

# RYCHLOST S TICHOSTÍ

## TECHNOLOGIE

## MATERIÁLY

# KOŠICE

BEZÚDRŽBOVÁ ZELENÁ ELEKTRICKOVÁ  
TRAŤ S RETENCÍ VODY



**BRENS<sup>®</sup>**

**Stered<sup>®</sup>**



# KOŠICE

## BEZÚDRŽBOVÁ ZELENÁ ELEKTRIČKOVÁ TRÁŤ S RETENCÍ VODY

Synergie projektu č. 11 „OŽIVME MESTO“ a č. 13 „KEĎ KRIŽOVATKA MÁ ZELENÚ“,  
který řeší otázku „fádnych a šedých košických ciest“.

### CHARAKTERISTIKA

Celosvětový trend ve stavbě a modernizaci elektrických tratí spočívá v zájmu přiblížit a zatraktivnit hromadnou kolejovou dopravu pro širokou veřejnost, začlenit kolejovou dráhu v městských aglomeracích do ploch městské zeleně a rozšířit tak klidové zóny pro zlepšení životního prostředí a městského mikroklima.

Nejvyšší efektivity vložených investičních prostředků na zlepšení životního prostředí a mobilitu obyvatelstva je dosahováno synergií dvou (obvykle) ekonomicky na sobě nezávislých projektů:

- **Projekt modernizace infrastruktury kolejové dráhy**, zahrnující modernizaci kolejového spodku, svršku, zabezpečovacích a sdělovacích zařízení dráhy, zřízení bezbariérových a bezpečných nástupišť, přechodů a přístupů pro cestující, výstavbu nových informačních systémů a zabezpečení úrovnových křížení s pozemními komunikacemi s preferencí kolejové dopravy.
- **Projekt modernizace vozového parku**, zahrnující dodávky nových, ekonomicky a provozně úspornějších kolejových vozidel, vybavených inteligentními informačními systémy s vysokým podílem nízkopodlažních ploch interiéru, bezbariérovostí a s vyšší bezpečností provozu.

V projektech modernizace košických električek je kladen důraz využívat pro dosažení uvedených cílů moderní a pokrokové technologie a zařízení, včetně tzv. „zelené tratě“ – zatravněné plochy kolejí.



### První „zelená trať“ na Slovensku.

Ve Slovenské Republice byl v srpnu 2009 zřízen první zatravněný úsek električky v Bratislavě v Záhradnickej ulici v celkové délce 473 m.

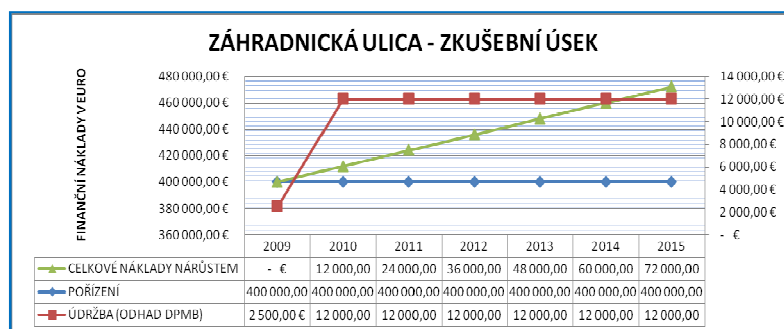
Šestileté provozní zkušenosti na tomto úseku potvrdily předpoklad, že zatravněnou trať vnímá obyvatelstvo i cestující vlídněji jak z hlediska estetiky městského klima, tak z hlediska snížení hluku a vibrací ve vnějším urbanizovaném prostoru i vnitřním prostoru vozidel.

Přidaná hodnota zkušebního úseku z hlediska environmentálního dopadu na městské klima byla dosažena charakterem použitého způsobu a technologie výstavby klasického travního porostu prostřednictvím



konstrukčních zemních vrstev. Podmínkou plné funkce zatravněné tratě je však dostatečně účinná závlaha plochy a řádné ošetřování porostu.

Negativem pak zůstává známá skutečnost relativně vysokých provozních finančních nákladů při správě a údržbě povrchu a nemožnost pojezdu silničními vozidly v případech mimořádných událostí. Přes relativně nízké pořizovací náklady zatravnění „zelené tratě“ v době výstavby představují následné náklady pro provozovatele dráhy značnou fixní finanční zátěž.



## POSOUZENÍ

### „Zelená trať“ s přírodním trávíkem – typ „A“

#### Hlavní výhody:

1. Zřizovací náklady v závislosti na stavbě dráhy - cca. 150,00 až 300,00 EURO/m<sup>2</sup> trávíku.
2. Efektivita útlumu hluku – cca. 5 až 6,5 dB zejména v závislosti na charakteru kolejového vozidla.
3. Snížení vibrací – až o 50% v závislosti na stavbě kolejové dráhy
4. Evaporace vody v místě aplikace s vlivem na zvýšení relativní vlhkosti ovzduší.
5. Tvorba O<sub>2</sub> a omezená retence vody v prostoru.
6. Estetický a architektonický prvek urbanizovaného životního prostoru.

#### Hlavní nevýhody:

1. Trvalé fixní náklady na zajištění životních podmínek trávíku (krojení, vertikutace, dosev) – cca. 12,45 až 15,50 EURO/m<sup>2</sup>/rok trávíku.
2. Trvalé fixní náklady na údržbu trávíku (kosení, likvidace posečené trávy) – cca. 28,42 až 35,50 EURO/m<sup>2</sup>/rok trávíku.
3. Omezený nebo žádný pojezd silničními vozidly při údržbě trati nebo v případě mimořádných událostí na dráze.
4. Nákladné opravy a údržba geometrické polohy koleje - podbití kolejí je možné pouze při úplném snesení horní části zemědělsko-stavební činností odtěžením
5. Nákladné opravy stávajících sítí nebo jejich nové zřizování pouze za výluky tramvajové dopravy.
6. Prodloužení brzdných vzdáleností v době krojení povrchu – zvýšení rizika nedobrzdnění kolejového vozidla náhlou změnou adheze (suchá/mokrý kolejniče).



## Projekt „KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice“.

Účelem projektu je zvýšení efektivity a bezpečnosti dopravy, vyšší komfort pro cestující i řidiče, snížení hluku, vibrací, prašnosti a zvýšení pozitivních environmentálních vlivů na kritických místech v Košicích. Cílem modernizace je nahrazení zastaralých a opotřebovaných konstrukcí tratě za nové a progresivní prvky zajišťující splnění účelu projektu. Proto byla na vybraných úsecích električkových tratí segregovaně vedených ve stávající, zejména sídlištní zástavbě v tomto projektu navržena „zelená trať“ s přírodním trávníkem.

V mezidobí od vzniku prvního stupně dokumentace projektu a jeho projednáváním po současný stupeň dokumentace pro stavební řízení byly na trh uvedeny nové progresivní technologie stavby „zelené tratě“, které významně snižují cyklické fixní provozní náklady spojené se správou a údržbou trávníkového porostu, významně snižují nebo zcela odbourávají spotřebu vody nutnou pro zajištění plné funkčnosti. Jedná se o tzv. mezikolejové absorbéry hluku s funkcí retence vody. Po provedených provozních a ověřovacích zkouškách na území České republiky byla odborná veřejnost seznámena s tímto progresivním řešením na mezinárodní konferenci „RYCHLOST S TICHOSTÍ“ v dubnu letošního roku v Plzni. Viz sborník přednášek konference.

Dosažené výsledky útlumu hluku a vibrací, prokázané mechanicko—užitné a absorpční vlastnosti použitých materiálů na bázi syntetických a pryžových recyklátů, adaptabilitnost systému prefabrikovaných stavebnicových dílců pro použití v kolejové dráze se šterkovým ložem nebo s pevnou jízdni dráhou, zhodnocení a další využití průmyslových odpadů ve smyslu jsou důvodem k začlenění těchto technologií do projektu.



**Zakrytí kolejí v Košicích stavebnicovými dílci absorbérů s funkcí retence vody splňuje směrnici Evropského parlamentu a rady Evropy 200/89/ES z 19.11.2008 O odpadech a je plně v souladu s dokumenty státní správy a samosprávy města Košice pro udržitelný rozvoj města a přizpůsobení se globálním klimatickým změnám snižováním negativních vlivů dopravy na městské klima.**

V předchozích stupních projektové dokumentace byly stanoveny úseky stavby tramvajové tratě se zatravněním. V současném stupni dokumentace je způsob zatravnění koleje dále konkretizován a řešen do úrovně temene kolejnic prostřednictvím stavebnicových konstrukčních dílců - absorbérů, které zakrývají zcela konstrukci kolejového svršku.

Povrch kolejových absorbérů je tvořen:

1. **vegetačním pokryvem z rozchodníků** rodu Sedum – vnější (krajní) části úseků v délce cca . 10,00 – 15,00 m;
2. **umělým trávníkem** naturalizovaného vzhledu – střední část úseků mezi vnějšími částmi s rozchodníky.

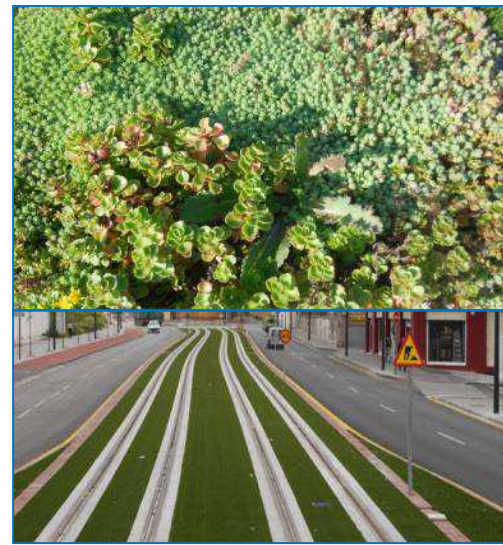


## POSOUZENÍ

### „Zelená trať“ s umělým trávnikem a rozchodníky – typ „B“

#### Hlavní výhody:

1. Retence vody v absorbérech zadržující až 100% srážkového úhrnu v místě instalace
2. Snížení pořizovacích a fixních nákladů nezřizováním uličních vpustí a otevřených příkopů vně kolejíšť pro povrchové odvodnění zádlažby dráhy, resp. zmenšení návrhových profilů odvodnění zemní pláně.
3. Odstranění pořizovacích nákladů na zdroj (přípojku) a rozvody zálivkové vody včetně energetických přípojek řídicích jednotek – nulová varianta.
4. Odstranění hluku ze zalévání, spotřeby energií pro řídicí jednotky – nulová varianta.
5. Odstranění fixních nákladů na údržbu povrchu trávniku (tj. bezúdržbový provoz) – nulová varianta.
6. Odstranění fixních nákladů na spotřebu zálivkové vody – nulová varianta, včetně živé vegetace.
7. Snížení fixních nákladů na údržbu částí s živou vegetací – rozchodníky - cca. 3,73 až 4,50 EURO/m<sup>2</sup>/rok živé vegetace.
8. Efektivita útlumu hluku – cca. 7,5 až 10,5 dB v závislosti na charakteru kolejového vozidla.
9. Snížení vibrací – až o 50% v závislosti na stavbě kolejové dráhy
10. Stavebnicový systém umožňující jednoduchou demontáž a opětovnou montáž pro opravy a údržbu geometrické polohy koleje – např. podbití kolejí.
11. Jednoduché vyjmutí a zpětné vložení kteréhokoliv jednotlivého dílce pro opravy stávajících sítí nebo jejich nové zřizování pouze za výluky tramvajové dopravy.
12. Evaporace vody v místě aplikace s vlivem na zvýšení relativní vlhkosti ovzduší.
13. Stálý i dynamicky se měnící pohledový a architektonický prvek urbanizovaného životního prostoru v závislosti na ročním – rozchodníky rodu Sedum mají v době vegetace různou barvu.
14. Relativně krátká návratnost počátečních nákladů minimalizací provozních fixních nákladů.
15. Možný pojezd silničními vozidly při údržbě trati nebo v případě mimořádných událostí na dráze.
16. Zvýšení bezpečnosti provozu kolejových vozidel odstraněním vzniku rizika nedobrždění kolejového vozidla náhlou změnou adheze (suchá/mokrá kolejnice).



### Hlavní nevýhody:

1. Zřizovací náklady v závislosti na stavbě dráhy - cca. 367,00 až 420,00 EURO/m<sup>2</sup> absorbérů obou typů.
2. Snížená produkce O<sub>2</sub> v závislosti na funkční ploše živé vegetace – rozchodníky.

### Provozně – technická porovnání typů zatravnění

Porovnání typů zatravnění se týká zřízení a provozování klasického přírodního trávníku (např. zkušební úsek v Bratislavě) – typ „A“ a nového, progresivního zatravnění koleje pomocí kolejových absorbérů hluku s funkcí retence vody – typ „B“.

### Základní klasifikační porovnání všeobecných technicko-užitných parametrů:

(dosažená hodnota/klasifikace: 1 – vyhovuje/splňuje, 2 – částečně vyhovuje/bez přínosu, 3 – nevyhovuje/nesplňuje)

Poř. č.	Popis parametru, vlastnosti, funkce	Typ „A“ – klasický přírodní trávník založený na humózní skladbě	Typ „B“ – kolejový absorbér hluku s umělou trávou nebo rozchodníky
1	Celková efektivita útlumu hluku (dB) daného opatření	5 až 6,5 / 1	7,5 až 10,5 / 1
2	Průběžné tlumící prvky ve spojkové komoře	ANO / 1	ANO / 1
3	Tepelná akumulace horní části koleje	BEZ / 2	ANO / 1
4	Retence vody v horní části koleje	BEZ / 2	ANO / 1
5	Absorbce průměrného denního úhrnu dešťových srážek	BEZ / 2	ANO / 1
6	Snížení prašnosti, pohlcení polétavých částic	ANO / 1	ANO / 1
7	Efektivita snížení vibrací (%)	50 / 1	50 / 1
8	Rozebíratelnost horní části koleje pro údržbu	NE / 3	ANO / 1
9	Zpětné vložení demontovaných částí	NE / 3	ANO / 1
10	Použití syntetických recyklátů	NE / 3	ANO / 1
11	Použití pryžových recyklátů	ANO / 1	ANO / 1
12	Odstranění fixních finančních nákladů na zálivku	NE / 3	ANO / 1
13	Odstranění fixních nákladů údržby povrchů	NE / 3	ANO / 1
14	Snížení výrobní energetické stopy	BEZ / 2	ANO / 1
15	Snížení emisí CO <sub>2</sub>	ANO / 1	BEZ / 2
16	Urbanismus a začlenění ploch do městského prostoru	ANO / 1	ANO / 1
<b>Celkové hodnocení</b>		<b>30</b>	<b>17</b>

Dosažené porovnání (součet klasifikačních bodů – čím vyšší hodnota, tím horší dosažené hodnocení) potvrzuje výhodnost „zelené tratě“ typu „B“ – kolejový absorbér hluku s umělou trávou nebo rozchodníky rodu Sedum.

### Doložené technické parametry k porovnání a hodnocení:

	Typ „A“ – klasický přírodní trávník na humózní skladbě	Typ „B“ kolejový absorbér hluku s recykláty a umělou trávou nebo rozchodníky
zvuková pohltivost	do 5 dB, proschnutím klesá	10 dB a více
tepelná vodivost, akumulace tepla	$\lambda = 1 \text{ W/m/K}$	$\lambda = 0,061 \text{ W/m/K}$
kapacita retence vody	12 l/m <sup>2</sup>	28-40 l/m <sup>2</sup>
snížení prašnosti	pokud není vyschlý povrch	trvale
vliv na konstrukci koleje	trvalé zasypání spodní konstrukce dráhy	nemá vliv

jízda záchrannými složkami  
nebo údržbovými vozidly

přístup k upevňovacím prvkům  
koleje

údržba povrchu

údržba geometrické polohy koleje

humózními nebo štěrko-  
písečnými vrstvami.

pouze při osazení zpevňujících  
prvků (dlaždice, bokovnice)

omezený s nutností  
zemědělsko-stavební činnosti

pravidelné zalévání, hnojení,  
kosení, likvidace invazivních  
rostlin

omezená s nutností  
odstranění horní části  
zemědělsko-stavební činnosti,  
vysoké náklady na obnovení,  
nový povrch

plně pojízdné

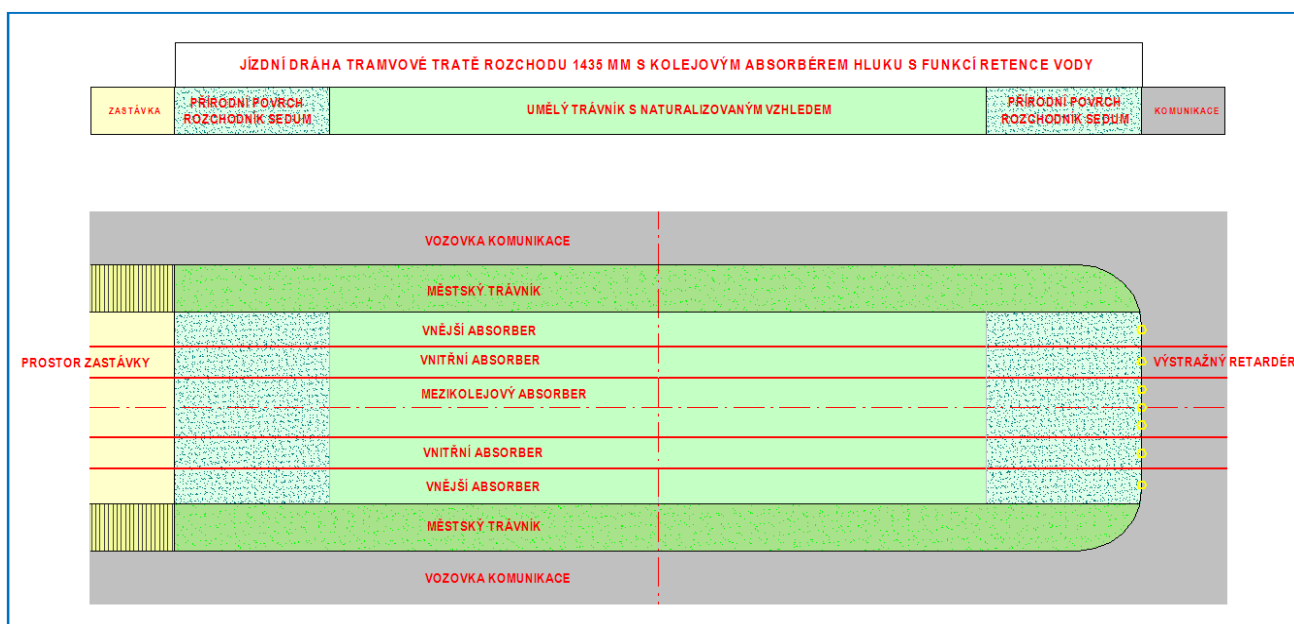
jednoduchá demontáž  
a montáž

občasné dosazení nebo  
ořez

jednoduchá demontáž  
a montáž, minimální  
náklady na náhradní díly



Schema uspořádání koleje s kolejovými absorbéry hluku s funkcí retence vody:



# EKONOMIKA

## Ekonomika životního cyklu - LCC

Ekonomické porovnání jednotlivých typů zatravnění – typ „A“ klasický přírodní trávník; typ „B“ kolejové absorbéry s umělým trávníkem nebo s rozchodníky Sedum; se týká životního cyklu koleje ve šterkovém loži. Předkládaná doba životnosti geometrické polohy koleje od doby pořízení do doby nejbližšího podbití kolejí je 20 let (*intenzita tramvajové dopravy min. 150-200 souprav/24 hodin/směr*).

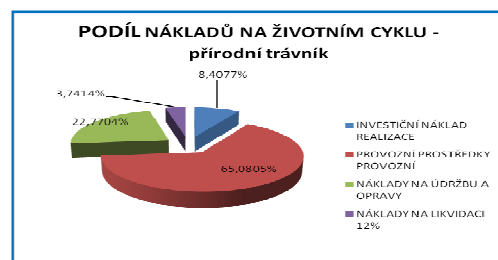
**Životní cyklus zatravněné koleje činí 20 let.**



Typ „A“ klasický přírodní trávník

ČÁST ŽIVOTNÍHO CYKLU	CENA	PODÍL
INVESTIČNÍ NÁKLAD REALIZACE	129,11 €	8,40%
FIXNÍ PROVOZNÍ PROSTŘEDKY NA ZAJIŠTĚNÍ FUNKCE - zavlažování	999,38 €	65,08%
FIXNÍ NÁKLADY NA ÚDRŽBU A OPRAVY	349,66 €	22,77%
NÁKLADY NA LIKVIDACI	57,45 €	3,74%

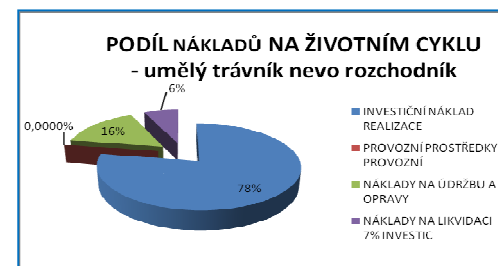
(jednotková cena EURO/m<sup>2</sup>)



Typ „B“ kolejové absorbéry s umělým trávníkem nebo s rozchodníky Sedum

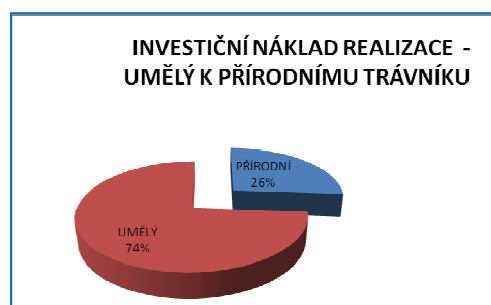
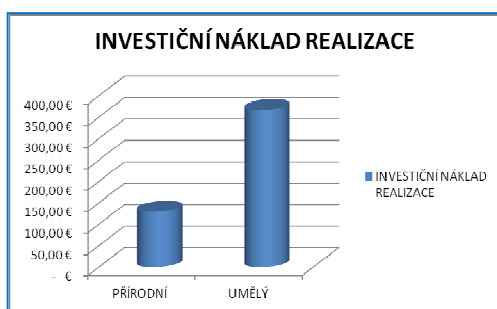
ČÁST ŽIVOTNÍHO CYKLU	CENA	PODÍL
INVESTIČNÍ NÁKLAD REALIZACE	366,41	78,00%
FIXNÍ PROVOZNÍ PROSTŘEDKY NA ZAJIŠTĚNÍ FUNKCE - zavlažování	0,00 €	0,00%
FIXNÍ NÁKLADY NA ÚDRŽBU A OPRAVY	74,69 €	16,00%
NÁKLADY NA LIKVIDACI	30,88 €	7,00%

(jednotková cena EURO/m<sup>2</sup>)



### Požizovací cena:

Požizovací cena obsahuje počáteční investiční náklad na kompletní dodávku a montáž zatravnění včetně rozvodů vody a řídicího systému zavlažování, realizační dokumentaci a uvedení do provozu. Pořizovací cena neobsahuje investiční náklady spojené s přípravou stavby a se stavební dokumentací, zdroj nebo přípojku závlahové vody, zdroj nebo přípojku energie pro řídicí systém závlahy.



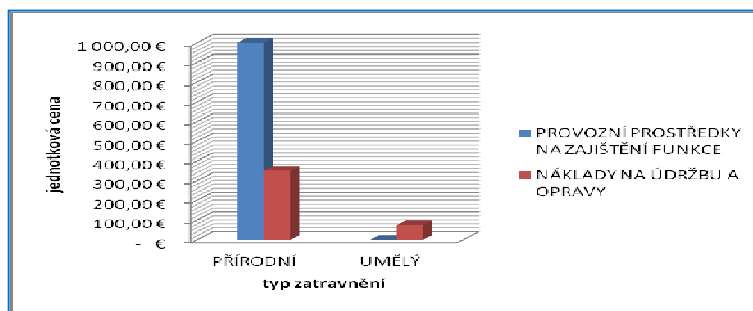
Požizovací cena kolejového absorbéru s funkcí retence vody s umělým trávníkem nebo rozchodníkem je vyšší než-li cena s přírodním trávníkem o 237m,- EURO/m<sup>2</sup> zakryté plochy.

### Fixní náklady po dobu životnosti:

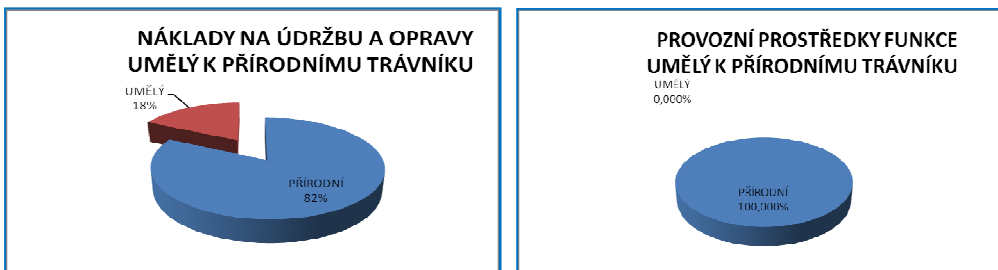
Fixní náklady po dobu životnosti zahrnují dvě základní položky:

- Provozní prostředky pro zajištění řádné funkce - spotřeba  
- zavlažování
- Náklady na údržbu a opravy - výdaj
  - podzimní a jarní údržba rozvodů a přípojky vody,
  - pravidelné revize rozvodů (zejména elektro)
  - jarní vertikutace nebo mechanizované zametení
  - došetí vyhynulé nebo poškozené trávy,
  - pravidelné sečení porostu,
  - odvoz a skládkování travního odpadu

Do fixních nákladů nejsou zahrnuty náklady spojené se zpožděním souprav nebo s výlukami dopravy, ztráty cestovních časů cestujících, náhradní doprava v době provádění údržby a oprav.



### Poměr jednotlivých fixních nákladů v hodnocení LCC:

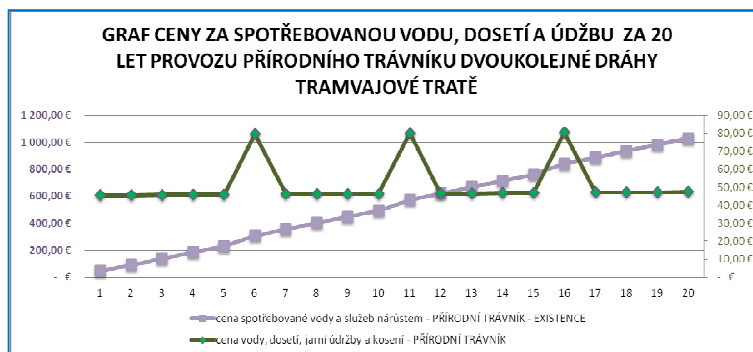


### Spotřeba závlahové vody a provozní náklady - Typ „A“ klasický přírodní trávník:

Provozní prostředky pro zajištění řádné funkce:

Roční spotřeba: 450 až 500 l/m<sup>2</sup> trávniku, tj. 2947 l/m délky dvoukolejné elektrické tratě  
Celková spotřeba – LCC: 9.350 l/m<sup>2</sup> trávniku, tj. 61.242 l/m délky dvoukolejné elektrické tratě  
Cena pitné vody v Košicích (2015): 1.57 EURO/m<sup>3</sup>.

Inflace ceny vody se předpokládá vyšší jak míra inflace ekonomiky – zahrnuta meziroční míra 1,7%.



Náklady na údržbu a opravy:

Roční fixní náklad: 6,22 až 11,35 EURO/m<sup>2</sup> trávniku, tj. 40,80 až 74,40 EURO/m délky dvoukolejné elektrické tratě.

Celková fixní náklad – LCC: 1.564,03 EURO/m délky dvoukolejné elektrické tratě.

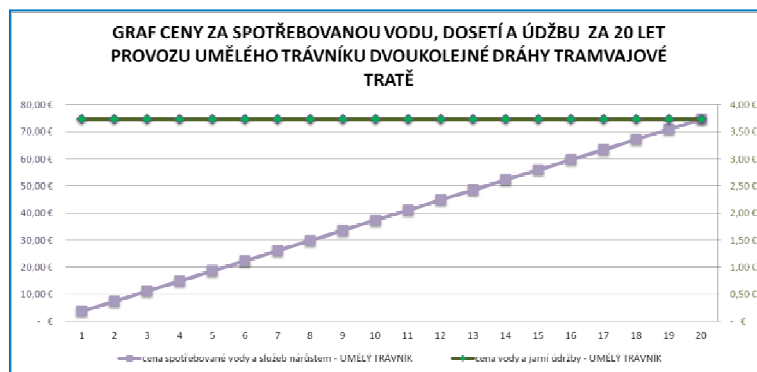
**Celkové náklady LCC - Typ „A“ klasický přírodní trávník pro dvoukolejnou tratě délky 1 km  
1.564.025,13 EURO**

Spotřeba závlahové vody a provozní náklady - Typ „B“ kolejové absorbéry s umělým trávnikem nebo s rozchodníky Sedum

Provozní prostředky pro zajištění řádné funkce:

Roční spotřeba: **0 l/m<sup>2</sup> trávniku, tj. bez potřeby závlahové vody**

Celková spotřeba – LCC: **0 l/m<sup>2</sup> trávniku, tj. bez potřeby závlahové vody** pro dvoukolejnou elektrickou tratě.



Náklady na údržbu a opravy:

Roční fixní náklad: 0,45 až 0,56 EURO/m<sup>2</sup> trávniku, tj. 2,95 až 3,73 EURO/m délky dvoukolejné elektrické tratě.

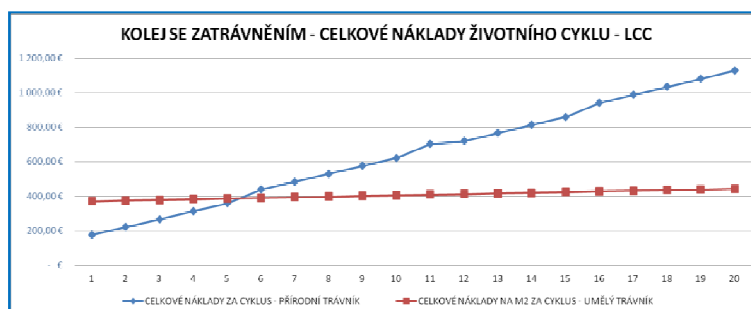
Celková fixní náklad – LCC: 471,98 EURO/m délky dvoukolejné elektrické tratě

**Celkové náklady LCC - Typ B“ kolejové absorbéry s umělým trávnikem nebo s rozchodníky Sedum  
pro dvoukolejnou tratě délky 1 km  
471.975,43 EURO**

**Vyhodnocení životního cyklu – LCC 1 km elektrické tratě obou typů zatravnění**

Porovnání obou typů zatravnění po dobu životního cyklu - LCC lze uzavřít s tímto závěrem:

- **Návratnost vyššího počátečního pořizovacího nákladu absorbérů s umělým trávnikem nebo rozchodníkem je cca. 5 let - dosažena anuita rozdílů pořizovacích a provozních nákladů.**



- **Úspora celkových nákladů životního cyklu – LCC při aplikaci typu Typ B“ kolejeové absorbéry s umělým trávěnkem nebo s rozchodníky Sedum** oproti přírodnímu trávěnkem je

**1.092.049,70 EURO**

**jedenmilion devadesátdvatisíc čtyřicetdevět EURO.**

*(např. hodnota 50 standardních dětských hřišť)*

- **Úspora celkové spotřeby pitné vody životního cyklu – LCC při aplikaci typu Typ B“ kolejeové absorbéry s umělým trávěnkem nebo s rozchodníky Sedum** je

**61.242.000 litrů**

**šedesátjednamiliónů dvěstěčtyřicetdvatisíc litrů**

*(např. objem vody pro 27 plaveckých bazénů olympických rozměrů)*

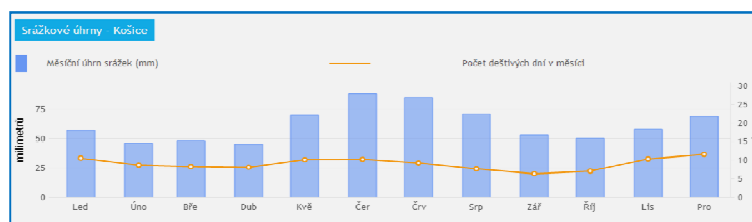
## ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Životní prostředí v urbanizovaném krajinném prostředí města Košic je determinováno jak vlastní geografickou polohou košické kotliny, tak vysokou měrou industrializace prostředí s velmi vysokým podílem těžkého průmyslu – železářny apod. Bytová a občanská zástavba jednotlivých částí sídelních celků je velmi různorodá, od prostorově uzavřené a nízké zástavby starého města až po relativně otevřenou, novou zástavbu sídlišť. Električkové tratě jsou v nové zástavbě vedeny odděleně od silniční dopravy na samostatných drážních tělesech.

Plochy drážních těles představují jedinou volnou městskou plochu pro využití z hlediska environmentálního zhodnocení s cílem zvýšení retence dešťové vody a odparu s návazností na snížení aridity ovzduší.

### Retence vody v prostoru koleje – PŘIDANÁ HODNOTA KOLEJOVÉ DRÁHY

Srážkové úhrny k retenci, evaporace a charakter podnebí pro město Košice



podnebí	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem rok	průměr	jednotka	
Teplota	Min.	-6,0	-3,9	-0,30	4,50	9,20	12,20	13,70	13,00	9,80	5,10	1,00	-3,20	xxx	6,50	°C
	Max.	0,0	2,60	8,30	14,80	20,00	22,80	24,50	24,20	20,40	14,80	7,40	2,00	xxx	14,71	°C
Srážkové úhrny	57,00	46,00	48,00	45,00	70,00	88,00	85,00	71,00	53,00	50,00	58,00	69,00	740,00	61,67	mm / měsíc	
Počet deštivých dní	10,50	8,60	8,20	8,00	10,10	10,20	9,20	7,60	6,30	7,00	10,30	11,50	107,50	8,96	dni / měsíc	
Průměrná vlhkost	84,00	81,00	75,00	69,00	71,00	72,00	71,00	73,00	76,00	79,00	84,00	86,00	xxx	76,75	%	
Sluneční svit	1,90	3,10	4,60	6,30	7,90	8,30	8,80	8,20	6,40	4,90	2,10	1,50	64,00	5,33	hodin/den	

zdroj - srážková voda - množství srážkové vody v litrech na 1bm dvoukolejné tratě šířky											6,55	m					
srážková voda	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem rok	průměr	jednotka		
	373,35	301,30	314,40	294,75	458,50	576,40	556,75	465,05	347,15	327,50	379,90	451,95	4847,00	403,92	l / měsíc		

Roční úhrn potencionální evapotranspirace v Košické kotlině a městě Košice je 650 mm.

Pro dvoukolejnou trať tak platí:

Roční úhrn potencionální evapotranspirace (výparu) dvoukolejně tramvajové tratě pro Košickou kotlinu člní	4257,50	litrů, tj.	88%	ročního srážkového úhrnu
Roční úhrn aktuální evapotranspirace (výparu) dvoukolejně tramvajové tratě pro Košickou kotlinu člní	2820,00		54%	

Mechanicko-absorbční vlastnosti výplňových materiálů kolejových absorbérů hluku s retencí vody vytváří kapacitu pro zadržení vody v ekosystému a následnou evapotranspiraci (výparu) v závislosti na míře nasycení.

Retence dvoukolejně elektrické tratě v ročním srážkovém úhrnu

Maximální retence vody 1bm tratě	593,3 litrů, tj. při 1% nasycení objemu materiálu a součinitele odtoku (přivalový déšť) 0,85 bez evaporace														
Míra nasycení absorbéru	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	celkem rok	průměr	jednotka
20%	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	118,66	1423,92	118,66	l/ měsíc
- odtok vody v litrech / + bez odtoku a přebytek retence	-254,69	-182,64	-195,74	-176,09	-339,84	-457,74	-438,09	-346,39	-228,49	-208,84	-261,24	-333,29	-3423,08	-285,26	
50%	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	296,65	3559,80	296,65	
- odtok vody v litrech / + bez odtoku a přebytek retence	-76,70	-4,65	-17,75	1,90	-161,85	-279,75	-260,10	-168,40	-50,50	-30,85	-83,25	-155,30	-1287,20	-107,27	
80%	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	474,64	5695,68	474,64	
- odtok vody v litrech / + bez odtoku a přebytek retence	101,29	173,34	160,24	179,89	16,14	-101,76	-82,11	9,59	127,49	147,14	94,74	22,69	848,68	70,72	

Retencí vody v konstrukci absorbéru hluku lze výrazně snížit lokální odtok srážkové vody z prostoru spadu a snížit požadavky na kapacitu a dimenzování nových kanalizačních nebo odvodňovacích systémů. V případě dosažení míry nasycení absorbérů hluku z 50% instalované kapacity retence vody již dochází k jejímu nevyčerpání v období 1/12 roku. Rovnovážná bilance retence a spadu srážkové vody (s výjimkou přivalových nebo intenzivních dešťů) se pohybuje v rozmezí mezi 50 – 70% instalované kapacity. V krátkodobých případech nevyčerpána kapacita může snížit intezitu a rychlost prosaku srážkové vody v období intezivních dešťů a oddálit zahlcení systému odvodnění kolejové dráhy.

Míra evapotranspirace - výparu srážkové vody do ovzduší je závislý mimo jiné na dosažené kapacitě, přičemž v případě nasycení absorbérů v rozmezí rovnovážné bilance je možné dosáhnout ročního úhrnu celého předpokládaného potencionálu.

Roční úhrn potencionální evaporace (výparu) z kolejového absorbéru hluku s funkcí retence vody při nasycení jeho kapacity	20%	1423,92	litrů, tj.	29%	ročního srážkového úhrnu
	50%	3559,80		73%	
	80%	5695,68		118%	

### Vyhodnocení míry retence za období životního cyklu – LCC 1 km elektrické tratě s kolejovými absorbéry hluku s retencí vody

- Celková evaporace při dosažení 73% ročního srážkového úhrnu životního cyklu – LCC při aplikaci typu Typ B“ kolejové absorbéry s umělým trávnikem nebo s rozchodníky Sedum je

**71.196.000 litrů**

sedmdesátjednamiliónů jednostodevadesátšesttisíc litrů

(např. objem vody pro 31 plaveckých bazénů olympijských rozměrů)

# STAVBA ŽELEZNIC

## TECHNOLOGIE A MATERIÁLY PRO STÁVAJÍCÍ I NOVÉ ŽELEZNIČNÍ TRATĚ

### BRENS® - technologie a stavební systémy

Původní a průmyslově chráněná technická řešení pro stavbu železnic prověřená mnohaletým provozem na železnici v České republice, Slovenské republice, Maďarsku, Slovinsku, Švédsku.

Označení BRENS® je chráněnou mezinárodní ochrannou známkou vlastněnou autorem technických řešení:

**Železniční přejezdy** (úrovňová křížení pozemních komunikací s dráhami) ze železobetonových stavebnicových dílců typových řad:

**ELSA/BRENS®** – lehké staniční přechody a přejezdy;

**BRENS®** – železniční přejezdy pro běžný silniční provoz;

**BRENS® – SUPER** – železniční přejezdy pro silniční provoz s vysokou intenzitou těžkých nákladních vozidel;

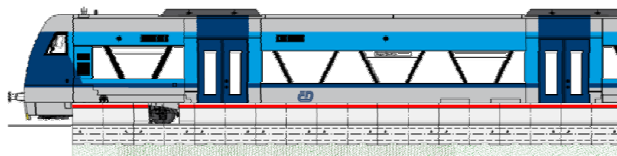
**BRENS® ACCESS** - záchranné a přístupové plochy u tunelů, mostů apod.

**Dílce pro snížení hluku a vibrací ze železnice** (environmentální odpovědnost za stavbu dráhy).

**BRENS® ABSORBER** - kolejové absorbéry hluku pro konvenční i vysokorychlostní železnici s kolejí se šterkovým ložem nebo s pevnou jízdni dráhou. Dílce obsahují různé tlumící materiálové báze s pohltivostí 6 – 23 dB a s různým provedením povrchů. Vysoká účinnost útlumu hluku a vibrací dílci je dosahována syntetickým recyklátem **STERED®**. Dílce lze provést pro speciální stavby (tunely, mosty) z nehořlavých materiálů.

Technologie je velmi vhodná i pro příměstské dráhy a metro. Vysoká účinnost při použití v koleji s pevnou jízdni dráhou převyšující běžný útlum koleje se šterkovým ložem. Možnost architektonického začlenění stavby dráhy do městské zástavby.

**BRENS® BARRIER** – (nízké protihlukové clony) představuje komplexní program stavebnicových dílců pro snižování hluku z kolejové dopravy za využití pryžových a syntetických recyklátů **STERED®** s vysokou účinností útlumu hluku. Dílce lze použít pro všechny druhy konvenční železnice, jednokolejné i vícekolejné dráhy, příměstskou železnici a metro. Dílce lze přizpůsobit pro dráhy s bočním napájením (třetí kolejnice).



Název: RYCHLOST S TICHOSTÍ – TECHNOLOGIE A MATERIÁLY  
Autor: Eisenreich Jan a kolektiv  
Vydavatel: ©PROKOP RAIL, Barákova 148/28, CZ - Plzeň  
Rok vydání: 2015