

# KOLEJOVÝ ABSORBER HLUKU S FUNKCÍ RETENCE VODY BRENS STERED - MET KE KOŠICE

---

*Jan Eisenreich, BRENS EUROPE a.s., Plzeň, ČR*

*Ing. Milan Kamenický, EUROAKUSTIK, s.r.o., Bratislava, SK*

## 1. Kolejové dráhy - součást veřejného prostoru

Kolejová doprava železniční nebo tramvajová je každodenní součástí migrace obyvatelstva za svoji obživou, vzděláním nebo zábavou. Její zapojení do společenského vnímání veřejného prostoru je dnes ve vyspělých západních nebo východních ekonomikách považováno za samozřejmost. Vždyť například rozmach čínských kolejových systémů za uplynulé čtvrtstoletí nemá v celé historii paraleru. Rozmach, který byl založen na osvědčených, zejména evropských systémech, kapacitně rozvinutých a technologicky uchopených čínským naturelem v centralisticky řízené ekonomice.

Naše prozápadní a křesťanské vnímání světa stojí před výzvou obstát v globalizované ekonomice jak vytvářet a užívat nástroje udržitelného rozvoje společnosti a jak zajistit stabilně kvalitní životní prostředí. Prostor kolejových drah, jejich kolejiště, stanice, inženýrské stavby atd. se z tohoto pohledu stávají veřejným prostorem hodného zvláštního zřetele. Ostatně i tento prostor je existenčně spjat s veřejnými finančními zdroji tvořenými danou společností .



NOVÉ SPOJENÍ PRAHA zdroj: archiv BRENS EUROPE, a.s.

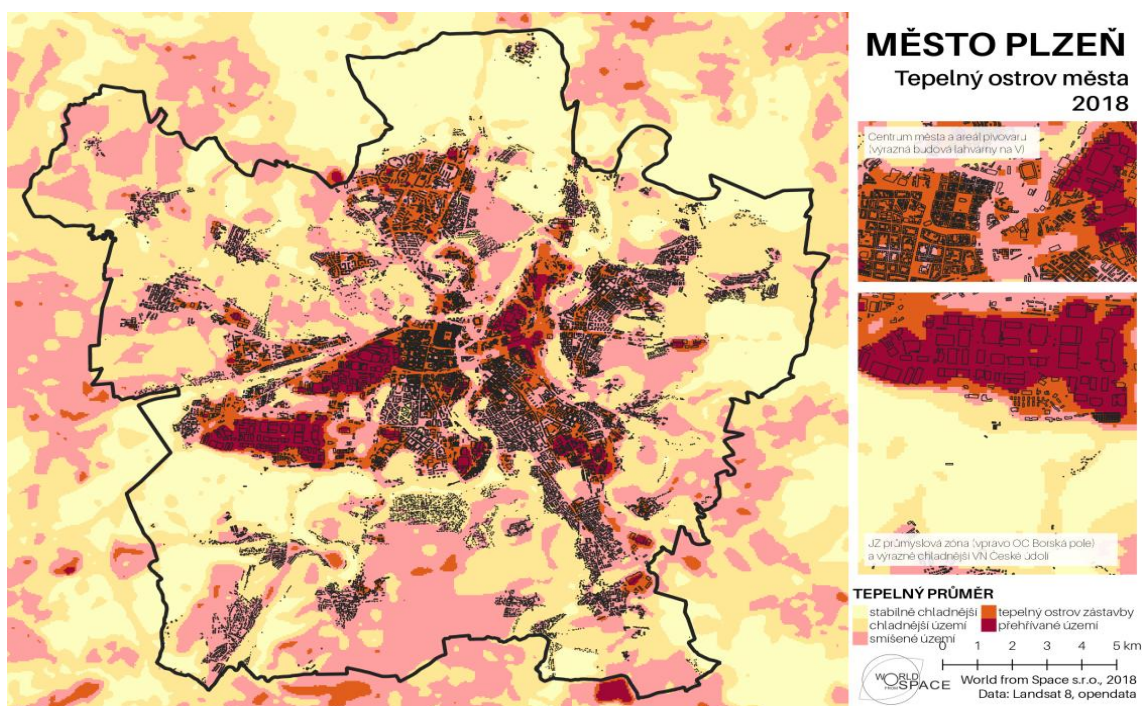
### 1.1. Hluk a vibrace

Více jak 25 let je systematicky řešen vliv hluku a vibrací na lidský organismus, byla realizována protihluková opatření dosahující miliardových investic. Podél železnice byly realizovány tisíce kilometrů vysokých protihlukových stěn různých konstrukcí, byla vyměněna okna v počtu metropolí, atd. Současné hlukové limity a jejich posuzování v některých národních právních systémech determinují přípravu a realizaci staveb, v krajních případech tyto stavby nebo

jejich části zcela blokují. Posuzování vlivu staveb drah na životní prostředí industriální krajiny tak stojí před další kvalitativní etapou, kdy stávající metody byly již vyčerpány.

## 1.2. Tepelná bilance povrchů a tepelné ostrovy

Zabrané plochy staveb drah, železničních a tramvajových tratí ve srovnání se stavbami pozemních komunikací jsou výrazně menší, nicméně zejména v městských aglomeracích jsou plochy drah umístěny v cenných centrálních lokalitách. Jsou součástí její architektury, dotváří městskou krajinu. Plochy tratí kolejových drah, stanice a zastávky jsou tvořeny převážně nenasákavými materiály s vysokou akumulací tepla se vznikem tepelných ostrovů. Příkladem může být lokální nárůst teploty povrchu kolejíšť stanic po modernizovaném sjednocení povrchu šterkového lože a odstranění původní historické vegetační invaze, která tak paradoxně působila jako přirozená klimatizační jednotka. Tepelnou bilanci dále zhoršují i vlastní odstavená vozidla, které jsou aktivním nebo pasívním zdrojem tepla.



TEPELNÝ OSTROV MĚSTA PLZEŇ - zdroj: World from Space

Současná konstrukční uspořádání kolejových drah, zejména tratě s pevnou jízdní dráhou umožňují využít jejich dlouhodobou konstrukční stabilitu ke snížení akumulace tepla z dopadající nebo odražené sluneční energie a zabrané plochy stavby dráhy částečně vrátit do malého oběhového cyklu Země.

## 1.3. Retence vody

Řízená retence vody v koleji pomocí nasákavých a současně vodopropustných materiálů je jedním z nástrojů jak snížit teplotu povrchu staveb a současně změnit i odtokové poměry srážkové vody ve prospěch jejího odpaření v místě spadu. Kvalitní šterkové lože tuto vlastnost nemá a zadržování srážkové vody je z provozního hlediska dráhy zcela nežádoucí. Je tedy nasnadě řešit řízenou retenci vody uvnitř a vně koleje v prostoru právně vymezeném technickými normami, zejména u tramvajových tratí a v prostoru velkých železničních stanic, nástupišť. Řízená

retence vody a snížení teploty povrchu koleje příznivě ovlivňují teplotní namáhání konstrukce (kolejový rošt / desku). Voda je základem života na Zemi. V oblasti kolejové dopravy je nežádoucím živlem, ale její řízený vliv může životu na Zemi pomoci.



ŘÍZENÉ ZADRŽENÍ DEŠŤOVÉ VODY V PROSTORU KOLEJE - OVĚŘENÍ VSAKOVÁNÍ VODY - zdroj: archiv BRENS EUROPE, a.s.

#### **1.4. Využití materiálů z cirkulární ekonomiky**

Nastala doba, kdy lidská produkce převyšuje distribuovanou lidskou potřebu. Doba vyznačující se obrovskou rozdílností hodnot, hmotným nedostatkem a zároveň přebytkem. Doba, kdy lidstvo musí snížit, chce-li přežít, těžbu neobnovitelných zdrojů, materiálů a zároveň produkovat minimální množství odpadu. Průmyslový odpad se musí stát zdrojem surovin pro jeho další průmyslové využití.

## **2. Aplikace kolejového absorbéru hluku s funkcí retence vody v Košicích**

### **2.1. Návrh technického řešení**

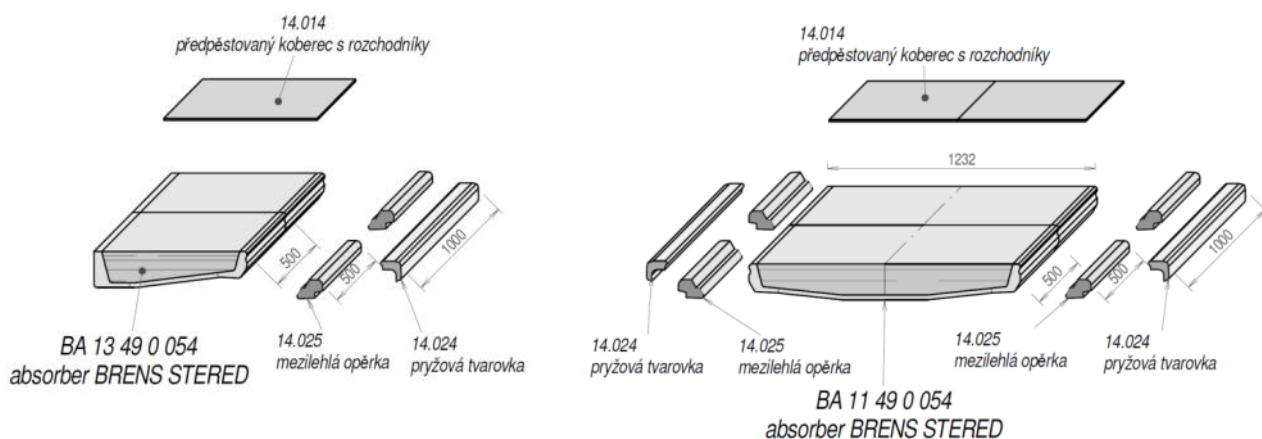
Technické řešení kolejových absorbérů hluku s environmentální odpovědností za stavbu dráhy bylo poprvé představeno slovenské odborné veřejnosti na konferenci DOPRAVA V REGIÓNE VÝCHODNÉ SLOVENSKO 2014 – 2020 v červnu 2015 v Košicích. Technické řešení již obsahovalo vodozadržný systém zvukově pohltivé části absorbérů z recyklovaných syntetických textilií ve formě stavebních desek STERED. Nicméně podíl recyklovaných materiálů na celkovém uspořádání povrchu tratě byl v té době z hlediska cirkulární ekonomiky a vlivu na životní prostředí z hlediska využitelné kapacity pro tramvajové tratě neuspokojivý. Proto tímto směrem pokračoval vlastní vývoj dílců absorbérů BRENS. Dosavadní zkušenosti se zelenými tramvajovými tratěmi v Košicích, v té době jejich probíhající výstavba a provozování, nasvědčovaly tomu, že bude z hlediska optimalizace provozních nákladů na údržbu povrchů (s intenzívními nebo extenzívními trávničky) a jejich celkové funkcionality vhodné zvýšit technické a připravit požadavky pro další připravované projekty MET KE tak, aby bylo dosaženo vyššího provozně-užitného standardu zlepšení vlivu dráhy na životní prostředí a dosažení vyššího podílu materiálů cirkulární ekonomiky při současném snížení provozních nákladů životního cyklu stavby dráhy.

V roce 2016 byl na největším veletrhu drážní techniky INNOTRANS 2016 v Berlíně představen ve světové premiéře kolejový absorbér hluku s funkcí retence vody BRENS STERED.



INNOTRANS 2016 - SVĚTOVÁ PREMIÉRA KOLEJOVÉHO ABSORBÉRU HLUKU S FUNKCÍ RETENCE VODY - zdroj: archiv BRENS EUROPE, a.s.

Kolejová dráha s uzavřeným vegetačním krytem z kolejových absorbérů hluku s funkcí retence vody se skládá z vnějších panelů a vnitřních panelů.



Hmotnost panelů je závislá na tvaru kolejového svršku a u největších se pohybuje v rozmezí od 35 do 45 kg. Nízké hmotnosti panelů umožňují montáž absorbérů v koleji bez jeřábů nebo těžké mechanizace. Vlastní vložení se provádí dvěma pracovníky. Byla ověřena i montáž do provozované tratě v Ostravě bez výluky tramvajové dopravy a to v nočních hodinách s intervalem jízd vozidel cca. 10-15 minut v jednom směru (denní interval jízd tramvajů se pohybuje mezi 2 až 5 minutami v jednom směru).

Prováděcí projekt MET KE obsahoval položení kolejových absorbérů hluku s funkcí retence vody na Třídě SNP v úsecích SO 10-05-01 mezi ulicemi Bardejovská (mimo) - Laborecká (mimo) a SO 11-05-01 mezi ulicemi Laborecká - obratisko Amfiteáter(mimo).

## 2.2. Realizace a vliv na životní prostředí

Realizace projektu započala koncem června 2017 podpisem smlouvy o dílo společnosti BRENS EUROPE, a.s. s generálním zhotovitelem stavby, společností EUROVIA SK, a.s.. Dle smlouvy bylo koncem roku 2017 provedeno tzv. "vzorkování" a odsouhlasení provedení dílců investorem a jeho výkonnými složkami. K tomuto byl zřízen v kryté hale etalon koleje s reálným kolejovým svrškem a osazena výplň absorbéry. Pro povrch byly vzorkovány dva druhy provedení umělého trávniku naturalizovaného vzhledu od výrobce JUTA Dvůr Králové s délkou vlasu 15 mm a předpěstovaná rozchodníková rohož.



VZORKOVACÍ ETALON PŘEVEDENÍ ABSORBÉRŮ zdroj: archiv BRENS EUROPE, a.s.

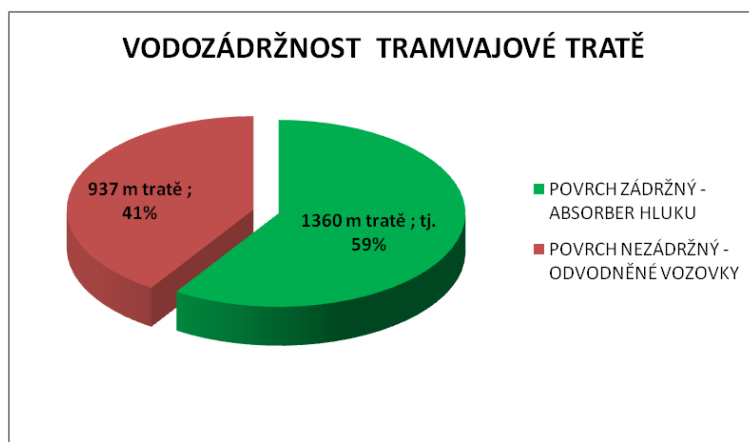
Montáž kolejových absorbérů byla zahájena v úterý, 30. ledna 2018 a ukončena na Zelený čtvrtek, 29. března 2018, tzn. že trvala 58 dní v teplotním rozmezí od  $-18^{\circ}$  do  $+12^{\circ}$  C. Zcela suchá technologie výstavby umožňovala, při přijetí zejména bezpečnostních opatření a odstranění



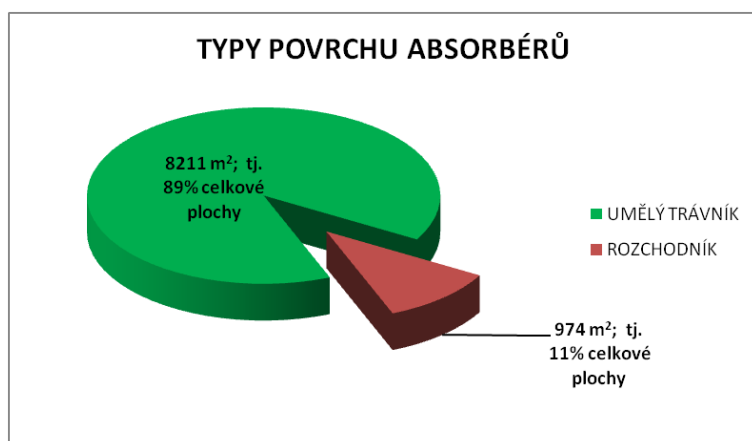
MONTÁŽ ABOSRBÉRŮ zdroj: [www.kosice-estranky.sk](http://www.kosice-estranky.sk)

zdravotních rizik při práci v mrazu, kontinuální pokládku v závislosti na plněném harmonogramu výstavby v koordinaci s dalšími profesemi zúčastněných na výstavbě tratě

Technické parametry realizovaného úseku dvoukolejné tratě délky 2.297 m na Třídě SNP:



Celková délka dvoukolejné tratě s absorbéry ..... 1.360 m, tj. plocha 9.185 m<sup>2</sup>  
z toho povrch s umělým trávničkem ..... 1.216 m, tj. plocha 8.211 m<sup>2</sup>  
z toho povrch s rozchodníky ..... 144 m, tj. plocha 974 m<sup>2</sup>.

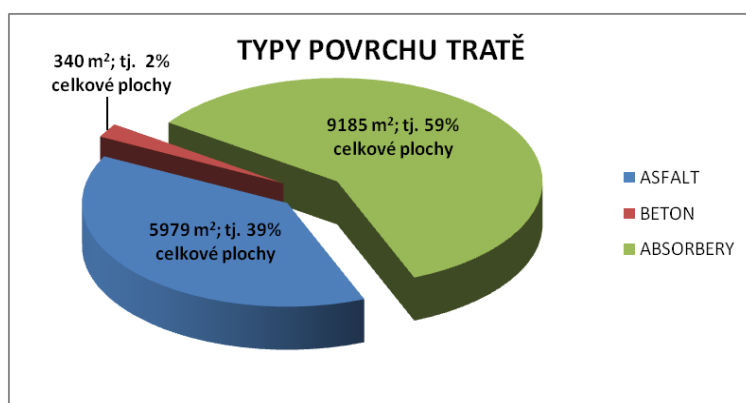


Stavba dráhy byla vymezena obrubníky vně kolejí ve vzdálenosti 1,75 m od osy koleje. Osová vzdálenost kolejí byla 3,25 m, tj. celková šířka dráhy byla 6,75 m.

Celková plocha dvoukolejné tratě činí cca 15.505 m<sup>2</sup>

z toho jsou:

asfaltové povrchy vozovek:	.....	5.979 m <sup>2</sup>
betonové povrchy přechodů:	.....	340 m <sup>2</sup>
kolejové absorbéry s retencí vody:	.....	9.185 m <sup>2</sup>



Z uvedeného je zřejmá převaha vodozadržných ploch nad plochami bez retence vody. Předchozí, původní technické řešení kolejové tratě tvořily železobetonové velkoplošné panely systému BKV, které nemají vodozadržnou a ani hluk tlumící hodnotu. Jejich povrch

byl v celé ploše zvukově odrazivý s vysokou tepletnou akumulací dopadající sluneční energie.

Lze dovodit, že původní stav tratě v celé ploše kumuloval energii cca. 5.742.500 kJ, tzn. při denním průměru dopadající sluneční energie na Zemský povrch za letního slunného dne betonový povrch "spotřeboval" až 77,5 MW dopadající sluneční energie. Následkem akumulované energie je ohřátí materiálů povrchu s dlouhou dobou ochlazování na teplotu okolního vzduchu po ukončení slunečního svitu.

Instalací kolejového absorbéru hluku s funkcí retence vody BRENS STERED s vegetačním povrchem z rozchodníků nebo s umělým trávnikem na cca. 59,2 % plochy došlo k zásadní změně tepelné bilance.

Nový stav lze vyjádřit takto:

Plochy s nezměněnou charakteristikou (asfalt, beton) .... 40,8 %  
s akumulací cca. 2500 kJ/m dvoukolejné tratě, tj. celková kapacita 2.342.940 kJ.

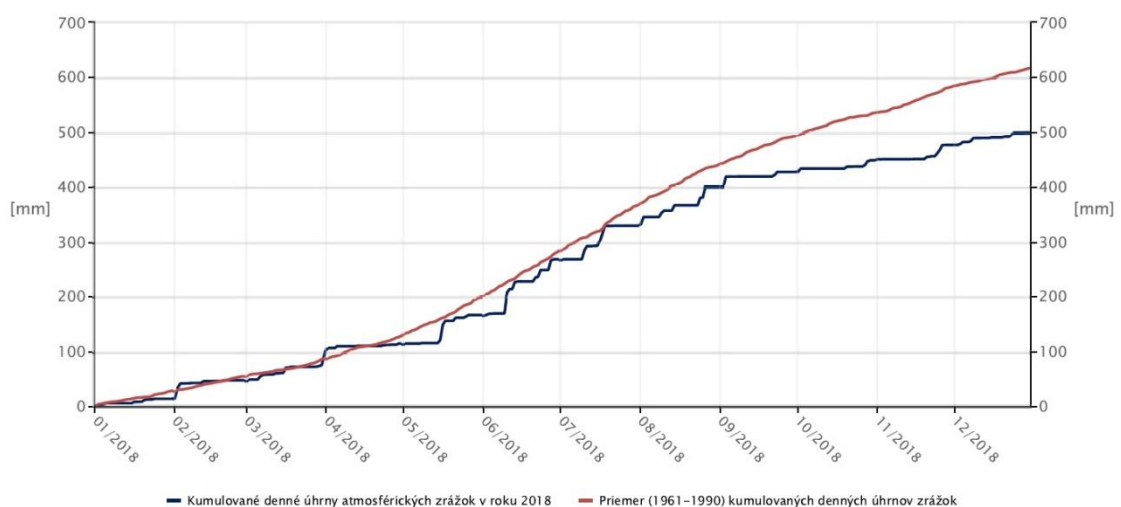
Plochy s funkcí retence vody (syntetický recyklát) .... 59,2 %  
s akumulací cca. 173 kJ/m dvoukolejné tratě, tj. celková kapacita 235.280 kJ.

Výsledná tepelná kapacita modernizované električkové tratě v Košicích na Třídě SNP tak činí 2.578.220 kJ.

**Tepelná kapacita se tak snížila na cca 45 % původního stavu při plném zachování všech funkcionalit modernizované stavby dráhy.**

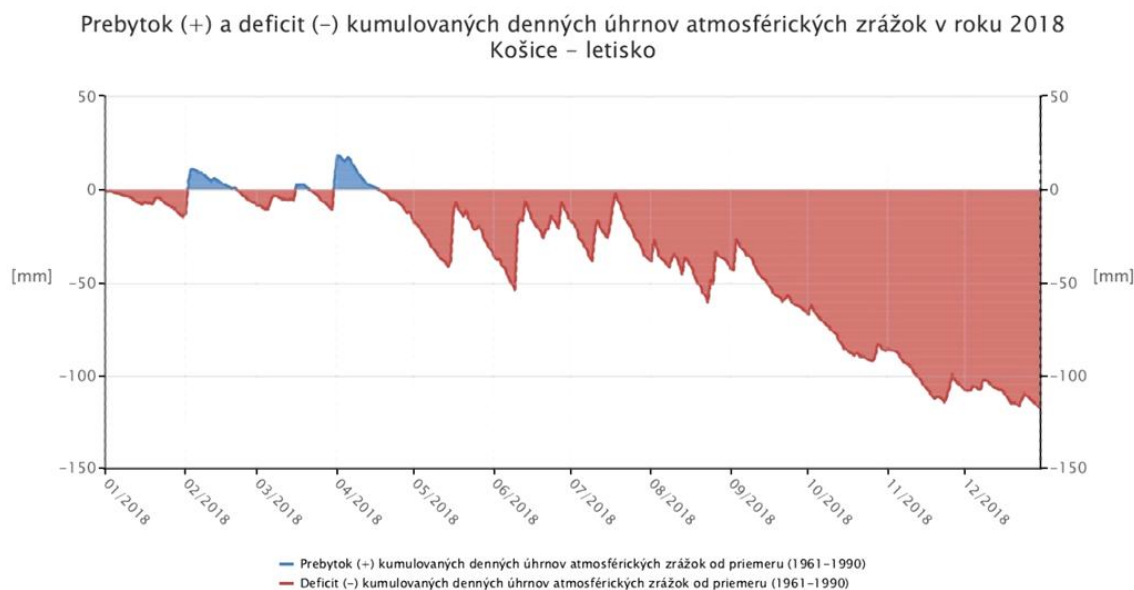
Z hlediska hospodaření s dešťovou vodou byl vytvořen vodozádržný systém s kapacitou 482.000 litrů vody. Roční úhrn dešťových srážek v roce 2018 měřený meteorologickou stanicí Košice - Letisko činil 500 mm/m<sup>2</sup> plochy.

Kumulovaný denní úhrn atmosférických zrážek v roce 2018  
Košice – letisko



zdroj: [www.shmu.sk](http://www.shmu.sk) - klimatologické zpravodajstvo

Roční úhrn dešťových srážek v roce 2018 měřený meteorologickou stanicí Košice - Letisko byl podprůměrný a vykázal vůči průměru let 1961-1990 výrazný vláhový deficit.



zdroj: [www.shmu.sk](http://www.shmu.sk) - klimatologické zpravodajstvo

Vycházejíc z predpokladu, že medzi Třídou SNP a Letištěm Košice není z hlediska srážkových úhrnů rozdíl, napršelo v roce 2018 na ploše s kolejovými absorbéry hluku s retencí vody 459.000 litrů vody. Instalovaná kapacita pro zadržení dešťové vody proto nebyla vyčerpána. Z experimentálních měření lze dovodit, že více jak 97% vody bylo zachyceno ve vrstvě syntetického recyklátu a postupně se odpařovalo do ovzduší nebo bylo spotřebováno k růstu rozchodníků. Zbytek dešťové vody mohl, zejména pak v případech krátkodobých intenzivních dešťů, odtéci do kolejového roštu a odvodňovacím systémem zemní pláně do kanalizace.

Je tedy zřejmé, že instalovaný systém odvodnění zemní pláně byl v prostoru absorbérů využit v rozmezí 5 až 10% svého návrhového profilu a tak uvolněná kapacita mohla při prudkých deštích plnit úlohu v oddálení přívalové vlny.

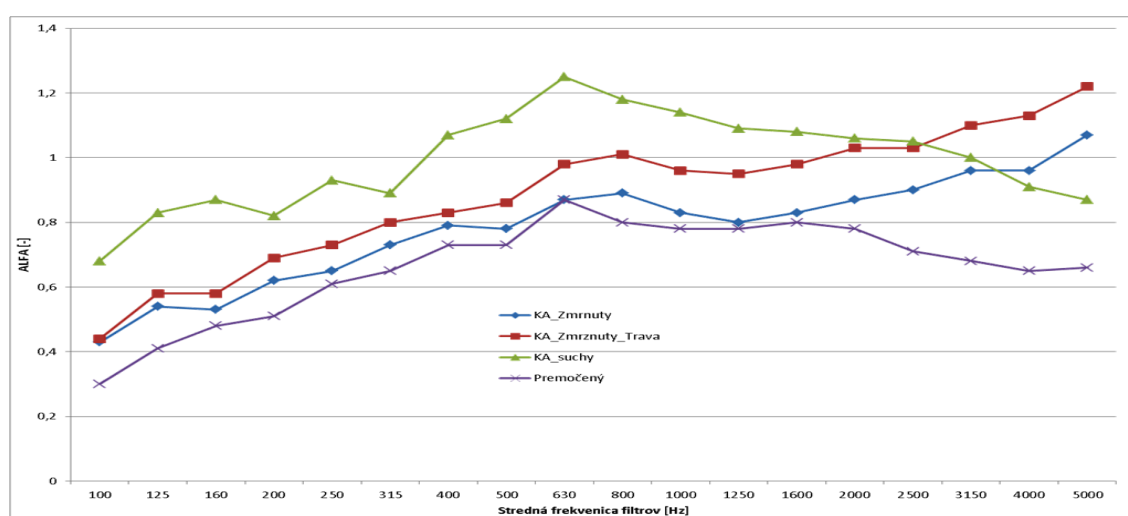
**Vodozadržnost stavby se tak zvýšila z 0 litrů původního stavu na 459.000 litrů vody, tzn. byl využit celý roční srážkový úhrn na dané ploše při plném zachování všech funkcionalit modernizované stavby dráhy.**



**TŘÍDA SNP V KOŠICÍCH PŘED A PO MODERNIZACI TRATĚ - zdroj: [www.google.com](http://www.google.com)**

### 2.3. Útlum hluku, vibrací a cirkulární ekonomika

Z hlediska útlumu hluku instalací kolejových absorbérů hluku s funkcí retence vody je nutné vycházet ze skutečnosti, že konstrukční řešení využívá technické možnosti snížení emise hluku z kolejnice (strukturální zvuk) a rozšiřuje je o technické řešení hlukově pohltivé plochy uvnitř a vně koleje prostřednictvím vysoce pohltivých materiálů syntetického recyklátu a pryže. Materiálová báze přepracovaných syntetických textilií z automobilního průmyslu STERED tvoří v sendviči dílců rozhodující útlum zvuku dopadajícího na horní plochu dílců. Materiálová báze předrceného pryžového odpadu, zejména ze starých automobilních pneumatik, tvoří v sendviči dílců vodopropustný, torzně ztužující obal a tvarovky vložené do spojkových komor kolejnic a mezipražcového prostoru, společně s pryžovým patním profilem zajišťují snížení emise hluku a vibrací ze stojiny a paty kolejnice.



AKUSTICKÉ PARAMETRY ABSORBÉRŮ (KA) V DOZVUKOVÉ KOMOŘE - zdroj: EUROAKUSTIK.s.r.o.

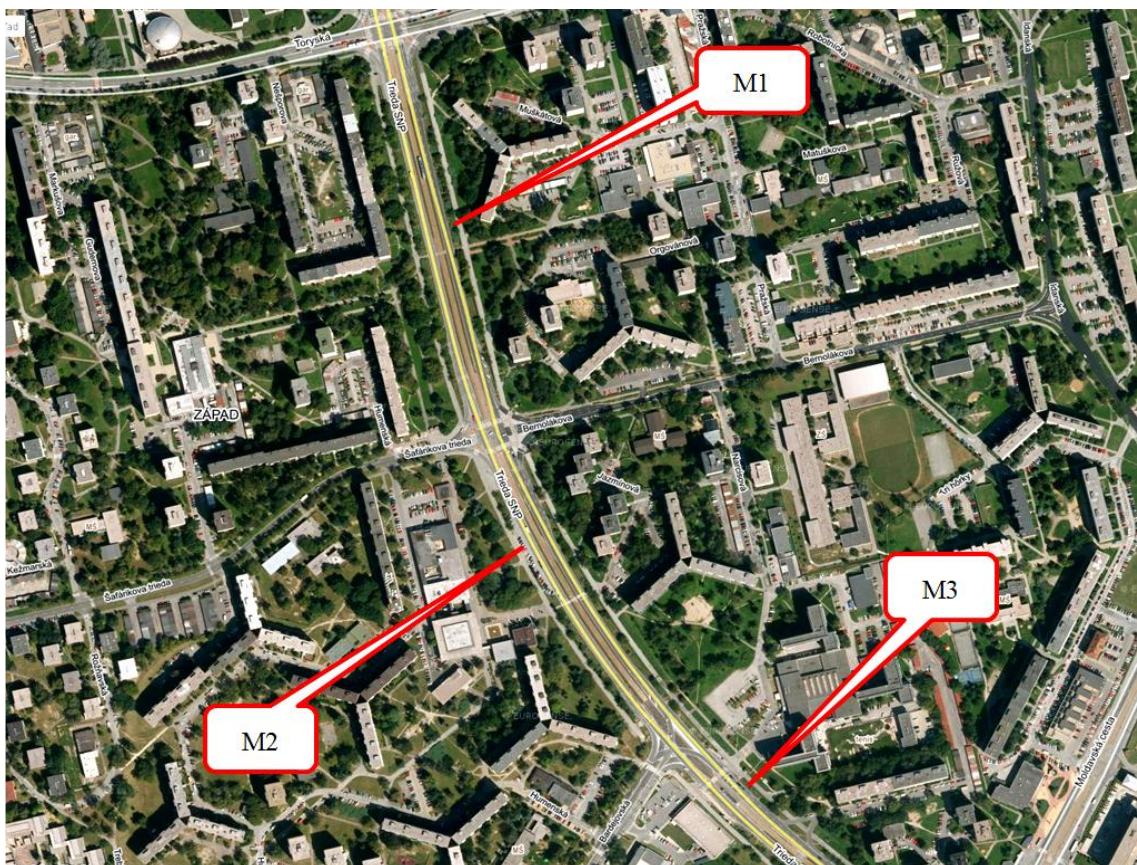
Měření zvukové pohltivosti provedená v dozvukové laboratoři společnosti EUROAKUSTIK Bratislava prokázala vysokou zvukovou pohltivost celé soustavy absorbérů v koleji a to i v případech, kdy došlo k nasycení absorbérů vodou nebo jejímu zamrznutí v dílcích. Zkoušky zvukové pohltivosti byly provedeny podle STN EN ISO 354:2003 a stanovení třídy pohltivosti podle STN EN ISO 11654.



ZKOUŠKY V DOZVUKOVÉ KOMOŘE - zdroj: EUROAKUSTIK.s.r.o.

Před modernizací električkové tratě na Třídě SNP a po provedené modernizaci s instalací kolejových absorbérů hluku s funkcí retence vody BRENS STERED byla prováděna společností EUROAKUSTIK Bratislava akustická měření. Měření byla prováděna na třech měřících profilech ve dvou výškách,  $h=1,50$  m a  $h=4,00$  m; kolejová vozidla byla použita identická s malým km projezdem mezi měřícími kavaněmi.

Profil M1 a M2 se nacházel u električkové trati s absorbérem BRENS STERED; profil M3 u električkové trati ve vozovce s živičným povrchem. Výsledné hodnoty útlumu emise hluku, vyjádřené snížením hodnoty hladiny A zvukové expozice,  $\Delta LAE = 9$  dB, potvrdily dosud dosažené hodnoty z aplikace v Ostravě, kde byly dosažen útlum na úrovni  $\Delta LAE$  5 - 8 dB, v závislosti na typu kolejového vozidla.



UMÍSTĚNÍ MĚŘÍCÍCH PROFILŮ NA TŘÍDĚ SNP V KOŠICÍCH - zdroj: EUROAKUSTIK.s.r.o.

Dosažené snížení emisí hluku až o 9 dB oproti původního stavu při plném zachování všech funkcionalit modernizované stavby dráhy; snížení převyšuje dosud zveřejněné průměrné hodnoty útlumu hluku u tramvajových tratí zatravněných přírodními trávničky.

Akustická měření snížení hladiny A zvukové expozice $\Delta L_{AE}$			
Akustická měření snížení hodnoty A zvukové expozice			
Měřený profil	M1	M2	M3
Dosažená hodnota $\Delta LAE$ (- snížení/+ zvýšení)	<b>-8,7 dB</b>	<b>- 7,8 dB</b>	<b>- 2,1 dB</b>

Z hlediska využití odpadových materiálů jako suroviny byly zcela naplněny cíle cirkulární ekonomiky vyjádřené legislativou Evropského společenství a národními implementacemi.

Technicko-ekonomické parametry realizovaného úseku dvoukolejně tratě:

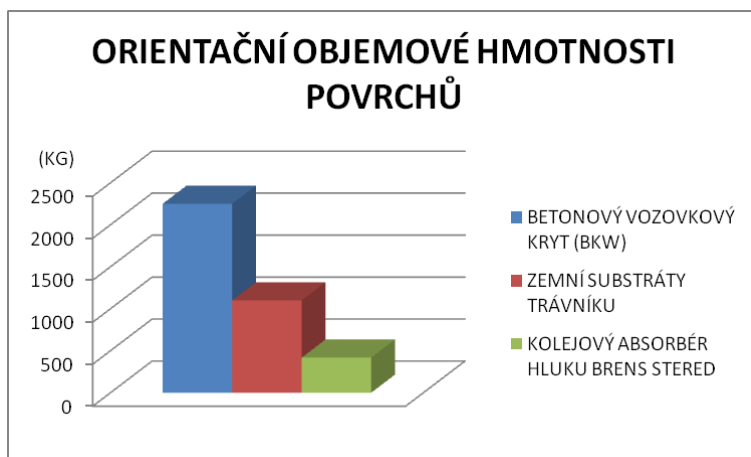
Recyklované materiály (pojená drčená pryž) **371.250 kg**,  
tj. odpad z cca 38.750 starých pneumatik.

Recyklované materiály (syntetické textilie) **224.400 kg**,  
tj. odpad z výroby cca 64.115 automobilů.



**KOLEJOVÝ ABSORBÉR HLUKU S FUNKCÍ RETENCE VODY BRENS STERED** - zdroj: [www.kosice-estranky.sk](http://www.kosice-estranky.sk)

Změnou použitých materiálů bylo souvislosti dosaženo snížení přepravních nákladů v porovnání s přepravními náklady dosavadního způsobu výstavby zelených tramvajových tratí s humózním zemním souvrstvím nebo výstavby vozovkového betonového krytu



Celkové vyčíslení hmotnosti alternativních typů povrchů tratě :

betonový vozovkový kryt (BKW) **2.900.880 kg**  
zemní substrát pro přírodní trávník **1.418.208 kg**  
recyklované materiály **595.650 kg**

Zabudování recyklovaných syntetických a pryžových materiálů se zvýšilo z 0 kg původního stavu na 595.650 kg nového stavu při současném snížení hmotnosti zabudovaných materiálů na 21% původní hmotnosti.

### 3. Závěr

Technické řešení kolejových drah s kolejovými absorbery hluku s funkcí retence vody BRENS STERED, tvořených ze sendvičově uspořádaných dílců se syntetickým a pryžovým recyklátem, představuje zcela jistě novou kvalitu povrchu kolejových drah a z hlediska environmentální odpovědnosti za jejich stavbu nový parametrický rozměr.

Spojení požadavků:

snížení emisí hluku a vibrací přímo u zdroje,  
řízená retence dešťové vody a její odpařování v místě,  
využití odpadů jako suroviny s možností opakované recyklace.



BRENS team je připraven ke spolupráci a vytvářet další smělé projekty dopravní infrastruktury 21. století.

### Zkrátka - Tři v jednom

#### Abstrakt

Patentově chráněný kolejový absorber hluku s funkcí zadržování vody BRENS STERED je dosud jediným známým technickým řešením, které je založeno na principech cirkulární ekonomiky s použitím pouze recyklovaných syntetických textilií a pryžového granulátu. Současné klimatické změny a požadavky na životní prostředí v sídelních celcích a ve velkých průmyslových aglomeracích vedou k nezbytnému přehodnocení současných technologií stavby zelených tratí s přírodními trávnicemi založenými na půdním souvrství. Měření akustických vlastností na provozovaných tratích s kolejovým absorberem hluku s funkcí retence vody BRENS STERED prokázala snížení emisí hluku  $\Delta L_{AE}$  o 9 dB. Roční potenciál řízené retence dešťové vody v absorberech činí pro jeden metr dvoukolejně tramvajové tratě až 3 350 litrů.



#### Abstract

The BRENS STERED patent-protected track noise absorber with the function of water retention is so far the only known technical solution which is fully based on the principles of circular economy using only synthetic textiles and ground rubber. The current climatic changes and the requirements for the environment in settlement units and large industrial agglomerations lead to necessary re-evaluation of the contemporary technologies of the classic green tracks with natural lawns and soils. The measurements of the acoustics parameters carried out on absorbers built in an operated track have displayed the decrease of noise emissions by  $\Delta L_{AE}$  to 9 dB. The yearly potential of the rainwater retention per 1 m of double-rail tram track is as much as 3,350 litres.