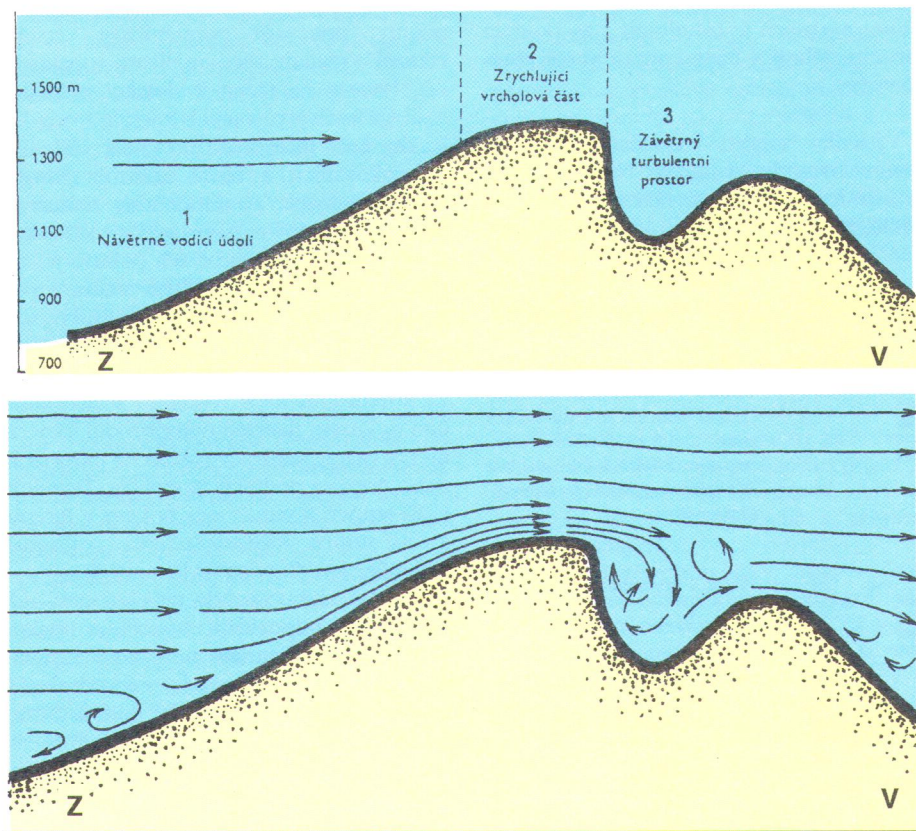


Obr. 2. Schéma vysokohorských vegetačních stupňů a jim odpovídajících ekosystémů

Obr. 3. Podélný profil a vzdušné proudění v anemo-orografickém systému ve směru západ-východ. Zhuštěné proudnice v návětrném údolí a turbulence v závětrném prostoru sudetských jam se spolupodílejí na druhovém bohatství našich hor (podle J. Jeníka)



bodlák lopuchovitý nebo např. devět-sil Kablíkové. V Českém masívu jsou časté nivy s řadou druhů kapradin nebo travin.

Vyšplháme-li proti proudu horských vodotečí, dostaneme se k ekosystémům prameništ, jež jsou vyhraněnou součástí celého spektra různých prostředí hor. Společenstva (třídy *Montio-Cardaminetea*) mají charakter světlomilných (heliofilních) pionýrských formací obohacených o mechorosty. Typ podloží je rozděluje na druhově bohatší náročná na vápník (potoční travertiny, mokré vápencové skály - svaz *Cratoneurion commutati*) a na ta, jež vyžadují měkkou pramenitou, rychle tekoucí a chladnou vodu (silikátová podloží - svaz *Cardamino-Montion*). V prvním případě jsou asi nejtypičtějším reprezentanty masožravé tučnice, kohátka kalíškatá nebo vápnomilné mechy, v druhém případě vrbovky, řeřišnice hořká nebo zdrojovka prameništ.

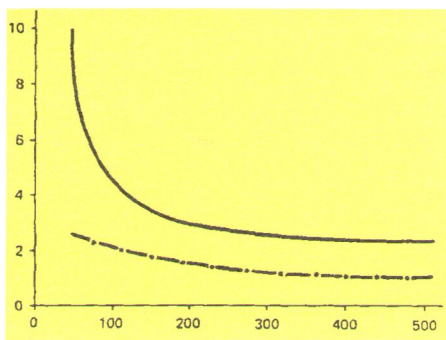
Anemo-orografické systémy v éře atmosférického znečištění bohužel podporují hromadění imisí u nás právě na místech s největším bohatstvím organismů, také masová turistika a sporty hory devastují. Nutnost ochrany pestrého a křehkého biomu vysokohorí není snad třeba zdůrazňovat. Je životadárnou vodonosnou střechou veškeré ostatní krajiny.

Praktická ekologie – případové studie VI.

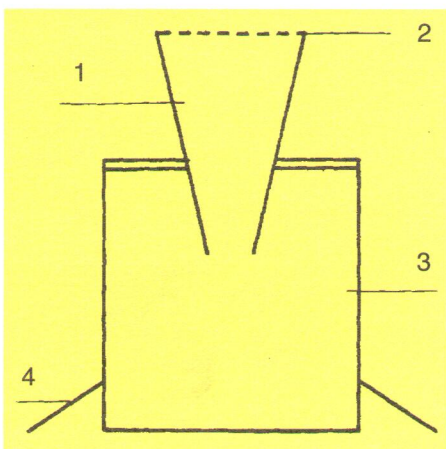
Monitorování znečištění

Povaha a účinky znečištění jsou různé, častěji spíš zákeřné než dramatické. Vyběží k řadě otázek: Jaké jsou dlouhodobé následky znečištění? Jsou předpovídané trendy o koncentracích znečišťujících látek spolehlivé? Nakolik bezpečné jsou průmyslové technologie, které mají ve výrobě obsaženy toxické látky? Atd.

Určení množství a typu cizorodých substancí v prostředí zahrnuje metody průběžného měření - monitorování pomocí (1) speciálních přístrojů (aparatur) a (2) organismů (biomonitoring). Biologické monitorování se liší od bioindikace (Živa, 3/1993:117) tím, že se nesoustřeďuje pouze na symptomatiku poškození nebo na vyhynutí organismů (kvalitativní parametry), ale především na sledování ekologických změn v delším časovém úseku (kvantitativní parametry, např. měření koncentrace látek v tělech organismů). Bioindikace znamená upozornění (signál změny), monitorování pak v následnosti analýzu v prostro-



Obr. 4. Závislost koncentrace olova ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na vzdálenosti od silnice (m). Plná čára – 58 000 vozidel denně, čerchaná čára – 19 800 vozidel denně



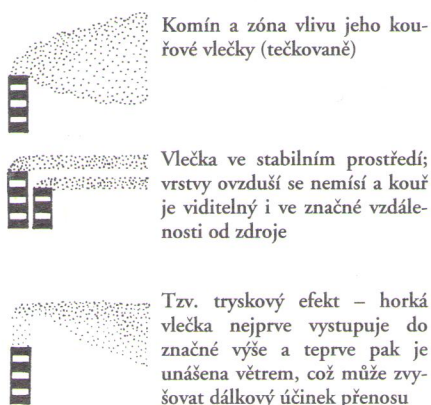
Obr. 5. Schéma kolektoru pro vzorkování spadu; 1 – sběrná nálevka, 2 – síťovina, 3 – kontejner, 4 – upevňovací prvky

ru a v čase (diagnózu změny). Výhodou biologického monitorování proti instrumentálnímu je finanční nenáročnost a vyloučení náhodné registrace netypických výkyvů (kumulací efekt živého monitoru).

Znečištění tuhými částicemi

Látka, které znečišťují prostředí, je obrovské množství – jsou plynné, kapalné a tuhé. Vezměme za příklad to, čemu lidově nejčastěji říkáme prach. Jde o částice, které jsou charakterizovány určitou velikostí a mají určité fyzikální a chemické účinky. Jejich zdrojů je nemálo (domácí to-

Obr. 6. Typy kouřových vleček u bodových zdrojů znečištění – komínů. Kreslila E. Listíková



peniště, průmyslové výroby apod.) a jejich působení značně závisí na podmínkách počasí. Pro kouřové zplodiny je významný horizontální transport (tzv. dálkový přenos) a záchytná schopnost povrchů, na které částice dopadnou. U rostlin existují významné rozdíly ve schopnostech zachytit a zadržet polutanty v závislosti na tvaru, rozměru a povrchových vlastnostech orgánů. Spad tuhých znečištění můžeme měřit jednoduchými kolektory (spadovými nádobami – obr.5), lepkavými fóliemi nebo vzorkovacími sondami (nasátí určitého objemu vzduchu).

Účinky atmosférických částic

Jsou rozmanité. Při masivním záchytu (depozici) na rostlinách mohou zablokovat fotosyntézu nepropouštěním slunečního záření. Ucpávají průduchy listů a tím brání procesům dýchání a výparu vody (transpirace). Mohou být nosiči např. těžkých kovů (obr. 4) a po styku s pleťovými nebo tkáňovými intoxikují organismy a tím je poškozují podle míry jejich stresové tolerance.

Poškození listových průduchů

Průduchy (stomata) jsou miniaturní otvory zapuštěné dvěma svěřacími buňkami do povrchu listu. Slouží k výměně plynů mezi vnitřním a vnějším prostředím a jsou klíčové pro existenci rostliny.

Vybavení:

Lak na nehty, žiletka, podložní a krycí sklíčka, pinzeta, Petriho miska, transmisní mikroskop (se zvětšením 100x – 400x).

Postup:

(1) Potřete spodní povrch listu průzračným lakem, nechte uschnout a sloupněte.

(2) Položte sloupnutou vrstvu na podložní sklíčko do kapky vody a zakryjte krycím sklíčkem.

(3) Prozkoumání v mikroskopu ukáže základní povahu listové kutikuly (pokožky). (Jinou možností je list zlomit a za pomoci pinzety stáhnout malý kousek vnější listové vrstvy.)

Výsledky tohoto jednoduchého testu mohou být velmi zajímavé. Např. zkoumání listů vavřínu z místa nedaleko hutě odhalilo, že více než 50 % průduchů je kontaminováno částicemi spadu.

Ekologická metodika VI.

Ověření a syntéza

Nejprve navážeme na minulou část (V.) o modelech. Pro zdárné uplatnění modelu je třeba jeho (1) verifikace a (2) validace. První termín znamená ověření logické výstavby modelu a potvrzení správnosti jednotlivých kroků. Druhý termín značí ověření platnosti modelu, tj. srovnání výstupu modelu s údaji, které určují modelované vztahy, procesy a interakce. Na podrobné postupy v obou případech zde není místo, řekněme jen, že validace modelu bývá problematičtější než jeho verifikace (např. když přijatelný výstup nedává signál o matematické chybě). Z toho plyne: zahrnout co největší škálu hodnot při ověřování shody modelu se skutečností.

Vraťme se však k celkové syntéze v ekologickém experimentování. Ekologické pokusy se téměř vždy provádějí za podmínek, jež nás nutí k volbě mezi možnými strategiemi pro řešení problému. Ať zvolíme jakkoli, vždy platíme jistou cenu.

Máme-li podobná pozorování z různých lokalit, pudí nás to navrhnout zobecňující vysvětlení – hypotézu. Ta ovšem může být zpravidla testována pouze na jednom místě. Výsledek pokusu dává potvrzení hypotézy – to se ale nedá rozšířit na jiné území.

Experiment založený v terénu dává záruku, že výsledky jsou aplikovatelné v reálném světě, z něhož vzešla hypotéza pokusem testovaná. Cena za realismus je, že musí následovat spíše jednoduše uspořádané pokusy, poněvadž proměnlivost většiny faktorů vyžaduje více replikací (opakování). Pokusy navrhované k detekci několika ekologických jevů a jejich interakcí vyžadují, aby byly malé výchyly mezi výsledky v opakováních a navíc kontrola zdrojů těchto výchytek. To téměř vždy znamená, že se pak pokusy musí provádět v laboratoři. Nevýhodou laboratorních pokusů je, že jsme nuceni při nich používat omezený počet druhů (např. proto, aby se zajistil postačující počet generací k zajištění výsledků apod.). To snižuje realismus studia. Rozumný kompromis mezi terénním a laboratorním pokusem nabízejí polopřírodní experimenty (např. kultivace rostlin na parcelách nebo pomocí půdních monolitů). Dovolují vyšší stupeň kontroly než pokusy v terénu a větší stupeň složitosti (a tudíž i realismu) než může být dosaženo v laboratoři.

Spátku však vyžaduje na ekologovi též výběr mezi odpovídajícím počtem opakování pokusných variant a složitostí uspořádání, jež teoreticky odpoví na komplexní soubor otázek. Můžeme také dojít k tomu, že se příroda vzepře odhalení jejích interakcí a nepomůže nám sebenákladnější experiment. Pak jsme alespoň na čas vyhnáni za hranice vědy.