



Zelené střechy  
jako nástroj adaptace  
na změnu klimatu



**Ing. Jitka Dostalová**



Svaz zakládání a údržby zeleně  
odborná sekce Zelené střechy

[www.zelenestrechy.info](http://www.zelenestrechy.info)

GreenVille service s.r.o.

[www.greenville.cz](http://www.greenville.cz)

# Funkce zeleně

- biotop pro život rostlin, hmyzu a živočichů
- přirozená vsakovací plocha
- návrat srážkové vody do přírodního koloběhu v místě výskytu
- zvlhčování vzduchu
- produkce kyslíku
- zachycování polétavého prachu a škodlivin





# Výhody zelených střech:

- ochrana hydroizolace a prodloužení její životnosti
- akumulace vody
- zpomalení odtoku při přívalových deštích
- zlepšení tepelné a zvukové izolace
- zlepšení mikroklimatu v okolí budovy
- snížení prašnosti
- vytvoření ekologické vyrovnávací plochy
- možnost využití pro pobyt a odpočinek, příp. komerčně
- estetická architektura

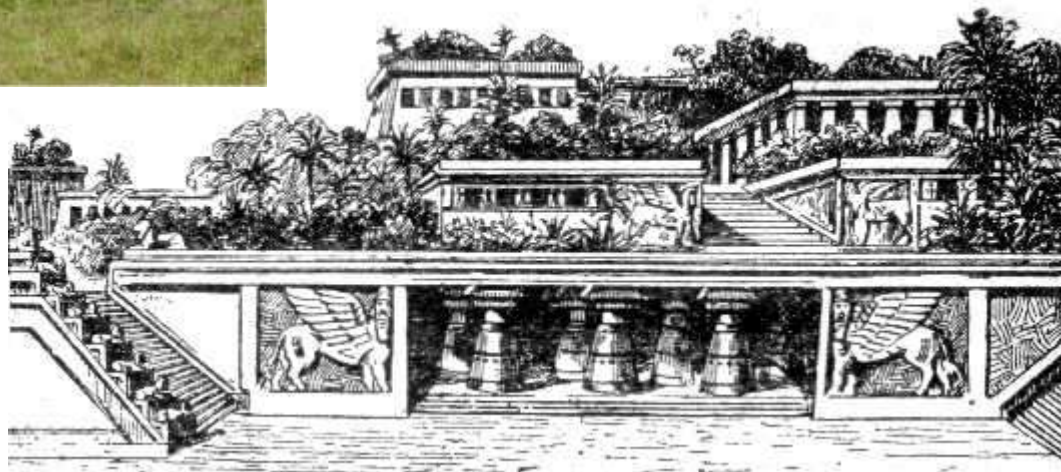


# Přínos zelených střech při adaptaci na změnu klimatu



- zadržování srážkové vody (cca 40-99% za rok)
- zpomalení odtoku srážkové vody
- účinná tepelná ochrana především v létě

# ... Už od historie ...



**Zelené střechy a stěny citelně zmírňují dopady klimatických změn, a to především ve velkých městech (přívalové srážky, vlny vedra, UHI – Urban Heat Islands)**

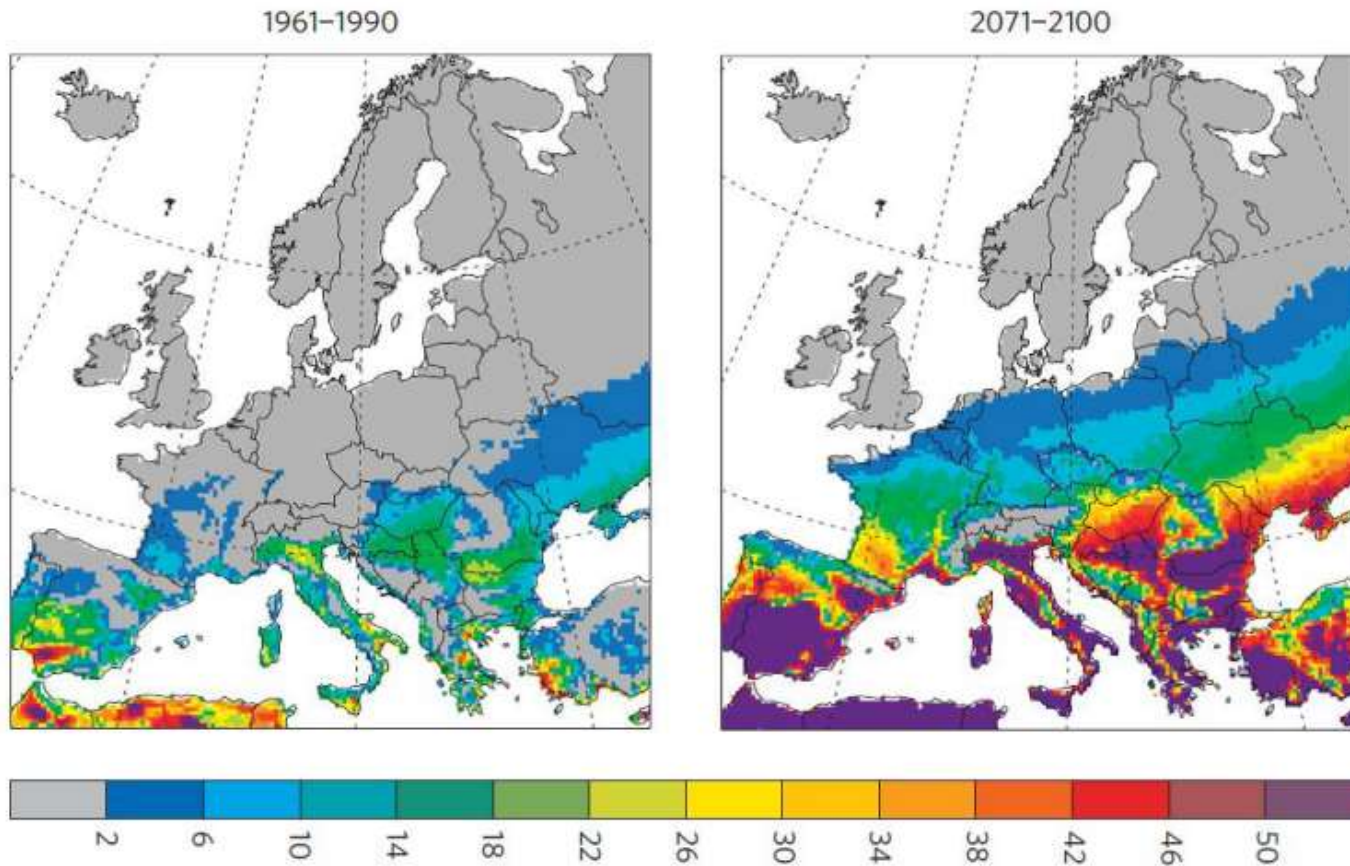


# Vlny veder a dlouhodobé sucho





# Srovnání počtu tropických dnů v letech 1961-1990 oproti předpokladu v letech 2071-2100



<https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimazukunft/alpenraum/hitze>



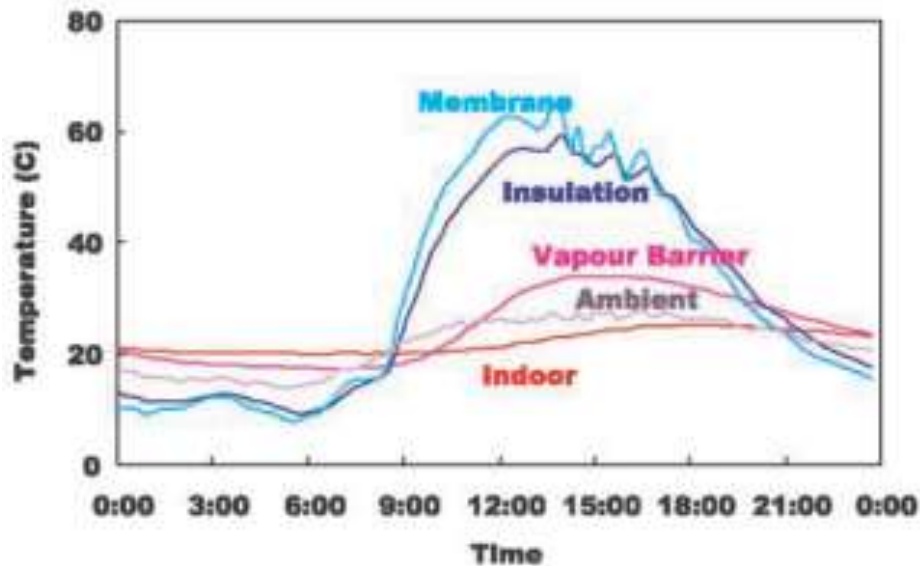
Jak mohou pomoci zelené střechy?

# Tepelná ochrana

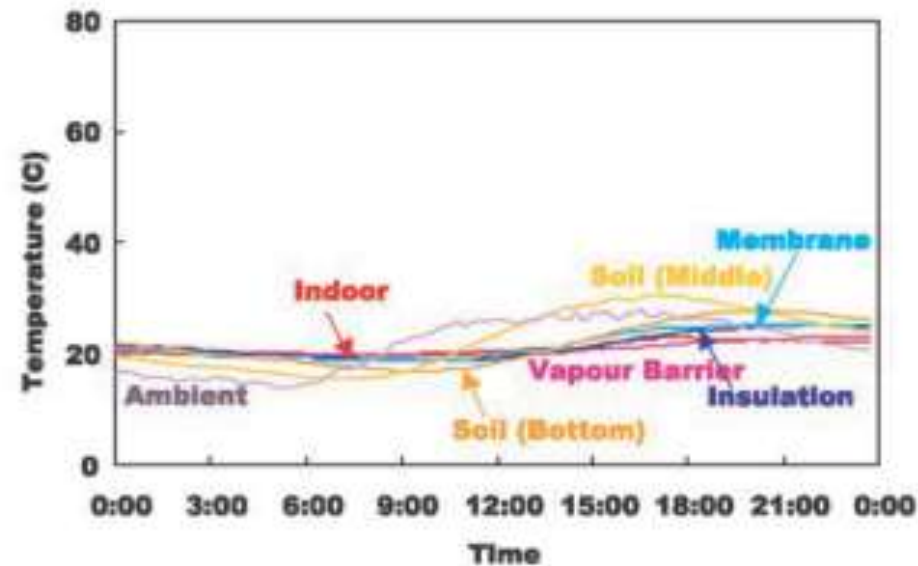
Porovnání letního průběhu teplot ve skladbě střešního pláště (16.7.2001)



Hydroizolace (šedé barvy)



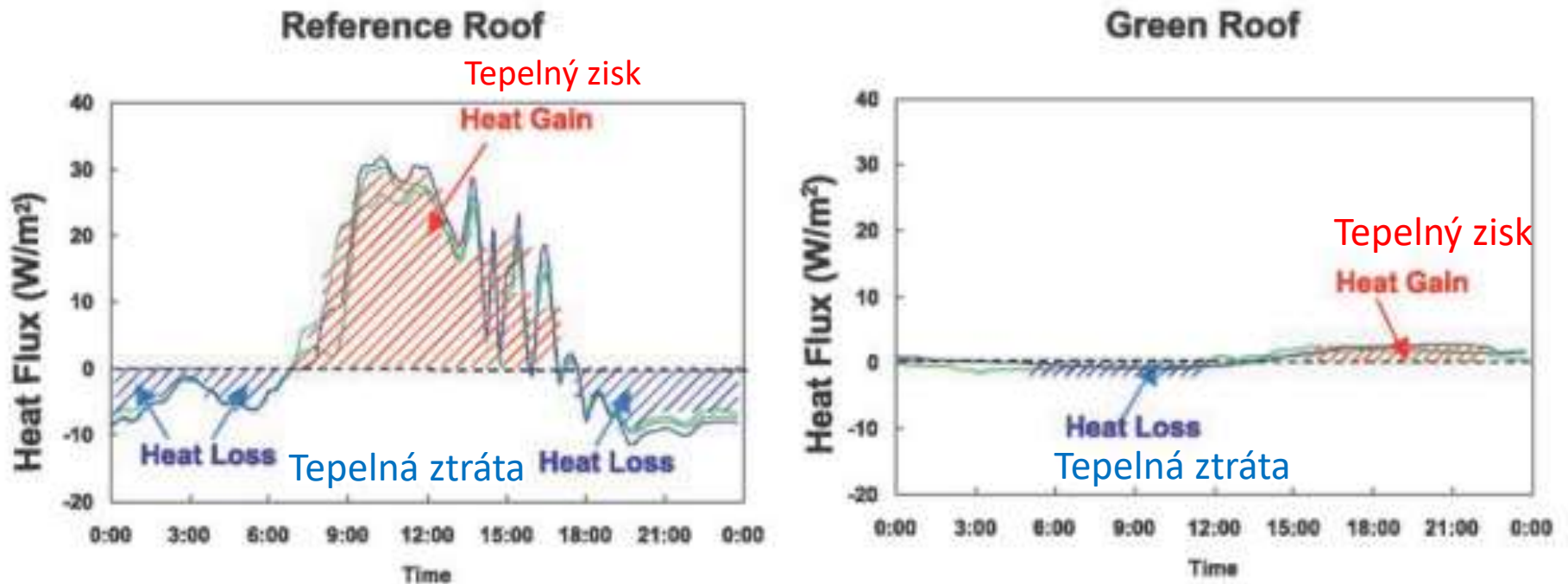
vegetační souvrstvi



Zdroj: Liu, K.; Baskaran, B.: Thermal performance of green roofs through field evaluation, National Research Council, Canada

# Srovnání akumulace tepla a tepelných toků

Vegetační souvrství významně tlumí akumulaci a tok tepla ve střešní plášti  
Měřeno 16.7.2001



Zdroj: Liu, K.; Baskaran, B.: Thermal performance of green roofs through field evaluation, National Research Council, Canada

# Tepelná ochrana

Statistika dosahovaných denních maximálních teplot na hydroizolaci ve sledovaném období (660 dnů)

Teplota vyšší než

Referenční střecha

Zelená střecha

Okolí

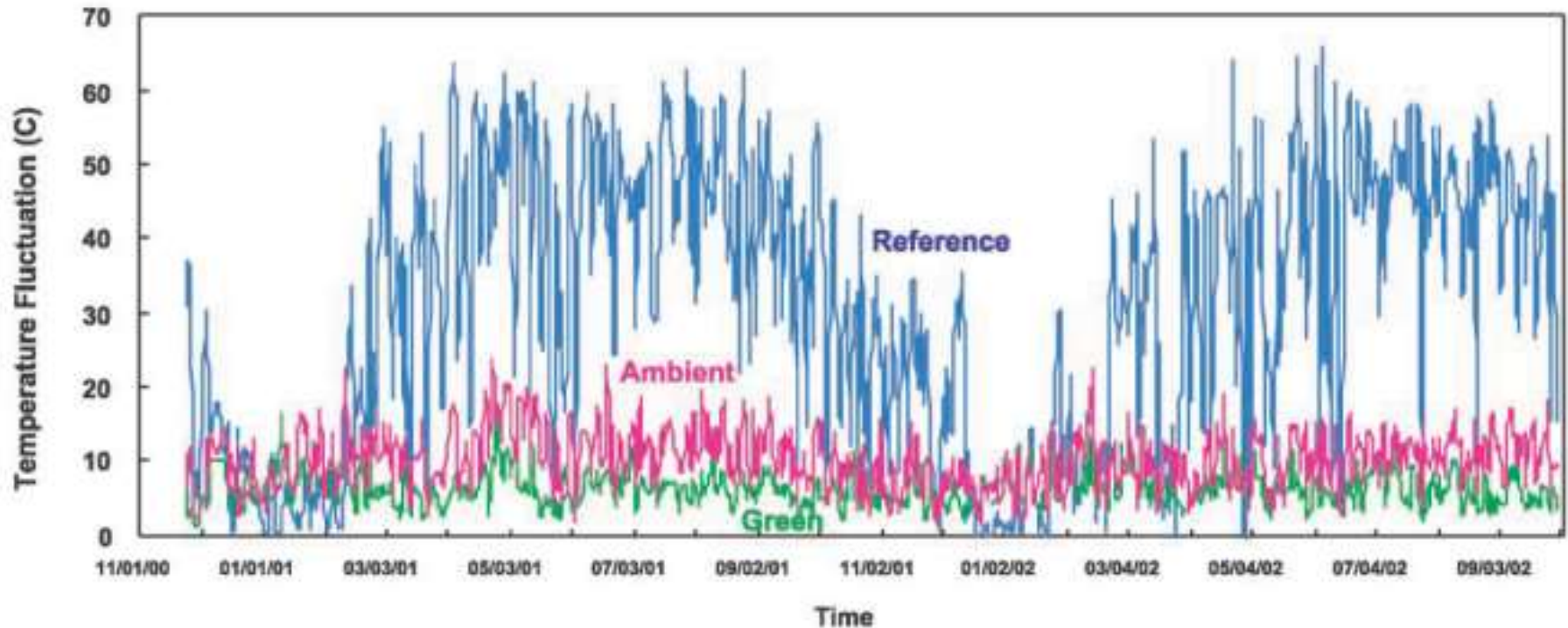
Temperature Greater Than:	Reference Roof		Green Roof		Ambient	
	No. of Days	% of Days	No. of Days	% of Days	No. of Days	% of Days
30°C (86°F)	342	52	18	3	63	10
40°C (104°F)	291	44	0	0	0	0
50°C (122°F)	219	33	0	0	0	0
60°C (140°F)	89	13	0	0	0	0
70°C (158°F)	2	0.3	0	0	0	0

Table 1: Statistics on the daily maximum temperature of the roof membranes on FRF during the observation period (660 days in total).

Zdroj: Liu, K.; Baskaran, B.: Thermal performance of green roofs through field evaluation, National Research Council, Canada

# Tepelná ochrana

Vegetační souvrství výrazně tlumí denní výkyvy teplot na úrovni hydroizolace



Výsledky měření v období od 22.11.2000 do 30.9.2002

Zdroj: Liu, K.; Baskaran, B.: Thermal performance of green roofs through field evaluation, National Research Council, Canada

## Rozdíl teplot až 50°C

V letních dnech je teplota jižní fasády kryté zelení až o 50°C nižší než teplota na fasádě sousedního objektu.



**I na fasádách působí zeleň jako velmi efektivní ochrana před letním vedrem**



# Hospodaření s dešťovou vodou

Výstavbou nových budov a komunikací se připravujeme o životně důležité plochy zeleně.

Zelené střechy představují jednoduchou formu náhradního prostoru, ve kterém se důležité přírodní procesy mohou odehrávat.

ČR

$$\emptyset_{\text{léto}} = 70 \text{ mm/m}^2 \text{ měsíc} = 70 \text{ l/m}^2$$

$$\emptyset \Sigma_{\text{rok}} = 600 - 800 \text{ mm/m}^2$$

Kam s dešťovou vodou v hustě zastavěných lokalitách?





# Přívalové deště



- Rychlý nárazový odtok
- Přetížení kanalizace
- Lokální záplavy
- Voda nemá kde vsakovat
- Snižování hladiny spodních vod

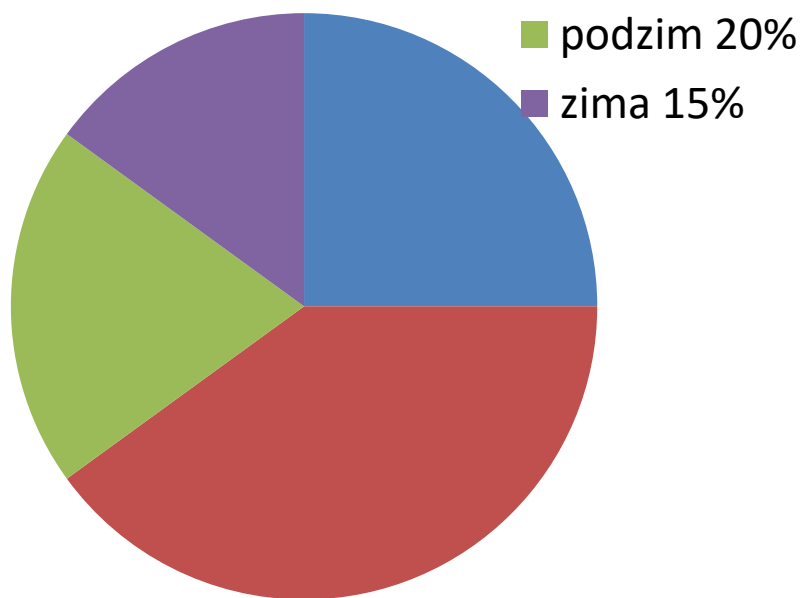


Jak mohou pomoci zelené střechy?



# Klima v ČR

## Srážky v %



### Roční úhrn srážek:

60 % území ČR: 600-800 mm

Žatecká pánev: 410 mm (min.)

Jizerské hory: 1700 mm (max.)

## Dlouhodobý normál pro

PRAHA/RUZYNE ve vzdálenosti 0 km od PRAHA/RUZYNE.

Šířka:50.06 Zem.délka:14.17 Nadmořská výška: 365m

Měsíc	Měsíční průměrné srážky mm	Měsíční min. srážky mm	Měsíční max.srážky mm
leden	23.6 mm	7.6 mm	58.4 mm
únor	22.6 mm	3.7 mm	62.1 mm
březen	28.1 mm	11.5 mm	59.8 mm
duben	38.2 mm	9.8 mm	81.5 mm
květen	77.2 mm	18.1 mm	166.4 mm
červen	72.7 mm	23.1 mm	170.5 mm
červenec	66.2 mm	3.5 mm	227.4 mm
spren	69.6 mm	12.3 mm	173.2 mm
září	40.4 mm	8.8 mm	107.8 mm
říjen	30.5 mm	5.7 mm	90.0 mm
listopad	31.9 mm	12.8 mm	65.4 mm
prosinec	25.3 mm	1.9 mm	59.9 mm

# Role zelených střech v hospodaření s dešťovou vodou



- **Zelené střechy ...**
- Zadržují srážkovou vodu v místě výskytu a vrací ji do přírodního koloběhu
- Snižují odtokové špičky
- Zpomalují odtok
- Vypařují vodu zpět do ovzduší
- Fungují nezávisle na lokálních půdních poměrech
- Přebytkovou vodu lze dále využívat nebo zasakovat

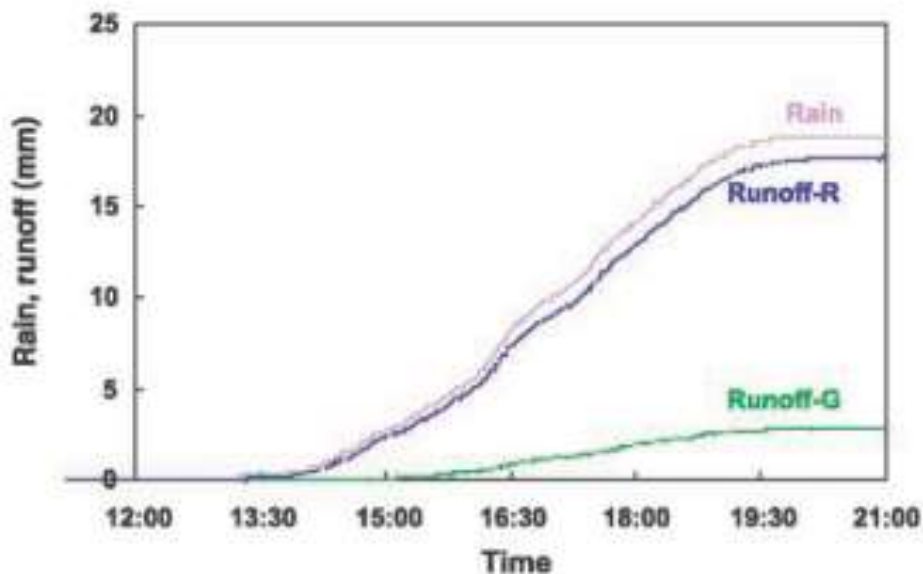
# Zadržování srážkové vody

## Správná funkce vegetačního souvrství

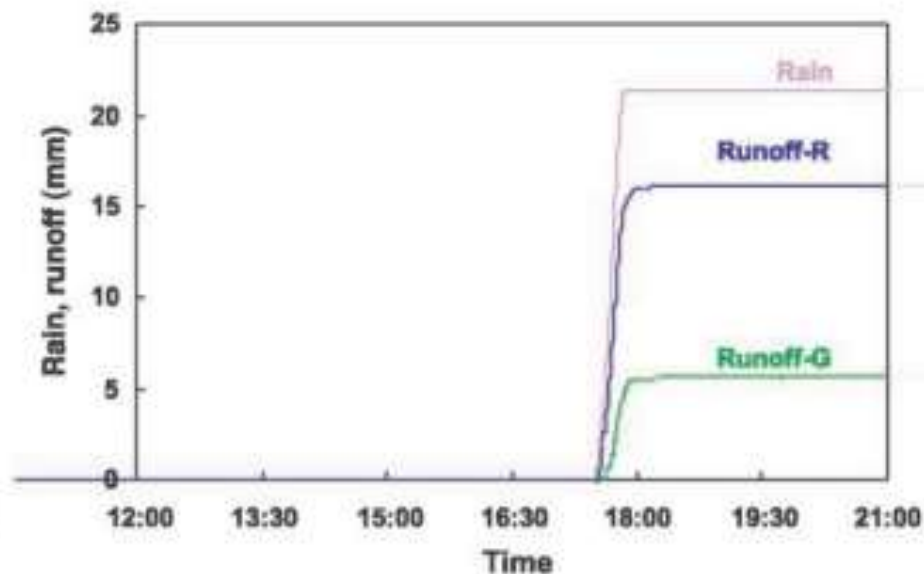


- Vsakování vody do substrátu až do nasycení
- Průsak přebytečné vody do drenáže
- Akumulace vody v drenážní vrstvě
- Odtok přebytečné vody

## Lehký, déle trvající déšť



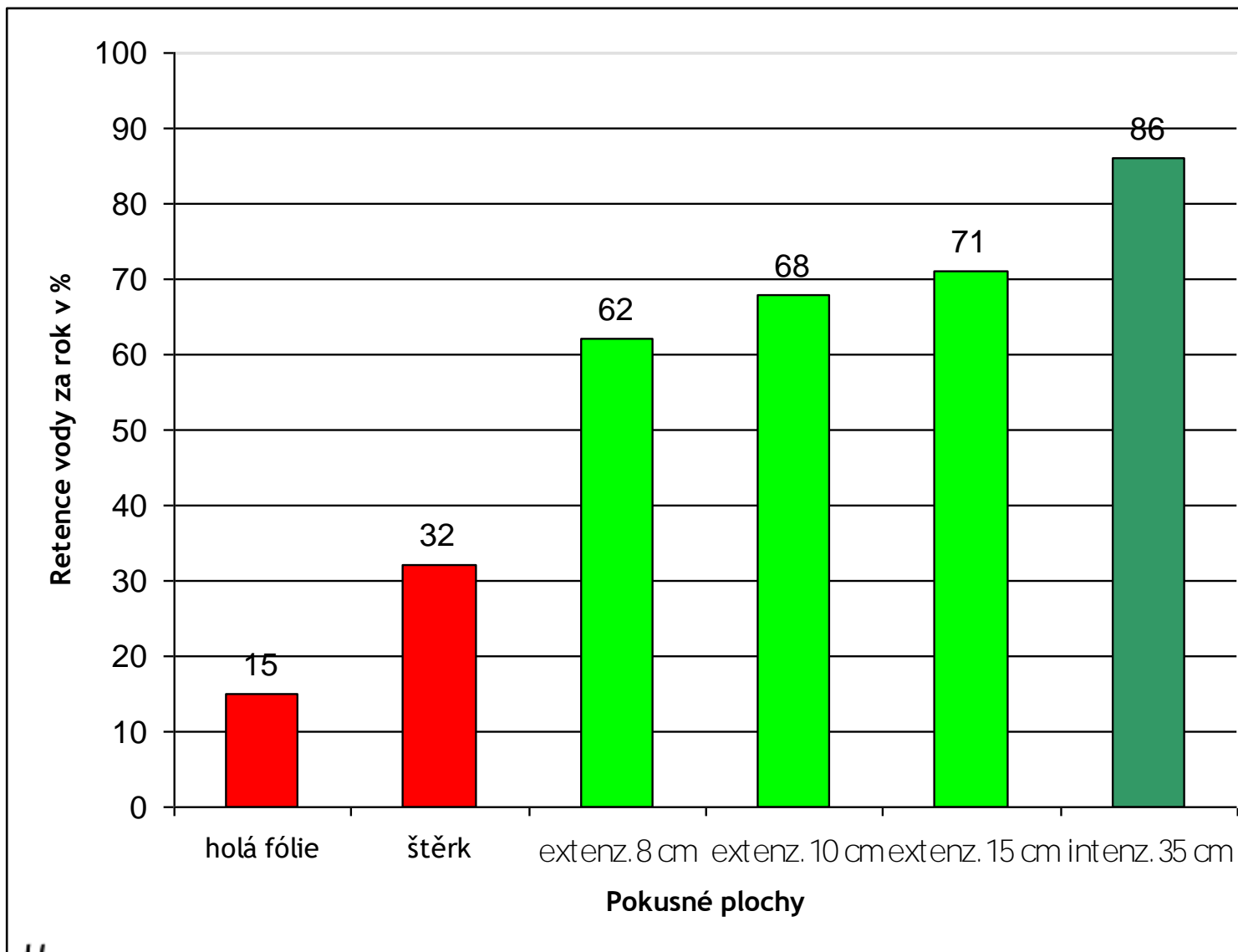
## Krátký, intenzivní déšť



Zdroj: Liu, K.; Baskaran, B.: Thermal performance of green roofs through field evaluation, National Research Council, Canada

# Závislost odtoku na intenzitě srážky

# Retenční schopnost zelených střech



## Souvrství, které obsahuje



- 100 mm substrátu  
(~ 30 litrů  $H_2O/m^2$ )
  - 20 mm nopovou fólií  
(~ 5 litrů  $H_2O/m^2$ )
- 
- (= celkem: 35 litrů  $H_2O/m^2$ )

teoreticky dokáže  
zachytit déšť  
o vydatnosti  
300 l/s/ha = 27 litrů/ $m^2$   
trvajících 15min

## Zelené střechy zadrží

cca. 40-99 %

z celkového ročního množství srážek




# Není retence jako retence ...





40... 99 %





# STANDARDY

**PRO NAVRHOVÁNÍ, PROVÁDĚNÍ A ÚDRŽBU**

VEGETAČNÍ SOUVRSTVÍ  
ZELENÝCH STŘECH

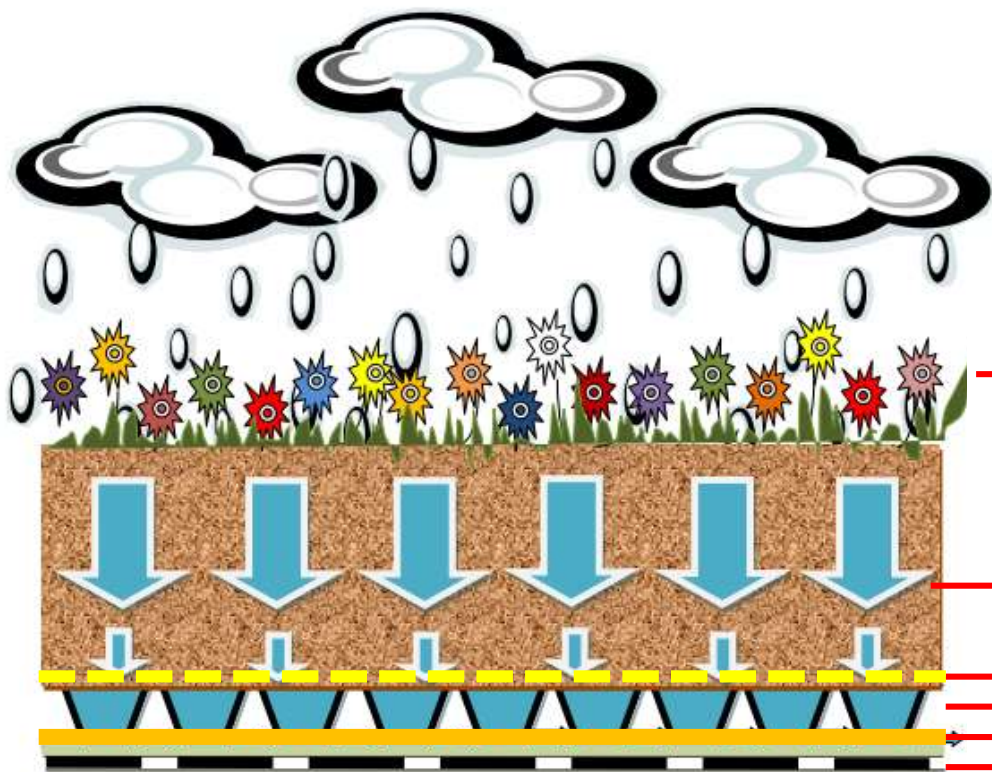


# Zásady správného návrhu a realizace

- Ochrana proti prorůstání kořenů
- Vhodné a kvalitní materiály, dlouhodobě stabilní a odolné (drenážní v., filtrační v., substrát)
- Dostatečná drenážní schopnost
- Vhodný typ a forma vegetace
- Protierozní opatření (voda, vítr)
- Požární bezpečnost
- Bezpečnost osob
- Správná údržba



# Skladba vegetačního souvrství



→ Vegetace

→ Vegetační v. (substrát)

→ Filtrační v.

→ Drenážní v.

→ Ochranná /separační v.

→ Kořenovzdorná v.  
(hydroizolace)

# Základní typy zelených střech

## Extenzivní

- Mocnost od 6 cm
- Hmotnost od 80 kg/m<sup>2</sup>
- Nenáročná suchomilná vegetace
- Minimální údržba
  - Bez závlahy
  - Nepochozí
- Vhodné pro šikmé střechy

## Intenzivní

- Mocnost od 25 cm
- Hmotnost od 350 kg/m<sup>2</sup>
- Vegetace jako v okrasné zahradě nebo parku
- Pravidelná údržba a hnojení
  - Automatický závlahový systém
- Pobytové plochy, pochozí trávníky

# Mocnost souvrství a použitelné rostlinné druhy

		Tloušťka souvrství využitelná pro kořenění rostlin v cm																							
		4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200		
Způsoby ozelenění a formy vegetace	Extenzivní zelené střechy	Rozchodníky	■	■	■	■																			
		Rozchodníky-trvalky		■	■	■	■																		
		Rozchodníky-byliny-trávy				■	■	■	■																
		Trávy-byliny						■	■	■	■	■													
	Jednoduché intenzivní zelené střechy	Trávy-byliny					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
		Trvalky							■	■	■	■	■	■	■	■	■								
		Keře									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Malé a střední stromy												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Intenzivní zelené střechy	Trávník						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Trvalky							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Keře									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Malé a střední stromy												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		Vysoké stromy													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Regionální klimatické poměry a specifické podmínky objektu (orientace ke světovým stranám, sklon ...) se někdy mohou výrazně lišit a proto je třeba zvolit přiměřeně větší nebo menší mocnost souvrství v daném rozpětí.

U extenzivní zelené střechy není vhodné zvyšovat vegetační souvrství nad doporučenou mez, zvyšují se tím předpoklady uchycení nežádoucí vegetace.



# Kritéria výběru vhodného typu zelené střechy

**Jakého vzhledu chci dosáhnout?**

**Jaké bude využití plochy ?**

**Jaké zatížení si mohu dovolit ?**

**Kolik péče chci / mohu věnovat údržbě ?**

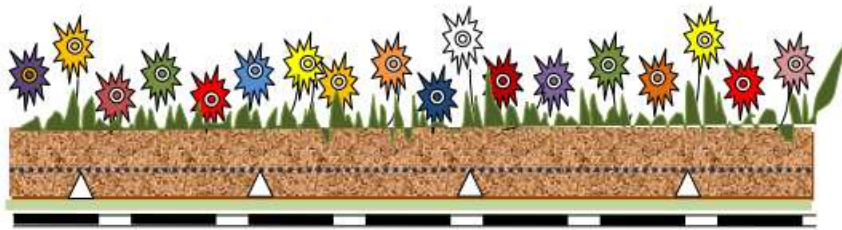
**Jaký je přístup na střechu ?**

**Kolik peněz chci / mohu do zelené střechy investovat ?**



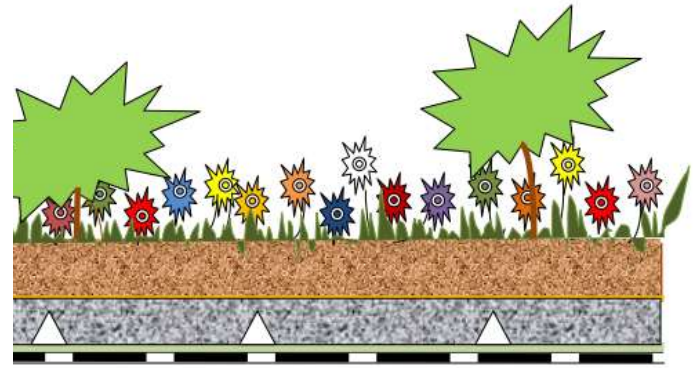
# Vegetační souvrství: Vícevrstvá skladba

Pro extenzivní ploché střechy (0-5°)

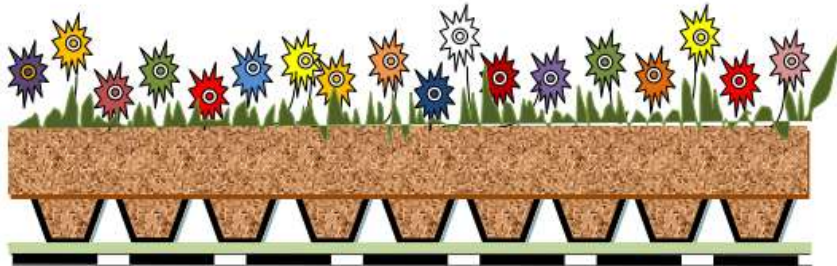


substrát  
= filtrace  
+ drenáž

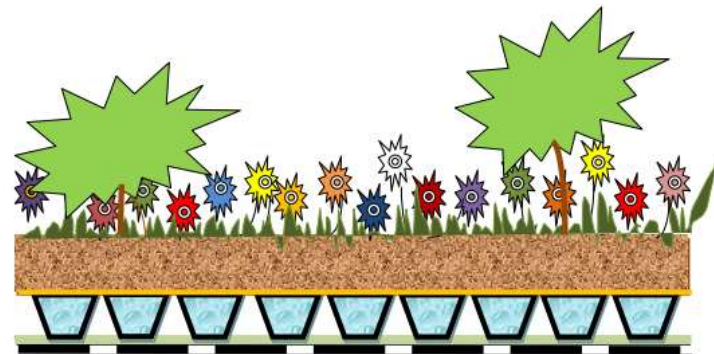
Pro extenzivní a intenzivní ploché střechy (0-5°)



substrát  
filtrace  
drenáž



substrát  
filtrace  
drenáž



substrát  
filtrace  
drenáž



**Směs suchomilné vegetace: různé druhy rozchodníků (Sedum)**



**... případně v kombinaci s nenáročnými travinami a bylinami**

# Jednoduchá skladba: úsporná střecha



## Jednoduchá skladba: šikmá střecha





**Směs luční a suchomilné  
vegetace, např.**





**Vícevrstvá skladba:**  
**Přírodní/luční střecha**





## Extenzivní střešní minizahrádka na garáži

## Vícevrstvá skladba: střešní zahrada / provozní střecha



- 25 až .... cm, náročnější okrasná vegetace  
trávníky, trvalky, keře,  
stromy / příp. dlažby,  
zpevněné plochy pro  
provoz veřejnosti, vozidel ,  
...
- Pro pobyt osob
- Pravidelná údržba , nutné zavlažování







# ZELENÉ STŘECHY

- ... nejen zmírňují dopady klimatických změn, ale jsou také řešením pro udržitelnou a zdravou budoucnost



# Zajímavé projekty ze světa

## ZELENÁ MÁ ZELENOU



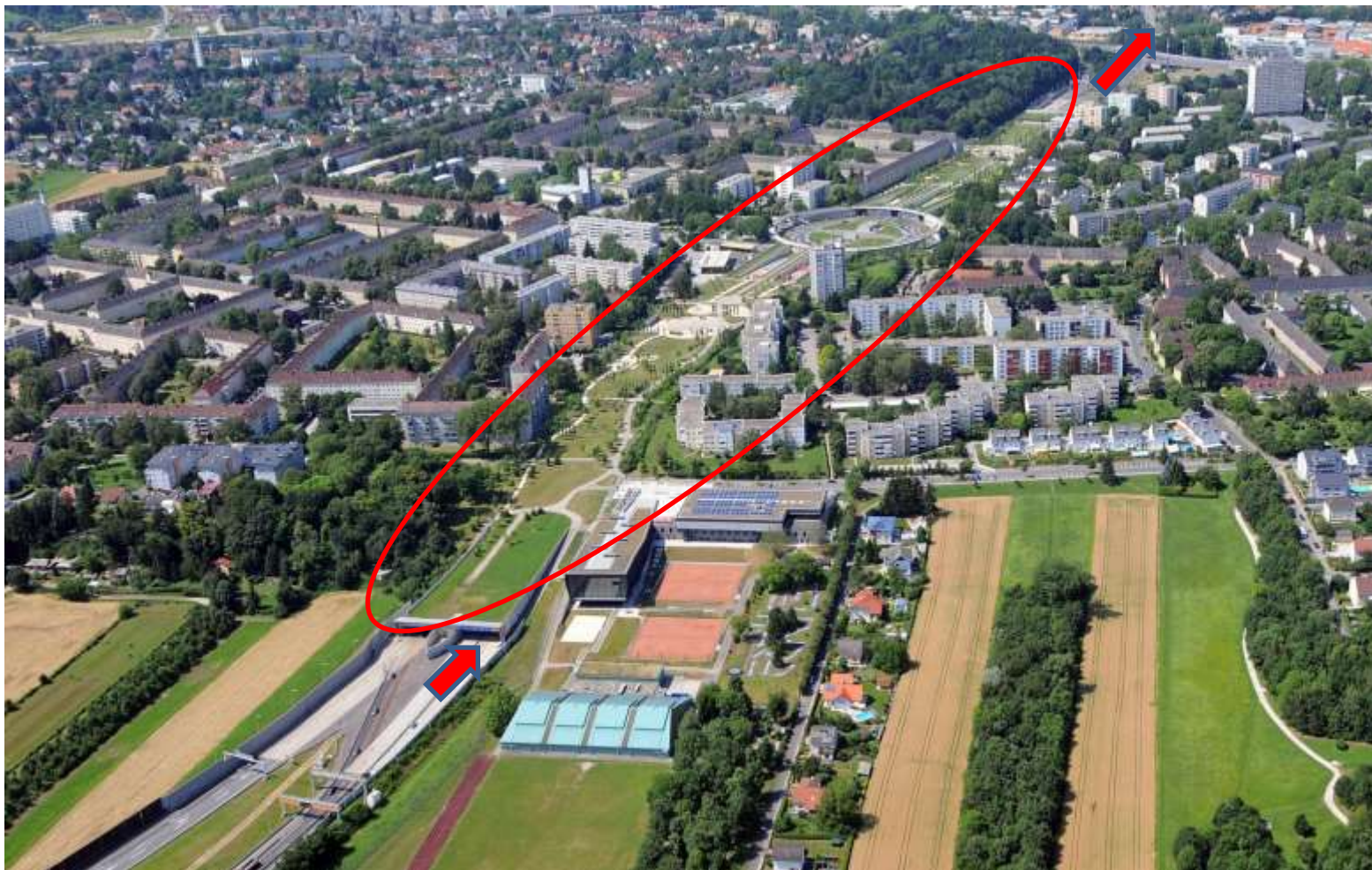
Marina Bay Sands Integrated Resort SkyPark®, Singapore



# Humber River Hospital Toronto, Canada



# Veřejný park na dálničním tunelu Linz, Rakousko



propojení obytných čtvrtí -> atraktivní prostředí bez hluku a exhalací

# Extenzivní zelená střecha na dálničním tunelu a budovách nemocnice



***Wagner-Jauregg Hospital***

Linz, Rakousko

# Fenway Farms, Boston, USA



Střecha komerčně využitá k  
pěstování zeleniny



# Hotel ParkRoyal on Pickering, Singapore



(Autor: Atelier WOHA, Singapore)



# Fidek Office Building, Red Deer, Alberta, Canada



# Budme „IN“ – budme GREEN !



## ZELENÉ STŘECHY

... nejen zmírňují dopady klimatických změn,  
ale jsou také řešením pro udržitelnou a  
zdravou budoucnost

**DĚKUJI ZA POZORNOST**

**Ing. Jitka Dostalová**



Svaz zakládání a údržby zeleně  
odborná sekce Zelené střechy  
[www.zelenestrechy.info](http://www.zelenestrechy.info)



GreenVille service s.r.o.  
[www.greenville.cz](http://www.greenville.cz)