustále premiešavané. tam musí byť stále miešané. Je to z toho dôvodu, že tuk obsahuje až 30% tuhých častíc o priemere do 0,007 mm, aby boli rovnomerne premiešané. Rozdeľovače sú modulované, to znamená, že ich možno meniť a tak regulovať dodávané množstvo tuku na výstupe od 25,45 až 105 mm<sup>3</sup> na jeden pohyb piestu. Vytlačané množstvo je tiež možné regulovať na pumpe stlačením pružiny skrutkou. Pri mazive je dôležité, aby bolo ekologické a aby obsahovalo pevné zložky. Centrálné mazanie ďalej pokračuje rúrkami (tlakovými) až na miesto použitia. Koľajnice sa musia prevrátať v mieste okolesníka vždy po dve diery. Spravidla jedno mazacie miesto má po päť dier po 1,5 metri. Dokopy 10. Spôsob ovládania čerpadla je možný časovým nastavením, že sa nastaví čas spustenia, napr. po 10 minútach na 6 sekúnd obehu, alebo senzorom pri prejazde električky alebo je ho možné spúšťať aj napr. dispečerom.



#### 4. Záver

Riešenie naznačeného okruhu problémov prinesú opatrenia, ktoré odstránia negatívne dopady na životné prostredie, ktoré ako bolo spomenuté v úvode a to zníženie hlukových emisií. Potom, keď bude odstránené toto najväčšie negatívum koľajovej dopravy celkom určite bude otvorená cesta k ďalšiemu rozvoju a modernizáciách električkových dopravných systémov na území Bratislavy.

Obdobný problém môže vzniknúť aj pri výstavbe 2. etapy električkovej trati v Petržalke, kde je opäť presadzovaná PJD a opäť bez závlahy trávniku. Tu opäť po realizácii môžu nastať obdobné problémy s hlučnosťou. PJD je na jednej strane výborný systém vtedy, keď nevedí vyššia hlučnosť a je požadovaná bezúdržbovosť síce s vysokými investičnými nákladmi, ale následne s nízkymi prevádzkovými nákladmi, pokiaľ to nebude trať so zatrávením a automatickou závlahou. Ale ak niekto tvrdí, že PJD je potrebná preto, aby bol nižší hluk, tak je úplne mimo. Už len z princípu to tak byť nemôže. Zakrytie trate pomôže, ale lepší výsledok vždy dosiahnem pri štrkovom systéme zvršku. Tu na jednej strane sú nižšie investičné náklady, ale na druhej strane je však nevýhoda častejšia potreba opravy polohy koľaje - podbíjanie. Investor, správca sa teda musí rozhodnúť, čo je pre neho dôležitejšie - ekonomika, alebo spokojní občania.

#### A čo s modernizáciou Karlovesko-dúbravskej radiály?

Pre odstránenie negatívnych hlukových emisií už na dokončenom úseku električkovej trate v Karlovej Vsi (Molecova - Karlova Ves) a pripravovanej realizácii úseku Molecova - tunel by bolo vhodné pripraviť a realizovať nasledovné kroky:

##### a/ úsek Karlova Ves - Molecova

- v celom relatívne širokom zatrávnenom páse medzi električkovou a cestnou komunikáciou vysadiť stromy (niektoré so štíhlych drevín, ako napríklad hrab stĺpový na obrázku) a nízke tvarované kríky - živý plot. Ako príklad takéhoto riešenia je vyššie uvedená trať v Berlíne, resp. Železničná trať vo Vysokom mýte (ČR) alebo aj otvorený zvršok na Miletičovej, ktorej škica je uvedená vyššie.
- doplniť automatickú závlahu s výmenou sukulntov za hustý trávnatý porast



Vysoké mýto



Bratislava, Miletičova ulica

**Plantago** spol. s r.o.  
 člen skupiny Zares®

Plantago, spol. s r.o.  
 Cintorná ulica  
 900 24 Veľký Bál  
 Slovenská republika

certifikácia kvality  
 ISO 9001

období poradenie - pletok 8m - 18m  
 v sčtu 8m - 14m  
 počas sezóny udržané aj v medzích 8m - 14m  
 apríl - jún / október - november

Bratislava - Senec  
 Veľký Bál

cca 3 km od výjazdu z diaľnice D 61, smer Senec  
 tel.: +421 2 4391 6066  
 predaj: +421 905 811 777  
 e-mail: info@plantago.sk  
 www.plantago.sk  
 www.zares.sk

partner  
**Quick Hedge**

Katalóg pre dodanie zelene  
**PLANTAGO**

hotové živé ploty  
 www.plantago.sk



Hrab stĺpový

b/ úsek tunel - Molecova

- preveriť možnosť zmeny projektu na otvorenú trať s prekrytím umelým trávnikom, obdobne ako električková trať v Košiciach na Terasa, resp. električková trať v Nemeckom Chimnitze (čo by mohlo byť vzorom pre ET Dúbravka a ostatné trate s klasickým železničným zvrškom...), alebo
- doplnenia automatickej závlahy s výmenou sukulentov za hustý trávnatý porast

