

### ● Další meteorologické parametry

Kromě směru a rychlosti větru ovlivňuje kvalitu ovzduší i řada dalších parametrů, z nichž některé si stručněji popíšeme níže.

Teplota vzduchu působí na úroveň znečištění přímo i nepřímo. Přímý vliv spočívá především ve vertikálním teplotním zvrstvení atmosféry. Pokud se vytvoří přízemní teplotní inverze, v určité výšce nad zemí je vzduch teplejší než u země. Vzduch tedy nemá tendenci stoupat vzhůru a znečištění se kumuluje u země. Tuto situaci lze přirovnat k hrnci, ve kterém vaříme a vychází z něj pára a na který v případě teplotní inverze položíme pokličku. Přestože množství vznikající páry bude totožné (nemění se množství emisí), v hrnci bude koncentrace páry vyšší, protože se zde hromadí (vyšší imise). Nepřímý vliv teploty vychází z faktu, že s teplotou vzduchu se mění množství emisí z některých zdrojů. Zejména v zimě např. souvisí s intenzitou topení a v návaznosti na to i emisemi z vytápění.

Kvalitu ovzduší ovlivňují také srážky, a to jak pevné (sněžení), tak kapalné (déšť). Tzv. mokrou depozicí jsou částice doslova smývány z atmosféry na zem a při intenzivnějších deštích se ovzduší velmi rychle a účin-

ně pročistí. To bylo např. dobře patrné při již zmíněné epizodě přechodu saharského písečného prachu přes naše území, kdy se koncentrace prachových částic během jediné hodiny na jižní Moravě snížily více než desetinásobně díky tomu, že začalo pršet.

Také sluneční záření má vliv na úroveň znečištění. Třeba přízemní ozon, znečišťující látka, vzniká fotochemickou reakcí, a tedy pro svůj vznik potřebuje sluneční záření. Čím je jeho intenzita vyšší, tím účinněji tato reakce probíhá a koncentrace přízemního ozonu se zvyšují. Rovněž sluneční záření působí nepřímo – např. když v zimě ohřívá domy, díky tomu snižuje nutnost vytápění a v konečném důsledku snižuje množství emisí.

### Vývoj kvality ovzduší

Na závěr něco málo k tomu, jakou vlastně máme kvalitu ovzduší v České republice a jaký je dlouhodobý vývoj. Pozitivní je, že kvalita ovzduší se u nás neustále zlepšuje a ve srovnání se stavem na konci 80. let minulého století je dnes úroveň znečištění ovzduší výrazně nižší. Nejhorší byla situace na našem území přibližně v polovině

80. let 20. století. Od 90. let pak dochází k výraznějšímu zlepšení.

Nejpalčivější problém v současnosti představuje lokální vytápění domácností – staré kotle na pevná paliva (uhlí, dřevo), jež dokážou vyprodukovat obrovské množství znečištění včetně řady karcinogenních látek, které se následně šíří do okolí. Zatíženy jsou v tomto směru zejména malé obce, kde je podíl vytápění kotli na pevná paliva vyšší než ve velkoměstech a kde právě bývá situace v republice v topné sezoně nejhorší.

Meziroční rozdíly v úrovni znečištění souvisejí zejména s tím, jaké bylo daný rok počasí, v dlouhodobém hledisku však u naprosté většiny látek pozorujeme klesající trend. Zatím poslední r. 2023 hodnotíme jako rok s historicky nejlepším kvalitou ovzduší za dobu sledování od konce 60. let 20. století.

Přestože jsou tedy dlouhodobé trendy v kvalitě ovzduší dány zejména změnami v emisích znečišťujících látek, krátkodobý stav a šíření látek v ovzduší jsou do značné míry determinovány mimo jiné směrem a rychlostí větru.

Pavel Kovář

## Kam vítr, tam spad – rostlinstvo tvaruje očistu prostředí

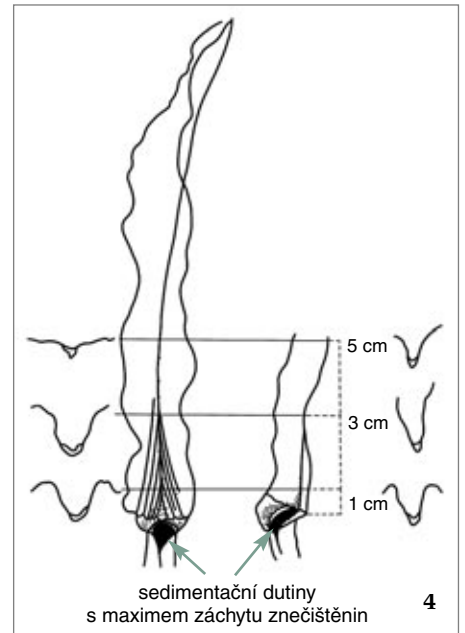
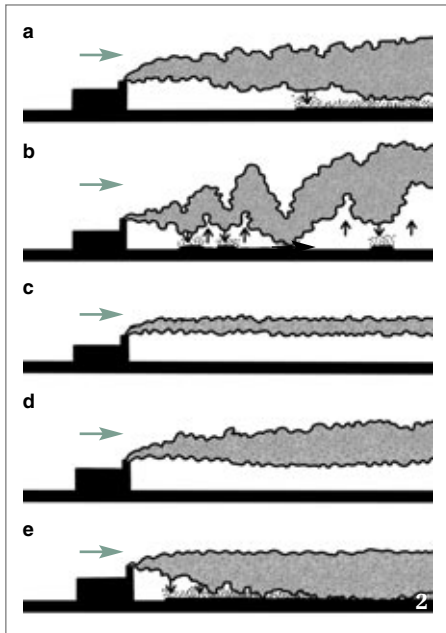
Skládkování do vzduchu, tedy vypouštění odpadních poléťavých znečištěnin ve všech skupenstvích z komínů a výfuků, se nevyplácí – s ohledem na skleníkový efekt nebo bezprostřední účinky na zdraví. Jenže jsme si na to zvykli, navzdory modernějším technologiím umožňujícím určité frakce zachycovat (filtry, separátory, jímací zařízení se sorbenty, dekontaminační plochy, čistíčky vzduchu apod.). Zdánlivá neomezenost atmosférického „smetištního“ prostoru je samozřejmě fikcí, kterou také vystihuje tvrzení, že „čím vyšší komín, tím větší, a tudíž bezpečnější rozptýl odpadní suspenze“. Znečištěniny se nikam neztratí, nanejvýš se v určitých výškách nad zemským povrchem stratifikují (shlukují do vrstev), avšak také z atmosféry vypadávají a vracejí se do terestrického prostředí, ať už nezměněné, nebo transformované. Ve formě suché i mokré depozice (ukládání) interagují s pozemskými povrchy, v první řadě s vegetačním krytem. Variabilita morfologických vlastností rostlinných druhů, potažmo tvarová členitost celých vegetačních formací, může nabízet alternativy k využití rostlinstva v purifikaci biotopů se zohledněním terénních povětrnostních poměrů.

Tematika znečišťujících látek se začala s ohledem především na pokusy s atomovými zbraněmi a lokální katastrofické epizody uniků znečištěnin rozvíjet zhruba od poloviny 20. století jako subdisciplína v ekologii. Vybudovala si terminologický aparát – známé jsou dnes i veřejnosti pojmy jako emise (substance v místě opuštění zdroje) a imise (substance po absolvování transportu dopadající na zemský povrch), zdroj (anglicky source), spad (fallout), pro-

pad (sink) nebo cílový, resp. zasažený objekt (target, receptor). Užitečným vstupem pro studium depozičních mechanismů může být práce A. C. Chamberlaina (1975). Látky hromaděné po transportu ovzduším na rostlinné povrchy podléhají jiným zákonitostem než při příjmu kořeny z půdy a následné depozici v rostlině. Proto je třeba rozlišovat obě formy expozičních cest. Přestup přes hraniční vrstvu z atmosféry do půdy, tedy v přirozeném prostředí vět-



šinou přes vegetaci, což je do různé míry složitá struktura, začíná vstupem (kontaminací). Kromě příjmu s vodou v půdním rozvodu podzemními orgány se příjem může odehrávat přes nadzemní část (analogie s „hnojením na list“ v zemědělství). V podrobnějším pohledu figurují termíny jako intercepce (zachycení), impakce (náraz, kolize), adsorpce (vázní na povrch přitažlivými silami), translokace (přemístění), resuspenze (znovuuvolnění), retence (zadržení) atd. Shrnujícím termínem je již zmíněná depozice a do jejích modifikací vstupuje meteorologický faktor – déšť, mráz, inverzní zvrstvení přízemní atmosféry, turbulentní prostory apod. Nepředvídané události v prostředí představují pro ekologický výzkum levné „neřízené pokusy“. Vedly od observačních přístupů (s výhodou minimálního rušení ze strany badatele, ale



**1** Chvaletická elektrárna – chladicí věže a 300 m vysoký komín. V závislosti na momentálně převládajícím směru větru a provozních parametrech se do různé míry mísí exhalace z komína s párou produkovanou chladicími věžemi – převládá buď suchá, nebo mokrá depozice znečištěnin v blízkém či širším okolí zdroje.

**2** Tvary kouřových vleček v závislosti na zvrstvení přízemní atmosféry:

a – mírný pokles teploty ve směru vzhůru od povrchu, b – podstatný pokles teploty ve směru vzhůru od povrchu, c – svršek kouřové vlečky při inverzním zvrstvení, d – inverze dole, pokles teploty nahore, e – inverze nahore, pokles teploty dole. Upraveno podle: R. T. T. Forman (1995)

**3** Architektura graminoidních rostlin (trav), v tomto případě kukuřice seté (*Zea mays*), připomíná listovými bázemi systém neprůchodných, vertikálně do sebe vsazených nálevek tvořících velký podíl depoziční schopnosti, která obnáší v průměru 35 % ze sezonního spadu znečištěnin. Zadržování a sezonní hromadění depozitu znečištěnin zvyšují u kukuřice listové pochvy a úžlabí listových čepelí.

**4** Řezy listem kukuřice ukazují partie s různým stupněm zátěže depozitem. Upraveno podle P. Kováře (1988, obr. 4), kreslila R. Bošková (obr. 2 a 4).

s nevýhodou obtížnosti při hodnocení přírodní variability) k rozšíření metodik o experimentální rozměr (s předností kontroly faktorů, ale problémem zobecnění a extrapolace). Do depozičních studií tak z potřeby podchytit jak mechanismy transportu, tak relativizované proměnné charakterizující různé typy vegetace vstoupily další pojmy – depoziční schopnost (deposition capacity), označující podíl celkového spadu zadrženého povrchem rostlin od začátku vegetační sezony, specifický depozit (specifický deposit), tedy okamžitě množství zadržené látky vztažené na jednotku suché biomasy, nebo sedimentační dutiny v architektuře porostu, fungující jako pasti na pevné poléťavé znečištěniny, které po stmelení depozitu dešťovou vodou nadále nepodléhají resuspenzi (Brabec a Kovář 1985, Kovář 1987).

**Tab. 1** Vzájemně se doplňující koncepty z různých oborů, které popisují determinanty prostředí (narušení, zátěž), jim odpovídající situace při znečištění a životní strategie rostlin adekvátní daným podmínkám. Podle: P. Kovář (1982, 1988)

| Typ znečištění<br>(Chamberlain 1970)                      | akutní<br>(epizody, katastrofy)                                      | chronický<br>(delší časové kontinuum)                                     |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Typ faktoru určujícího prostředí<br>(Grime 1979)          | disturbance, narušení<br>(destrukce biomasy,<br>zablokování sukcese) | stres, zátěž<br>(postupné dosažení prahové<br>hodnoty, kumulace toxicity) |
| Odpovídající bionomická strategie rostlin<br>(Grime 1979) | ruderalní<br>(jednoleté rostliny)                                    | strestolerantní<br>(pomalu rostoucí polokeře,<br>sukulenty apod.)         |

Nejčastěji měřeným kvantitativním parametrem je depoziční rychlost ( $v_d$ ) definovaná jako podíl hmotnosti ukládané látky na plochu za jednotku času a hmotnostní koncentrace v referenčním bodě (cm/s). Vliv počasí je demonstrován přívlasky suchá (pevné částice, plyny) a mokrá (kapalné skupenství) depozice (obr. 1). Protože v tomto kontextu hraje vítr důležitou roli, ať už v transportní vzdálenosti od zdroje znečištění, nebo v intenzitě expozice (např. rychlost či frekvence nárazů přenášených částic), soustředil se jeden segment výzkumu na „modelování vleček“, jinými slovy na rozptýl znečišťujících látek v prostředí, nejprve z komínů (obr. 2; parametry: výška vypouštění, velikost částic, rychlost a směr větru, vlhkost vzduchu, inverzní situace apod.), pak z jiných zdrojů. Ty se dělí zhruba na bodové (průmyslové podniky), liniové (dopravně-mobilní prostředky) a plošné (erozní plochy polí nebo skládek z průmyslových výrob a z těžeb). Efekt dopadů různých aerosolových typů na všemožné povrchy se začal studovat v tzv. větrných tunelech, které byly původně vyvinuty k testování odolnosti materiálů ke konstrukci letadel a později se uplatnily též v ekologii. Aerodynamický tunel umožňuje vytvářet ovladatelný vzdušný proud, který slouží ke zkoumání aerodynamických vlastností těles. Různé velikostní kategorie pevných částic jsou uměle generovaným proudem vzduchu vrhány při zvolené vzdálenosti na terč z určitého materiálu, jehož poškození, resp. odolnost je předmětem výzkumu. Nebo bývají používány např. spory plavinů značené radioizotopy a měří

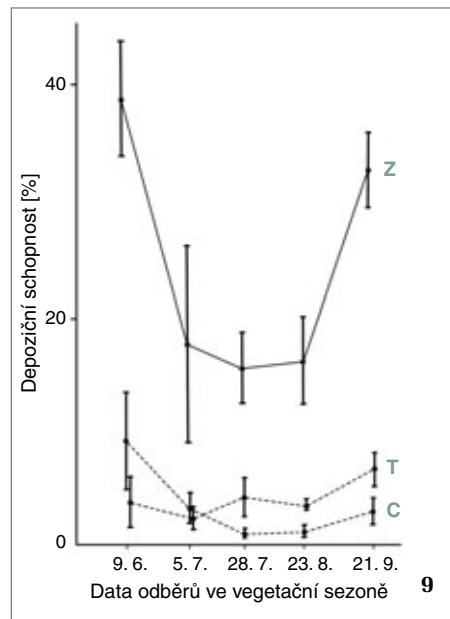
se míra zachytu „terčem“ při jeho různé tvarové konfiguraci.

Ke znečištění existují v zásadě dva přístupy – studium vlivu na organismy (odpověď jedince, populace, společenstva, ekosystému) a studium vlivu organismů na šíření toxické látky (podél potravního řetězce, v biogeochemickém cyklu apod.).

První přístup hledá reakci organismů na vliv znečištění na různých organizačních úrovních: cytologie – poškozené funkce buněk nebo výseku tkání (pletiv), mikroskopicky až makroskopicky viditelné symptomy (např. teratologické změny končetin u členovců, nekrózy jehličí u konifer); jedinec – kolaps funkcí, např. opad listů až celkové zhroucení, zablokování fenologických fází nebo toxický efekt poškození dědičné výbavy; populace – účinky přesahují variabilitu v toleranci populace, převýšen práh selekce (nepodléhají jen slabší jedinci, ale dochází k totální mortalitě), nastávají změny v poměru pohlaví i věkových kohort; společenstvo – rozkládá se, ekosystém se hroutí, dochází k extinkci druhů přes narušení mezidruhových vazeb a funkce symbiontů (např. mykorhiza), nastupují invazní nepůvodní druhy.

Do mechanismu působení znečištění se promítají meteorologické a mikroklimatické poměry ovlivněné modelací terénu. Na jedné straně se nápadně manifestují akutní (krátkodobé) epizody – úniky toxických látek, když přestane fungovat filtr či podobná umělá bariéra. Na druhé straně máme nenápadné (dlouhodobé) zátěže prostředí, kdy se může projevit kumulativní efekt nízkých dávek kontaminace. Do souvislosti





pak můžeme dávat koncepty popisující podmínky prostředí a vrozené vlastnosti rostlinných druhů nebo parametry jejich uskupení (Kovář 1982, 1988 a tab. 1).

Zjednodušeně řečeno, v prostředí zatíženém častými masivními náporů kontaminace znečištěninami (např. větrem zvednutými částicemi prachu ze zemědělských i průmyslových erozních ploch) přežijí spíše krátkověké rostliny s rychle uskutečněným životním cyklem a velkým počtem semen, obdařených navíc dormancí, a tedy klíčovostí v půdní semenné bance. Naopak v prostředí chronicky zatěžovaném malými dávkami spadů s jejich hromaděním k prahu škodlivosti v dlouhodobějším horizontu obtojí pomalu rostoucí víceleté druhy včetně dřevin s mechanismy obrany proti zadržení a příjmu kontaminantů.

### Porosty polních kultur

Dopad znečištění u zemědělských kultur, kdy se naše nejurodnější oblasti prostoro- vě kryjí s nivami velkých řek, fungujícími jako zásobníky vody pro tepelné elektrárny a velké průmyslové podniky, a kdy zároveň drtivá většina plodin je jednosezonními pěstebními objekty, má smysl nazírat v jeho sezonním vývoji. Dlouhodobější měření stírají krátkodobé chaotické výkyvy, a tudíž ukazují lépe zákonitosti (Brabec a kol. 1981). Kolektory (spadové nádoby) rozmístěné v polní kultuře mohou v různé zhuštěných intervalech, např. měsíčních,

měřit spád poblíž elektrárny a ve stejných periodách lze odebrat biomasu vyvíjejícího se porostu plodin či jeho plevelové složky, získat z ní zadržený depozit (smytím destilovanou vodou v laboratorii, následnou filtrací a případným oddělením organických příměsí, jako je pyl nebo drobný hmyz, spálením) a pak už jen porovnávat vybrané parametry v sezonním průběhu u různých plodin. Do vyhodnocení je užitečné zahrnout měření teplot a srážek z nejbližších meteorologických stanic, nebo je mikrostano- vištěm měřit přímo na místě.

Příkladem odlišného dopadu partikulát- ní depozice, tedy míry ukládání pevných částic, elektrárenského popílku ve dvou polních porostech rostlinných dominant s různými růstovými strategiemi a sklizňo- vým režimem, může být srovnání vegetační sezony u kukuřice seté (*Zea mays*, obr. 3) a vojtěšky (*Medicago sativa*) na makroloka- litě poblíž elektrárny v Horních Počaplech na Mělnicku. Porost vojtěšky absolvoval za sezonu tři sklizně sečí, tedy začátkem června, července a září, kukuřice byla jed- norázově sklizena na začátku října (Kovář a Mejstřík 1987). Odběry biomasy proběh- ly vždy před sečí vojtěšky a synchronně u kukuřice, zároveň s odečty spadu z ko- lektorů za poslední interval. Opakovaná seč vojtěšky je logicky velkým zásahem do plynulého nárůstu biomasy – sezonní křív- ka má fluktuace a ke konci definitivní pokles. Oproti tomu kukuřice vykazuje strmý

nárůst biomasy se zrychlením na konci ve- getační sezony, kdy jednotkový úhrn může dosahovat téměř desetinásobku než vojtěš- ka. Korelace biomasa-depozit indikuje, že u vojtěšky byly fluktuace rovněž mnohem větší než u kukuřice. Zvláště v druhé polo- vině sezony jeví obě plodiny opačný trend, do něhož zasahují letní bouřky s prudkým deštěm. Srážky u nich fungují jinak díky rozdílné morfologii. Na stonkové ose kuku- řice střídavě přisedají listy s rozšířenými pochvami, do nichž stéká dešťová suspenze smývající depozit usazený na čepelích listů a po vyschnutí ho tam fixuje (obr. 4), za- tímco jemně členěné lístky vojtěšky vyrůs- tájí z lodyhy na tenkých řapících a nevytvá- řejí podobné sedimentační dutiny. Proto je očistný účinek deště maximalizován v po- rostu vojtěšky, naopak v kultuře kukuřice přispívá ke kumulaci depozitu v porostní struktuře – tento fenomén je společný pro trávy, čeleď lipnicovitých (*Poaceae*), jejímž reprezentantem je i kukuřice. Uplatňuje se do různé míry tedy rovněž u setých travní- ků. Míra kumulace také závisí na sezonně se měnícím úhlu příklonu/odklonu listo- vých čepelí vůči ose rostlin (stéblu) a na jejich odění, hustotě trichomů. V období rychlého růstu plodin a současně vysoké- ho spadu znečištění se zvyrazňují rozdílné dispozice obou plodin vyčesávat částice atmosférických znečištěnin. Zvláště horní etáž porostu vojtěšky – při rozdělení výšky na třetiny – před sečí má vysoký iniciální





**5 a 6** U širokolistých bylin zdrsňuje povrch listu žilnatina, v níž může ulpívat depozit (obr. 5). Lopuch (*Arctium* sp.), v detailu (6)

**7** Kromě husté žilnatiny hraje v retenci depozitu roli odění listu – povrch s trichomy jako u měrnice černé (*Ballota nigra*).

**8** Locika kompasová (*Lactuca serriola*) s neustále se měnícím postavením listů bez sedimentačních dutin má nízkou depoziční schopnost, tedy proporcí zadržného spadu v rostlinné struktuře.

**9** Sezonní průběh depoziční schopnosti u porostů kukuřice seté (Z), orobince širokolistého (*Typha latifolia*, T) a merlíku bílého (*Chenopodium album*, C). Upraveno podle P. Kováře (1988), kreslila R. Bošková.

**10** Porosty dvouděložných bylin s početnými drobnými a členěnými listy mohou účinně zachycovat spad – příklad kakostu maličkého (*Geranium pusillum*).

**11** Vysokou retenční schopnost vůči pouliční prašnosti mají trávníky s ječmenem myším (*Hordeum murinum*).

**12** Městská zeleň tvořená často javorem jasanolistým (*Acer negundo*, vlevo) a bezem černým (*Sambucus nigra*, vpravo) je snadno omyvatelná deštěm. Přesun znečištění do trávníků pod dřevinami lze řešit vhodným tvarováním terénu, kudy voda odtéká a přízemní porost působí jako filtr – zadržovaný depozit se opakovanou sečí odstraní s biomasou.

záchyt, ale v době „medardovských“ dešťů zvýšená frekvence vydatných srážek tuto zátěž rychle vymyje, zatímco zmnožené úžlabní, stonek objímající báze listů kukuřice deštěm translokovaný depozit v biomase zadrží, přibližně 35 %. Další přídatný faktor se týká příspěvku větru. Pole vojtěšky bylo přibližně 300 m od pole kukuřice bližšího elektrárenským odkalištím, kde přechodně suchý povrch skladovaných popílků podléhal větrným epizodám. Vířené prachové částice pak navýšily hodnoty naměřeného spadu u kukuřice.

Z výsledků terénního srovnávacího experimentu a příslušných měření lze odhadovat, že průměrné množství znečišťujícího depozitu, který vstupoval do potravního řetězce souhrnně za vegetační sezonu, byl u vojtěšky (suma tří sečí) kolem 11 kg/ha a u kukuřice 18 kg/ha. Co se týče proporce iniciální retence lokálního spadu biomasou, naše data zhruba potvrzovala údaje jiných autorů, byť získaná např. labora-



torně-experimentální metodou, nikoli sezonním monitorováním – pro vojtěšku do 23 %, pro kukuřici kolem 40 % (Peters a Witherspoon 1972).

#### Porosty zapojených trávníků

Travní porosty v nejširším slova smyslu (louky, pastviny, městské trávníky, porosty na náplavech v říčních nivách ad.) se liší od jednosezonních polních kultur trvale vysokou proporcí stojící odumřelé biomasy a organického opadu, což násobně zvyšuje jejich schopnost zachytit a především pak zadržet částice znečištění (Kovár a Brabec 1987). Živé části rostlin, zejména v období rychlého růstu, mají určitou samočisticí schopnost, zatímco stařina obnáší zvýšený drsný povrch v porostu, a tudíž vyšší efektivitu záchytu. Proto sezonní křivka specifického depozitu u zapojeného trávníku vykazuje až už jednosměrný, nebo kolísavý vzestup, kdežto u polních plodin vytváří charakteristický tvar mírně otevřeného, asymetrického písmene U, což lze vysvětlit následností delší periody kvalitativních fenologických proměn (kvetení a tvorby semen) s postupným syčením znečištěními po předchozím kratším období rychlého prodlužovacího růstu (Kovár 1988).

Pro využití rozdílů v depoziční schopnosti mezi různými typy trávníků k aplikacím při managementu dopadů znečištění lze připomenout naši studii z prostředí aglomerace Prahy (1982). Tři zatrávněné loka-

lity obnášely dopravou a topeništi zatížený park v centru metropole, Riegrovy sady (mozaika vzrostlé dřevinné zeleně a otevřených trávníků), dále suburbánní lokalitu někdejších příměstských sadů v Újezdě nad Lesy a nejmladší lokalitou bylo sídliště Jižní Město s mozaikou půdního svršku nekrytého vegetací a travních ploch. Zatímco městský park a příměstské sady obsahují kromě travinného podrostu rozvolněné rostoucí dřeviny, trávníky sídliště představují otevřená stanoviště (obr. 11). U všech tří lokalit ukázaly odběry biomasy z trávníků srovnatelnou depoziční schopnost kolem 20 % z celkového sezonního spadu pevných částic, přičemž depozit byl více méně rezistentní vůči povětrnostním vlivům (srážky, resuspenze větrem). Intercepce částic však byla několikrát vyšší u trávníků se strukturovaným zápojem stromů a keřů v blízkosti, což lze přičíst srážkovému smyvu a větrné translokaci z korun dřevin, zejména v turbulentních prostorech s přepadem na morfologickém zlomu terénu (analogická data ze srovnání trávníků/les uvádějí např. Balzhanov a kol. 2024). Projevilo se to v nejvyšších sezonních hodnotách specifického depozitu v rámci souboru tří lokalit – v Riegrových sadech.

#### Rozptýlená zeleň ve volné krajině

Středoevropské teritorium a území ČR zvláště, se zhruba třetinovým zalesněním a zbytkem přetvořeným zemědělsky nebo



sídelně při značné urbanistické zástavbě, má typický rys v pestrosti forem roztroušené zeleně, např. keřů a stromů na polních mezích s vynošenými kameny, remízků, větrolamů, živých plotů, stromořadí, zarostlých propadlin v krasových územích, kontaktních ekotonů mezi vegetačními formacemi apod. Byla popsána řada funkcí těchto krajinných prvků, od role biokoridorů u liniových po refugia biodiverzity u ostrovních. Mezi tím figuruje také funkce bariér s parametrem propustnosti jak pro organismy, jejich propagule, horizontální srážky a další, tak pro znečištění unášené větrem či sedimentující v přízemní atmosféře (obr. 13). V převažujících zemědělských krajinách Evropy je logicky menší bezprostřední dopad průmyslových emisí, zatímco narůstá problém s eutrofizací při zdrojích v zemědělství, hlavně s dusíkem a fosforem. Interference s větrem se týká především linií větrolamů, zelených stěn nebo živých plotů, u nichž hrají roli výška, šířka, druhové složení, stáří, orientace vůči převažujícímu proudění, intenzita a frekvence údržbového managementu. Zájem o ně se zvýšil nejen proto, že jich v evropských krajinách ubývá (anglické a skandinávské živé ploty, severofrancouzské či španělské bokáže, aleje v zemích Beneluxu, v Německu a ve státech vzešlých z někdejšího Rakousko-Uherska), ale zvláště se zintenzivněním studia ekotonů, přechodných pásů mezi plošnými útvary v krajině. Větrolamy nebo živé ploty často probíhají souběžně s okrajem pole, drenážním příkopem či zatravněným silničním lemem a tento svazek linií má řadu vlastností ekotonu – v literatuře se pro něj objevuje termín vložený ekoton. V závislosti na metrických parametrech a na stupni exponovanosti vůči větrným poměrům fungují tyto struktury jako filtr při přestupech organismů nebo částic hmoty včetně znečištění ve směru napříč (měřitelná je propustnost závětrným prostorem), jako kumulátor např. sněhu (pomale odtávání a zásobování přilehlých ploch vodou) či organického opadu (listový, zásobující při rozkladu přilehlou půdu živinami).

Vezmeme příklad z anglické krajiny se strukturami živých plotů. Silným zdrojem dusíku jsou zde kromě početných stád skotu a ovcí také „bodové zdroje“ farem vepřů. Stav vegetace, resp. její vliv na koncentraci dusíkatých látek v krajině je předmětem výzkumu, financovaného jak státem, tak farmáři. V místní kulturní krajině dominovaly odedávna živé ploty jako forma udržované vegetační složky. Dělicí čarou mezi děděnou péčí o ně ze strany starousedlíků a novými osadníky mladší generace, kteří se příliš nenamáhají s obnovou zádků a mezer v živých plotech, jež nahrazují prkennými a drátěnými ohradami, je řeka Ure tekoucí od západu k východu. V okolí blízké farmy, která je zdrojem dusíku, převážně ve formě amoniaku, můžeme obecně pozorovat snížení počtu rostlinných druhů z někdejších řádově desítek na jednotky, přičemž drtivě převládá kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Když jsme zjišťovali kvantitu zadrženého dusíku živými ploty a také míru, v jaké neutralizují kyselý déšť, mnohé ve srovnání obou rozdílně ošetřovaných břehů řeky Ure napovědělo monitorování sběrných nádob nad živým plotem i u jeho paty.



13 Liniová bariéra s olší šedou (*Alnus incana*) na opuštěném odkališti s elektrárenským popílkem. Horní Počaply. Snímky P. Kováře

Měřena byla koncentrace oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) a amoniaku ( $\text{NH}_3$ ) zároveň s aciditou (pH) zachycených srážek. Rozdíly v bodech nad a pod větrovým a listovým živého plotu byly průkazné a při zhodnocení území kolem zdroje podle transektů do různých světových stran ukázaly odlišnou zatíženost okrsku depozicí dusíku bez živých plotů a s nimi. Samotná struktura živého plotu posiluje násobně poměr dusičnanového a amoniakálního dusíku, čímž se zvyšuje i pH proteklé srážkové vody – až o dva stupně. Největší rozdíl mezi vstupem a výstupem vykazovaly nestříhané živé ploty (Kovář a kol. 1997).

#### Vzrostlá zeleň ve městech

Od urbánní zeleně – parkovou a pouliční počínaje a městským lesem konče – se očekává ozdravné působení ve vztahu ke znečištění (např. Pearlmutter a kol. 2017). Stromy a keře v ulicích jsou vystaveny náporům větru a vzdušným turbulencím působeným projíždějícími vozidly. Současně jsou exponovány vůči dávkám prachu, resp. částicím nejrůznější velikosti a plynným znečištěním. Efektivita interceptce a retence znečišťujících látek z dlouhodobého hlediska závisí na stresové odolnosti jednotlivých druhů dřevin, na jejich věku a při konkrétních epizodách na růstové formě, zápoji, tvaru koruny, pokryvnosti listový, oděni listů, hustotě průduchů nebo přítomnosti vosků či výměšků žláz na kutikule. Celková listová plocha značně převyšuje úhrn povrchu větví a kmene s borkou, je však roz-

díl mezi listnáči každoročně shazujícími listy a stálezelenými dřevinami, zejména jehličnany, kde zadržený depozit zůstává. V prvním případě je možno „lapené“ znečištění odklidit s opadem (např. Vigevani a kol. 2024), v druhém případě nikoli, a navíc může v kombinaci s mrazem poškozovat jehlice, někdy až do stadia nekrózy; po ztrátě několika ročníků asimilačních orgánů může jedinec uhynout. Adaptační schopnost dřevin na stresové faktory je druhově specifická, nejčastěji spočívá v reakci uzavřením průduchů, čímž se zvýší rezistence proti jejich ucpávání partikulami nebo proti průniku toxických plynů do pletiv. Prostřednictvím průduchů probíhá výměna plynů nutná k fotosyntéze, příjem oxidu uhličitého a uvolňování molekul kyslíku, jakož i transpirace vody, tedy procesy kladně ovlivňující mikroklima městského prostředí. Dřeviny však mohou ovlivňovat ovzduší také vlastními emisemi – pylem, který je potenciálním alergenem, dále nestabilními organickými látkami, které mohou přispívat k tvorbě přízemního ozonu, nebo organickými aerosoly.

Mohli bychom pokračovat v pojednání o dalších aspektech skutečnosti, že rostlinstvo nikoli nevýznamným dílem v interakci s povětrnostními poměry pomáhá „uklízet“ naše atmosférické prostředí. Nebo třeba o tom, jak větrohoropisné soustavy podporující vysokou diverzitu rostlin v horských karech mohou působit známým mechanismem nejen na kumulaci rostlinných diaspor a zásob vody po zimě, ale také na znečištění, jejichž účinek na biotu je nežádoucí. Na to už ale prostor nezbyývá, možná tedy někdy v jiných souvislostech.

Použitá literatura uvedena na webu Živý.