

Klimatický strom

Jak stromy přispívají k lepšímu klimatu



Interreg
Rakousko-Česká republika
Evropský fond pro regionální rozvoj



**PŘÍRODNÍ
ZAHRADA**
zapsaný spolek

jihomoravský kraj

Obsah

Úvod	3
Klima – člověk – strom	4
Celosvětová změna klimatu	4
Změna klimatu ve (střední) Evropě	5
Dopady změny klimatu na člověka	6
Proč jsou stromy tak důležité? Funkce sídelní zeleně.....	7
Strom jako klimatizace	9
Regulace teploty a vlhka	9
Ochrana před větrem	13
Stromy jako zelené plíce	15
Produkce kyslíku	15
Vázání CO ₂	16
Filtrace prachových částic a škodlivých látek	18
Zachování životního prostředí díky stromům	20
Zachování půdy	20
Zadržování dešťové vody	21
Výběr správného stromu	24
Stanoviště	24
Substrát	24
Pěstování	25
Výběr druhů/typů stromů	25
Ochrana stromů a péče o ně	27
S čím musí dnes stromy bojovat?	27
Proč je nutné zachovat staré stromy?	28
Jak stromy zachovat po dlouhou dobu a ve zdravém stavu?	29
Když je odstranění stromu přesto nezbytné... ..	31
Použité odkazy a literatura a další zdroje	32



Úvod

Dlouhá desetiletí se vedou o stromy spory. Zatímco jedni v nich viděli důležité symboly kulturní a přírodní krajiny, byly pro jiné důvodem ke vzteku. Na toto téma se vedou nejrůznější diskuze začínající slovy „stromy dělají nepořádek“ přes „stojí v cestě moderní době (dopravě)“ až po „jsou nebezpečné“. Protistrana poukazovala na blahodárny účinek zeleně a užívala si chládku ve stínu stromů.

V posledních letech ovlivňuje pohled na stromy i faktor **změny klimatu**. Se zvyšujícím se oteplováním klimatu lze v rozpálených sídlech vnímat pozitivní chladící účinek stromů a zeleně. Rostoucí počet tropických dnů sužuje v létě snad všechny jejich obyvatele a lidé vyhledávají stín. A žádný stín nechrání lépe než stín stromů. Zatímco slunečnick sice zabrání pronikání přímého slunečního záření, stromy navíc díky výparu vody své okolí ochlazují a zvlhčují.

Především na exponovaných místech jako jsou silnice v hustě zastavěných oblastech, velké parkovací a zpevněné plochy, cyklostezky či turistické trasy, jsou stromy nejsnazší možností pro zlepšení pocitového tepelného komfortu.

Díky průběžné **produkci kyslíku, filtraci prachových částic a škodlivých látek** přispívají stromy ke zlepšení kvality vzduchu. Stromy díky své schopnosti zadržovat **dešťovou vodu** a narušovat podloží a **vytvářet organickou hmotu**, podporují vznik kvalitní půdy, která je schopna lépe hospodařit s vodou. Také s příčinami změny klimatu, jako je například skleníkový efekt, mohou stromy přímo bojovat díky schopnosti **vázat CO₂**.

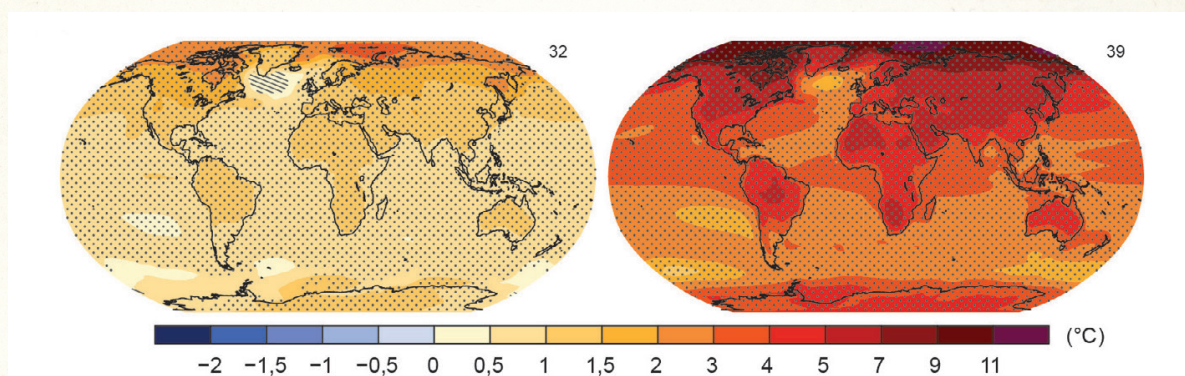
Cílem této brožury je poskytnout přehled služeb, které pro nás stromy zajišťují, podpořit **ohleduplný přístup** ke stromům a nabídnout rady a inspirace pro **výsadbu nových stromů**. Publikace má přispět k tomu, aby si lidé uvědomili **potenciál** stávajících stromů a zbavili se averze vůči stromům ve svém okolí, v parcích, na hřbitovech, v alejích...

Úkolem nás všech je, abychom výsadbou nových stromů zajistili budoucím generacím dobré životní prostředí v krajině i v sídlech.

Klima – člověk – strom

Celosvětová změna klimatu

Změna klimatu je jedním z hlavních témat naší doby. Takto „horké“ může být globální klima v dalším století:



Změna průměrné povrchové teploty země (1986 – 2005 vůči 2081 – 2100) podle IPCC

Počet modelů, které byly použity k výpočtu multimodelového diagramu, je uveden v pravém horním rohu mapy. Tečkované plochy značí regiony, ve kterých je promítnutá změna v porovnání s přirozenou vnitřní klimatickou variabilitou velká a pro které se min. 90 % modelů shoduje ve znaménku změny. Vyšrafované plochy značí regiony, kde je promítnutá změna menší než standardní odchylka přirozené vnitřní klimatické variability.

IPCC (Mezivládní panel pro změnu klimatu) předpovídá do konce 21. století nárůst průměrných globálních teplot o více než 1,5° C ve srovnání s úrovní v předprůmyslové etapě (hodnotící zpráva o změně klimatu z roku 2014). Tímto oteplováním jsou procesy koloběhu uhlíku na zemi ovlivněny do takové míry, že nárůst CO₂ v atmosféře bude i nadále pokračovat. Protože je CO₂ jedním z nejdůležitějších skleníkových plynů, bude oteplování klimatu pokračovat až do určitého stupně „samovolně“. Proto budou následky změny klimatu trvat několik století, i kdyby se okamžitě zastavily emise skleníkových plynů.

Jedním z hlavních cílů v boji proti změně klimatu je proto zabránit dalšímu růstu obsahu CO₂ ve vzduchu. Toho lze na jednu stranu docílit celosvětovým snížením emisí CO₂, na druhou stranu opakovaným ukládáním atmosferického oxidu uhličitého do vegetace, která navíc sama díky evapotranspiraci ochlazuje okolní krajinu. Protože

jsou rostliny schopné díky produkci biomasy vázat CO₂, může rozšíření ploch zeleně, **zejména výsadba stromů, výrazně přispět k ochraně klimatu** (bližší informace také v kapitole Vázání CO₂).

Co znamená změna klimatu pro světové klima? Zde několik faktů:

- Koncentrace skleníkových plynů (CO₂, metanu a oxidu dusného) v atmosféře jsou tak vysoké, jaké nebyly za posledních 800.000 let. Koncentrace CO₂ vzrostla od předprůmyslové doby (cca od roku 1750) o 40 %.
- Roční období bohatá na srážky jsou čím dál bohatší na srážky – roční období chudá na srážky jsou čím dál chudší.
- Mnohé suché oblasti jsou čím dál sušší – vlhké oblasti čím dál vlhčí.
- Ve Střední Evropě je posledních 50 let roční úhrn srážek stejný ovšem v posledních 15 letech je více přívalem dešťů spojených se silným větrem a vznikají delší periody sucha a horka.

Změna klimatu v Evropě

Jaký vliv má celosvětová změna klimatu na Evropu, především na střední Evropu? Co se již změnilo? Co nás čeká?

Změna klimatu nemá v různých částech Evropy stejně silný dopad a neprojevuje se stejným způsobem. Zatímco v jižní Evropě mohou kvůli vyšším teplotám častěji nastávat období sucha a neúrody, je naproti tomu možné v severní Evropě dokonce počítat s vyšší úrodou. Horské oblasti mohou být v důsledku nárůstu teploty dotčeny více. Důsledkem je úbytek ledovců v Alpách a zvýšené riziko vymírání druhů vázaných na chladnější místa, kvůli změně stanovištních podmínek.

Očekávané a částečně již existující změny ve střední a východní Evropě jsou následující:

Tání ledovců



Objem alpských ledovců se od roku 1900 zmenšil asi o polovinu, nejvíce tají od 80-tých let.

Nárůst ročního úhrnu srážek nejvíce na severní straně Alp. Na území ČR je od roku 1961 do roku 2018 roční úhrn srážek téměř stejný a činí průměrně okolo 670 mm. Deště jsou po roce 2000 častěji silné a krátké.

Nárůst letních dnů (> 25° C)

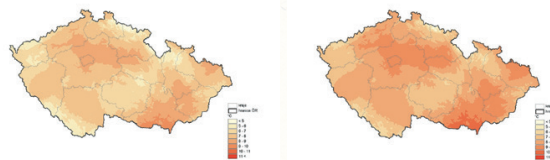
Zvýšené riziko lesních požárů nejen ve Středomoří, ale také ve střední a východní Evropě.

Prodloužení vegetačního období

V Rakousku, především v severním a východním Rakousku v roce 1960: 198 dnů, v roce 2010: 212 dnů vegetačního období. V Česku je situace obdobná. Může dojít ke změně přirozených rostlinných společenstev i celých ekosystémů.

Nárůst tropických dnů (> 30° C)

Modelový odhad vývoje pro 21. století



Průměrná roční teplota za období 1961–1990 ve srovnání se scénářem pro období 2010–2039.

Pokud bychom se řídili pesimistickým klimatickým scénářem IPCC, mohli bychom očekávat nárůst počtu tropických dnů v Dolním Rakousku do konce století o dalších 34 dnů (v roce 1960: 6 tropických dnů, v roce 2010: 9 tropických dnů). Scenář pro Česko je obdobný: v roce 1960: 8 tropických dnů, v roce 2010: 14 tropických dnů a v roce 2100 až 31 tropických dnů. Zjevný je také zvýšený výskyt letních a tropických dnů v přechodných ročních obdobích.

zdroje: Výňatek z klimatické mapy tropických dnů: Becsi B., Laimighofer J. (2018). BOKU Vídeň. <https://hdl.handle.net/20.500.11756/2b237d25>.

[březen 15, 2019]

Klimatická změna v ČR <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/ruzne/vyuka/METEO/10.pdf> [září 15, 2019]

Dopady změny klimatu na člověka

Následky změny klimatu, jako jsou vysoké teploty a extrémní výkyvy počasí, pocítují obyvatelé měst i venkova podobnou měrou. Nárůst tropických nocí, přívalemých dešťů nebo bouřek má na lidskou společnost mimo jiné tyto dopady:

- Na následky horka v Rakousku umírá více lidí než na dopravní nehody. V letech 2013, 2015 a 2017 zemřelo již více lidí na následky horka (586 – 1122) než při dopravních nehodách (414 – 479). V Česku zatím komplexní údaje chybí;
- zvyšující se nejrůznější rizika extrémních událostí (např. požáry, vichřice, záplavy);
- zvyšující se riziko přenosných nemocí (i nemocí přenášených zvířaty);
- snižování hladiny podzemních vod;
- zvyšující se spotřeba vody v létě;
- zvyšující se spotřeba energie na úpravu vody;
- zvyšující se spotřeba energie na chlazení zejména budov a veřejných prostor;
- zvyšující se koncentrace toxických látek (např. ozonu, jemného prachu).

Čím je město větší, tím výrazněji se projevuje takzvané „městske klima“. Vyznačuje se především vznikem „**městských tepelných ostrovů**“, které jsou způsobeny přehříváním městského prostředí v souvislosti se strukturou a charakterem zástavby. Bližší popis tohoto fenoménu je uveden v kapitole Regulace teploty a vlhka.



Následkem přívalemých dešťů dochází díky velkým zastavěným a zpevněným plochám i velkoplošným zemědělským pozemkům k záplavám a ke vzniku škod.

Díky trendu urbanizace bude v budoucnosti dopady klimatických změn postiženo stále více lidí a současně se tento efekt tepelných ostrovů bude nadále zvyšovat. Ale i na venkově lze pozorovat škody způsobené extrémním počasím a pokles kvality života v důsledku tepelného stresu (neúroda, nedostatek vody).

Klimatické změny nás staví před úkol reagovat na rychlé změny vnějších podmínek. Jak i nadále uspokojovat elementární životní potřeby člověka, jako jsou zdraví, bezpečnost a základní služby a zachovat udržitelný způsob života?

V souvislosti s rozvojem strategií zmírnění dopadů a přizpůsobení se změnám klimatu se často skloňuje slovo „resilience“.

Resilience: schopnost ekosystému vyrovnat se se změnou a pokračovat v rozvoji. Ekosystém je schopen reagovat na měnící se rámcové podmínky nebo poruchy tak, aby mohly být zachovány základní funkce. V souvislosti s klimatem to znamená: zlepšení schopnosti přizpůsobit se změnám klimatickým podmínkám.

Andreas Roloff z dráždanské university je jedním z významných vědců zabývajících se výzkumem stromů ve městech. Je toho názoru, že zvýšení podílu zelených ploch ve městech je jednou z nejsnazších, nejekonomičtějších a nejefektivnějších strategií resilience měst z hlediska klimatických změn.

Vedle tvorby zelených ploch na střeších a fasádách domů hraje při rozšiřování zelených ploch ve městech a na sídlištích důležitou roli především výsadba stromů, které se budeme podrobněji věnovat v dalších kapitolách.

Proč jsou stromy tak důležité? Funkce sídelní zeleně



Každý rád využije v létě stínu stromů, když si chce číst knihu nebo si popovídat.

Rostliny nás lidi jednoduše přitahují. Zelená barva listů má z hlediska psychologie barev vyrovnávací a uklidňující účinek. V parcích, v lázních a nemocnicích jsou osázeny stromy, protože je i známý jejich blahodárný vliv na psychiku a na uzdravování či pracovní výkonnost. Podle ankety provedené u obyvatel města Michigan (USA) přispívají stromy k atraktivitě ulic a obytných čtvrtí obrovskou měrou, naproti tomu jejich absence představuje největší negativní faktor.



Přehled možných ekosystémových služeb nabízí tento volně převzatý obrázek podle studie Ekonomiky ekosystémů a biodiverzity (TEEB 2012). Je z něj dále také možné zjistit některé složky lidského blahobytu, na které mohou mít tyto ekosystémové služby přímý vliv.

Kromě tohoto psychologického účinku na **tělesné a duševní zdraví**, který by se neměl podceňovat, mají městská zeleň a městské stromy další prokazatelné a měřitelné účinky na lidský **blahoby**t.

Koncepce „**ekosystémových služeb**“, kterou uvedlo do praxe Hodnocení ekosystémů k miléniu (Millennium Ecosystem Assessment - MEA), umožňuje vyhodnocovat ekologické následky změn klimatu a jejich dopady na lidskou společnost. Eviduje kvalitu ekosystémových služeb, které poskytuje příroda a využívá člověk. A jedny z největších jsou ekosystémové služby poskytované stromy a jejich porosty.

Stromy tedy jako součást sídel a krajiny velkou měrou přispívají ke zvyšování lidského blahobytu – především z hlediska tělesného a duševního zdraví v souvislosti s klimatickými změnami.

Stromy mají podobně jako „**technická klimatizace**“ vliv na klima a jako „zelená infrastruktura“ přispívají ke zlepšení kvality ovzduší, vázání CO₂, jsou stavebními prvky **životního prostředí**. Mají příznivý vliv na tepelný režim krajiny, tvorbu biotopů a ochranu půdy a zachycování dešťové vody.

Zelená infrastruktura (ZI)...

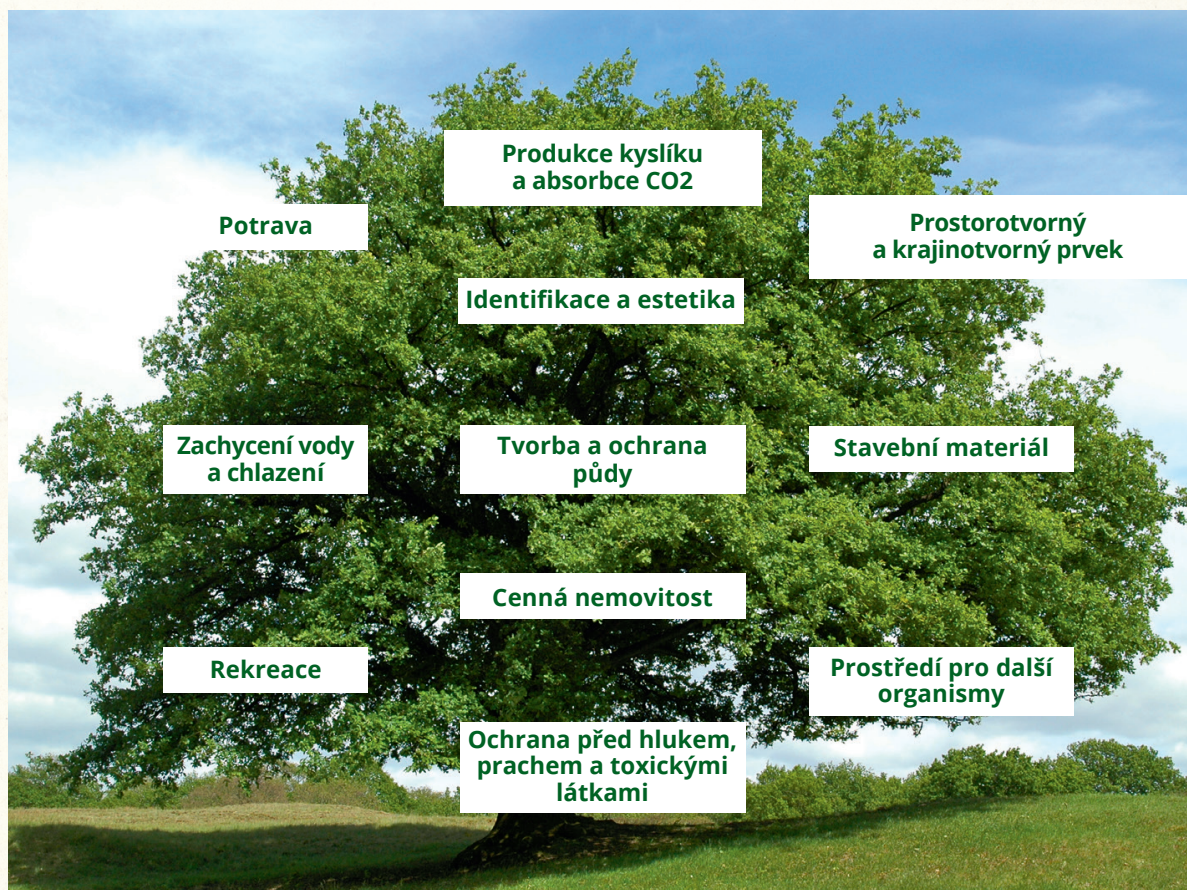
... je strategicky plánovaná síť přírodních a polo-přírodních míst s rozdílnými environmentálními rysy, jež byla navržena a je zřízena s cílem poskytovat širokou škálu ekosystémových služeb. Zahrnuje zelené plochy (nebo modré plochy, jde-li o vodní ekosystémy) a jiné fyzické prvky v pevninských (včetně pobřežních) a mořských oblastech

... může se nacházet jak v městském prostředí, tak ve venkovských oblastech

... je nástrojem poskytování širokého spektra ekologických přínosů

... pomáhá vyhnout se budování nákladné infrastruktury, neboť příroda je schopna nabídnout nejen levnější, ale i trvanlivější řešení

Definice „Zelené infrastruktury“ Evropskou komisí z roku 2013



Vybrané ekosystémové služby, které zajišťuje strom

Strom jako klimatizace



Člověk a zvíře nejsou zdaleka tolik odlišní.

Klimatizacím se daří zajistit příjemnou teplotu vzduchu v místnosti a to samé platí pro stromy v přírodě, na které lze pohlížet jako na „venkovní klimatizace“. Díky regulaci teploty, vlhka a rychlosti větru se v jejich okolí cítíme příjemně. A to nejen venku, stromy totiž tím, že stíní budovy, přispívají také k poklesu vnitřní teploty.

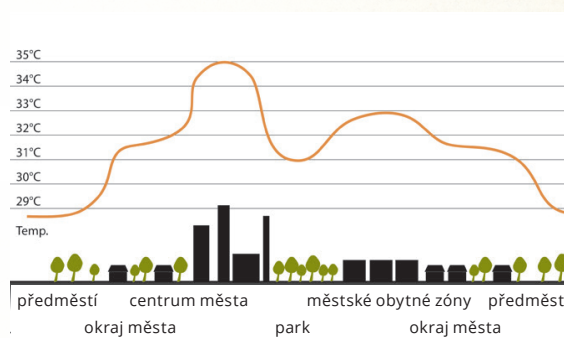
Regulace teploty a vlhka

Kdo by neznal nesnesitelný „třpyt“ asfaltového parkoviště na spalujícím slunci nebo palčivé vedro během horké letní noci?

Na o několik stupňů vyšší průměrné teploty, jak je předpovídají klimatické zprávy panelu IPCC pro střední Evropu, si mohou lidé i zvířata poměrně snadno zvyknout. Pro zdraví jsou však směrodatné faktory jako četnost a intenzita teplotních extrémů, které jsou čím dál častější v přehřátých městech.

Podle vědců z nizozemské univerzity ve Wageningenu odpovídá chladicí účinek vzrostlého stromu 20 až 30 kilowatům. To je přibližně takový výkon, jaký má deset technických klimatizací.

Zátěž pro člověka nastává především v situacích, kdy dochází k výskytu několika tropických dnů po sobě, když vlna veder začne v určitém roce příliš brzo (lidský organismus se ještě neadaptoval) nebo když vysoké noční teploty ztěžují fázi noční regenerace lidského organismu. Teprve ochlazení během noci, kdy teploty klesnou pod 18° C, zajistí z fyziologického hlediska regenerační spánek.



Vývoj teplot v městském tepelném ostrově od okraje města do centra

Znaky městského tepelného ostrova jsou:

- vyšší teploty v porovnání s předměstím
- vyšší maximální teploty
- v noci téměř nedochází k ochlazení
- nižší vlhkost vzduchu
- nižší rychlost větru

Příčin vzniku tepelného ostrova je více, jedná se často o vzájemně se ovlivňující faktory:

- vysoká schopnost akumulace tepla použitými materiály (asfalt a budovy akumulují sluneční záření a vydávají ho jako tepelné záření)
- nižší rychlost větru (o 10 až 30 %), kvůli husté síti zástavby zabraňuje odvádění tepleho vzduchu pryč.

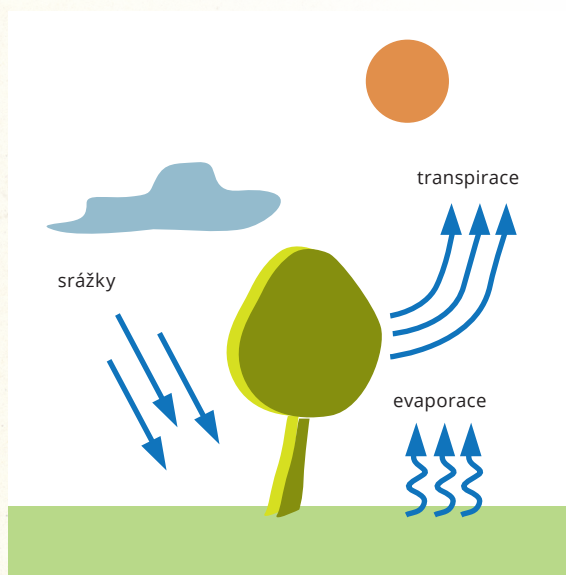
- omezení nočního ochlazení kvůli plynným látkám a prachovým částicím obsaženým ve vzduchu a setrvačnému vyzařování stavebních konstrukcí
- dodání další energie - tepla např. z klimatizací a průmyslu

Podle ankety provedené u obyvatel Vídně (2013) považuje cca 87 % dotázaných stromy za vhodné opatření pro snížení tepelné zátěže ve městě.

Proč jsou v horkých dnech pro nás stromy tak přitažlivé? Snížení teploty a vyšší vlhkost vzduchu jsou pozitivními klimatickými efekty stromů, které pocitově vnímáme asi nejvíce.

Stromy mají opravdu schopnost snižovat ve svém okolí teplotu vzduchu především díky dvěma faktorům: evapotranspiraci a stínění.

Evapotranspirace



Pod pojmem „evapotranspirace“ se rozumí spojení slov evaporace (výpar vody do vzduchu z povrchu rostlin či půdy) a transpirace (řízený fyziologický výpar vody vegetací).



Travníky kolem stromů ve stínu znásobují chladicí efekt.

Pozitivní vliv na klima se neprojevuje pouze v korunách stromů. Vznikající vodní pára váže teplo a tím ochlazuje i širší okolí. Vodou dobře zásobená tráva nebo stromové porosty mají díky efektu evapotranspirace mnohem větší chladicí účinek než holé povrchy nebo vyprahlá půda, které vykazují podobný chod teplot jako asfaltové plochy. Teploty listů mohou přitom být o 11 – 30° C chladnější než okolní zastavěné plochy. Největší rozdíl lze naměřit v poledne během horkých, slunečných dnů.

Čím větší koruna stromu a povrch listů, tím silnější je chladicí účinek. Také konkrétní druh stromu a jeho schopnost a strategie hospodaření s vodou mají vliv na míru chladicího efektu. Při nedostatku vody se totiž zastaví proces transpirace a s tím spojený chladicí efekt. Bříza vypařuje ve velkém vedru přes 100 litrů vody za den, smrk pouze asi 10 litrů, ovšem pokud mají k dispozici dostatek vody v půdě.

Stínění

Ke stínění dochází díky odrazu a absorpci záření na povrchu listů, takže většina záření se nedostane k zemi a tím pádem ji neohřívá.

Vedle části viditelného záření mohou stromy odrazit až 40 % infračerveného tepelného záření. Rovněž UV záření, které je škodlivé pro pokožku, dokáží velké, husté koruny

Pro posouzení tepelného komfortu, resp. tepelné zátěže se často používá takzvaná fyziologicky ekvivalentní teplota (**PET**). Jde o pocitové vnímání tepla člověkem, kdy do celkového výsledku se promítají kromě naměřené teploty také faktory jako jsou vliv dopadajícího slunečního záření (slunce nebo stín, záření od budov), vlhkost vzduchu a rychlost větru.

snížit až o 90 %. Efektu odrazu slunečního záření (na dvoj až trojnásobek) napomáhá také tloušťka kutikuly (ochranná vrstva vosku na povrchu listů), lesklé povrchy nebo husté chloupky chloupky na listech. Chloupky stíní povrch listu a zpomalují proudění vzduchu na povrchu listu a tím snižují jeho zahřívání a nucený výdej vody.

Zatímco na površích nacházejících se ve stínu lze dokonce pozorovat snížení teploty o 12 – 20 °C, je pokles skutečné pocitové teploty v okolí stromů o něco menší. Souhrou nižší teploty vzduchu a vyšší vlhkosti vzduchu může být rozdíl z hlediska pocitové teploty i tak větší než 10° C.

Chladicí efekt stromů ovlivňuje mikroklima i v jejich širším okolí. Právě ve městech je možné díky vhodnému umístění parků a stromů „vyprodukovat“ chladný vzduch, který je distribuován ho do přilehlých obytných oblastí a snižuje tak efekt městských tepelných ostrovů.



Šťastný je ten, kdo v horký letní den sežene parkovací místo ve stínu...



Jak by se asi přecházelo po této lávce v letním vedru, kdyby zde nestály stromy?

Doporučení pro praxi

Výsadba „vysoké zeleně“, tedy keřů a stromů, má z hlediska zlepšení mikroklimatu zvláštní význam, protože je mnohem účinnější, než je tomu např. u travnatých ploch.

Skupiny stromů a stromové porosty mají díky větší kumulované kapacitě listů a zastíněné ploše mnohem větší účinek než jednotlivé stromy. A navíc – čím hustší koruna, tím větší efekt. S každou jednotkou LAI (Leaf Area Index) klesá povrchová teplota půdy/ povrchu v horkých letních dnech o cca 1° C.

LAI Leaf Area nebo index listové plochy) se používá jako měřítko pro hustotu listů.

Listová plocha vyskytující se nad určitou jednotkou povrchu půdy

$LAI = \text{plocha listu} : \text{plocha půdy}$

Pro smrk platí podle tabulky uvedené níže: na 1 m² půdy připadá 10,4 – 19,2 m² listové plochy.

Pro plochu orné půdy v zimě platí například hodnota 0,2 m² listové plochy na m² plochy půdy.

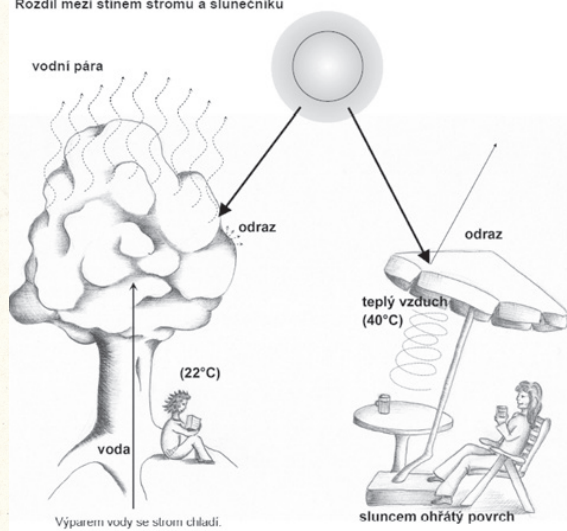
Druh stromu	Index listové plochy
smrk	10,4 – 19,2
dub	4,8 – 7,4
buk	12,3 – 15,8
tropický prales	6 – 16,6

Ke zlepšení situace však mohou přispět i jednotlivé stromy, pokud se vysadí na správné místo. Také stromořadí rostoucí na relativně malé ploše podél komunikace dokáže svým působením výrazně pozitivně ovlivnit mikroklima ulice.

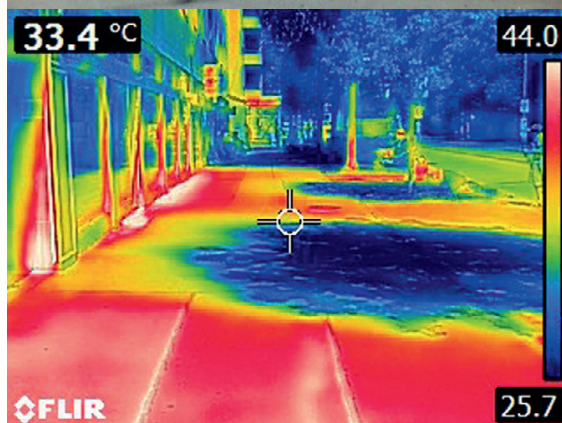
Právě jako zelená „klimatizace“ mají stromy největší přínos tam, kde pobývají lidé. Správné umístění stromů (např. s ohledem na světové strany nebo směr větru) u cest nebo odpočinkových míst rozhoduje např. ve velkém vedru o tom, jaká místa v sídlech a krajině jsou pro lidi atraktivní. Relativně hustou a rozložitou korunu mají například javory, lípy, duby nebo jilmy.

Stromy je možné dobře použít také pro chlazení budov, hlavně na sluncem exponované jižní straně. Je přitom nutné myslet na to, aby nedošlo k příliš velkému zastínění a zatemnění především obytných fasád.

Rozdíl mezi stínem stromu a slunečníku



Rozdíl výparu stromu a slunečníku (Enki, 2018)



Snímek z termokamery oddělení pro ochranu životního prostředí ve Vídni (MA 22) zachycuje, jak silně strom svým stínem a částečně i výparem vody zamezuje zahřívání povrchu ve svém okolí.



Na odpočinkových místech a kde to umožní prostor, se uplatní listnaté stromy s hustou a rozložitou korunou. Na podzim a v zimě může hřejivé slunce opět silněji proniknout až k zemi.



Druhy a formy stromů s úzkou korunou najdou uplatnění a zlepšují tepelný komfort v úzkých uličkách mezi vysokými domy, neomezují však výrazným způsobem využití prostoru ulice a dopad světla.

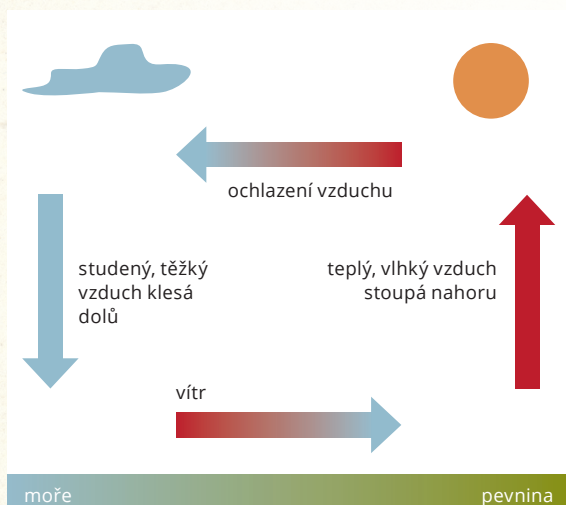


Stromy a keře zachycují silný vítr a vytvářejí příjemná zívětří.

Ochrana před větrem

Vítr je všudypřítomný jako vyrovnávající fenomén počasí. V horkém letním dnu může být lehký, chladivý vánek velmi příjemný. Za bouřky umí vítr často ukázat svůj ničivý účinek. Trvalý vítr na exponovaných místech není vnímán jen jako rušivý faktor, má na svědomí také erozi cenné úrodné půdy (viz kapitola Zachování půdy).

Jak vzniká vítr?



Vítr globálně vzniká především mezi mořem a pevninou. Lokální cirkulační systémy vznikají díky velkým tepelným rozdílům, například mezi horami a údolím nebo mezi předměstím a centrem města.

Tvar terénu a zastavěných ploch může mít vliv na zvýšení rychlosti větru, čímž ještě zesílí jeho negativní účinek:

- v holých krajinách (bez stromů a keřů) nevzniká například žádný odpor, vítr neztrácí na intenzitě či ještě více zesiluje.
- mezi kopci a v průsmycích stejně jako v úzkých uličkách mezi vysokými domy se projevuje fenomén tryskového efektu (zesílení přízemního větru v důsledku zúžení profilu proudění).
- vítr v sídlech zeslabuje na jedné straně díky členitému povrchu (nárazy větru zeslábnou až o 20 %), na druhou stranu může místy nastat tryskové proudění (viz výše).

Na zhoršení situace ve městech může vítr přispět vířením prachu v ulicích a otevřených prostranstvích.

Doporučení pro praxi

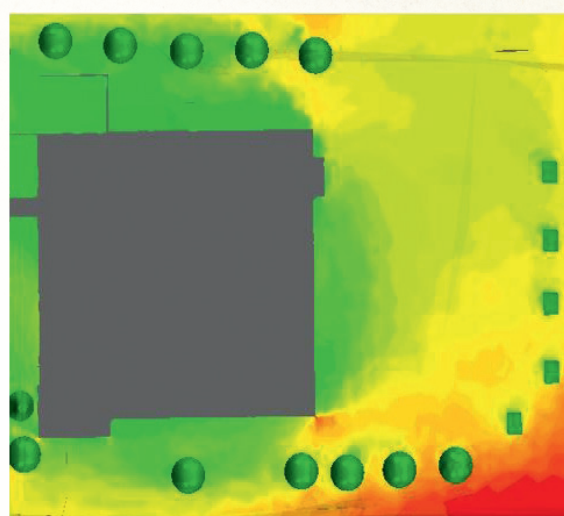
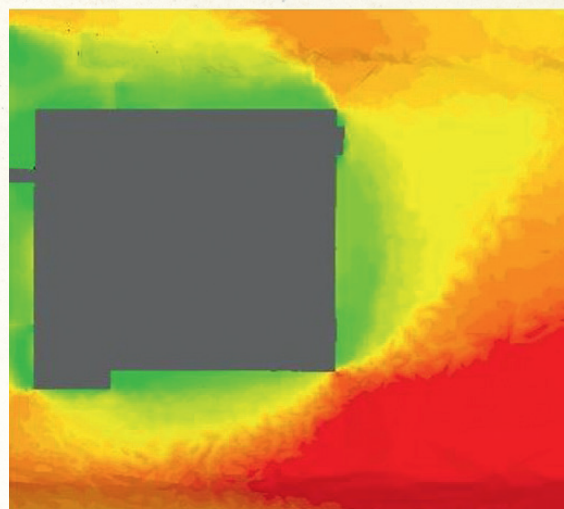
Ochrana před větrem není možná a smysluplná všude. Na vybraných místech je však výsadba stromů účinnou a opticky nanejvýš vhodnou variantou, jak dosáhnout snížení rychlosti větru. Je možné toto opatření současně skloubit s dalšími výhodami, jako je stínění a zdůraznění míst se zvláštní atmosférou:

- prostory vstupů a průchodů
- balkóny a terasy
- prostranství a místa setkávání jako jsou náměstí, zahrádky restaurací, ulice
- pěší stezky a cyklostezky
- otevřené plochy parkovišť, průmyslových areálů apod.

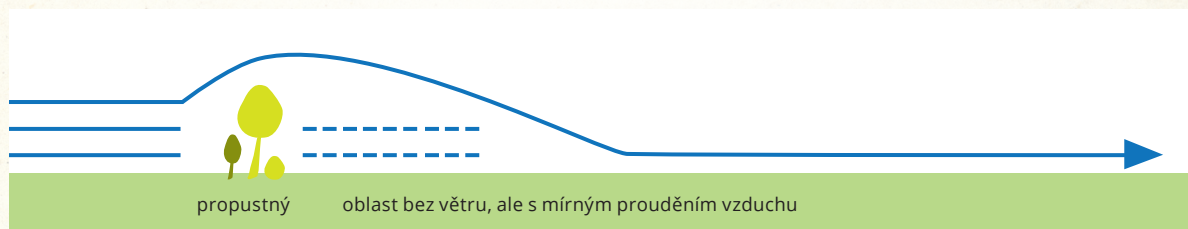
Pro účinnost větrolamů je nejdůležitější způsob výsadby. Výsadba zeleně s většími mezerami sice snižuje rychlost větru méně, ale chrání mnohem větší prostor za sebou než hustá zástavba nebo hustě vysázený větrolam. Šířka chráněné zóny za výsadbou proti větru dosahuje 10 až 25 násobku výšky porostu.

Na základě simulace pomocí speciálních programů lze již ve fázi plánování znázornit, jaký dopad bude mít odstranění stromů nebo výsadba nových stromů z hlediska ochrany před větrem.

Jindy naopak potřebujeme zachovat proudění vzduchu kvůli odvětrání městského prostoru se silným dopravním zatížením.



Na obrázku je vidět množství větrných událostí v hodinách za rok v okolí budovy (zohledněny jsou všechny směry proudění větru). Nahoře bez vysazených stromů, dole s vysazenými stromy a výrazným zlepšením ochrany před větrem (méně červených ploch - méně větrných událostí).



Účinek ochrany před větrem za zelení osázenou s většími mezerami (nahore) je větší než za hustě vysázenou zelení nebo např. za lesem (dole).

Stromy jako zelené plíce

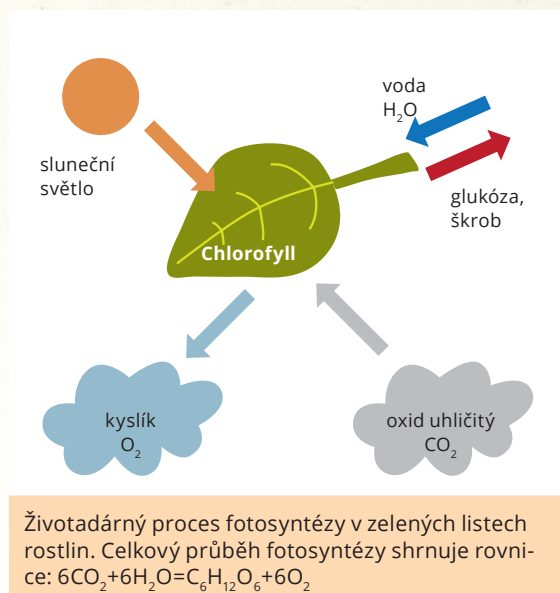


Lesy a parky se často označují jako „zelené plíce“. Pokud budeme hodnotit jejich vlastnosti z hlediska produkce kyslíku, vázání CO₂ a filtrace prachových částic, není toto označení nijak přehnané.

Produkce kyslíku

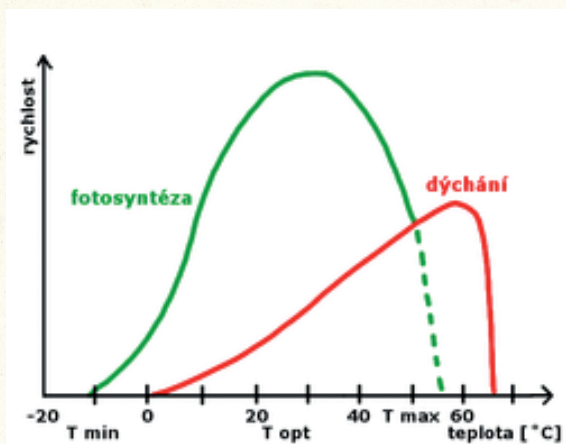
Obsahu kyslíku ve vzduchu, díky kterému je život na zemi pro nás lidi vůbec možný, je díky fotosyntéze rostlin, které ho uvolňují při fotosyntéze po miliony let.

Z oxidu uhličitého přijímaného průduchy v listech a z vody přijímané kořeny je rostlina díky schopnosti fotosyntézy a působením slunečního záření schopná produkovat cukr a kyslík. Pro rostlinu je nejdůležitějším produktem fotosyntézy glukóza, která slouží k zásobování energií vlastního organismu a částečně se transformuje a ukládá v samotné rostlině (např. ve formě škrobů nebo celulózy jako stavební materiál pro buněčnou tkáň). Vzniklé organické látky následně slouží jako potrava a zásobují energií ekosystémy na celé planetě. Kyslík jako „druhý produkt“ fotosyntézy je průduchy vydáván do atmosféry.



Velkou část tohoto uvolněného kyslíku spotřebují stromy při vlastním metabolismu (buněčné dýchání = získávání energie odbouráváním uložených organických látek), který probíhá i v noci a v zimním období. Podle nových poznatků nelze prokázat často citovaný názor, že 100 letý buk vyprodukuje 13 kg kyslíku za den a pokryje tak potřebu kyslíku 10 lidí, ale celková bilance je každopádně pozitivní.

Kolik kyslíku rostoucí stromy vyprodukují, závisí na více faktorech. Kromě světelných podmínek má podstatný vliv na intenzitu fotosyntézy i teplota. Do teploty 20-30° C plyne roste příjem a přeměna látek rostlinou pro výstavbu jejího těla (proces se nazývá asimilace) a tím také produkce kyslíku. S vyšší teplotou se však v důsledku zvýšeného metabolismu zvyšuje také rozklad uložených látek na uvolnění energie pro další metabolické procesy (buněčné dýchání). Tím se víc kyslíku spotřebuje, než vyrobí. Rozsah vlivu teplot znázorněný na následujícím grafu záleží velkou měrou na zdravotním stavu stromu a rovněž na tom, do jaké míry jsou daná stanoviště vhodná pro jednotlivé druhy stromů.



Graf intenzity fotosyntézy a respirace v závislosti na teplotě (ŠEBÁNEK, J., et al. SZN, 1983. S. 167).

Doporučení pro praxi

Pro založení funkčních vegetačních ploch stromů a keřů je nezbytné znát a zohledňovat stanovištní požadavky jednotlivých druhů a ekotypů.



Mohutná moruše na sídlišti ve Strážnici vytváří příjemné mikroklima již více jak 50 let.

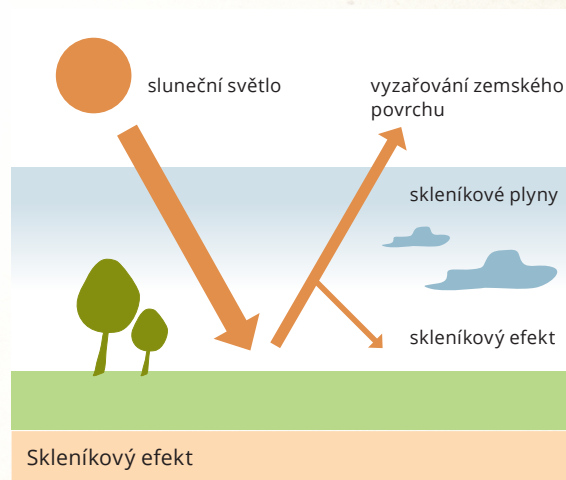
Vázání CO₂

Kdyby neexistoval přirozený skleníkový efekt, bylo by na zemi místo průměrných 15° C jen mrazivých mínus 18° C.

Skleníkové plyny přispěly v průběhu historie země velkou měrou k oteplování zemské atmosféry. Skleníkové plyny částečně brání úniku tepelného záření zpátky do vesmíru.

Nejdůležitějšími skleníkovými plyny jsou:

- vodní pára
- oxid uhličitý
- metan
- ozon
- oxidy dusíku
- fluorované skleníkové plyny (např. chlorfluorované uhlovodíky v chladničkách a mrazácích)

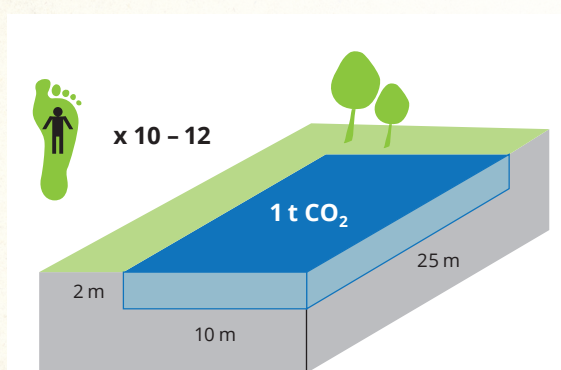


Uhlík cirkuluje v atmosféře v neustálém koloběhu. Je vázán mimo jiné rostlinami a půdou a uvolňuje se spalováním a při rozkladném procesu ve formě oxidu uhličitého. Může tak být opět k dispozici pro vegetaci, pro produkci organických látek pomocí fotosyntézy.

V posledních 10.000 letech před průmyslovou revolucí byl obsah oxidu uhličitého v atmosféře díky tomuto uzavřenému koloběhu relativně stálý a kolísal o méně než 10 %, od začátku 19. století vzrostla jeho koncentrace průměrně o cca 30 %. Zatímco za 800.000 let před průmyslovou revolucí

nepřekročila jeho hodnota 300 ppm (tj. 0,03% objemu vzduchu), je dnešní obsah CO₂ větší než 410 ppm.

Pravděpodobně hlavní příčinou bylo a je spalování fosilních paliv (především uhlí a ropy – zkamenělých zbytků uhynulých rostlin a živočichů) za účelem výroby energie. Při tom se uvolňuje velké množství uhlíku, který se ukládal v zemi po dlouhou dobu. V současné době vypouští lidstvo do atmosféry přes 25 mld. tun oxidu uhličitého ročně.





Uhlíková stopa: 1 t CO₂ odpovídá objemu 10 m širokého, 25 m dlouhého a 2 m hlubokého bazénu (500 m³). Průměrná uhlíková stopa v Rakousku a České republice je mezi 10 a 12 takovými bazény na osobu a rok.

Zvýšená koncentrace vzdušného CO₂ je hlavní příčinou zesílení skleníkového efektu zaviněného člověkem. Člověk je odpovědný za více než 60 % zesíleného skleníkového efektu na celém světě. A podle předpovědi bude tento růst pokračovat i v dalších desetiletích a stoletích (informace z klimatické zprávy panelu IPCC).

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, jsou rostliny při fotosyntéze schopné přeměňovat CO₂ na cukr a ukládat ho, resp. vytvářet z něj biomasu (např. dřevo). Při tomto procesu hrají stromy a zejména jejich rozlehlé porosty ve srovnání s jinými rostlinami, díky své dlouhé délce života a tím také dlouhé době vázání CO₂, obzvláště důležitou roli.

Kdo by chtěl zkusit odhadnout, jak velká je schopnost každého jednotlivého stromu vázat CO₂, musel by v první řadě zvít v potaz druh stromu. Délka života, způsob růstu a nárůst dřeva daného druhu stromu jsou důležité faktory ovlivňující ukládání uhlíku.

 <p>buk stáří: 100 let výška: 35 m</p>	<p>→ suchá hmotnost biomasy: 1,9 t uhlík (50% suché hmotnosti): 0,95 t absorpce CO₂: 3,5 t</p>
 <p>smrk stáří: 120 let výška: 35 m</p>	<p>→ suchá hmotnost biomasy 1,4 t uhlík (50% suché hmotnosti): 0,7 t absorpce CO₂: 2,6 t</p>

Příklad potenciálu vázání CO₂ u buku ve srovnání se smrkem: Rozdíl je daný především větší hustotou dřeva buku. 1 gram sušiny nárůst stromu se skládá z cca 50% z uhlíku. Spalováním uhlíku ve spojení s kyslíkem vzniká z 1 t uhlíku cca 3,67 t oxidu uhličitého.



Mohutné stromy vážou velké množství uhlíku a produkují dostatek kyslíku

Doporučení pro praxi

Optimálně připravené, vodou a živinami zásobené stanoviště pro výsadbu stromů je základním předpokladem pro jejich růst a tedy i vysoký potenciál fixace oxidu uhličitého. Vlivem špatných substrátů nebo zhutňování půdy dochází k omezení růstu stromů a tím také ke snížení jejich schopnosti stromu vázat CO₂.

Mohutné a dlouhověké stromy fixují velké množství uhlíku po dlouhou dobu. I proto bychom si měli starých stromů vážit a pečovat o ně. Při rozvoji měst i venkova bychom měli dbát na to, aby staré stromy pokud možno zůstaly zachovány.

Filtrace prachových částic a škodlivých látek

Látky škodlivé pro člověka, zvířata a rostliny se v zemské atmosféře vyskytují na různých místech v různých koncentracích. Nejdůležitějšími škodlivými látkami jsou:

• Sírné sloučeniny

vznikají při spalování fosilních paliv nebo biomasy, jedná se především o oxid siřičitý (SO₂). Část oxidu siřičitého se přeměňuje na sírany a kyselinu sírovou a přispěly v 80 tých a 90 tých letech ke vzniku takzvaných „kyselých dešťů“ a k poškození a úhynu rozsáhlých lesních porostů. Ve střední Evropě se koncentrace SO₂ díky technickým opatřením výrazně snížila.

• Oxidy dusíku (NO_x)

vznikají při dopravě, v tepelných elektrárnách a při spalovacích procesech

• Ozon (O₃)

Působením slunečního světla a vysokých teplot se tvoří **ozon (O₃)**, který působí toxicky již v malých množstvích a je navíc aktivní i jako skleníkový plyn;

• **Prachové částice** (PM... Particulate Matter) jsou aktuálně největší faktor znečištění ovzduší v sídlech.

Prachové částice jsou tvořeny organickými i anorganickými složkami pocházejícími ze spalovacích procesů, otěru z pneumatik, minerálních látek, stavebních materiálů, organických zbytků atd.

Složení prachových částic

Organické složky

pyl, bakterie, spory, popílek, saze (např. z dieselových motorů), rostlinná vlákna, těkavé organické látky

Anorganické složky

písek, jílové částice, mořská sůl, cement, azbest, kovy...

Částice (organické i anorganické), které jsou tak malé, že mohou být vdechnuty do plic lidí či zvířat a způsobit onemocnění dýchacích cest, rozdělujeme do dvou skupin:

- o průměru do 2,5 μm, které mohou proniknout do plicních sklípků;
- ultrajemné do průměru 0,1 μm, které se mohou přes plíce dostat až do krevního řečiště.

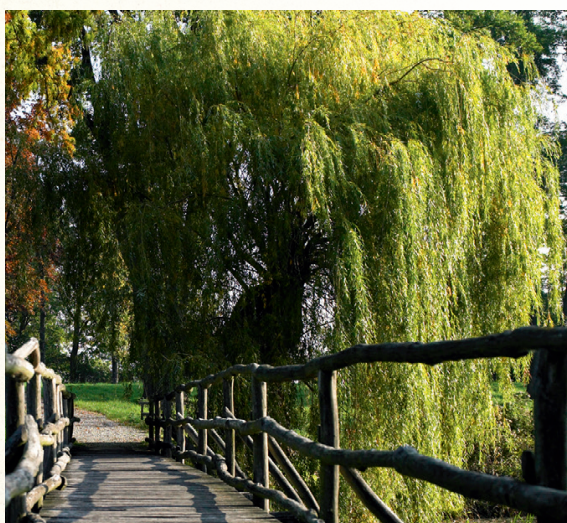
PM10: částice, které jsou menší než 10 mikrometrů (μm) a tím desetkrát menší než tloušťka vlasu, se označují jako jemný polétavý prach. Největším zdrojem PM jsou průmysl a stavebnictví, doprava, velkoplošné zemědělství a domácnosti.

Koncentrace v sídlech je vysoká především během dne, kdy je zvýšený provoz automobilů, které prach nejen spoluvytváří ale i víří.

Stromy mají díky své struktuře schopnost zachycovat škodlivé látky a prachové částice. Tuto schopnost výrazně ovlivňuje tvar a struktura povrchu listů, větví a kmene (drsnost, reliéf, chloupky, členitost listů apod.) a také to, jak dlouho má strom listy.

Jak se hodí různé typy listů pro zachycování škodlivých látek a prachových částic

Škodlivé látky	Znaky listu
ozon, oxidy dusíku	ploché, široké listy listnatých stromů
těkavé organické sloučeniny	vrstva vosku na listu, především u jehličnatých stromů a suchu odolných rostlin.
prachové částice	ostré tvary (např. jehličí jehličnatých stromů), drsné, lepkavé listy s chloupky



U břízy bělokoré nebo smuteční vrby zajišťuje filtrační účinek struktura větví podobná vlasům.



U stálezeleného keře ptačího zobu je filtrační účinek zvýšen díky nepoddajnosti a voskové vrstvě listů a také díky tomu, že si rostlina ponechává listy i v zimě.

Javor mléč



Doporučení pro praxi

Aby bylo možné optimálně využít různých vlastností různých druhů stromů, jeví se jako nejsmyslnější pěstování smíšených porostů listnatých a jehličnatých druhů. Větší plocha listu znamená také větší filtrační plochu. Vzrostlé stromy by proto měly být zachovávány a až v krajním případě nahrazeny novými výsadbami.

Prachové částice, které jsou deštěm smyty na zpevněné plochy, se po uschnutí znovu dostávají do vzduchu. Pro dlouhodobé zachycení prachových částic je tedy nejefektivnější, když prach spláchnutý deštěm může být vázán v půdě nebo zadržen v přízemní vegetaci, např. v trávě, mulčovacím materiálu či půdopokryvných keřích.

Při plánování výsadby stromů v ulicích s vysokou dopravní zátěží je potřeba dbát na přiměřenou hustotu korun, resp. korunový zápoj. Kvůli nedostatečnému provětrání ulice se zde někdy mohou hromadit škodlivé látky.

Zachování životního prostředí díky stromům

Zemský povrch s půdou je křehká vrstva naší planety, na které a ve které se odehrává život. Voda je prvek, díky kterému se mohly rozvinout současné formy života a různorodých ekosystémů. Zachování ekosystémů jako životního prostředí má obrovskou nevyčíslitelnou hodnotu.

Zachování půdy

Úrodnou půdu ohrožuje množství nejrůznějších faktorů:

- zástavba (domy, silnice apod.)
- zhutnění a vysušení
- znečištění a zasolení
- větrná a vodní eroze
- úbytek obsahu organických látek, regukce edafonu a degradace struktury

Stavební a dopravní plochy: 5,7 ha/den



Provozní plochy: 5,5 ha/ den



Rekreační plochy a plochy následných úprav: 1,7 ha/den



Množství zastavovaných ploch v Rakousku činí průměrně 13 ha (18 fotbalových hřišť) za den. Cíl strategie pro udržitelný rozvoj počítá se snížením na 2,5 ha (3,5 fotbalových hřišť) na den. Situace v Česku je obdobná - každodenně mizí 11 ha půdy pod trvalou zástavbou.

O to víc je důležitější zachovat přirozené funkce půdy na zbývajících nezastavěných plochách.

Jaké funkce má půda?

- **životní prostor pro rozličné životní formy** zj. edafon
- **produkce úrody** (v zahradnictví i zemědělství): půda je úložištěm živin, její absorpční schopnost je dána charakterem minerálního substrátu a obsahem primární orga-

nické hmoty a humusu.

- **akumulace a filtrace vody:** pro tuto funkci je velmi důležitá půdní struktura tvořená organominerálními agregáty, Tato funkce je důležitá i pro zachování zdrojů podzemní vody a vodní hospodářství
- **archivace dějů na zemském povrchu:** půda ve své struktuře a svým složením zachycuje dějinné poměry v době svého vzniku, podobně jako letokruhy stromů.

Stromy přispívají k ochraně půdy těmito způsoby:

Kořenovým systémem

V úrodných půdách, které jsou dobře zásobené vodou, odpovídá objem koruny přibližně objemu kořenového systému. Při deficitu živin a vláhy v půdě se vytvoří velice rozsáhlý kořenový systém. To je dobře viditelné například u poměru hmotnosti kmene a kořenů u jabloní na různých místech:

- v jílovitě půdě je poměr kmene ke kořenům 2:1
- v písčité půdě, která je chudší na živiny, je poměr kmene ke kořenům 1:1

Stabilní, široký kořenový systém zajišťuje ochranu před vodní erozí, především ve svažitém terénu nebo podél vodních toků.



Kořenový systém buku chrání svůj prostor před hloubkovou erozí

Podporou půdotvorných procesů

vrstva spadaneho listí či jehličí zajišťuje ochranu svrchní vrstvy půdy, vede ke zvýšení obsahu živin v půdě a zlepšení její struktury. Vzdušná drobtovitá struktura půdy s vyšším obsahem organické hmoty a humusu je základní podmínkou pro růst kořenů a metabolické procesy v nich probíhající. Půda je životním prostředím také pro mikroorganismy a houby žijící se stromy v symbióze. Pravidelným odstraňováním listů a hrabanky dochází k přerušování toku živin, omezení činnosti půdních organismů a průběhu půdotvorných procesů. Na nechráněné půdě může nárazový déšť způsobit zhutnění nebo odnos horní vrstvy půdy.

Ochranou proti větrné erozi

Stromová vegetace, jako větrolam, hraje v ochraně proti větrné erozi významnou roli. Ke snížení eroze dochází pomocí dvou mechanismů:

- ochranou povrchu půdy a zeslabení vzdušného proudění;
- zachycením větrem unášených částic půdy a tím zastavením řetězové reakce větrné eroze.

Se snížením rychlosti větru jsou kromě toho spojeny další pozitivní aspekty, jako je pokles vysušování a zachování vlhkosti půdy. Snížení vysoušení o 30 až 40 % odpovídá zachycenému úhrnu srážek ve výši 6 mm (6 litrů) na m² a zajišťuje tak další rezervu pro období sucha.

Doporučení pro praxi

Podle charakteru stanoviště, musí proběhnout i výběr stromů z hlediska jejich kořenového systému, tedy jestli budou kořeny podpovrchové, hluboké, schopné poškozovat stavební konstrukce atd.

Při výsadbě stromů v zemědělské krajině musíme dbát na vhodné umístění výsadeb a výběr stromů tak, aby nebránily obhospodařování.

V sídlech a podél silnic je prostor pro kořenový systém často omezený stavebními konstrukcemi, inženýrskými sítěmi a kvalita půdy je špatná v důsledku zhutnění a znečištění. Jestliže mají na těchto místech, která jsou extrémní již sama o sobě, dobře růst stromy a plnit svou půdoochrannou funkci, musí mít k dispozici také potřebný půdní prostor.

Zadržování dešťové vody

IPCC předpovídá pro střední Evropu růst ročního úhrnu srážek. Protože se tak bude dít v první řadě ve formě přívalových srážek, nemůže větší množství vody zlepšit situaci vegetace ve městech a na venkově, která je sužovaná nedostatkem vody během vegetačního období. Pokud velké množství vody dopadne v krátkém časovém úseku na často velmi vyprahlou půdu, je schopnost absorpce vody půdou omezená. Důsledkem je větší povrchový odtok vody a s tím spojené zvýšené riziko eroze a vzniku záplav.






V jakých dimenzích mohou proběhnout „přívalové srážky“?

20. června 2012 spadlo v oblasti Hocheck v Horním Rakousku 48,3 mm (= litrů) na m² za 15 min. To odpovídá množství cca 5 10-ti litrových kbelíků vody.



Vodní eroze na orné půdě, Tvarožná Lhota, Jižní Morava 2009

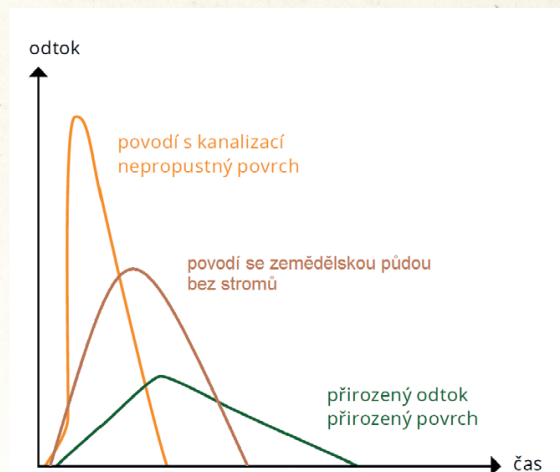
Půda je v sídlech zastavěna v průměru ze 75 % (40 % u zástavby rodinnými domy, až 90 % v průmyslových areálech). Nezastavěná půda je často značně zhutněná a různou měrou degradovaná. To je spojeno s velkým povrchovým odtokem z těchto území. Obdobně vodu nezadrží ani zhutněná půda na polích, která je bez ochranné vegetace.

	60 %	štěrková cesta (málo zhutněná)
	50 %	dlažba z drobných kostek
	45 %	trávníky
	15 %	štěrková cesta (velmi zhutněná)
	0 %	asfalt

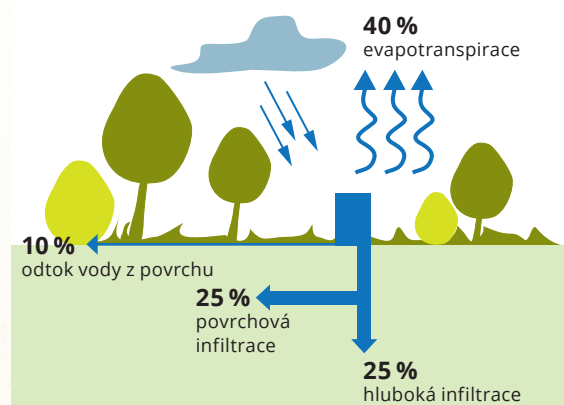
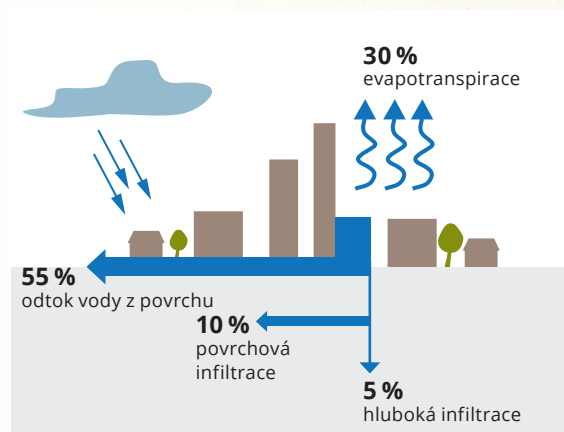
Procento vsakování srážek pro různé druhy povrchů (průměrné hodnoty).

Důsledky nezadržení vody v půdě chráněné vegetací:

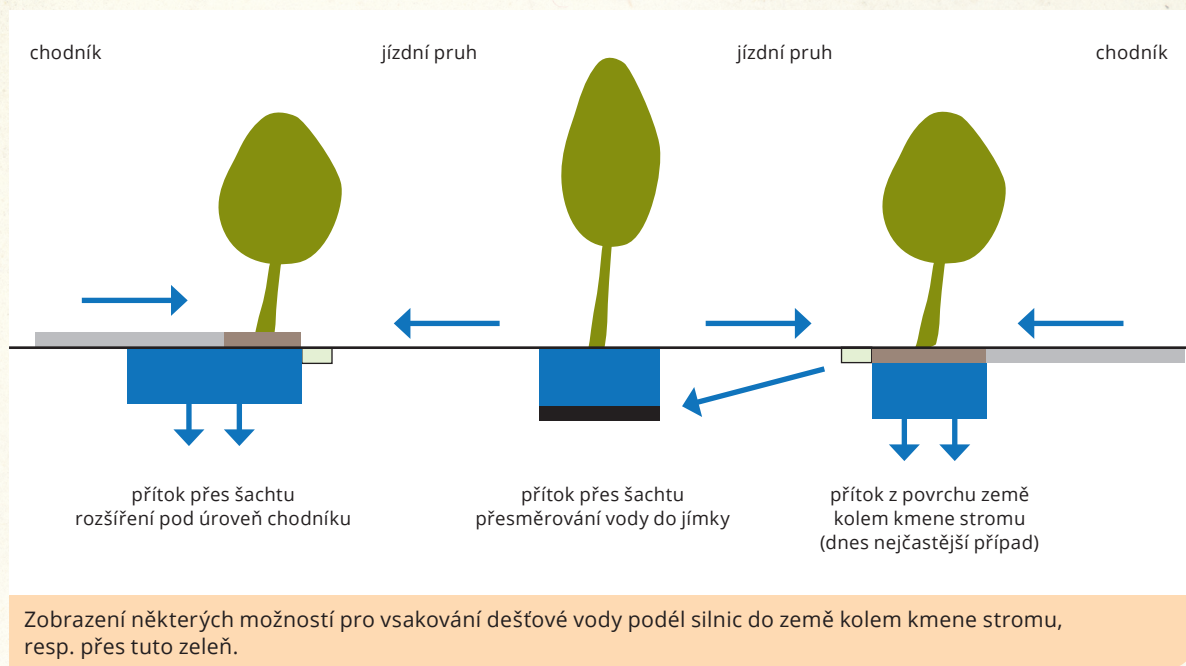
- zesílení odtoku při přívalových srážkách
- snížená filtrační funkce vlivem rychlého odtoku
- znečištění vodních toků vlivem půdní eroze
- splach škodlivých látek (posypových solí) ze zpevněných do vegetačních ploch
- snížení evapotranspirace a jejího chladícího efektu (součet vypařování vody z povrchů a transpirace z rostlin) v důsledku nižšího obsahu vody v půdě a rostlinách
- snížení obnovy zásob podzemní vody
- změna vodního režimu a narušení mikroklimatu



Srovnání odtoků z povodí kde převažuje zpevněný povrch a odkanalizování s povodím s převahou orné půdy bez stromů a s povodím, kde je dostatek trvalé vegetace a přirozený povrch. U přírodních povrchů je odtok v průběhu času rovnoměrněji rozdělený, nedochází k žádnému zatížení v podobě povodňových špiček.



Poměr mezi odpařováním a vsakováním vody v silně zastavěných oblastech (nahore) a v relativně přírodních oblastech s nezpevněnými povrchy (dole).



Zadržování vody vegetací se projevuje více způsoby:

- snížení odtoku díky účinku intercepce (srážky se zadrží na povrchu vegetace)
- zasakováním vody do půdy vlivem jejího prokypření kořeny
- vegetace může zužítkovat vodu uloženou v půdě a může ji postupně odpařovat

Strom, jehož kořeny mají hmotnost mezi 300 až 500 kg, tak prokořeňují 50 tun zeminy a tento objem zeminy dokáže pojmout až 70.000 l vody za rok.

Doporučení pro praxi

Cíleným odvedením povrchové vody ze zpevněných ploch do ozeleněných odvodňovacích příkopů nebo přímo ke stromům lze zadržet odtékající vodu v místě.

Promyšlené a flexibilní řízení vtoku vody do vegetačních ploch může být dobrým nástrojem proti hromadění vody znečištěné posypovou solí v zimním období (např. pomocí uzavíratelných vtoků).

Výběr správného stromu

Aby mohl strom po dlouhá léta plnit svou funkci jako „poskytovatel ekosystémových služeb“, je nutné zohlednit více faktorů, které mají různě velký význam.

Přehled faktorů zachycuje stromová pyramida:



Stanoviště

Základnu naší pyramidy tvoří správné stanoviště. Výběr druhu, resp. typu stromu by se měl přizpůsobit podle příslušného stanoviště, ne naopak!

Čím lepší je stanoviště pro výsadbu stromu a čím větší je prostor pro jeho kořeny, tím lepší bude jeho růst.

Stromy z ekologického hlediska vyžadují určité optimální podmínky (ekologickou niku), tedy konkrétní prostor, ve kterém se cítí dobře z hlediska teploty, světla a zásobení vodou a živinami. Pokud se tyto „nároky“ zohlední při výběru stanoviště, bude mít strom lepší podmínky pro zakořenění, růst a vývoj. Bude zdravější, bude mít delší životnost a bude se minimalizovat náročnost následné péče.

Způsob využití také určuje, jaké požadavky z hlediska poskytování ekosystémových služeb budou na strom kladeny. Například hustá koruna pro vytvoření stinného zákoutí, kde se shromažďují lidé, nebo hustý kořenový systém zabraňující erozi.

Půda/substrát

Zatímco kvalita půdy a kapacita prostoru nejsou ve volné přírodě nebo v řídce osídlených oblastech většinou ničím ovlivněny, v zastavěných oblastech může být situace výrazně horší. Zde mohou hrát významnou roli kvalitní substráty, které musí částečně kompenzovat chybějící prostor pro kořenový systém a poskytnout stromům dostatek vody a živin.

Vhodná zrnitost (zvýšení podílu štěrku a hrubého písku) a složení substrátu z hlediska obsahu minerálních a organických složek zaručí, že propustnost a stabilita struktury půdy (odolnost proti zhutnění) zůstanou zachovány po dlouhou dobu.

Také rozšíření výsadbové jámy a výměna substrátu až pod přilehlou zpevněnou plochu mohou být řešením jak zajistit vhodné půdní podmínky. Pro tyto účely existují speciální stromové substráty.

Poznatky o správné úpravě stanoviště pro výsadbu vhodných stromů jsou uvedeny například v souboru pravidel německé Výzkumné společnosti pro rozvoj a tvorbu krajiny – FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) v kapitole „Doporučení pro pěstování stromů“. Na území České republiky zaštiťuje a vydává metodiky a standardy péče o přírodu a krajinu Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky.

Pěstování

Podmínkou pro dobrý růst stromů je správný způsob jejich pěstování. O úspěchu nebo neúspěchu rozhodují faktory jako odpovídající závlaha, řádné ukotvení a vhodná doba pěstebních zásahů.

Informace o kvalitě rostlin, pěstování, opoře a vhodné péči poskytuje např.

- Přírodní zahrada, z.s. na telefonním čísle +420 721 480 183 nebo na adrese info@prirodnizahrada.eu
- Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, z.s.

Plzeňská 247/59, 150 00 Praha 5 - Košíře
tel./fax.: +420 257 323 953,
e-mail: kancelar@szkt.cz

Typ/druh stromů

Na špičce pyramidy se nachází výběr vhodného druhu, kultivaru a typu. Tento výběr probíhá jako poslední krok a musí zde být zohledněny i jiné faktory jako jsou další funkce stromu z hlediska ekosystémových služeb, vlastnosti typické pro daný druh nebo vzhled stromu.

Jakou funkci má strom například plnit z **architektonického hlediska**? Má růst do výšky nebo má být rozložitý? Má zdůraznit dané místo nebo má spíše ustoupit do pozadí? Má přitahovat pohledy i v zimním období?

Základním kritériem výběru je vhodnost druhu vzhledem k daným prostorovým podmínkám a **velikost stromu ve vzrostlém stavu**. Konec konců nemá smysl pěstovat obrovský strom na místech, kde je místo jen pro malý. Špatný výběr druhu stromu znamená velkou potřebu následné péče, např. v podobě častého řezu, což škodí vitalitě stromu. Velikost každoročních nových výhonků se může podle druhu a typu stromu pohybovat od několika centimetrů (např. jasan zimnář) až do jednoho metru (např. bříza nebo topol).



Příliš velký, ještě mladý strom (platan) mezi budovami.

Ve dvoře nebo v úzkém prostoru ulice může být zastínění již tak relativně tmavého prostoru a také přilehlých bytů problematické. Je tedy nutné si položit otázku ohledně **propustnosti světla korunou stromu**. Pokud se budete řídit těmito body, není třeba ani na takových místech rezignovat na pěstování stromů:

Listnaté stromy, ze kterých v zimě opadá listí, propouští v tomto období dostatečné množství světla do obytných prostor. Druhy stromů jako mučovník (kmenný tvar), dřezovec, jerlín, většina druhů jeřábů, nebo jasan zimnář mají i s listy relativně řídkou korunu, která propouští dostatek světla i během vegetačního období.

Druhy stromů s úzkou nebo malou korunou, jako např. pyramidální nebo sloupovité habry, javor babyka, okrasné kultivary třešní, hrušní, jabloní, moruší nebo hlohu a stromových dřínů se dobře hodí pro pěstování v užších ulicích nebo v blízkosti budov. U druhů stromů se širokou korunou (např. lípa, dub, platan) je nutné dodržet dostatečnou vzdálenost k budovám (nejlépe 7 m).

Zohlednit je třeba také **ekologickou hodnotu stromu**. Nektarodárné a pylodárné dřeviny, jako jsou lípa nebo ovocné stromy, poskytují díky svým květům **potravu pro hmyz**. Druhy stromů s jednoduchými květy



Kvetoucí ovocný strom je magnetem pro hmyz.

Ekologická hodnota různých druhů stromů jako životního prostoru a zásobárny potravy

- **Ginkgo** (*Ginkgo biloba*): nepřitahuje domácí druhy hmyzu
- **Lípa** (*Tilia cordata*): cca 200 druhů hmyzu
- **Dub** (*Quercus robur*): cca 500 druhů hmyzu

Čím starší strom, tím větší podíl starého a odumřelého dřeva a tím větší spektrum druhů hmyzu na stromě a ve stromě.

jsou z ekologického hlediska cennější než plnokvěté, často sterilní kultivary.

Druhy stromů, které jsou dobře přizpůsobeny horku a suchu, se dají najít i mezi domácími druhy. Z části se jedná o druhy, které k nám již před dlouhou dobou přišly z teplejších oblastí (např. dub cer, šípák, jeřáb oskeruše, jeřáb břek, borovice černá). Vlivem oteplování klimatu se rozšiřuje spektrum teplomilných druhů (např. břestovec, moruše, platan aj.). U těchto dřevin lze pozorovat schopnost adaptace na listech pokrytých chloupky nebo vrstvou vosku. Nesmíme však zapomínat na pravděpodobný výskyt mrazových období, které tyto druhy mohou poškodit.

Použití druhů náchylných k chorobám a škůdcům by mělo být pečlivě zváženo, především v ohrožených oblastech. Vysazování hostitelských rostlin bakteriální spály růžovitých (*Erwinia*) v ohrožených oblastech je například v Dolním Rakousku dokonce zákonem zakázáno. V České republice řeší tuto problematiku ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský). Některé ohrožené druhy, jako jírovec maďal (klíněnka jírovcová), se mohou dobře nahradit alternativními druhy nebo kříženci (jírovec pleťový *Aesculus x carnea*).

Při výběru správného stromu je tedy nutné vzít do úvahy mnoho faktorů. Je nutné v každém jednotlivém případě zvážit, jakým požadavkům chceme a musíme vyhovět. Čím více ekosystémových služeb konkrétní strom poskytuje (pro člověka, zvěř a okolí), tím je cennější a musíme ho proto zachovat.

Ochrana stromů a jejich údržba

S čím musí dnes stromy bojovat?

Člověkem změněná stanoviště představují často zhoršené podmínky pro život stromů. Především kvůli velké míře zhutnění půdy a husté zástavby se podstatným způsobem mění a omezuje životní prostor pro rostliny obecně a pro stromy zvláště (horší přizpůsobení díky pomalejšímu růstu a délce života).

Když si představíme stromy v sídlech, vybaví se nám často stromy podél ulic, před veřejnými budovami, na parkovištích nebo v parcích a na hřbitovech. Ale také takzvané brownfieldy (opuštěné průmyslové areály nebo železniční koleje).

Na místech jako jsou náves, alej podél venkovské silnice nebo úzké uličky mezi vysokými domy v oblasti centra města, jsou negativní faktory pro život stromů různě velké.

Podmínky ve srovnání s přirozenými stanovišti stromů se změnila zásadním způsobem. Níže uvedené faktory mají v zastavěných oblastech vliv na prospívání a stav stromů:

- nedostatečný prostor pro kořeny (zpevněné plochy a oplocení, inženýrské sítě)
- půdy kontaminované škodlivými látkami a hůře zásobené vodou (pokles hladiny podzemních vod a rychle odtékající povrchová voda)
- vysoké teploty (v ročním průměru v průměru o cca 1 °C, ale ve výkyvech i o 10 i více °C ve srovnání s předměstím)
- pokles slunečního záření kvůli znečištění ovzduší (až o 20 % ve srovnání s předměstím)
- větší větrné turbulence a tryskové proudění mezi zástavbou – lámání větví
- větší sucho způsobené tepelnými ostrovy
- kontaminace půd posypovou solí
- mechanické poškození lidmi a stroji



Omezený prostor pro kořenový systém je jedním z hlavních problémů, se kterými jsou konfrontováni stromy v sídlech.

- rychlejší šíření škůdců či chorob z důvodu omezeného sortimentu druhů
- ořezání větví z důvodu zachování průjezdného profilu komunikace
- nesprávná či nedostatečná následná péče o výsadby (zálivka, hnojení).

Část výše popsaných negativních vlivů zesiluje vlivem změny klimatu. Kromě stresových faktorů spojených s místem růstu se na životě stromů v sídlech podepisují navíc i fenomény počasí jako horko, sucho a bouřky. Také příčinu zvýšeného rizika škod způsobených mrazem z důvodu časnějšího nástupu vegetačního období a s tím spojeného dřívějšího rašení pupenů a kvetení je třeba hledat v klimatických změnách.

Pro samotné stromy nejsou následky klimatických změn jen negativní:

Na základě analýz letokruhů bylo prokázáno, že stromy, které netrpí stresem ve všech klimatických zónách obecně rostou rychleji (avšak také dříve stárnou) než v dobách, které nebyly poznamenány změnou klimatu. Tento efekt, který je podmíněný vlivem městských tepelných ostrovů, se projevuje více v centrech měst než na venkově a okrajích měst.

Proč je nutné zachovat staré stromy?

Jak je známo, o estetické funkci stromů by se daly vést spory. V době, ve které se investuje nemalé úsilí a finanční prostředky do péče o veřejná prostranství, působí vše „staré“ a „rozpadající se“ často jako zanedbané nebo zabírající místo.

Ale právě díky své **časové dynamice** jsou stromy symbolem existence a pomíjivosti, jsou svědky dřívějších dob a svou existencí vytvářejí spojení s těmito dávno minulými časy. Právě na takových místech, jako jsou historické parky nebo hřbitovy, přispívají staré stromy k vytvoření představy o vlastní pomíjivosti, skromné roli každého člověka a délce jeho života.

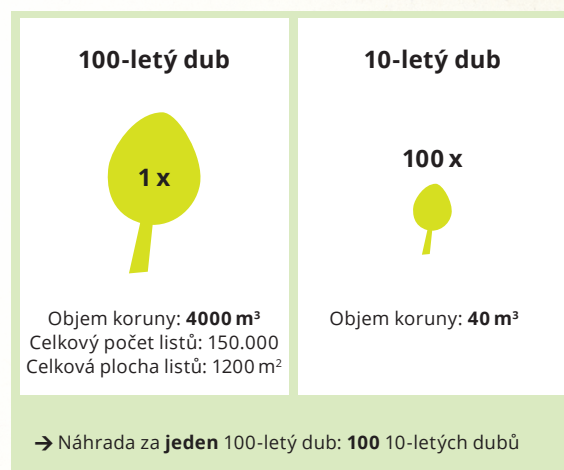


Dub v parku u Terezína, jižní Čechy.

Nádherné stromy s krásným tvarem vzbuzují obvykle náš respekt. Ale i „nevzhledné“ stromy, pařezy a rozpadající se zbytky stromů mají právo na existenci na Zemi a často jsou určitým způsobem krásné. Nesporná je každopádně jejich hodnota jako životního prostředí pro další rostlinné a živočišné druhy.

Tato funkce stromu jako biotopu je přínosná **pro poznávání přírodních procesů**. Původní přirozená místa bez zásahu lidské ruky již prakticky neexistují. O to důležitější je zachovat relativně přirozené systémy a přírodní koloběhy. To je důležité jak pro poznání našich dětí, tak ke zlepšení vztahu dospělých k přírodě a má velký vliv na formování subjektivního názoru každého z nás.

Staré stromy přispívají k porozumění **ekologických souvislostí** (např. růst a rozklad: od semene k humusu). Než může nově zasažený strom plně fungovat v ekosystému, uplyne mnoho let.



Staré stromy mají obrovský potenciál, který si vytvářely po desetiletí a je, v porovnání s nově vysazenými stromy mnohonásobný. Citlivé vytváření stinných míst výsadbou stromů, kde se dá **pobývat a odpočívat**, má velký efekt. Lavičky ve stínu podél pěších a turistických cest nebo na náměstích, u kterých rostou stromy, jsou využívány s velkým vděkem.

Strom stojící uprostřed vesnice má dlouhou tradici jako centrální **místo setkávání a středobod** sociálního života. I dnes se lidé rádi zastaví v jeho stínu, aby si popovídali po návštěvě kostela nebo po nakupování. Ztrátou takového stromu se z návsi vytrácí mnohé z její identity a atraktivnosti. Naopak výsadba nového stromu často vyzdvihne místa, která neměla doposud téměř žádné kouzlo a udělá je atraktivními.

Jak stromy zachovat po dlouhou dobu a ve zdravém stavu?

Člověk a strom mají dlouhou společnou historii. Aby toto soužití mohlo pokračovat i nadále a mohlo se rozvíjet, je nutné dodržovat základní principy, které se týkají péče o staré a nově vysazené stromy. Je konec konců nutné mít na paměti, že pěstování stromů znamená odpovědnost na dlouhou dobu a stromy si zaslouží náš obrovský respekt.

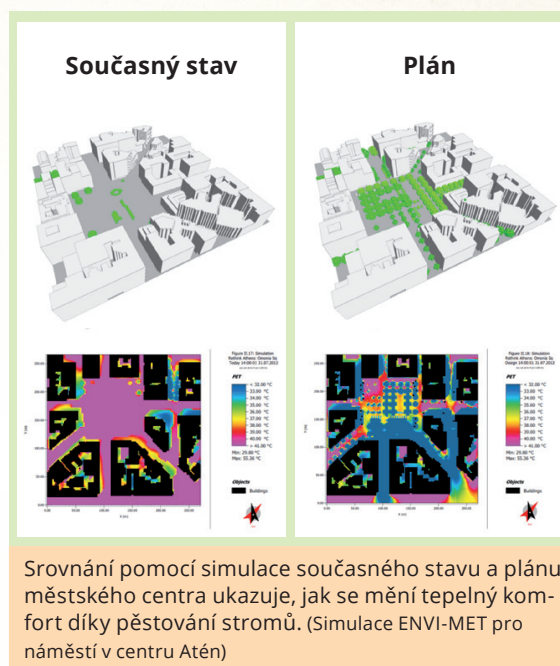
Klíčové je stanoviště pro růst stromu

Jak bylo v této brožuře již opakovaně zmíněno, je dobré stanoviště alfou a omegou pro vitální strom. Pokud se stanoviště zohlední již při plánování a včas proběhne konzultace s odborníky, ušetří si člověk spoustu námahy a nepříjemností.

S odbornou pomocí je možné udělat fundovaná rozhodnutí týkající se zachování nebo náhrady stromu v důsledku nezbytných stavebních opatření. Rovněž lze docílit schválení či přizpůsobení stavebních záměrů podle požadavků stromů (organizace dopravní infrastruktury, hospodaření s dešťovou vodou...). Při realizaci projektu je vhodné zohlednit potřeby stromů již při zpracování projektové dokumentace (např. Standardy AOPK pro výsadbu a péči o dřeviny).

Je možné provádět také kontrolu stavebních aktivit formou biologického stavebního dozoru nebo monitoringu.

Často je velmi těžké odhadnout důsledky projektu před jeho realizací. Pro tyto účely existují již simulační programy, které mohou poradit jak s potenciální novou výsadbou stromů, tak také s plánovaným odstraněním stávajících stromů.



Co se zapracuje do projektu, to je nutné v dalším průběhu realizace projektu prosazovat. To se týká především ochrany stanovišť pro pěstování stromů, např. před zhutněním a znečištěním, a také zajištění zásobování vodou a živinami. Vytvoření dobrého stanoviště pro pěstování stromů je zbytečné, pokud není prováděna následná péče.



Neoplocený porost stromů není parkoviště!

Včasná péče o stromy – zajištění bezpečnosti

Odborná péče o stromy, zvláště v místech dopravy, se týká všech, kteří se starají o stromy na veřejných prostranstvích. Riziko v podobě padajících větví, je možné zredukovat na minimum díky pravidelné profesionální péči o stromy.



Dubová alej ve městě Schrems, silně frekventovaná cesta využívaná k rekreaci, na které pravidelná péče o stromy zajišťuje bezpečnost dopravy.

Ani o osud starých „stromů - veteránů“, které jsou často přírodními památkami s nespornou vysokou hodnotou, a kterým nebyla doposud věnována žádná péče, se nemusíme bát. Specialisté zabývající se stromy vědí, jak udržet dobrý vzhled stromů a jejich bezpečnost pro okolí. Tyto informace vám rádi poskytnou arboristé ze Společnosti pro zahradní a krajinářskou tvorbu (www.szkt.cz).



Kamenice nad Lipou, jedna z nejstarších lip v České republice, odhadem 700 až 800 let stará. Jméno obce je odvozeno od lípy: Kamenice nad Lipou.

Nezbytné samozřejmě je, aby se o strom pečovalo ihned od jeho vysazení. Včasná a odborná péče (ořezání větví v průřezném profilu komunikace, zapěstování koruny, formování kosterních větví) je prevencí poškození stromů v pozdějším období.

Péči je optimální přizpůsobit s ohledem na zamýšlenou ekosystémovou službu. Tedy jakou funkci má strom plnit na tomto stanovišti? Stínění (zachování většího množství listů), produkce ovoce, biotop (zachování i starého a uhynulého dřeva v místě) atd.

Aby bylo možné zachovat si přehled kdy a jak o stromy pečujeme, doporučuje se zřízení registru stromů, kde se mj. **vedou potřebné údaje o pěstebních zásazích.**

Rozšíření sortimentu druhů

Lze očekávat posun sortimentu druhů směrem k druhům z teplejších klimatických zón, protože tyto rostliny jsou často lépe přizpůsobené měnícím se klimatickým podmínkám. Při výsadbě těchto původně cizích druhů je třeba dbát na to, že stejně jako u domácích druhů i u nich existuje určitá ekologická hodnota (např. jako životní prostředí, zdroj potravy).

Aktuálně se projevují problémy z hlediska chorob a škůdců především ze dvou důvodů. Na jedné straně se mezinárodní dopravou snadno překonávají přirozené zejména geomorfologické bariéry a mění se klimatické podmínky (např. nekróza jasanu). Na druhé straně se choroby a škůdci mohou snadno rozšířit díky nižšímu sortimentu druhů na malém prostoru (např. klíněnka jírovcová).

Kombinací různých druhů a typů se snižuje riziko rychle a nekontrolovatelně šířících se chorob a škůdců. Jako hraniční hodnoty pro nové výsadby v území, např. v rámci jedné vesnice nebo jedné městské čtvrti, se doporučuje:

max. 10 % stromů jednoho druhu

max. 20 % stromů jednoho rodu

max. 30 % stromů jedné čeledi.

Zohlednění alternativ

Ne vždy je nutné stromy zcela odstraňovat. Alternativami kácení jsou např. redukce a stažení koruny, zachování stromu jako biotopu, omezení přístupu lidí do ohrožených lokalit nebo zvýšení vitality stromu vylepšením stanoviště dotčeného stromu.



I takto lze stavět. Cyklisté, chodci a strom se podělí o místo (Plzeň, Česká republika).

Když je odstranění stromu přesto nezbytné...

Pokud není možné ani přes všechny snahy a preventivní opatření zachovat stromy např. z důvodu jejich nedostatečné stability, měli bychom se včas zamyslet nad tím, jak kompenzovat tuto ztrátu.

Včasnou výsadbou nových stromů, vytvořením „překlenovacích habitatů“ (loggerů, neboli broukovišť) nebo záměrným poškozením části mladších stromů vznikají životní podmínky podobné těm, které nabízel starý strom pro různé druhy hmyzu. Tímto je alespoň částečně umožněno zachovat jak životní prostor, tak také klimatickou funkci starých stromů.

Naštěstí se čím dál častěji bouří také obyvatelé proti odstraňování starých, často milovaných stromů. Pokud nelze zabránit pokácení, přispěje včasná informovanost a komunitní realizace nových výsadeb ve velké míře k akceptovatelnosti navrženého řešení.

Pár úvah na závěr

V „horkých“ časech, které lze očekávat, jsou stromy účinnou klimatizací. Na změnu klimatu můžeme reagovat aktivně tím, že zachováme stávající stromy a tam, kde je to jen trochu možné, vysadíme nové.

Ugandské přísloví říká: „*Nejlepší období pro výsadbu stromu bylo před dvaceti lety. Druhé nejlepší období je teď.*“

Pokud budeme mít tento časový horizont před očima, vyplatí se každopádně investovat hodně času a know-how do výběru druhů stromů, přípravy optimální výsadbové plochy a nezapomenout na průběžnou závlivku a péči o stromy; vyplatí se také investovat do rad odborníků. Tento přístup nám ušetří v konečném důsledku náklady a úsilí a my se budeme moct těšit z krásných, zdravých stromů, které nás – a naše děti – budou po celý život obohacovat.

Použité odkazy a další zdroje...

... k tématu klima a klimatické změny:

APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich.
Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (Hrsg.) (2017): Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Wien.
European Environment Agency (Hrsg.) (2017): Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016, Luxembourg.
FORMAYER, Herbert et al. (2007): „Auswirkungen des Klimawandels in Niederösterreich“, NÖ Klimastudie 2007, Hrsg.: Joanneum Research, Graz, Wegener Center, Graz, Universität für Bodenkultur, Wien.
KROMP-KOLB, H., FORMAYER, H. (2018): + 2 Grad. Warum wir uns für die Rettung der Welt erwärmen sollten. Molden, Wien.
<https://www.ipcc.ch>
<https://www.ccca.ac.at>
<http://www.noel.gv.at/noel/Klima/Klima.html>
<http://klimaschlau.wien.gv.at>
Klimatická změna v ČR <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/ruzne/vyuka/METEO/10.pdf> [září 15, 2019]

... k tématu městské klima a stromy:

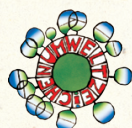
BREUSTE, J. et al. (2016): Stadtökosysteme: Funktion, Management und Entwicklung. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
ENDLICHER, W. (2012): Einführung in die Stadtökologie. Ulmer, Stuttgart.
HENNINGER, S. (Hrsg.) (2011): Stadtökologie. Bausteine des Ökosystems Stadt. Verlag Ferdinand Schöningh. Paderborn.
MEYER, F.H. (Hrsg.) (1982): Bäume in der Stadt. Ulmer, Stuttgart.
MOSER, A. et al. (2017): Stadtbäume. Wachstum, Funktionen und Leistungen – Risiken und Forschungsperspektiven. In: Allg. Forst- und Jagdzeitung, Jg. 5/6, S. 188ff.
ROLOFF, A. (2013): Bäume in der Stadt. Besonderheiten – Funktion – Nutzen – Arten – Risiken. Ulmer, Stuttgart.
Wiener Umweltschutzabteilung MA 22 (Hrsg.) (2015): Urban Heat Islands. Strategieplan Wien.

... k tématu výběr druhů stromů:

Straßenbaumliste der Deutschen Gartenamtsleiterkonferenz (GALK):
<http://www.galk.de/index.php/arbeitskreise/stadtbaeume/themenuebersicht/strassenbaumliste>
citree, Planungsdatenbank Gehölzliste für urbane Räume der TU Dresden: <https://citree.de>

Standardy Péče o stromy AOPK MŽP, www.standardy.nature.cz/seznam-standardu
Sázíme a pečujeme o zeleň v obcích, Prof. Dr. Ing. Boris Krška a kol., Jihočeský kraj, 2019
Příručka pro výsadby do krajiny, Mgr. et Mgr. Vít Hrdoušek a kol., KS MAS JMK 2016, Tiskárna Brázda
Odborná studie: Druhy rostlin vhodné pro zelené prostory vzhledem ke schopnosti adaptace na klimatické změny, Ing. Jaroslav Šíma, DiS. a kol., Jihočeský kraj, 2018
Artenauswahl-Pool auf www.naturimgarten.at

Tato brožura vznikla v rámci přeshraničního projektu „Klimatická zeleň – adaptace na klimatické změny pomocí zelené infrastruktury“ (ATCZ142). Projekt „Klimatická zeleň“ je financován z prostředků Evropského fondu pro regionální rozvoj (EFRE) v rámci programu Interreg Rakousko – Česká republika.



Impresum: Majitel média „Natur im Garten“ GmbH, 3430 Tulln; text: V. Gretz, G. Práhofer (Ingenieurbüro für Landschaftsarchitektur Práhofer, 3944 Pürbach); redakce: M. Liehl-Rainer, K. Batakovic; fotografie a grafiky: pokud není uvedeno jinak: G. Práhofer, Vít Hrdoušek, Natur im Garten, A. Haiden, Adobe Stock; překlad: Moudrý překlad, s.r.o., 110 00 Praha; layout: Kathi Reidelshöfer, 1170 Wien; tisk: Johann SANDLER Gesellschaft m.b.H. & Co. KG, 3671 Marbach an der Donau, UW750, Květen 2019. Tisk: RAIN tiskárna s.r.o., Jindřichův Hradec, www.rain-tiskarna.cz, březen 2020; tištěno na recyklovaném papíře. České vydání dopracovali: Mgr. et Mgr. Vít Hrdoušek a Ing. Jaroslav Šíma, DiS.