



# Klima se mění, co změníme my?

**Koalice pro řeky, z.s.  
ve spolupráci s Univerzitou  
Palackého v Olomouci**

Projekt „Zavádění retenčních a infiltračních adaptačních opatření v povodí Moravy“ č. EHP-CZ02-OV-1-010-2014



**KOALICE  
pro řeky**



Univerzita Palackého  
v Olomouci



Podpořeno  
grantem z Islandu,  
Lichtenštejska  
a Norska







Klima se mění,  
co změníme my?

## Úvod

DRtivá většina vědců se už řadu let shoduje na tom, že změna klimatu je reálně probíhající proces, a že je způsobena lidskou činností. Průběh těchto změn navíc odpovídá spíše pesimistickým scénářům. O reálnosti klimatických změn je přesvědčeno stále více lidí, a to včetně politických vůdců.

V příštích desetiletích budou projevy klimatických změn v rostoucí míře ovlivňovat každodenní životy a rozhodování nás všech. V globálním měřítku očekáváme růst hladiny oceánů, zvýšený výskyt živelných pohrom od hurikánů po extrémní sucha, vlny veder, lesní požáry, okyselení oceánů a jím způsobené vymírání mořských organismů. Nepřímo budou klimatické změny ovlivňovat zemědělskou, produkci, lesnictví, vodní hospodářství, migraci lidí, sociální a ekonomické otřesy i četnost a intenzitu lokálních konfliktů.

Bohužel, v důsledku dlouhodobého přehlížení a odkládání řešení této hrozby se některým dopadům již nelze vyhnout. Vypustili jsme do atmosféry příliš mnoho skleníkových plynů, a i kdybychom s tím okamžitě přestali (což prostě není možné), to, co v ní už je, stačí na to, aby změny klimatu v příštích desetiletích ovlivňovaly naše životy.

Přesto je stále ještě čas s tím něco udělat. Velmi přesně a přitom srozumitelně to řekl Dr. John Holdren, vědecký poradce prezidenta Obamy, v roce 2007 časopisu Times: *„Máme v zásadě tři možnosti: [klimatickou změnu] zmírnit, přizpůsobit se, nebo trpět. Ve skutečnosti to budou všechny tři možnosti. Důležité však je, v jakém poměru. Čím více zmírníme klimatickou změnu, tím méně úsilí bude vyžadovat přizpůsobení se, a tím méně budeme trpět.“*

Přizpůsobení se klimatické změně říkáme cizím slovem adaptace. Znamená to udělat taková opatření, aby prostředí, ve kterém žijeme, klimatickým změnám lépe odolávalo. V naší krajině jsme bohužel za posledních zhruba sto let udělali řadu změn, které jdou přesně opačným směrem. Ve městech jsme se pak stále ještě nenaučili, jak správně hospodařit s vodou, která bude v důsledku klimatických změn stále vzácnější. Dnes už naštěstí víme mnohem více o tom, jaké jsou negativní důsledky našich zásahů a co udělat, abychom to napravili. S využitím moudrých tradic našich předků, moderních vědeckých poznatků i nových technologií. Jak na to, ukazuje i tato brožura.

## Adaptace na klimatickou změnu

JAK UŽ BYLO V ÚVODU ŘEČENO, změny klimatu jsou realitou a jejich negativní vývoj se zřejmě dále prohlubuje. Kdysi intenzivní diskuze o tom, že činnost člověka je z globálního hlediska zanedbatelná, jsou z dnešního pohledu nahlíženy mírně řečeno jako velká ztráta drahocenného času k řešení dopadu civilizačních vlivů na globální procesy.

Každá lidská činnost, která negativně ovlivňuje kvalitu ovzduší, hydrologický režim a krajinu ve smyslu zemského povrchu byť dílčím tedy lokálním (a zdánlivě zanedbatelným způsobem) se s nárůstem globální populace a jejich životních nároků násobí „miliardovými“ koeficienty. Více než kdy jindy proto platí staré známé *„mysli globálně – jednej lokálně“*. Dá se říci, že i v globálním měřítku je důležité to, jak bude využitý každý metr čtvereční zemského povrchu. Stejně tak je důležité kolik z jednoho metru čtverečního případně z jednoho automobilu vypustíme

do atmosféry oxidu uhličitého a či jiného znečištění. Klíčová je proto úvaha o odpovědnosti každého jednotlivce o tom, jakým způsobem jeho činnost ovlivňuje celek. A jak už řekl Konfucius: „Je lépe zažehnout malé světlo, než si naříkat na tmou.“

KLIMA PLANETY OVLIVŇUJE řada faktorů. Můžeme vytipovat jejich tři hlavní soubory: 1. příkon **slunečního záření**, 2. **složení** (fyzikální a chemické charakteristiky) **atmosféry** a 3. **vlastnosti zemského povrchu**, včetně přítomnosti živých organismů, především zelených rostlin. Člověk svou činností neovlivňuje pouze příkon slunečního záření (který je relativně stabilní).

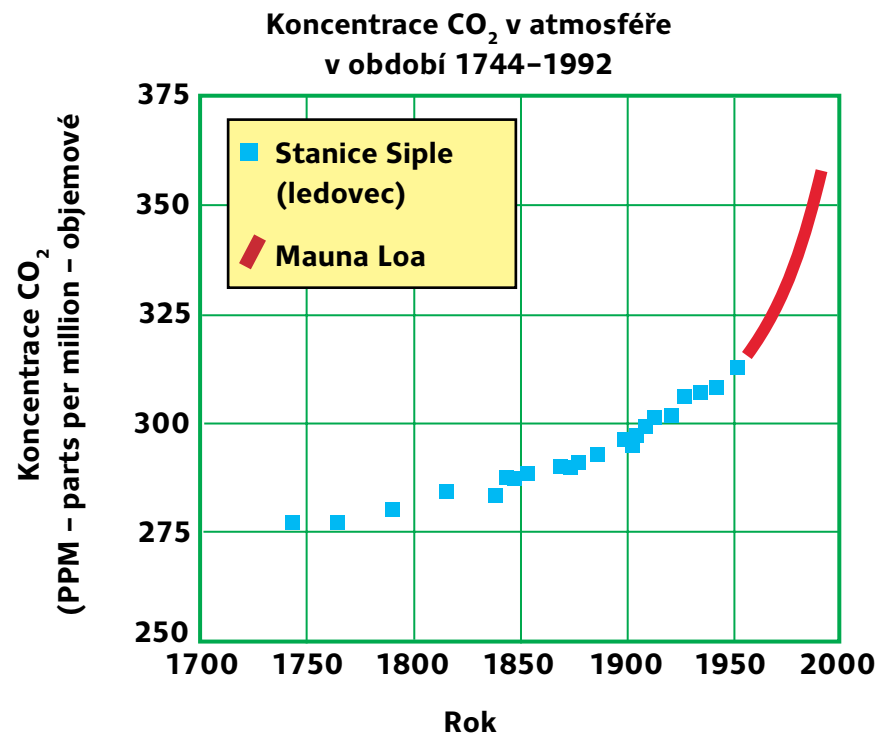
## Skleníkový efekt

SLUNEČNÍ PAPSKY (energie elektromagnetického záření), které ohřívají planetu Zemi, se samozřejmě při dopadu na její profil dostávají do kontaktu nejprve s atmosférou. Naše atmosféra je v závislosti na míře oblačnosti velmi propustná především pro viditelné spektrum. Krátkovlnné záření (UV) je naopak pohlcováno především ozonovou vrstvou. Dlouhovlnné záření je v závislosti na své frekvenci částečně pohlcováno tzv. skleníkovými plyny.

Spektrum slunečního záření lze rozdělit na:

- záření ultrafialové (vlnová délka pod 380 nm)
- záření viditelné (vlnová délka 380 až 780 nm)
- záření infračervené (vlnová délka přes 780 nm)

Většina slunečního záření dopadne až na zemský povrch, kde se mění na tepelné záření o větších vlnových délkách. Toto dlouhovlnné infračervené záření intenzivně pohlcuje atmosféra



(skleníkové plyny), což způsobuje zpětné ohřívání planety a brání tak úniku tepla do prostoru. Nebýt tohoto efektu, byla by průměrná teplota zemského povrchu místo 15°C asi -18°C.

Skleníkový efekt naší atmosféry je tedy nezbytnou podmínkou života na Zemi. Pro zajímavost, i na Marsu existuje skleníkový efekt, který otepluje planetu o cca 5°C. Nicméně atmosféra je velmi řídká, takže není schopná intenzivněji zadržovat tepelnou výměnu mezi povrchem a okolním prostorem, což má za následek velké tepelné rozdíly během dne a noci (na rovníku -90°C až 0°C). Planeta Venuše naopak disponuje obrovským skleníkovým efektem, který ohřívá její povrch až k 500°C.

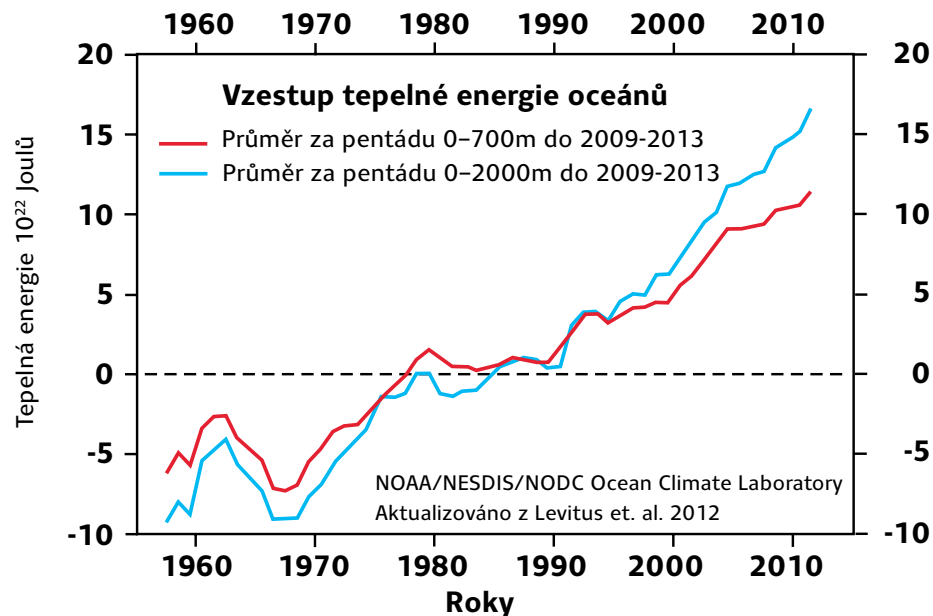
V souvislosti se změnou klimatu se často hovoří o tzv. antropogenním skleníkovém efektu, což je míra přispění člověka ke změně globálního klimatu prostřednictvím skleníkového efektu. Je způsoben spalováním fosilních paliv, kácením lesů a dlouhodobými změnami krajiny, a jeho důsledkem je zvyšování koncentrací skleníkových plynů.

Nejvýznamnějším skleníkovým plynem je vodní pára (60 – 70 % efektu). Následuje oxid uhličitý (až 26 %), dále metan ( $\text{CH}_4$ ), oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ) a ozón ( $\text{O}_3$ ) atd.

Právě zvýšená koncentrace oxidu uhličitého je dávána do příčinné souvislosti se zvyšováním průměrné globální teploty. V době průmyslové éry stoupla koncentrace oxidu uhličitého o více než 100 ppm.

KOLOBĚH UHLÍKU TEDY bez pochyby ovlivňuje klima na zemi. A člověk ovlivňuje koloběh uhlíku. Přestože uhlík v atmosféře stále ještě pochází z větší části z přírodních zdrojů, přesná korelace mezi růstem emisí skleníkových plynů člověkem a růstem jejich koncentrace v atmosféře prokazuje, že právě člověk je zde viníkem.

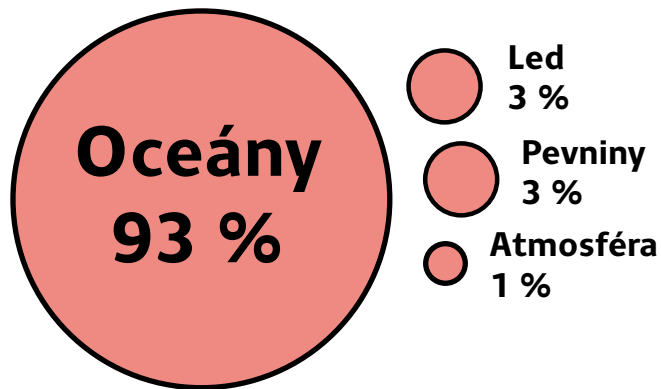
Od 70. let 20. století je zřejmě naše planeta v energetické (radiční) nerovnováze. V rovnovážném stavu se dopadající sluneční energie zase ve stejném množství postupně vyzáří zpět do vesmíru. Země tak přijímá stále stejné množství energie. Tím, že posilujeme skleníkový efekt, se část sluneční energie nestihne vyzářit do prostoru a zůstává na planetě a v její atmosféře. Až 93% procent z této přebytečné energie absorbují oceány jako teplo. To má za následek extrémnější meteorologické jevy podpořené větší energií oceánů a související změny klimatických poměrů na pevninách.



PŘESNÁ PŘEDPOVĚĎ všech dopadů a změn, které s sebou tento proces přináší, naráží na samotné možnosti předpovědních modelů. Do systému vstupuje řada zpětných vazeb ať už negativních nebo pozitivních, a některé z nich dosud ještě neznáme nebo nedokážeme přesně ohodnotit jejich význam. Pozitivní zpětné vazby proces oteplování dále posilují. Negativní zpětné vazby působí regulačně, tedy systém stabilizují. Zpětné vazby můžeme také dělit na primární (působící na příčiny klimatických změn, tedy množství skleníkových plynů v atmosféře či množství tepla vyzářeného do vesmíru) a sekundární (působící na projevy klimatických změn, čili zvyšování průměrné teploty nebo změny v sezónním a geografickém rozložení srážek).

Příkladem primární negativní zpětné vazby je vztah mezi koncentrací  $\text{CO}_2$  v atmosféře a biomasou. Ještě konkrétněji – zelenými

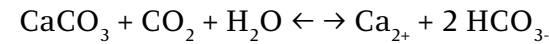
## Zachycování nárůstu energie, 1971–2010



řasami na hladině oceánů. Vždy, když v historii docházelo k nárůstu globální teploty oceánů, tak se přirozeně rozšířily i masy zelených řas, které fotosyntézou navázaly uhlík z  $\text{CO}_2$  do svých tělesných schránek. Tím se snížila koncentrace  $\text{CO}_2$  i v atmosféře a otevřelo se tzv. „ $\text{CO}_2$  ventilační okénko“. Čím více klesala koncentrace  $\text{CO}_2$ , tím se více tepla vyzářilo do kosmu, až se znovu teploty globálního oceánu snížily. Snižování teploty mělo zpětně vliv na odumírání zelených řas, při jejichž rozkladu se uvolňoval  $\text{CO}_2$ . Ventilační okénko  $\text{CO}_2$  se znovu přivřelo. Tento z hlediska života na Zemi skvěle fungující způsob termoregulace planety člověk vážně narušuje přidáním velkého množství fosilního uhlíku, se kterým si autoregulační systém již neporadí. Dá se říci, že jsme si tím zatloukli ventilační okénko.

Bohužel pro lidstvo, v krátkodobém a střednědobém výhledu můžeme pozorovat převahu posilujících zpětných vazeb. Jak je patrné z následujícího vztahu, většina oxidu uhličitého je

v mořské vodě vázána chemicky ve formě uhličitanových a hydrogenuhličitanových iontů.



Tato rovnováha se se zvyšující teplotou posunuje doleva – dochází tedy k uvolňování dalšího oxidu uhličitého do ovzduší.

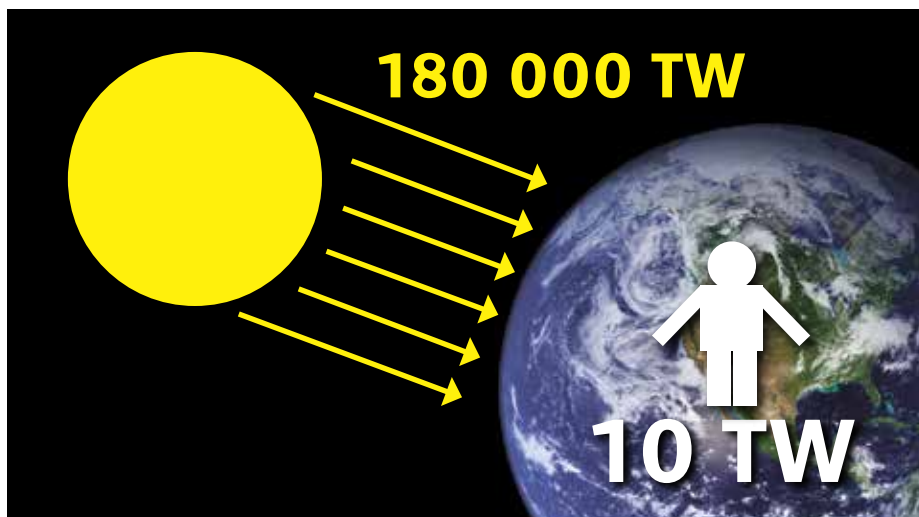
Dalším příkladem je tání trvale zmrzlé půdy (permafrostu) v severských oblastech, které uvolňuje obrovské množství metanu a oxidu uhličitého. Tání ledovců a mizející plochy pokryté trvalou sněhovou pokrývkou také snižují odrazení slunečních paprsků zpět do kosmu a tím zvyšují oteplování planety.

Klimatické změny také zvyšují pravděpodobnost a rozsah lesních požárů, při kterých se také dostává do ovzduší velké množství uhlíku, původně vázaného v biomase.

Vyčíslit přesný podíl jednotlivých zpětných vazeb na fungování systému stále přesně neumíme. Ale už dnes je jasné, že je nutné nechat klimatickému systému co největší možnost autoregulace – především snížit emise dodatečných skleníkových plynů, ale také zabránit dalšímu odlesňování a odvodňování pevniny, degradaci ekosystémů a znečišťování oceánů.

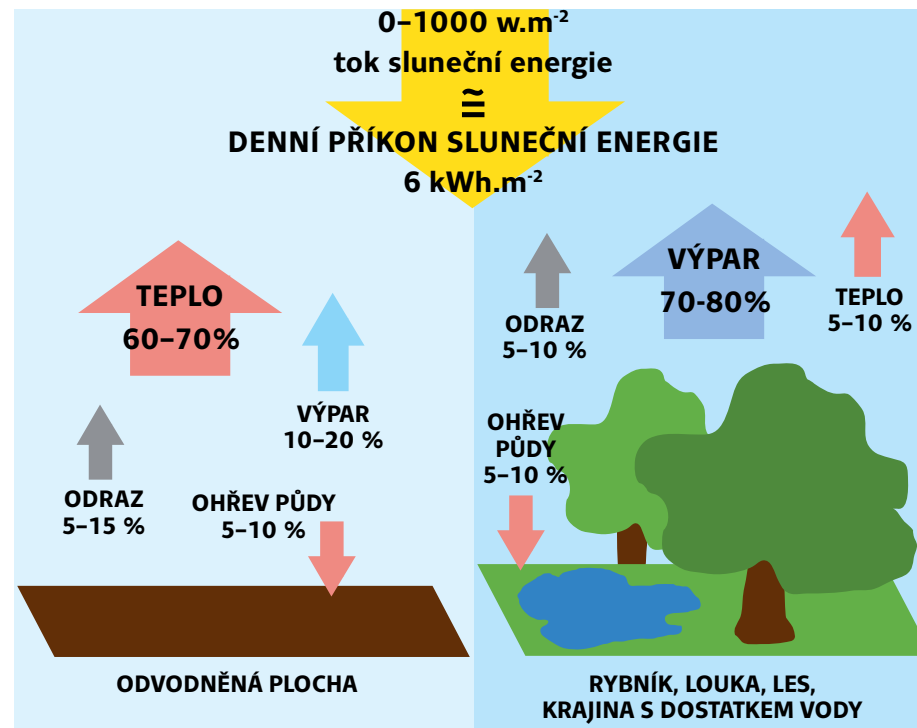
## Klimatizace planety

NA PROFIL PLANETY ZEMĚ dopadá každým okamžikem 180 000 TW sluneční energie. Pro srovnání – současná lidská populace vyrábí a pracuje ve všech svých odvětvích a v celosvětovém součtu s řádově 10-ti TW. Bez této sluneční energie by samozřejmě planeta Země byla ledovým královstvím, kde by se teploty pohybovaly blízko absolutní nule. Na jeden metr čtvereční zemského povrchu nepřetržitě dopadá až 1400 W slunečního záření, což můžeme



přirovnat příkonu rychlovarné konvice. Co se stane s touto energií, závisí především na charakteru povrchu. Pokud je tento povrch pokryt zelenými rostlinami s dostatkem vláhy, většina energie se bezpečně promění v energii vodní páry, tedy vody vypařené do atmosféry. Navíc tato dokonalá „vegetační“ klimatizace uchová, a následně využije energii vodní páry v nejchladnější části dne (a noci), kdy vodní pára obsažená v atmosféře kondenzuje a s tím i předává svou uschovanou sluneční energii zemskému povrchu. Jednoduše řečeno, přes den voda chladí, v noci ohřívá.

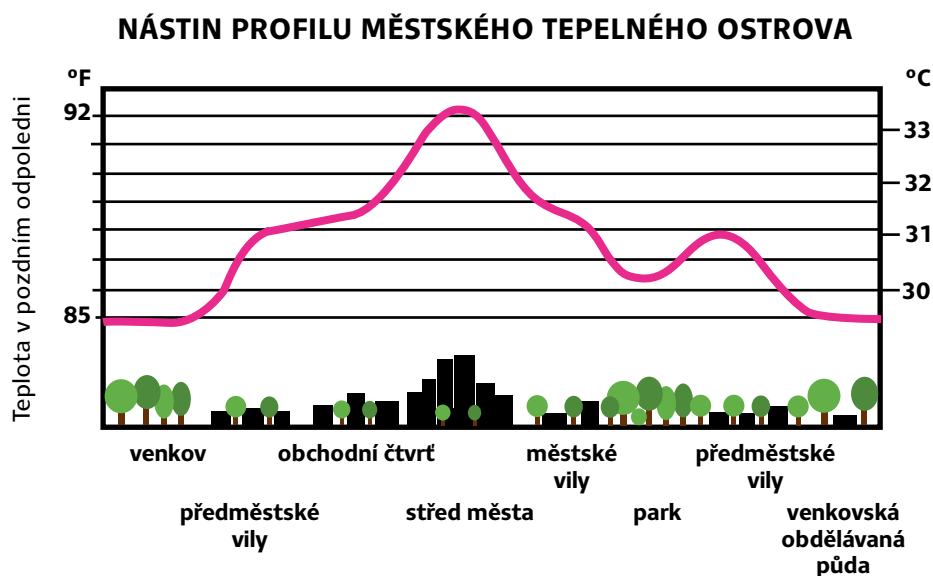
Vegetace vodu odpařuje společně s kondenzačními jádry na bázi polyterpenů, což vede k častější tvorbě nízké oblačnosti nad zachovalými ekosystémy. Např. Amazonie tvoří takový systém, kde dochází ke koloběhu vody a energie. Nízká oblačnost přitom odráží část slunečního záření zpět do kosmu. Tento důležitý děj je zatím dosti opomíjen a nebývá využit při návrhu adaptačních a mitigačních strategií.



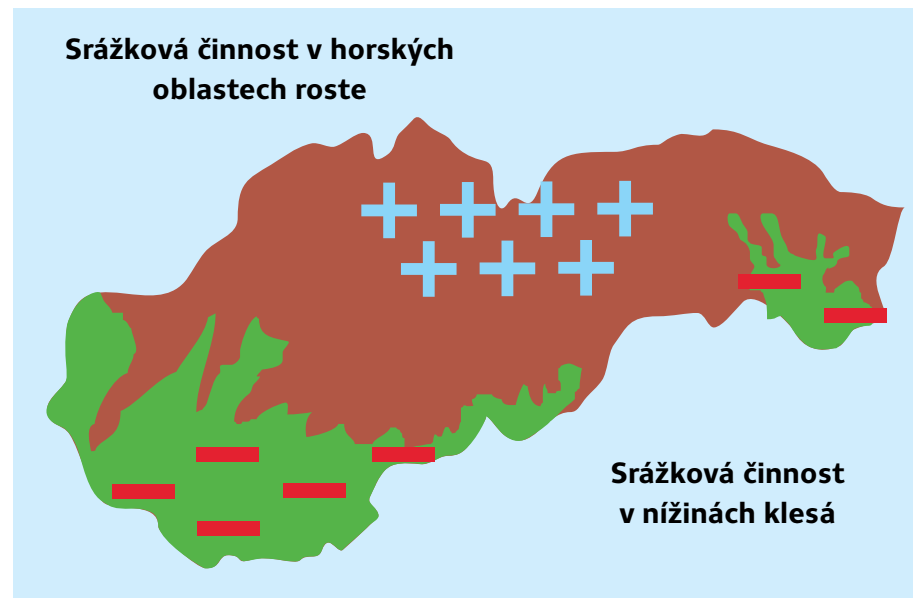
POKUD PŮDA A ROSTLINY NEMAJÍ DOSTATEK VODY nebo je zemský povrch pokrytý asfaltem, betonem, nebo pouští, většina dopadající sluneční energie se přemění na teplo zemského povrchu, který ohřívá spodní vrstvy atmosféry. V noci je naopak chladněji – chybí tepelná energie kondenzované vodní páry. Dochází tak k výrazným teplotním extrémům nejen v průběhu dne, ale také mezi místy, které klimatizuje vegetace, a místy vyprahlými. Toto můžeme pozorovat jak v prostorovém měřítku ulice, parkoviště supermarketu, tak ještě výrazněji v měřítku celého města, uhelných pánví nebo odvodněných lánů polí. Tady již vznikají klimatické odchylky od dlouhodobého normálu, vytvářejí se tzv.



tepelné ostrovy, prohlubuje se srážkový deficit a v místech mezi oblastmi s dostatkem vody a zeleně vzniká velký teplotní a tedy i tlakový gradient, který vede jak k extrémním meteorologickým jevům, tak k dlouhodobým změnám hydrologického režimu. Jednoduše řečeno, sušší oblasti více vysychají a oblasti s dostatkem zeleně a vody (v Evropě jsou to především hory a vrchoviny) jsou vystavovány častějším bleskovým povodním.



NAROVNÁNÍ, ZKRÁCENÍ A VYBETONOVÁNÍ vodních toků spolu se ztrátou ploch, kam by se voda mohla při povodních neškodně rozlévat (v důsledku zástavby, intenzivního zemědělského využití a technické infrastruktury) pak zhoršuje průběh velkých povodní a zvyšuje škody na majetku či zdraví nebo dokonce i životech obyvatel.



**Růst srážkové činnosti v horských a severních oblastech a srážkové činnosti na jihu země a v nížinách – příklad Slovenska.**

Adaptační opatření spočívají v citlivějším a komplexním přístupu k lidskému působení na krajinu. Adaptační opatření lze rozdělit na **managementová**, tedy ta, která mění nevhodné zemědělské a lesnické postupy; **revitalizační**, jejichž cílem je přiblížit krajinu do přírodě blízkého stavu; **technická**, která nás na klimatickou změnu mohou připravit pomocí opatření technického charakteru a **regulační**, která vhodnými nástroji tlumí či omezují některé negativní činnosti člověka zejména v rámci územního plánování sídel nebo územní ochrany přírody.

## Jaké projevy změny klimatu můžeme očekávat v České republice

NEJČASTĚJI ZMIŇOVANÉ dopady klimatické změny se týkají vodních zdrojů. Zatím předpokládáme, že se sice příliš nezmění celkové množství průměrných ročních srážek, budou však mnohem nerovnoměrněji rozloženy v čase. Můžeme tedy očekávat zejména častější výskyt extrémních srážkových jevů, tedy povodní a dlouhotrvajícího sucha.

V důsledku změn v krajině, které dlouhodobě člověk provádí, můžeme již dnes pozorovat prohloubení či hromadění negativních jevů jako jsou například vodní a větrná eroze, kolísání průtoků ve vodních tocích či dokonce jejich vyschnutí, ohrožení odběrů vody a zhoršení kvality i objemu zdrojů pitné vody.

V zemědělství bude mít zvýšená teplota a výkyvy srážek vliv nejen na výnosy, ale i na kvalitu půdy. Hrozí zrychlení procesů půdní eroze a degradace půdy, ke kterým ovšem vydatně přímo přispívá člověk v rámci intenzivního zemědělského využití krajiny.

V lesnictví očekáváme (přesněji řečeno už začínáme pozorovat) zejména dopady na ekologicky nestabilní lesní porosty (například stejnověké smrkové monokultury), které začínají být náchylnější na výskyt škůdců a patogenů. Častější výskyt suchých období, střídaných přivalovými dešti a zvýšení rozsahu kalamitní těžby také přispěje erozi a degradaci lesní půdy, spojené s uvolňováním skleníkových plynů do atmosféry. S posunem hranic lesních vegetačních stupňů do vyšších nadmořských výšek dojde ke změně produkčního výhledu stávajících vlastníků lesa.

V urbanizovaných oblastech budou rovněž dopady klimatických změn umocňovány způsobem, jakým v nich dnes

hospodaříme. Klíčovým problémem je zastavování území a náhrada rozsáhlé vegetace zpevněnými povrchy. V období povodní odvádí zpevněné plochy vodu do kanalizace a pak do vodních toků v řádu minut. Tato skutečnost sebou nese vážné důsledky jednak z hlediska nebezpečí bleskových povodní, ale také zhoršení kvality vody ve vodních tocích.

Města, obce i jejich obyvatelé se budou muset poměrně rychle přizpůsobit růstu cen pitné vody, se kterou bylo dosud zacházeno velmi neuváženě. Zavádění komplexních systémů zadržujících srážkovou vodu a umožnění jejího využití v mnoha oblastech, kde mohou nahradit pitnou vodu, bude ekologickou i ekonomickou nutností.

Klimatické změny postupně zvyšují ohrožení měst a obcí nejen v důsledku nadbytku či nedostatku srážkové vody. Tragické důsledky mohou mít ve městech vlny veder, ohrožující zejména děti a starší občany. Intenzivnější srážkové jevy a silící větry mají vliv na narušení konstrukcí budov, snižují jejich hodnotu a zkracují životnost, což přináší i vyšší náklady na opravy.

## Co můžeme dělat

POZOROVANÁ KLIMATICKÁ ZMĚNA probíhá spíše podle pesimistických předpovědí. Pokud jí budeme nečinně přihlížet, může se její průběh podepsat na možnostech dalšího přežití lidské populace.

Nejdůležitější je tedy udělat vše pro to, abychom zredukovali **příčinu** klimatické změny – přestali produkovat a vypouštět skleníkové plyny. Jednoznačně se potřebujeme co nejrychleji vymanit ze závislosti na fosilních palivech – snižováním spotřeby energie, rozvojem obnovitelných zdrojů, případně podporou jímání

## Charakter zpětné vazby jednotlivých typů lidské činnosti na klimatickou změnu

	exponenciálně akcelerující	akcelerující	neutrální	zmírňující	velmi zmírňující	potlačující
<b>Lesnictví</b>	Kácení lesů Zastavování lesní půdy	Monokulturní lesnické hospodaření		Individuální těžba Návrat k přírodě blízké skladbě lesa	Odstraňování umělého odvodnění	Zalesňování neles. půd
	Holosečná forma hospodaření Odvodňování lesní půdy		Management středního a nízkého lesa Citlivější dopravní zpřístupnění lesa			
<b>Zemědělství</b>	Rozšiřování zemědělské půdy na úkor lesní		Tradiční hospodaření			Zalesňování zem. půd
	Nadměrná aplikace prům. hnojiv a pesticidů Odvodnění zemědělské půdy Scelování polí, redukce rozptýlené zeleně		Správné osevní postupy	Správná kombinace živočišné a rostlinné výroby Zakládání pastvin na orné půdě	Protierozní opatření	
		Nesprávné osevní postupy Ztužování půd těžkou technikou			Zakládání zelených prvků na zem. půdě	
<b>Urbanismus</b>	Nekontrolované bujení zastavěných ploch		Vyvážená urbanistická koncepce			
	Nerespektování zasakovacích ploch			Budování zelených ploch ve městě Dostatek zeleně v intenzivní zástavbě „Zelené střechy“ Využívání dešťové vody v rámci jedné budovy		
		Nedostatečné urbanistické koncepce Nedostatek kompenzačních zelených ploch				
<b>Vodní hospodářství</b>	Odvodňování krajiny	Stavba přehradních nádrží			Budování malých vodních nádrží a rybníků	
	Regulace vodních toků			Budování suchých nádrží	Revitalizace niv Revitalizace vodních toků	Obnova lužních lesů
	Zastavování říčních niv					Obnova prameniště Tůň a mokřady
	Průmyslové odběry					

skleníkových plynů z atmosféry přirozeným způsobem, například zalesňováním. Dohromady se těmto opatřením říká **mitigační**, tedy zmírňující průběh klimatických změn. Tato opatření musí být základem politiky všech zemí, které to s ochranou klimatu myslí vážně.

Ale i kdybychom ze dne na den snížili produkci skleníkových plynů na nulu, probíhaly by klimatické změny ze setrvačnosti i nadále, v důsledku působení těch skleníkových plynů, které jsme už do ovzduší vypustili.

Důležitou součástí strategie ochrany klimatu jsou tedy i opatření, které omezují **dopady** klimatických změn – tedy tzv. **adaptační** opatření.

Jak už bylo uvedeno, jedním z nejpatrnějších důsledků klimatických změn v České republice bude častější výskyt období sucha nebo povodní. Příklad adaptačních opatření je tedy to, co nám pomůže škodám způsobeným těmito jevy předcházet.

O protipovodňové ochraně už bylo napsáno mnoho – základem moderní strategie je podpora přirozených rozlivů ve volné krajině, a bezpečné převedení povodňových průtoků zastavěným územím v řečištích. Přestože se typy opatření ve volné krajině i v zastavěných územích podstatně liší, oba můžeme vystihnout jedním heslem – více prostoru pro řeky.

Při prevenci před dopady sucha jde především o zvýšení schopnosti krajiny zadržovat vodu (**retence**) a přesměrování části povrchového odtoku vody do podzemí, kde je „schována“ před výparem (tomu se říká **infiltrace**). Ve městech a obcích pak můžeme dopady sucha zmírnit zlepšením **hospodaření se srážkovou vodou**, která místo aby byla vypouštěna do kanalizace, by měla být zadržována a využívána všude tam, kde použití pitné vody není nezbytné.

Podívejme se tedy na to, co můžeme pro zmírnění dopadů klimatických změn udělat konkrétně.

## Zemědělská opatření

ZEMĚDĚLSKÁ PŮDA POKRÝVÁ přibližně polovinu rozlohy území České republiky. Klimatické změny mohou ovlivnit nejen produkci zemědělských plodin, ale i jevy, které už dnes mají na mnoha místech vliv na degradaci půdy, která může vést ke ztrátě úrodnosti. Kvalitní půda má mj. velkou kapacitu zadržet vodu v době intenzivních srážek a pomalu ji uvolňovat v období sucha. Bohužel, v důsledku lidské činnosti při intenzivním zemědělství tuto schopnost ztrácí právě v době, kdy bychom ji nejvíce potřebovali. Významným degradačním faktorem našich půd je vodní eroze.

Existuje celá řada opatření, která směřují ke zmírnění eroze půdy a zadržení vody v zemědělské krajině. Mohou to být jednodušeji uplatnitelná agrotechnická či organizační opatření, dále jsou k dispozici návrhy různých liniových prvků v krajině, jako je obnovení mezí a pramenišť, budování protierozních průlehů a hrázek, větrolamů a biopásů, založení zatravněných pásů či výsadbu dřevin kolem vodních toků.

Z hlediska nebezpečí vodní eroze je značným problémem setí širokořádkových plodin na svažitéch pozemcích. Při přívalových srážkách dochází k odnosu půdy do míst, v nichž dochází k akumulaci (terénní deprese, vodní toky, intravilán). Tyto širokořádkové plodiny (např. kukuřice a slunečnice) jsou problematické širokými meziřádkovými prostory, které jsou poměrně dlouho bez vegetačního pokryvu a nejsou chráněny proti eroznímu působení deště a povrchovému odtoku. Linie řádků zase tvoří kolektor pro



povrchový odtok a dochází zde k jeho soustředování. Při pěstování kukuřice známe více protierozních agrotechnických opatření, z nichž můžeme uvést setí do mulče předplodiny. Při sklizni této předplodiny je nutné zajistit rovnoměrné rozmístění posklizňových zbytků na povrchu půdy a vhodnými kultivačními zásahy zajistit zachování 20-30% těchto zbytků na povrchu. Tento částečně zapravený mulč vytváří ochrannou vrstvu ornice před působením srážkových vod a povrchového odtoku.



*Mulč předplodiny (Foto: B. Šarapatka)*

Z organizačních plošných opatření je možné zmínit orbu po vrstevnicích nebo pásové střídání plodin. To má dlouholetou tradici v USA, a to z důvodu, že je z protierozního hlediska podstatně účinnější než vrstevnicové obdělávání pozemků. V rámci tohoto opatření se střídají pásy plodin chránících půdu (např. víceleté pícniny, ozimé obiloviny) s pásy plodin, které mají nízký protierozní účinek (např. okopaniny, vč. kukuřice).



*Pásové střídání plodin s různou ochranou půdy proti erozi.  
(Foto: B. Šarapatka)*

Ne vždy však snižují agrotechnická a organizační opatření erozní smyvy dostatečně, proto bývá přistoupeno k dalším opatřením souvisejícím s rozdělením pozemků buď jednoduchým technickým prvkům, nebo zatravněním částí pozemků. Z technických opatření je možné přistoupit k návrhu zemních hrázek, které plánujeme ve směru vrstevnic o výšce cca 1 m s opevněním pomocí zatravnění. Zároveň jsou tyto hrázky vybaveny vypouštěcím zařízením, které zajistí odtok vody po usazení půdních částic. Navrhujeme je na pozemcích se sklonem do 8%, na pozemku s vyšším sklonem doporučujeme přerušení svahu mezí s ochranným zatravněním.



*Protierozní hrázky na pozemku s pěstovanými širokořádkovými plodinami.  
(Foto: B. Šarapatka)*

Na mírnějších svazích může být jako technický prvek vybudován průleh, a to mělký a široký příkop, v němž se zachycuje a je odváděna povrchově stékající voda. Jedná se většinou o sběrné průlehy snižující délku pozemků po spádnici na pozemcích do 15% se zaústěním do sběrných příkopů nebo průlehů. Tyto průlehy bývají většinou zatravněné a jejich podélný sklon bývá do 3%. Navazující svodné průlehy mají za úkol odvedení vody ze záchytných průlehů.



*Průleh rozdělující  
ornou půdu  
(Foto: B. Šarapatka)*

Historicky měly v naší krajině nezastupitelné místo meze, v rámci kolektivizace zemědělství byly však při scelování pozemků rozorávány a tím zanikaly překážky omezující erozní procesy. Meze vytvářeli zemědělci zejména ve svažitém terénu a tyto omezovaly nejen erozi půdy, ale zvyšovaly i biodiverzitu krajiny, neboť jsou prostředím planých druhů rostlin a útočištěm živočichů. Obnovované meze by měly být spíše nízké (výška 1-1,5 m, sklon 1:1,5) a zatravněné nebo osázené krajinnou zelení. Nad mezí by měl být zasakovací a sedimentační zatravněný pás o šířce minimálně 6 m.



*Nově vybudovaná mez  
se zelení rozděljuje  
svah a omezuje erozní  
smyv  
(Foto: B. Šarapatka)*

Nezastupitelnou roli v kulturní krajině mají břehové porosty. Jsou útočištěm celé řady živočichů, plní funkce filtrační, zasakovací, stínící a jiné. Významná je jejich funkce stabilizační. Jsou významným segmentem ekologické stability území. Obnova těchto porostů by měla být naplánována tak, aby plnily následující požadavky: chránily břehy toku před vodní erozí a koryta před zanášením a zarůstáním, omezovaly znečištění vody produkty eroze, posilovaly ekologickou stabilitu území a byly vhodně začleněné do krajiny.

Obnova pramenišť je velice důležitým úkolem při obnově zemědělské krajiny. V současnosti dochází k snižování funkčnosti odvodňovacích systémů a to tvoří příležitost k budování kombinovaných systémů pro zadržení vody v ploše zemědělské krajiny. Na mnoha místech je tak možno budovat drobné retenční nádrže a mokřady. Kromě pramenišť je třeba optimalizovat zemědělské využití tzv. drah soustředěného odtoku. Žádoucí je především jejich zatravnění, tvorba průlehů, mokřadů, či malých retenčních nádrží.



*Břehový porost s travnatým lemem (Foto: B. Šarapatka)*



*Ochranné obilní pásy (Foto: B. Šarapatka)*

Setí širokořádkových plodin na svažitéch pozemcích znamená v případě např. přívalových srážek zvýšenou erozi půdy, tzn. její odnos do akumulčních oblastí (terénní deprese, vodní toky, intravilán). Širokořádkové plodiny (např. kukuřice a slunečnice) jsou problematické širokými meziřádkovými prostory, které jsou bez vegetačního pokryvu a tak nejsou chráněny proti eroznímu

působení deště a povrchovému odtoku. Linie řádků zase tvoří kolektor pro povrchový odtok a dochází zde k soustředování odtoku. Pro omezení těchto negativních vlivů je možné využít sítě obilních pásů do porostu kukuřice. Tyto pásy jsou vedeny konturově s odstupem 20 – 40 metrů od sebe. Vhodné je použít ozimé odrůdy obilnin. Jedná se o jednoduché a levné opatření.



*Pásové střídání plodin ve Wisconsinu z 30. let 20. století.*

Pásové střídání plodin má dlouholetou tradici v USA, a to z důvodu, že je z protierozního hlediska podstatně účinnější než vrstevnicové obdělávání pozemků.

Jedná se o organizační protierozní opatření, při kterém se střídají pásy plodin chránících půdu (např. víceleté pícniny, ozimé obiloviny) s pásy plodin, které mají nízký protierozní účinek (např. okopaniny, vč. kukuřice). Pásové střídání plodin může být doplněno průlehy, hrázkami, nebo pásy travních porostů.



## Opatření v lesích

PRO ZMÍRNĚNÍ DŮSLEDKŮ povodní a sucha je velmi důležitá úloha lesů. Obecně se ví, že lesy zadržují vodu a stabilizují odtokové poměry, řada lidí si však myslí, že plocha lesů je u nás dostatečná a proto není v tomto smyslu příliš co zlepšovat.

Lesnatost na našem území je dostatečná v měřítku celých povodí, je však prostorově nerovnoměrně rozložená. V nížinách a nivách velkých řek chybí původní významné plochy lužních lesů, vystřídala je intenzivně obdělávaná kulturní krajina.

Schopnost lesů a lesních povodí zadržovat vodu je u nás ve značné míře narušena. Významného efektu je možno dosáhnout kombinací provozně jednoduchých, levných opatření. Zadržením vody a stabilizací průtoků ve vyšších, lesnatějších částech povodí zmírníme dopady období s nadbytkem či nedostatkem vody v nižších polohách, kde bychom jinak museli použít opatření dražší a náročnější. Nejnázorněji se následky současného stavu lesních povodí projevují při tzv. bleskových povodních, způsobených prudkými dešti v horách a podhůří, které způsobují významné škody v lidských sídlech.

Existují tři hlavní oblasti, kde lze retenční schopnost lesů a lesních povodí významně zvýšit. Za prvé, je to otázka ekologického stavu pramenišť, drobných vodních toků, břehových porostů a niv. Ve vyšších polohách, které jsou z velké části lesnaté, jsou sice vodní toky a jejich nivy malé, ale jejich síť má vysokou hustotu. Odhaduje se, že více než 80 % celkové délky vodních toků v ČR připadá na úseky vzdálené od pramene do 5 km. Hospodaření v lesích i technické zásahy do vodních toků negativně ovlivňují stav těchto drobných vodních toků – dochází k jejich zahlubování, napřimování, a tím ke zrychlení běžných i povodňových průtoků

a snížení schopnosti lesních povodí zadržovat vodu. K nápravě mohou vést např. vhodně obnovené lesní mokřady, revitalizace koryt vodních toků či zlepšení stavu a druhového složení pobřežních porostů. Významným prvkem je umísťování mrtvého dřeva v korytech vodních toků. Při správném postupu – výběr kmenů vhodné velikosti, ukotvení kmenů nehrozí, že by při povodních byly tyto prvky odplaveny a působily škody níže po toku. Působí naopak velmi pozitivně – pomáhají zadržovat vodu, zabraňují hloubkové erozi, napomáhají vzniku cenných přírodních stanovišť, jako jsou šterkopískové náplavy a ostrovy, pozvolné stupně a terasy a tůň v nich.



*Kumulace dřeva ve vodním toku přispívá k přirozeným korytotvorným procesům (Foto: Zdeněk Poštulka)*



Běžným protipovodňovým opatřením v lesích je hrazení bystrin a strží. V současném provedení (zděné přehrážky, drátokamenné přehrážky v místech, kde vytéká voda z lesa) jsou příliš nákladné a mají i negativní dopady na chod sedimentů a migrační prostupnost.

Přehrážky z volně loženého a kotveného dřeva jsou v těchto ohledech mnohem výhodnější. Měly být vkládány do vodních toků poblíž míst výběrné těžby, aby se minimalizovalo narušení půdy v okolí vodních toků a mokřadů. Zásadou tohoto opatření je tvorba více malých přehrážek z kácené hmoty v místě těžby, místo jednoho velkého technického opatření (např. zděná přehrážka) na větším toku. Toto opatření kromě retenčního a protipovodňového účinku také zachycuje jemnozrnné sedimenty, cenný listový opad a živiny, které by byly jinak odplaveny.

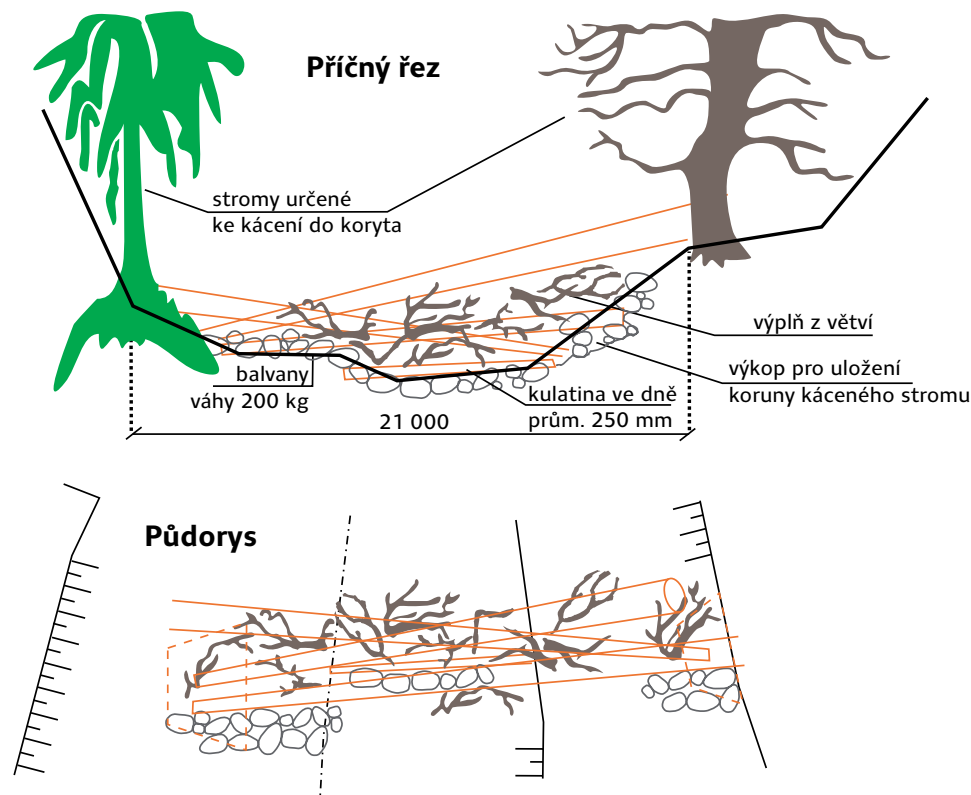
Další výhodou je nižší finanční, provozní i energetická náročnost, jelikož při údržbě není potřeba odvážet erodovaný materiál, přirozeným rozkladem dřevní hmoty poskytnou dosluhující přehrážky službu lesu delší dobu. Pro spolehlivé zabezpečení ochrany lesních vodních toků je kolem nich třeba vymezit jednotky prostorového rozdělení a přizpůsobit management těchto lesních porostů tak, aby byly schopny plnit vodoochrannou funkci stabilně.

Kromě výše popsaného opatření mohou být alternativou i srubové přehrážky ze dřeva.

Význam má i dřevinná a věková skladba lesů. Přirozené, smíšené a různověké lesní porosty stabilizují odtokové poměry v dlouhodobém měřítku lépe než stejnověké monokultury. Citlivé lesní hospodaření by mělo podporovat dřevinné druhy, které jsou pro daná stanoviště přirozená, s důrazem na hluboce a intenzivně



*Dřevěná přehrážka z vytěženého materiálu, přírodě blízká alternativa zděných přehrážek v lesních povodích; dole schéma – příčný řez a půdorys.*





*Poškození půdního krytu  
dopravní technologií  
(Foto: Zdeněk Poštulka)*



*Olšový luh, součástí koryta vodního  
toku je porost s přirozenou dřevinnou  
skladbou (Foto: Zdeněk Poštulka)*



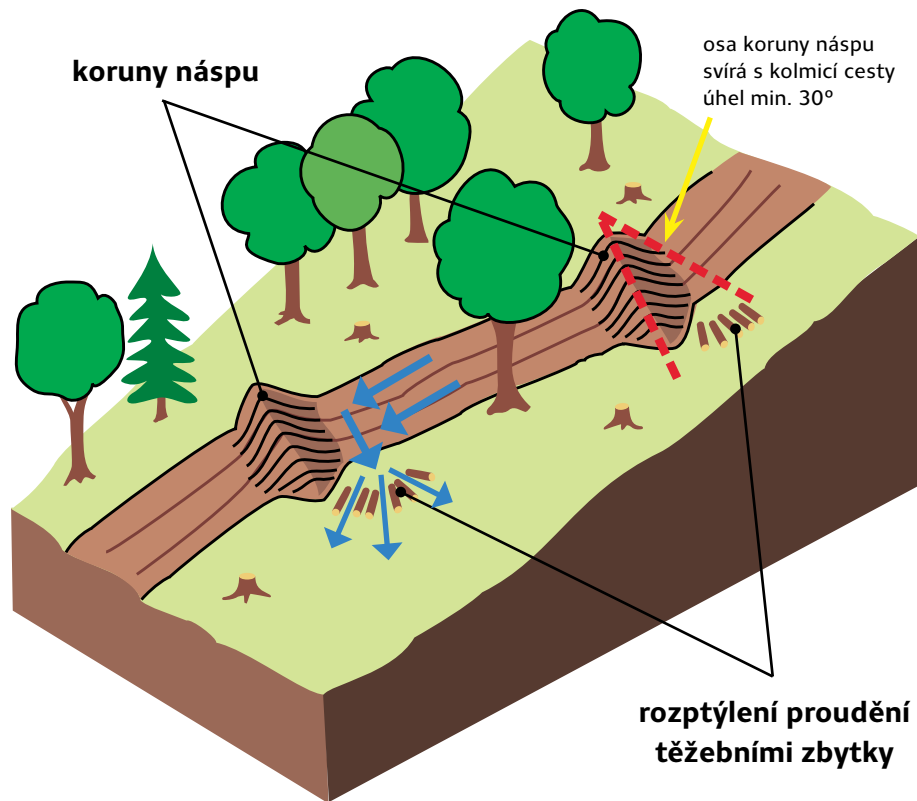
*Měkký luh nížinných řek v období pravidelných  
jarních záplav (Foto: Marián Horváth)*

kořenící druhy, které zvyšují schopnost vody prosakovat do podzemních vod (infiltraci) i zadržovat vodu (retenci), a zvyšování zastoupení melioračních a zpevňujících dřevin, které se mimo jiné podílí na stabilizaci vodního režimu lesních půd, pomáhají zpevňovat druhovou kostru a zvyšují tak odolnost celého lesního porostu proti povětrnostním vlivům (větrům, námraze). Některé z druhů lesa jsou chráněny i jako vzácné a významné biotopy, chráněné evropskou legislativou v rámci tzv. soustavy Natura 2000. Některé z nich také významně přispívají ke zvýšení retenční a infiltrační kapacity lesních stanovišť. Obnovou těchto typů lesa (zejména tzv. tvrdého a měkkého lužního lesa) nejen zlepšujeme vodní režim v krajině, ale zvyšujeme i druhovou pestrost (biodiverzitu).

Na odtoku vody z lesních povodí se významně podílí i provedení a hustota sítě lesních dopravních cest a škody na půdním krytu způsobené těžkou technikou při přibližování dřeva. Kombinací technických, biotechnických a přírodě blízkých opatření se dá negativní působení na odtok výrazně snížit, škodám na půdě lze předejít přibližováním lanovkovou technologií a pomocí koní.

U dočasných nezpevněných přibližovacích tras s velkým sklonem je vhodné vytvářet svodnice tvořené náspy a v místě jejich vyústění do lesního porostu podpořit zasakování vody rozptýlením proudění.





*Svodnice tvořené náspy opatřené zasakovacími prvky, v místě výústění je kvůli rozptýlení povrchového odtoku vystlána těžebními zbytky.*

U zpevněných odvozních cest je možné instalovat svodnice nebo trubní propustky zapuštěné do tělesa lesní cesty, které převedou vodu v příčném směru mimo těleso cesty. I zde je u výpustě instalován prvek rozptylující proudění, kombinovaný s lapačem sedimentů.



*Svodnice dřevěné konstrukce zpevněná kovovými prvky zapuštěná do tělesa lesní cesty*



*Lapač sedimentů u výpustě propustky – ilustrační foto*

## Zastavěná území

PRO ZASTAVĚNÁ ÚZEMÍ existuje široká škála adaptačních opatření na změnu klimatu. Patří sem například i opatření zmírňující dopady velkých a dlouhotrvajících veder. My se však nadále budeme věnovat problematice hospodaření s vodou, zejména zadržování a využívání srážkové vody. Zadržování vody je ve městech a obcích je investičně náročnější než ve volné krajině, ale tyto investice se mohou rychle vrátit úsporami ze stočného.

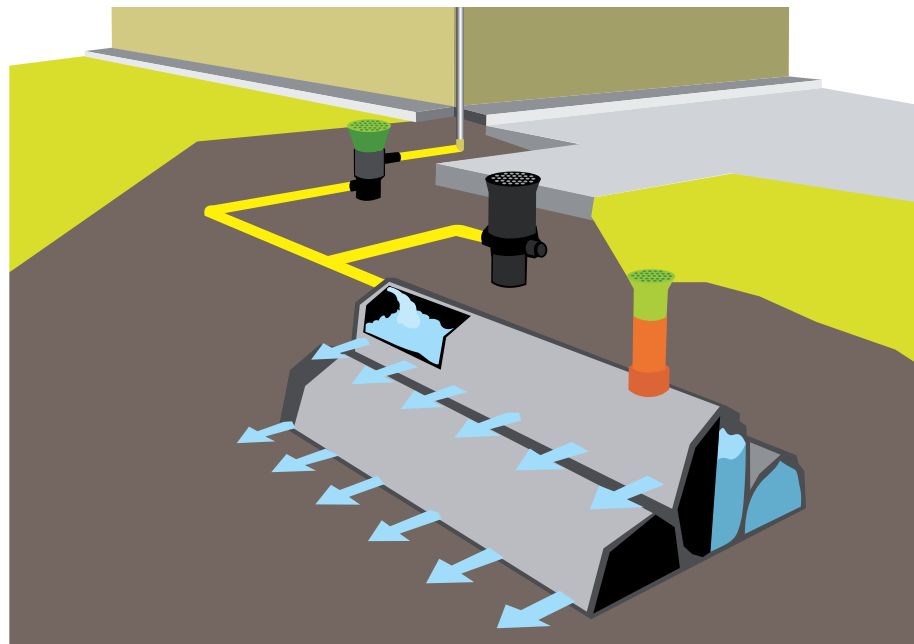
V době, kdy v České republice každý den ubyde 24 ha půdy, která je následně využita k výstavbě rodinných domů, skladů či silnic je stále aktuálnější potřeba správného nakládání s dešťovými vodami. Jedním z problémů v zastavěných oblastech je výrazné snížení zasakování dešťových vod do vod podzemních. Rychlý odtok dešťových vod ze zpevněných ploch také způsobuje velmi rychlý vzestup hladiny vodotečí a nebezpečí povodní.

### Podzemní zasakovací nádrž

Podzemní zasakovací nádrže vycházejí z faktu, že dešťovou vodu je nutné zadržovat na pozemku.

Takto zadrženou dešťovou vodu lze využívat na hygienicky méně náročné činnosti, např. splachování toalety, zvlaha pozemku. Tento typ nádrží je nutné vždy konstruovat jako zasakovací, tak aby se nevyužitá dešťová voda se přirozeně vracela do podloží. Z konstrukčního hlediska lze využít buď přepad nebo drenážní systém.

Podzemní zasakovací objekty musí být vždy opatřeny filtry mechanických nečistot. Dešťové svody nejsou napojeny na kanalizaci, ale přímo na trubní systém ústící do nádrže.



Zasakovací nádrž

### Vsakovací průlehy, rýhy a nádrže

Dalším z možných technických řešení, jak hospodařit s dešťovou vodou je plošné povrchové zasakování. Mezi objekty plošného zasakování patří zejména zasakování ve vsakovacím průlehu či vsakovací rýze.

Zasakovací průlehy jsou finančně nejméně nákladné a stavebně nejsnáze proveditelné řešení.

Přítok dešťové vody je řešen jako plošný z přilehlé zpevněné plochy. Jednou z možností, je předsadit objekt před další objekt pro hospodaření s dešťovou vodou, a to jako vhodné řešení pro snížení objemu přitékajících srážkových vod a pro jejich předčištění.





*Vsakovací rýha*



*Vsakovací nádrž*

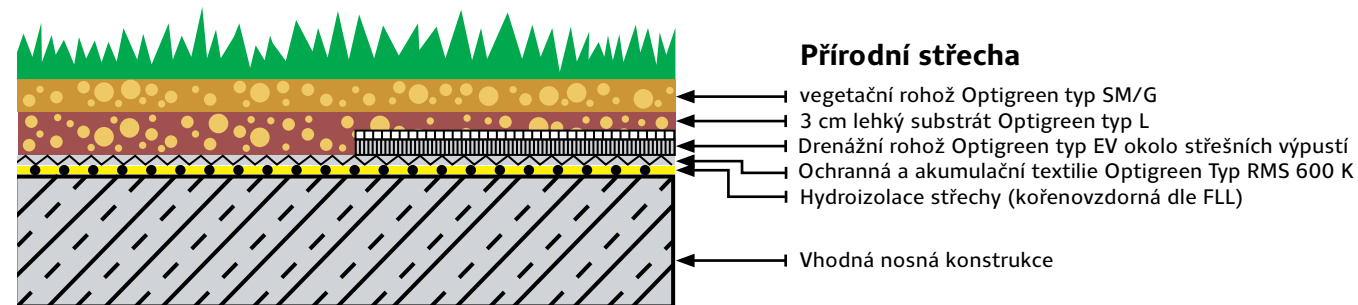
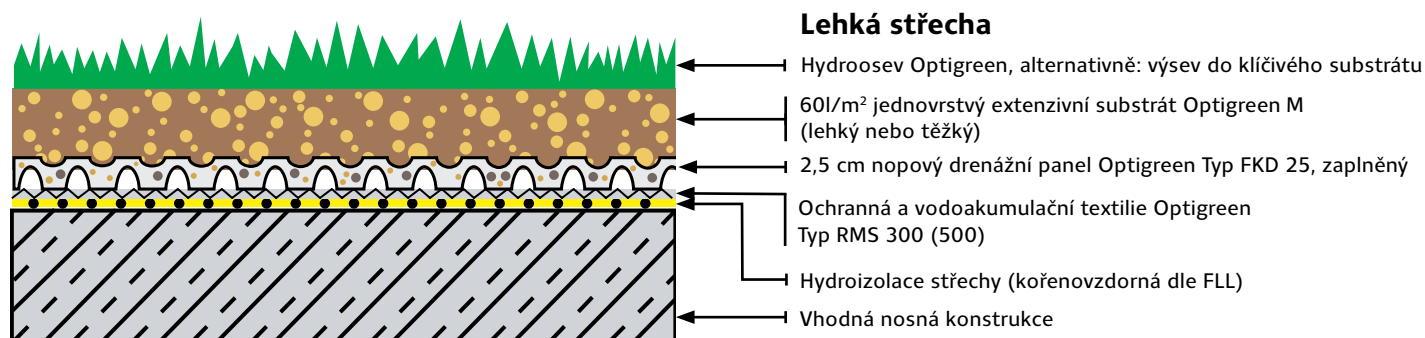
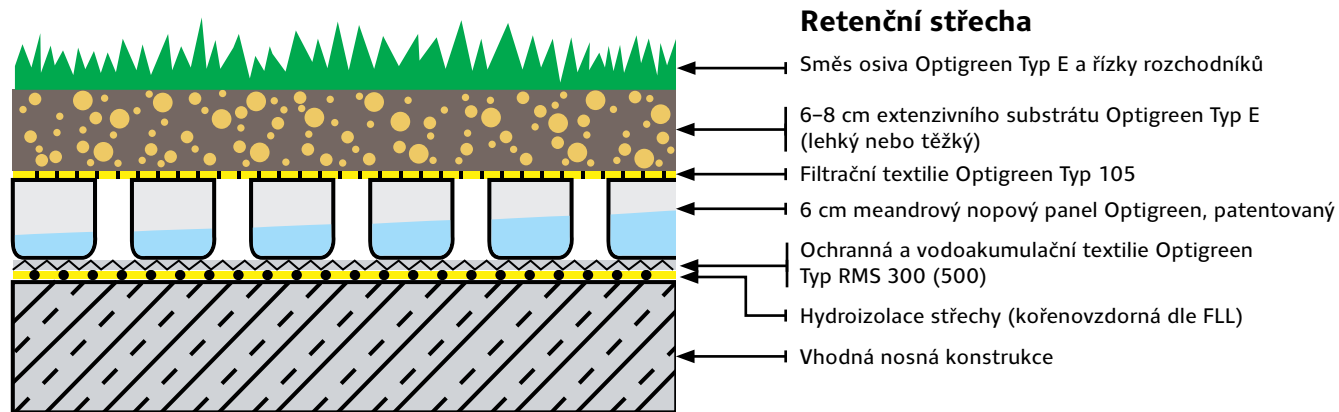
Pro návrh zasakovacích průlehů je předem nutné zjistit geologické podmínky podloží hydrogeologickým průzkumem.

Vsakovací nádrže se navrhují se jako okrasné nádrže v obytné zástavbě a parcích, kde plní další funkce jako estetickou, zlepšují mikroklima a mohou být využívány i k jiným účelům.

Část retenčních nádrží se zásobním prostorem lze provozovat jako biotop s biologickým čištěním vody.

### *Střešní zahrady – zelené střechy*

ZELENE STŘECHY VRACÍ ZELEŇ DO MĚST a kompenzují zábor půdy velkoplošnou výstavbou. Ve větších městech je vyšší koncentrace prachu a skleníkových plynů, je zde problém s hospodařením s dešťovými vodami, jsou zde vyšší teploty vzduchu. Zeleň na střechách pomáhá redukovat znečištění vzduchu městského prostředí.



Existuje jich celá řada typů a provedení. Moderní zelené střechy jsou lehčí a tedy použitelné na více objektů, aniž by narušily jejich statiku. Příklady různých řešení uvádíme níže.

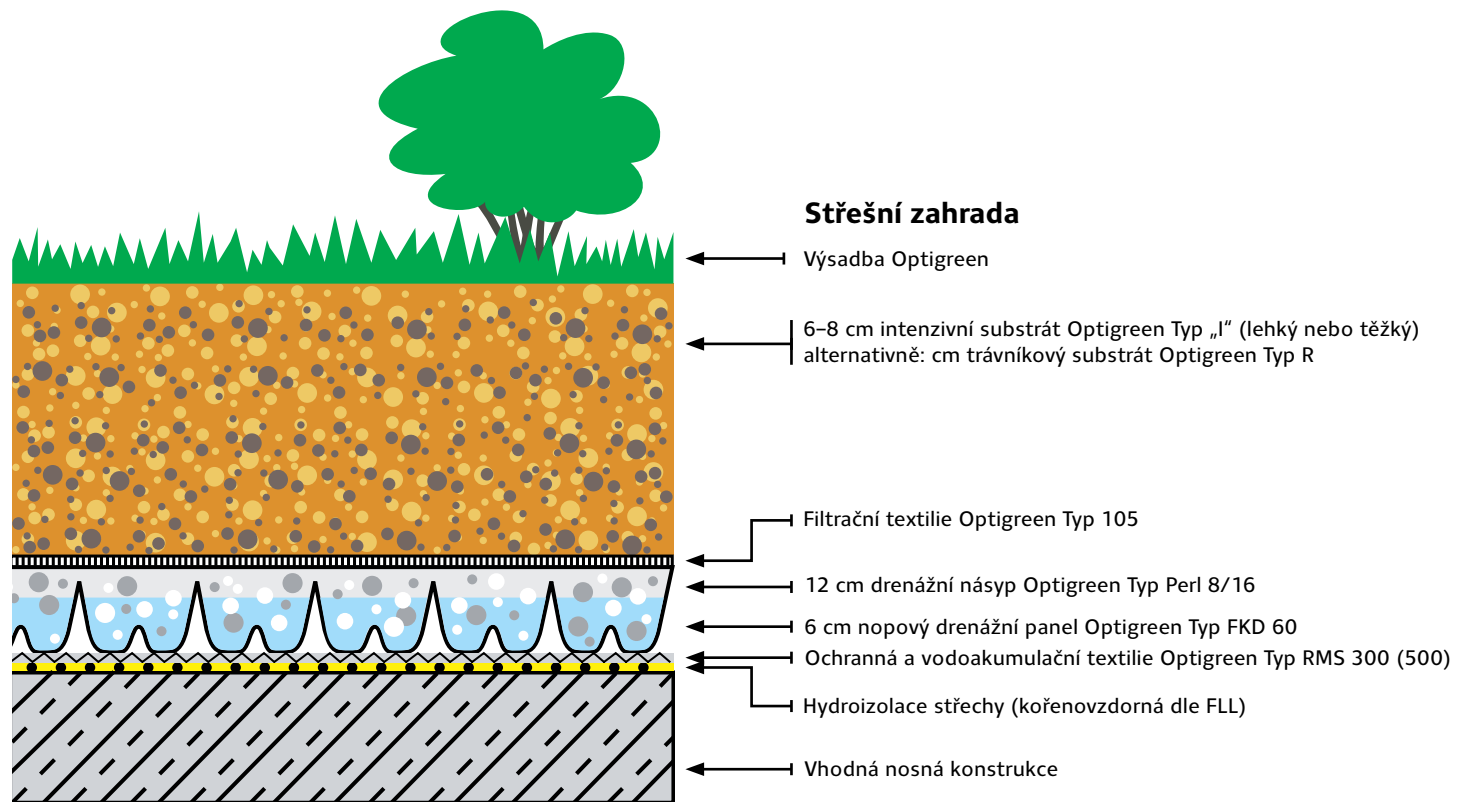
*Retenční střecha – meandrový systém (zdroj: [www.optigreen.cz](http://www.optigreen.cz))*

#### *Lehká střecha*

Toto řešení je odolné proti erozi větrem, lze jej však použít pouze u mechanicky fixované nebo lepené hydroizolace. Řešení lze použít i pro bezspádové střechy bez větších nerovností. V suchých regionech musí být využito automatického zavlažování. Nevýhodou tohoto typu střechy jsou vyšší nároky na údržbu a vyšší pořizovací cena.

#### *Přírodní střecha*

Přírodní střechy jsou vhodným prostředím pro život rozmanitých druhů flóry a fauny. Jde o dlouhodobě kvetoucí střechu s barevným estetickým efektem.



### *Střešní zahrada*

Intenzivní zelená střecha, která je architektonicky ztvárněna jako krajina k dalšímu prostoru pro život. Je nutné využít automatického zavlažování.



## Vodní toky a říční nivy

DŮSLEDKEM DLOUHODOBÝCH LIDSKÝCH ZÁSAHŮ zejména během posledních 150 let říční krajina ztratila mnoho původních funkcí – tlumit povodně, zadržovat vodu pro období sucha, čistit vodu, být domovem pro rostliny a živočichy a inspirujícím místem pro člověka. Řadu těchto funkcí bychom přitom právě v období klimatických změn naléhavě potřebovali obnovit.

Jaké konkrétní změny vodních toků a niv lidské zásahy přinesly a jak je potřebujeme napravit? Základními rysy upravených vodních toků je jejich napřímení a prohloubení, čímž jsou potlačeny přirozené rozlivy vody do nivy. V důsledku provedených úprav se pak vodní toky často následně dále zahlubují, což přispívá k odvodnění a rychlejšímu odtoku vody z krajiny. Z větší části zanikly lužní lesy, zmizely mokřady, tůně a mělká pobřežní pásma.

Přírodě blízká adaptační opatření s cílem zmírnit dopady sucha a povodní spočívají v obnovení přírodě blízkého charakteru vodních toků a podpoře tlumivých rozlivů vody v nivě při povodních (pochopitelně mimo zastavěná území).

Jak se říká v jedné reklamě, občas to nejlepší, co je možné udělat, je nedělat nic. V některých případech si vodní toky pomohou sami – postupně naruší a zlikvidují technická opevnění, zanesou upravená koryta splaveninami. Tomuto procesu říkáme **samovolná renaturace**. V největší míře k ní dochází po povodních. Měli bychom si jí vážit, protože zde příroda zadarmo dělá něco, co by nás jinak stálo spoustu peněz.



*Proces renaturace napřímeného neopevněného koryta. Do koryta spadl strom, proud se zpomalil, vytvořil se nános písčiny sedimentů a upravené koryto se zaneslo. Nové koryto si razí cestu doprava. (Foto: D. Pithart).*

V mnoha případech však není samovolná renaturace možná nebo žádoucí (mohla by ohrozit majetek v okolí vodního toku, nebo je tok pozměněn natolik, že by renaturace vedla k dalšímu zhoršování jeho ekologického stavu, např. zahlubováním koryta). V takových případech je další možností **revitalizace**. Revitalizaci vodního toku můžeme provést revitalizační úpravou stávajícího koryta, vytvořením nového koryta nebo obnovením původního koryta. V ideálním případě doprovází revitalizační úpravu toku i změna využívání říční nivy spojená s obnovou mozaiky lužních lesů, luk a mokřadů.



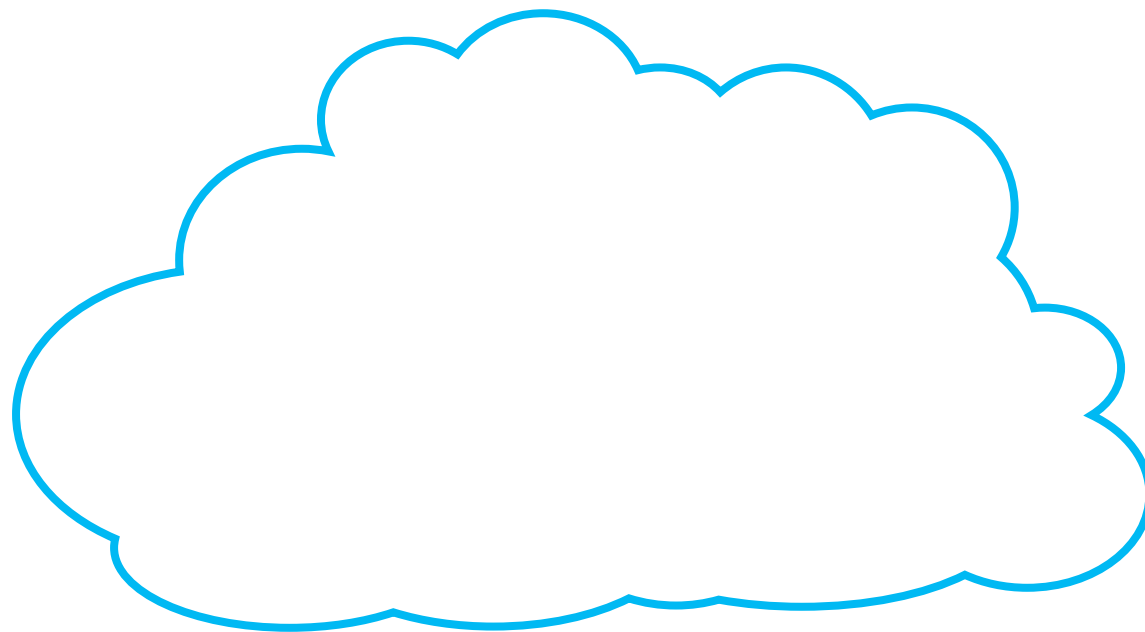
*Revitalizace vodního toku tvorbou nového koryta, soutok Vřesůvky a Malého potoka v obci Čehovice na Prostějovsku (Foto Z. Poštulka).*



*Revitalizace Telčského potoka výrazně zvýšila retenci vody v krajině, v případě dešťů nebo tání sněhu se voda může zadržet v celé ploše louky. (Foto J. Vitnerová)*

Protipovodňový účinek mohou mít zejména revitalizace, které podporují v případě povodní přirozené rozlivy vody do říční nivy. Výrazných účinků dosahujeme odstraněním nebo odsazením hrází, vymělením vodního toku či snížením terénu. V tomto případě je nezbytné, aby říční niva byla využívána způsobem,

který s rozlivem není v konfliktu. Pro zadržení a zmírnění povodňové vlny lze využít přirozené i umělé sníženiny v nivě, které se mohou stát zajímavými přírodními prvky i třeba přírodními koupališti nebo revíry pro sportovní rybolov.



## Klima se mění, co změníme my?

Vydavatel: Koalice pro řeky, z.s.

Editor: Vlastimil Karlík

Autoři textů:

Bořivoj Šarapatka, Ondřej Vaculín, Zdeněk Poštulka,  
Marián Horváth, Jakub Esterka, Vlastimil Karlík

Olomouc, 2016

ISBN: 978-80-906412-0-4





