

1 Ekologické podmínky na zdech

1.1 Obecný charakter zedního biotopu

Zed' je pro rostliny extrémním stanovištěm. Jsou zde vystaveny klimatickému a edafickému stresu a v neposlední řadě antropickému tlaku (znečištění ovzduší, eutrofizace). Na druhé straně tyto extrémní podmínky mají za následek vyloučení nebo podstatné snížení konkurence ze strany kompetičně silných rostlinných druhů, a tím umožňují existenci druhů kompetičně slabších, které jsou lépe adaptovány k těmto podmínkám. Ale ani tyto adaptované druhy nejsou schopny osídlovat biotop celý a rovnoměrně a mají většinou nízké populační hustoty. Jen malý počet druhů se na zdech vyskytuje s větší stálostí a pravidelností, mnoho druhů se na zdi vyskytne náhodně jen v jednom nebo několika případech (Segal 1969).

Druhy rostoucí na zdech jsou tedy charakterizovány nízkým stupněm stanovištní fidelity a formují společenstva s nízkou úrovní organizace a s vysokou beta-diverzitou (Kolbek et Valachovič 1996). Některé kosmopolitní lišejníky a mechorosty mohou vykazovat vyšší a stálější vazbu ke stanovišti. Charakter společenstev obývajících zdi určují hlavně lokální abiotické podmínky v místě výskytu každého jedince. Ve společenstvech často chybí mnohé diagnostické druhy, na druhé straně jsou obohacena o některé druhy ruderální (Sádlo 2001).

Pro většinu společenstev rostoucích na zdech není jejich výskyt striktně vázán jen na stanoviště zdi, i když některá z nich (např. *Asplenium trichomanum-rutae-murariae*) nalezla právě na tomto sekundárním biotopu příhodné podmínky a jsou zde rozšířená více než na svých přirozených stanovištích na skalách (Kolbek 1997). Dalším podobným příkladem je kříženec *Asplenium x alternifolium*, který se ve štěrbinách zdi také vyskytuje hojněji než na přirozených skalních podkladech (Kolbek 1990).

Mnoho druhů rostoucích na zdech má trvale sníženou vitalitu. Přesto většina z nich dosáhne kvetoucí fáze, třebaže se sníženou produkcí květů a semen. U jednoletých druhů cévnatých rostlin s velmi rychlým vývojem a přechodem k fertilní fázi hovoří Klimeš (1986) o nanismech (např. *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Glechoma hederacea* a další). Některé druhy mechorostů se na zdech uplatňují jen ve vegetativním stavu, jejich fertilita je silně snížena.

Rozdíl mezi zedními a skalními biotopy

Zední vegetace bývá často srovnávána s vegetací skal a skalních štěrbin. Podmínky na zdech se ale zásadně liší od podmínek na přirozených skalních biotopech, zejména těmito faktory:

- Přítomnost malty a její účinek (viz kap. 2.4 Typ pojiva)
- Relativně malá variabilita stanovišť (nestabilní a strukturně ne moc komplikované stanoviště, na skalách je složitější mikrorelief)
- Izolované objekty malých rozměrů – mikroklima je silně ovlivněno změnou okolních klimatických podmínek (např. větší teplotní výkyvy než na skalách)
- Biotop tvoří bezprostřední součást lidských sídel, je přímo ovlivněn antropickým tlakem (vliv znečištění, odlišné mikroklimatické podmínky ve městech, časté disturbance při čištění a renovacích, dále silné ovlivnění okolní, většinou ruderalní vegetací).

Hajdúk (1988) uvádí jako jeden z rozdílů to, že zatímco ve skalních štěrbinách se často vyskytují i endemity a relikty (např. *Daphne arbuscula*, *Androsace villosa*), štěrbiny zdi a dlažby v mnoha případech poskytují vhodná stanoviště pro některé invazní druhy pocházející z geograficky vzdálených flór. Naopak Brandes (2002) zaznamenal při svém výzkumu východní části Kréty na zdech výskyt celkem osmi endemických druhů.

Druhy rostoucí na skalách a na zdech jsou obecně nazývány petrofyty (Segal 1969). Z nich lze odlišit druhy rostoucí na povrchu kamenů (nebo cihel) – litofyty. Druhy charakteristické pro hluboké skalní a zední štěrbinu se označují jako chasmoftyty a druhy osidlující malé výčnělky a římsy, kde dochází k akumulaci detritu, jsou označovány jako chomofyty. Mezi chasmoftyty a chomofyty neexistuje žádné přesné rozdělení a někteří autoři je ztotožňují (Klika 1955, Segal 1969). Termínu chasmoftyt se tedy používá velmi volně a široce. Klika (1955) naopak používá podrobnější klasifikaci, ve které rozlišuje chomofyty dále na exochomofyty (druhy kořenující v hromádkách povrchového detritu nebo klíčící na polštářích jiných rostlin) a endochomofyty (druhy kořenující ve skalních štěrbinách nebo skulinách s nahromaděným substrátem).

Lidská sídla – charakteristika životních podmínek

V zastavěných oblastech poskytují zdi rostlinám další možnou niku. Vedle ostatních ruderalních stanovišť jsou zdi v lidských sídlech vystaveny intenzivnímu vlivu člověka (antropickému tlaku). Městské prostředí má řadu specifických vlastností a od okolní krajiny

se odlišuje prakticky ve všech klimatických parametrech (Pyšek 1996). Některé z významných faktorů typických pro městské prostředí jsou:

- Vyšší průměrná roční teplota
- Nižší extrémní teploty
- Znečištění ovzduší
- Snížené proudění vzduchu
- Nižší relativní vzdušná vlhkost

Vlivem vyšší teploty dochází ve městech v jarním období k fenologickému posunu a vegetační období začíná o něco dříve. Nižší extrémní teploty umožňují přežít druhům citlivým vůči vymrzání. Byla prokázána vazba některých druhů na nejteplejší centrální části měst – Sukopp et Wittig (1998) uvádějí z německých měst například druhy *Hordeum murinum* a *Ailanthus altissima*.

Zdi na vesnicích mají na rozdíl od měst méně extrémní mikroklimatické podmínky a jsou v kontaktu s rozmanitými typy okolní vegetace.

1.2 Adaptace rostlin na zdech

Rostliny rostoucí na zdech musejí být adaptovány k extrémním podmínkám. Už Černík (1927) si všimá zvláštního vzhledu rostlin rostoucích ve spárách zdí a pouliční dlažby: „Tvar rostliny jest jakoby zavalitý, barva tmavší, vzhled morfologický jednotlivých částí jako zaokrouhlený, listy silněji opatřené chloupky“.

Vyšší rostliny obývající zdi mají většinou xeromorfní charakter. Vyskytují se zde druhy sukulentní (např. druhy rodu *Sedum* a *Sempervivum*), druhy se žláznatými trichomy (druhy rodu *Geranium*, druh *Gymnocarpium robertianum*) a sekrečními orgány (*Chelidonium majus*) a druhy s dobře vyvinutým sklerenchymem (např. *Poa compressa*, druhy rodu *Festuca*) a kutikulou (např. *Sonchus oleraceus*, druhy rodu *Fumaria*). Dalším přizpůsobením je u některých druhů (např. skalní druh *Aurinia saxatilis*) dlouhý silný kořen, který proniká hluboko do zdi, kde se většinou udržuje stálá vlhkost.

Některé kapradiny (např. *Asplenium ruta-muraria*) a trávy jsou dobře adaptovány k častému vysychání na stanovišti. Tvoří krátké svazčité kořeny, které jsou velmi jemné a husté a nezasahují moc hluboko do štěrbin. Velký povrch kořenového systému je schopen zadržet vodní páru a poskytnout tak rostlině dostatek vody. Při dlouhých suchých periodách jsou tyto druhy schopny přežít i při krajním vyschnutí.

Většina diaspor druhů, které se uchytí ve štěrbinách, není schopno vyklíčit vlivem nedostatku světla. Kaprad'orosty jsou zvýhodněny díky rozdílu v ekologii klíčnicích a dospělých rostlin (Sádlo et Storch 2000). Mladý prokel přežívá v silně stinných puklinách, kde se udržuje stálá vlhkost. Dospělé rostliny jsou naopak světlomilné a odolné k suchu.

U mechů jsou také vyvinuty speciální adaptace, které jim umožňují přežít. Jedná se převážně o adaptace morfologické. Některé druhy mají na sobě velké množství (průhledných) chloupků, které tvoří izolační vrstvu vzduchu nad mechovými polštářky a mohou také zachycovat a akumulovat dešťovou vodu (např. druhy rodu *Tortula*, *Grimmia*, druh *Orthotrichum diaphanum*). Některé druhy jsou také schopny různě svinout listové čepele a tak redukovat evaporaci (např. *Tortula muralis*, *Orthotrichum diaphanum*, *Ceratodon purpureus* a další). V neposlední řadě se akrokarpní mechy chrání před nadměrnou transpirací a zářením růstem v hustých a těsných trsech.

U mechů se vytvořily i některé anatomické adaptace. Buňky jsou u mnoha druhů relativně malé, s tlustými papilnatými buněčnými stěnami. Jako zásobárna vody slouží hyalinní buňky blízko báze listové čepele. Díky těmto buňkám jsou také umožněny hygroskopické pohyby listů (např. u rodů *Encalypta*, *Tortula* a *Tortella*) a jejich těsná poloha (např. *Bryum argenteum*). Mnoho druhů je schopno přežít úplné vyschnutí a po ovlhčení znovu zahájit životní procesy.

1.2.1 Životní formy

Segal (1969) použil při výzkumu středoevropské flóry a vegetace zdi tyto kategorie životních forem z původního podrobného rozdělení podle Raunkiaera (1918):

- terofyty
- geofyty
- hemikryptofyty
- chamaefyty
- fanerofyty (nanofanerofyty, makrofanerofyty)

Zastoupení různých životních forem u druhů osidlujících zdi se mění vlivem klimatických podmínek v daných oblastech světa. V atlantské oblasti Evropy převažují hemikryptofyty (Segal 1969), v mediteránní oblasti zaznamenali Brandes et Brandes (1999) a Segal (l.c.) vysoké zastoupení chamaefytů. V Indii například popsal Varshney (1971) u zední flóry převažující zastoupení terofytů, hemikryptofyty zde zcela chybějí. Geofyty byly častěji zaznamenané v horských oblastech střední Evropy (Segal l.c.).

Chludová (2003) provedla souhrnné hodnocení zastoupení životních forem, jak je v literatuře uvádějí někteří autoři zabývající se flórou a vegetací zdí ve střední Evropě. Autorka uvádí tabulku s relativním zastoupením životních forem v porovnání s relativním zastoupením životních forem ve středoevropské flóře. Největší počet druhů vyskytujících se na zdech (skoro polovina) náleží mezi hemikryptofty. Druhou nejvíce zastoupenou životní formou jsou terofyty.

Ve srovnání se středoevropskou flórou je zřejmé, že se distribuce životních forem flóry zdí a flóry střední Evropy podstatně neliší (Chludová 2003).

Se zastoupením životních forem je úzce korelována vertikální stratifikace (Klimeš 1986). Většinou však vertikální struktura není u zední vegetace příliš dobře rozlišena (Segal 1969). Vegetaci ve většině případů tvoří jen jedna nebo dvě vrstvy vegetace (mechové a bylinné patro), patro keřové a stromové bývá vzácněji vyvinuto převážně na korunách zdí s poněkud větší akumulací substrátu.

1.2.2 Životní strategie

Zastoupení životních strategií cévnatých rostlin a mechorostů bezprostředně souvisí s převažujícím zastoupením jejich životních forem.

U cévnatých rostlin zaznamenala Chludová (2003) převládající C nebo CSR strategii typickou pro nejhojněji se vyskytující hemikryptofty. U terofytů převažuje R nebo S strategie.

U mechorostů zaznamenal Duchoslav (2002) nejčastěji dvě životní strategie (podle During 1979) – kolonisty a vytrvalé druhy. Do kategorie kolonistů patří např. druhy *Bryum argenteum*, *Ceratodon purpureus*, *Tortula muralis* a další. Kolonisté se často objevují v sekundární sukcesi a jsou charakterizováni relativně krátkou dobou života a časným a vysokým stupněm reprodukce. Do této skupiny patří i pionýrské typy mechorostů (např. druhy rodu *Grimmia*), které jsou přítomné při primární sukcesi velmi často na holých kamenech a skalách. Vytrvalé druhy mechorostů jsou časté v pozdějších sukcesních fázích na stanovištích s příhodnějšími a stálejšími životními podmínkami. Patří sem hlavně druhy rodu *Brachythecium*. Pro vytrvalé druhy je typická delší doba života, převažuje u nich vegetativní rozrůstání (propagace). Chludová (2003) z oblasti střední Moravy a Duchoslav (2002) z východních Čech uvádějí převažující výskyt vytrvalých typů mechorostů na horizontálních korunách zdí a naopak převládající výskyt kolonistů na vertikálních stěnách.

1.3 Stavební materiál

Vegetace rostoucí na zdech je edaficky podmíněna. Rostliny mají k dispozici minimum fyzického prostoru, jejich kořenový systém je omezen na spáry zdí o různé šířce nebo na horizontální korunu zdi, kde může docházet k akumulaci půdy.

Jedná se o otevřený systém s ne moc velkým využitím vstupující energie a s neúplným koloběhem organických a anorganických látek (značná část opadlých listů a humusu není v systému zadržena) (Segal 1969).

Zdi mohou být postaveny z různých druhů stavebního materiálu. Segal (1969) se při svém výzkumu ve střední Evropě zabýval podrobnějším studiem tří nejčastějších typů zdí:

- zdi z přírodního kamene (většinou spojené maltou)
- cihlové zdi (spojené maltou)
- betonové zdi

Zdění z kamene se u nás používalo hlavně ve středověku (Drábek 2000). Lidé používali kámen z nejbližšího okolí, postupem času začínají vznikat lomy a stavební kámen se začíná opracovávat.

Převážně v 18. a 19. století se ke zdění používaly vedle kamene nepálené cihly (lidovým názvoslovím např. kotáry, kotovice, vepřovice atd.). K jejich výrobě se používala jílovitá hlína, do níž se přimíchaly plevy a vepřové štětiny. Ještě v dnešní době můžeme nalézt některé stavby postavené touto technikou.

Nepálenou cihlu později zcela nahradila cihla pálená, která je u nás dnes základním stavebním materiálem. Červeně zbarvené cihly mají silně zásaditou reakci a jejich barva je způsobena vyšším obsahem železa (Segal 1969).

Betonu se většinou používá na stavbu plotních zídek. Tento materiál je tvořen směsí cementu, písku a jemnozrnného štěrku a má podobně jako malta také alkalickou reakci.

Na složení a fyzikálních vlastnostech stavebního materiálu se odráží rozvoj rostlinného krytu, zvláště epilitických mechů a lišejníků (Segal 1969). Například slín, který je bohatý na vápník a hořčík a citlivý na zvětrávání, poskytuje vhodné stanoviště pro některé bazilní druhy mechů (např. *Barbula revoluta*, *Gymnostomum aeruginosum*, *Gyroweisia tenuis*). Jiné druhy dávají přednost žulovému povrchu (např. druhy rodu *Grimmia*, *Orthotrichum*). Na zdech jsou často velmi nápadné a charakteristické porosty korovitých lišejníků, jejichž výskyt je v mnoha případech dobře diferenciován podle lokálního složení stavebního materiálu (Watson 1918). Například u zdi postavené z různých typů hornin je výskyt silikátových kamenů označen přítomností např. druhů *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *P. physodes* a

Lecanora polytropa, naopak na vápencových kamenech lze nalézt charakteristické porosty druhů *Xanthoria parietina*, *Lecanora galactina*, *Collema multifidum* a dalších.

Z vyšších rostlin je podle Segala (Segal 1969) například druh *Erigeron mucronatus* s největší pravděpodobností závislý právě na žulovém podkladu. Na druhé straně některé druhy dávají přednost zdem postavených z vápence nebo vápenitého pískovce (např. *Corydalis lutea*, *Erysimum cheiri*).

1.4 Typ pojiva

Ve středověku byly jako pojivo používány hlína, směs vápna a písku nebo směs vápna a slámy v různých poměrech v závislosti na množství a dostupnosti tohoto materiálu. Asi od roku 1600 se v západní Evropě začala používat vápenná malta. Kolem roku 1870 byly objeveny vlastnosti Portlandského cementu, který maltu částečně nahradil (Segal 1969).

V dnešní době se tedy můžeme setkat s kamennými nebo cihlovými zdmi, které jsou vyspárovány různým typem pojiva – hlínou, vápennou nebo vápenocementovou maltou, betonem. Spárování betonem se používá hlavně u opěrných zdí a zídek, u kterých je požadována vyšší pevnost.

Malta má vysoké hodnoty pH. Dešťová voda obsahující oxid uhličitý vápno částečně neutralizuje, a tak dochází během času k mírnému snížení pH (Segal 1969). Rozpadající se zdivo poskytuje produkty bohaté na vápník a hořčík, a proto nejvíce charakteristickými druhy obývajícími zdi jsou druhy kalcifilní nebo kalcitolerantní. Pouze ve starších sukcesních stádiích nebo ve zvláštních případech (např. při akumulaci navátého písku chudého na minerální látky) se mohou objevit druhy kalcifugní. Z hlediska zastoupení kaprad'orostů vyskytujících se na zdech Kolbek (1990) uvádí typy kalcifilní (např. *Asplenium ruta-muraria* a *Gymnocarpium robertianum*), typy silikátové, které se převážně vážou na půdy kyselé bez přítomnosti karbonátů (*Asplenium septentrionale*, *Polypodium vulgare*), a typy inertní rostoucí od kyselých k bazickým substrátům (*Dryopteris filix-mas*, *Asplenium trichomanes*).

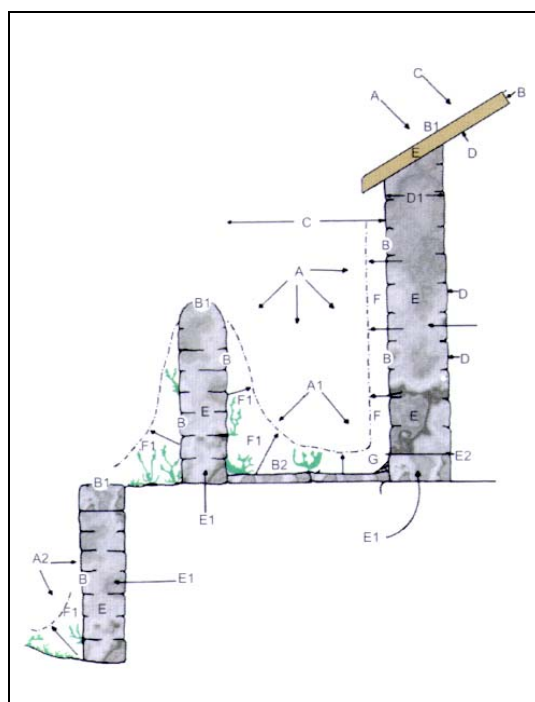
V dřívějších dobách se na koruny zdí a zídek navázely drny nebo násypy hlíny za účelem zpevnění zdi. Byla to hlína vykopaná ze základů, nebo bylo přiváženo bahno z cest, rybníků a příkopů (Otruba 1928). V takovém případě většinou vegetace po nějaké době na koruně zdi vytvořila souvislý porost.

1.5 Klimatické faktory

Zední biotop se vyznačuje zcela specifickými mikroklimatickými podmínkami. Různé faktory mající vliv na mikroklima zdí znázorňuje obr. 1 (podle Wittig 2002). Na základě

rozdílných ekologických podmínek autor rozlišuje čtyři typy stanovišť – střechy, vnější stěny budov, volně stojící zdi a opěrné zdi. U volně stojících zdí závisí mikroklima značně na tloušťce zdi – silné zdi mají větší tepelnou kapacitu, nejsou zde tak velké teplotní fluktuace jako u tenkých zdí, a proto zde dochází k lepšímu a rychlejšímu rozvoji vegetace. Podobně je tomu i u opěrných zdí, kde je mikroklima dostatečně vyrovnané a rostliny mají většinou dostatek vlhkosti, půdy i živin.

Významný vliv při působení jednotlivých abiotických faktorů má orientace zdi a její sklon, jejich účinek je zmíněn v jednotlivých podkapitolách.



Obr. 1: Různá stanoviště na zdech a jejich ovlivnění faktory okolního prostředí (Wittig 2002). A – klimatické podmínky (např. srážky, teplota, proudění větru atd.), A1 – mikroklimatický účinek těsného sousedství dvou zdí, A2 – udržení vlhkosti u opěrných zdí, B – sklon, expozice, porozita, stáří, barva atd., B1 – koruna zdi (tvar, materiál), B2 – horizontální dlažba, C – účinek sousedních staveb (zastínění, víření vzduchu), D – klima uvnitř budov, D1 – tloušťka zdi, E – fyzikálně-chemické vlastnosti zdi (udržení vlhkosti, vedení tepla), E1 – vliv půdy, E2 – izolace proti vlhkosti, F – izolační vrstva vzduchu ve vzdálenosti do 8–10 cm od zdi, G – akumulace substrátu u paty zdi.

1.5.1 Hydrologické poměry

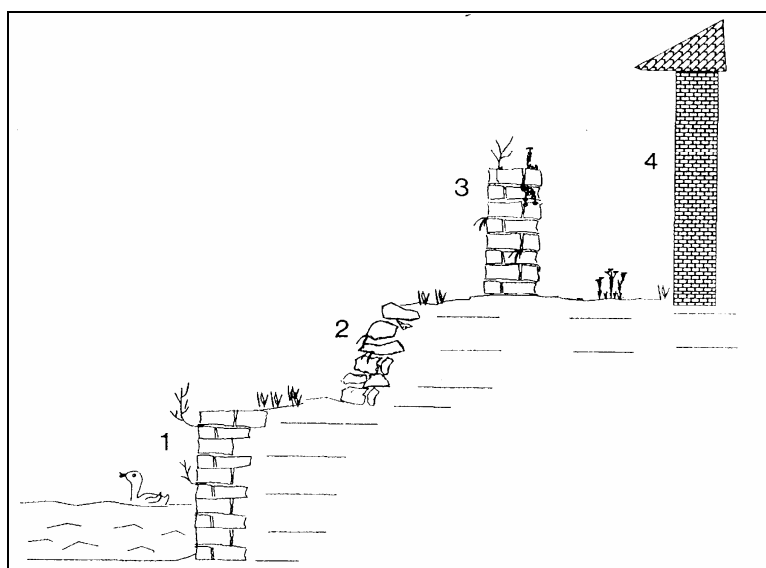
Množství vody v substrátu je jeden z nejvýznamnějších limitujících faktorů pro osídlení a přežití rostlin na zdi. Udržení vlhkosti závisí na povaze substrátu, expozici zdi ke světovým stranám, mikroklimatu a rozvoji rostlinného krytu (Segal 1969).

Brandes (1992a) rozlišil čtyři typy zdí podle vlhkostních poměrů (obr. 2): nejlepšími vlhkostními podmínkami se vyznačují opěrné zdi (č. 1 a 2), které jsou většinou schopny

udržet konstantní vlhkost. U izolovaně stojících zdí (č. 3) se voda hůře udrží kvůli méně stabilním mikroklimatickým poměrům. Nejméně příznivé vlhkostní podmínky vykazují zdi obytných budov (č. 4), které jsou vysušené a jen zřídka kolonizované rostlinami.

Některé části vertikálních stěn zdí mohou být kolonizovány rostlinami díky přerušovanému zásobení vodou pocházející z okapů a odtokových rour (Kent 1961, Rishbeth 1948) (obr. 3). Relativní vlhkost závisí i na evaporaci, jejíž rychlost je ovlivněna teplotou, vlhkostí vzduchu a silou větru. Ve městech je evaporace vlivem vyšší teploty a tudíž i snížené relativní vlhkosti vzduchu zvýšena. Ve městech jsou také na rozdíl od okolní krajiny nižší srážky ve formě rosy.

Důležitá je porozita kamenů a cihel, která určuje jejich retenční schopnost a podíl evaporace. Voda se dostává kapilárním vztlínáním z půdy u paty zdi směrem nahoru. Vegetace někdy bývá liniově vyvinuta v určité výšce nad povrchem země (Woodell 1979).



Obr. 2: Typy zdí podle vlhkostních podmínek (Brandes 1992a): č. 1 a 2 – opěrné zdi, č. 3 – izolovaně stojící zdi a č. 4 – zdi obytných budov.

Při dešťových srážkách se na horizontální koruně voda lépe udržuje než na vertikálních stěnách (Segal 1969). Vlhkostní poměry jsou ve velké míře závislé na orientaci dané stěny zdi. Zdi směřující na jih jsou vystaveny silnému vysychání v důsledku přímého oslunění. Jižně orientovaným stěnám jsou si v zásobě vlhkosti nejvíce podobné zdi orientované na západ. Na stěnách zdí mířících k severu, kde teploty nedosahují tak vysokých hodnot a výkyvy nejsou tak značné, se voda daleko snadněji udrží (evaporace není tak vysoká), a vegetace je často lépe vyvinuta. Podobná situace je i na zdech směřujících na východ.

Zmírnění efektu orientace k jednotlivým světovým stranám dochází při expozici dané stěny k převládajícímu proudění větru a tedy i k hlavnímu směru dešťových srážek (Woodell 1979). Například Segal (1969) pozoroval v západní Evropě u zdí, které byly obráceny směrem k západu nebo jihozápadu, a které jsou v této oblasti nejvíce zásobeny atmosférickými srážkami, hojné osídlení zelenými řasami (hlavně druh *Protococcus viridis*).



Obr. 3: Vazba vegetace na místa s nejlepšími vlhkostními podmínkami.

1.5.2 Teplotní a světelné poměry

Teplota zdi je závislá na fyzikálních vlastnostech zdi, na směru a síle větru, na teplotě okolního vzduchu a na podílu evaporace (Segal 1969). Také barva stavebního materiálu, ze kterého je zeď postavena, hraje roli – stavební materiál tmavší barvy se prohřívá snadněji.

Značná fluktuace teploty je zvláště patrná u zdí směřujících na jih, kde se jejich povrch vlivem přímého ozáření velice rychle zahřeje na vysoké teploty, a během noci po poklesu slunečního záření se rychle ochladí. Například v Indii naměřil Varshney (1971) na koruně zdi teplotu 62,5 °C, přičemž teplota okolního vzduchu byla asi 33 °C ve výšce 1m nad zemí. V jarním období se ovšem jižně orientované stěny rychleji prohřejí a může zde být časněji zahájen sezónní vývoj vegetace. Naopak severně orientované zdi se vyznačují méně extrémními teplotami a také teplotní výkyvy nejsou tak výrazné.

Orientace zdi je důležitá ve spojení s úhlem sklonu stěny zdi. Na sklonu závisí intenzita sluneční radiace (Segal 1969).

1.5.3 Účinek větru

Vítr má výrazný vliv na vysoušení zdi a jeho prostřednictvím dochází k akumulaci půdních částic nebo naopak k jejich odnosu. Na degradaci zdi mají nemalý vliv větrem unášené malé částice, které na zed' působí abrazivně.

Prostřednictvím vzdušných proudů se rozšiřují diasporý mnoha druhů, které se tak snadno dostávají nad úroveň terénu a mohou zed' kolonizovat.

1.6 Biotické faktory

Biotické faktory, které mají vliv na vývoj zedního biotopu mají povahu fytogenní, zoogenní a antropogenní.

1.6.1 Fytogenní faktory

Ovlivnění ekologických podmínek na zdi vegetací je velmi významné. Přítomnost rostlinného krytu způsobuje snížení intenzity slunečního záření na substrát, což vede k ustálení rozdílů v teplotě a udržení vyšší vlhkosti (Segal 1969). Vegetace zachycuje množství externích částic včetně diaspor. Podílí se na tvorbě humusu, a tak vytváří podmínky pro osídlení dalšími druhy.

Rostliny mají výrazný vliv na rozkladné procesy zdi. Jejich kořeny prorůstají různými škvírami a skulinami do zdi, které dále rozšiřují, a kde napomáhají chemické dekompozici (např. produkcí oxidu uhličitého). Síla, kterou některé druhy pronikají do zdi, je značná (např. *Hedera helix*, *Taxus baccata*, *Dryopteris filix-mas* a další) (Segal 1969).

Vztahy mezi mechorosty a cévnatými rostlinami mohou být regulovány inhibičními alelopatickými mechanismy (Lisci et Pacini 1993a). Některé druhy mechů produkují látky inhibující klíčení semen a růst kořenů cévnatých rostlin.

1.6.2 Zoogenní faktory

Vliv živočichů je nejdůležitější při šíření diaspor (blíže viz kap. 4.10 Strategie šíření). Na rozvoji zední vegetace se podílejí hlavně mravenci a ptáci. Zvláště ve městech obohacují ptáci svými exkrementy koruny zdí o dusíkaté látky, a tím umožňují rozvoj nitrofilních druhů. Při šíření diaspor některých druhů se uplatňují i kočky a některé druhy měkkýšů (Woodell et Rossiter 1959).

1.6.3 Antropogenní faktory

Zdi představují člověkem uměle vytvořené biotopy. Díky lidské činnosti dochází k translokaci detritu a šíření diaspor autochtonních druhů a neofytů.

K výraznému ovlivnění flóry a vegetace na zdech dochází při renovacích zdí (např. zdi spárované vápennou maltou jsou opravovány cementem), pravidelném čištění a dalších narušování stanoviště (obr. 4). Atmosférické znečištění (depozice sazí a dehtu) může mít zvláště ve městech negativní účinek na růst lišejníků a transpiraci rostlin.



Obr. 4: Renovovaná koruna zdi.

1.7 Zvětrávání zdi

Osídlení zdi a vytvoření stabilizovaných fytoocenóz není zdaleka otázkou krátkodobou. Nejdůležitějším faktorem pro kolonizaci zdi rostlinami je proces zvětrávání, který je primárně způsoben vlivem klimatických faktorů (srážky, vítr, teplotní výkyvy).

Stavební materiál se vyznačuje určitou porozitou, která udává jeho retenční schopnost. V zimě dochází k zamrznutí vody uvnitř cihel a kamenů a k jejich mechanickému poškození (vznik trhlin). Dešťové srážky působí na chemické zvětrávání zdi, hlavně účinkem kyseliny uhličitě obsažené v dešťové vodě.

Výrazný účinek na rozpad zdi mají výkyvy teploty (Segal 1969). Kameny a cihly mají vysokou tepelnou vodivost ale zároveň malou tepelnou kapacitu. Zdivo je postaveno z různých materiálů s odlišnými fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Mezi kameny (nebo cihlami) a pojivem vznikají pukliny, což je začátkem postupné degradace zdi (obr. 5).



Obr. 5: Počáteční známky degradace zdi vlivem klimatických faktorů a primární osídlení vápnomilným druhem *Asplenium ruta-muraria*.

Vedle klimatických faktorů přispívají k dekompozici zdi i některé faktory biotické (např. mechanické a chemické poškození struktury zdi kořeny rostlin).

Rozpad zdi je v počátečních fázích umožněn mikroorganismy, zvláště bakteriemi (Segal 1969). Jejich činností se materiál začne drolit a rozpadat. V jamkách a puklinách na zdi začne docházet k akumulaci hlíny, prachu a humusových částic, což při dostatečné vlhkosti umožní uchycení a vyklíčení diaspor.

K rychlejší degradaci dochází na horizontální koruně zdi než na vertikální stěně, kde se v zimě méně drží sníh a voda rychleji odtéká. Významný vliv na dekompozici zdi má i orientace stěny zdi – u jižně orientovaných stěn dochází vlivem více extrémních podmínek k rychlejší degradaci.

Během rozpadu zdi vzrůstá objem a hmotnost zdiva. Struktura zdi se stává méně kompaktní a částice jsou těžší vlivem inkorporace oxidu uhličitého, vody atd. Nejlépe vyvinutý vegetační kryt mají zdi dosti značného stáří (Lisci et Pacini 1993a). Brandes (1992a) uvádí empirické pravidlo, že u zdí starých asi 100–500 let můžeme nalézt optimálně rozvinutá společenstva ze třídy *Asplenetea*.

1.8 Kolonizace zdi

Na zdech lze rozlišit rozdílná stanoviště pro kolonizaci – povrch samotného materiálu, ze kterého je zeď postavena (např. různé druhy kamene, cihly), a nejrůznější spáry a pukliny.

Povrch kamenů nebo cihel je velmi extrémním stanovištěm, osidlují ho řasy, sinice a některé druhy mechů a lišejníků. Půda je vyvinuta většinou jen v nepatrném množství pod polštářky mechů a lišejníků.

V porovnání s holým povrchem zdi jsou pukliny pro růst rostlin mnohem příznivější. Ukládá se zde více substrátu a jsou zde příznivější mikroklimatické podmínky, zejména stálější teploty a vlhkost. Lisci et Pacini (1993a) na zdech dokonce rozlišili sedm různých typů štěrbin (např. štěrby na styku dvou různých stavebních materiálů, štěrby v úrovni země, štěrby na horizontální stěně atd.). Každé mikrostanoviště tvoří odlišnou niku, která se vyznačuje specifickou ekologií.

Dalšími stanovišti lišícími se podmínkami pro kolonizaci a růst rostlin jsou horizontální koruny a vertikální stěny zdí. Nejvýznamnější rozdíl je u těchto dvou stanovišť ve světelných a vlhkostních podmínkách (Duchoslav 2002). Koruny zdí představují více osluněná sušší stanoviště a společenstva, která zde rostou, vykazují značnou podobnost s přirozenými xerothermními porosty primitivních půd (Klimeš 1986). Vertikální stěny zdí naopak osidlují druhy s vyšší tolerancí ke stínu a vyššími nároky na vlhkost (Duchoslav 2002). Při kolonizaci vertikálních stěn cévnatými rostlinami hraje důležitou roli sklon. Kolmé stěny jsou pro růst velkého počtu druhů cévnatých rostlin nepřístupné, neboť u mladých semenáčků je zamezen růst kořene směrem dolů (Segal 1969). Mohou se zde rozvinout ty druhy, u nichž je kořen semenáčku schopen horizontálního růstu. U méně strmých stěn je kolonizace cévnatých rostlin snadnější.

Hlavní faktory podmiňující kolonizaci (Lisci et Pacini 1993a) jsou:

- lokální abiotické podmínky (typ a množství substrátu, expozice, vlhkost)
- způsob rozšiřování a množství diaspor

Kolonizace zdí cévnatými rostlinami je silně ovlivněna okolní vegetací, ve které se vyskytují dostupné zdroje pro kolonizaci (Woodell et Rossiter 1959).

U zdí postavených z více porézního a měkčího stavebního materiálu (např. travertin, vápenec, pískovec) je kolonizace rostlinných druhů snadnější a proběhne dříve než u zdí stavěných z tvrdého kompaktního materiálu (např. žula a jiné druhy silikátových hornin) (Lisci et Pacini 1993a). U cihlových zdí je kolonizace cévnatých rostlin většinou vázána na zvětralou maltu ve spárách.

1.9 Sukcese

Zední vegetace má obvykle pionýrský charakter, neboť vykazuje charakteristiky iniciálních fází sukcesní řady – osídluje otevřená stanoviště, její druhové složení a struktura je jednoduchá, bez znatelné integrace jednotlivých komponent, je zde vysoká dominance jednoho nebo několika druhů, převažují jen určité kategorie životních forem atd. (Segal 1969).

Společenstva osidlující zdi představují z hlediska sukcese zablokovaná stadia, jejich vývoj je nemožný především z důvodu edafických podmínek (Kolbek et al. 2001). Průběh sukcese může být urychlen, jestliže je jako spojovacího materiálu použito hlíny (Duchoslav 2002).

Jako první se na holém povrchu zdi uchycují řasy a lišejníky. Z řas Segal (1969) zmiňuje na zdech velmi hojný rod *Protococcus*. Mezi pionýrské druhy lišejníků patří epilitické korovité typy, které jsou odolné proti vyschnutí, ale potřebují občas mírné ovlhčení nebo alespoň krátkou periodu s vyšší relativní vlhkostí vzduchu. Korovité lišejníky mohou dávat přednost různým druhům podkladu (některé upřednostňují jen vápenec, jiné rostou jen na žulovém podkladu). Některé druhy jsou nitrofilní (např. některé druhy rodu *Xanthoria*, *Physcia* a druh *Caloplaca murorum*).

V postupující sukcesi se po korovitých lišejnících nejčastěji objevují lupenité a nakonec keříčkovité typy (Segal 1969). Pro keříčkovité lišejníky (např. druhy rodu *Cladonia*) je lepší rozvoj umožněn zvláště na korunách zdí, zatímco na vertikálních stěnách převažují korovité a lupenité lišejníky.

Po osídlení zdi lišejníky nastupují v sukcesi pionýrské druhy mechorostů – akrokarpní typy (např. *Tortula muralis*, *Bryum caespitium*, *B. argenteum*, *Ceratodon purpureus*) (obr. 6). Tyto druhy velmi aktivně produkují humus a zadržují materiál z vnějšího prostředí. Na horizontálních korunách mohou polštářky akrokarpních mechů sloužit jako substrát pro uchycení diaspor cévnatých rostlin. Některé akrokarpní druhy dávají přednost měkčím typům hornin nebo zdem v pokročilejším stadiu dekompozice (např. *Gyroweisia tenuis*, *Barbula revoluta*). Naopak na tvrdém stavebním materiálu (např. beton) se často vyskytují např. druhy *Grimmia pulvinata* nebo *Orthotrichum anomalum*. Ve městech jsou nejčastějšími pionýrskými mechorosty toxitolerantní a nitrofilní druhy (např. *Tortula muralis* a *Bryum argenteum*).

Osídlení zdi mechorosty zpravidla však nebývá podmíněno předchozí kolonizací lišejníků – mechorosty mohou jako první osídlit vápnité spáry, kde dochází nejdříve k narušení povrchu a akumulaci substrátu (obr. 7).



Obr. 6: Sukcesní stadium s korovitými lišejníky a akrokarpními mechy na koruně betonové zídky.



Obr. 7: Osídlení vápnitých spár koruny zdi akrokarpními mechy.

Stanoviště s více příznivými podmínkami mohou dále obsadit další náročnější druhy mechorostů – pleurokarpní typy, např. *Hypnum cupressiforme*, *Homalothecium sericeum* a další. Mechové polštáře akumulují větší obsah humusu a také umožňují podobně jako akrokarpní mechy uchycení diaspor cévnatých rostlin.

Předchozí osídlení lišejníky a mechorosty není však ve všech případech pro uchycení diaspor cévnatých rostlin nezbytné – ty se mohou uchytit např. v puklině s akumulovanou půdou a relativně příznivými podmínkami (Rishbeth 1948). Semenáčky dřevin nebo náročnějších bylin se vyskytují jen sporadicky a za opakujících se nepříznivých podmínek obvykle hynou (Kolbek et al. 2001).

U zdí spárovaných vápennou maltou se s rostoucí akumulací humusu a působením dešťových srážek snižuje původně dost vysoká hodnota pH, kterou na stanovišti při počátečních stadiích sukcese velké množství druhů nemůže tolerovat. Pionýrským druhem typickým pro spáry zdí je vápnomilný druh *Asplenium ruta-muraria* (Brandes 1992a, Segal 1969) (obr. 3 – viz vpředu).

V některých případech je navátý materiál bohatý na dusíkaté látky, což lze soudit například podle výskytu nitrofilního druhu *Sagina procumbens*, který se také často objevuje v počátečních fázích sukcese (Segal 1969).

1.10 Strategie šíření

Rozšiřovací schopnosti diaspor napomáhají různá přizpůsobení rostlin na rozšiřování, příznivé stanovištní podmínky, významnou roli však hraje i náhoda (Lhotská et al. 1987).

Chludová (2003) uvádí relativní zastoupení strategií šíření cévnatých rostlin rostoucích na zdech, jak je v literatuře uvádějí někteří autoři, v porovnání s relativními četnostmi strategií šíření ve středoevropské flóře. Ve většině evropských studií autoři publikují jako nejčastější způsob šíření rostlin, které se vyskytují na zdech, anemochorní způsob rozšiřování. Druhým nejčastějším způsobem šíření je u zedních rostlin zoochorie, do které je řazena i myrmekochorie, epizoochorie a endozoochorie. Třetí nejčastější strategií šíření je antropochorie. Při srovnání flóry zdí s flórou střední Evropy je u flóry osidlující zední biotopy patrné výrazně vyšší zastoupení anemochorních druhů (Chludová 2003). Vyšší zastoupení mají ve flóře zdí také druhy zoochorní a antropochorní. Naopak autochorie se u rostlin, které osidlují zdi, objevuje ve srovnání se středoevropskou flórou méně často.

Nejčastějším způsobem rozšiřování uplatňujícím se u zedních rostlin je podle většiny autorů **anemochorie**. Disperze se uskutečňuje pomocí vzdušných proudů (ve městech např. víření vzduchu při jízdě dopravních prostředků), obvykle na značné vzdálenosti. Diaspory jsou k anemochorii přizpůsobeny různými zařízeními (např. chmýr, křídla), pomocí kterých létají, nebo jsou semena přizpůsobena pouze nízkou hmotností. Tento způsob chorie se vyskytuje hlavně u čeledí *Asteraceae*, *Poaceae* a u kapradin a mechorostů (Segal 1969).

Významným způsobem šíření je u rostlin osidlujících zdi také **zoochorie**. Pomocí živočichů jsou většinou roznášeny těžší a větší diaspory (Lhotská et al. 1987). Tento způsob šíření lze dále rozdělit na:

- **endozoochorie** – diaspory jsou schopny přežít průchod trávicím traktem živočichů.
- **epizoochorie** – diaspory jsou roznášeny na těle živočichů pomocí různých přichytných zařízení nebo pouhou přilnavostí nebo i s pomocí bláta.

Při epizoochorii a endozoochorii se uplatňují v šíření rostlin na stanoviště na zdech především ptáci. Tyto druhy většinou rostou na koruně zdi nebo při bázi zdi (Lisci et Pacini 1993b). Někdy ptáci přenesou i diaspory zahradních rostlin (např. druhy rodů *Cotoneaster* a *Berberis*). Mezi ornitochorní druhy dále patří např. druhy rodu *Ribes*, *Fragaria*, *Sambucus* a další.

- **myrmekochorie** – šíření diaspor pomocí mravenců. Uskutečňuje se nejdále do desetimetrové vzdálenosti na všechna možná stanoviště (na rozdíl od ornitochorních druhů vázaných hlavně na koruny zdí) (Lisci et Pacini 1993b). Mezi myrmekochorní druhy patří některé druhy rodu *Veronica* a *Viola*, druh *Corydalis lutea*, *Mercurialis annua*, *Lamium amplexicaule*, *Chelidonium majus* a další)

Antropochorie je úzce spojena s výskytem zedních biotopů v bezprostřední blízkosti lidských sídel. Člověk se podílí na šíření neofytů. Mezi antropochorní rostliny patří např. *Galium aparine*, *Bromus sterilis*, *Hordeum murinum*, *Cynodon dactylon*, *Diplotaxis muralis* a další.

Autochorní způsob šíření se uskutečňuje většinou na malé vzdálenosti (Lhotská et al. 1987). K tomuto způsobu rozšiřování patří např. vymršťování semen ze suchých nebo šťavnatých plodů. U druhu *Cymbalaria muralis* jsou pozoruhodné negativně fototropické pohyby plodních stopek po odkvětu – dochází k zatlačení tobolky se semeny přímo do puklin ve zdi (Segal 1969). Tento způsob sice neumožňuje šíření na větší vzdálenosti, ale má význam v tom, že zamezuje splavování diaspor na nevhodná stanoviště. K autochorním druhům patří dále některé druhy rodu *Geranium*, *Viola*, *Oxalis* a další.

U rostlin osidlujících zdi je velmi významná **polychorie** (Segal 1969). Rostliny mohou využít dva i více způsobů chorie v závislosti na lokálních podmínkách. Například u druhů *Mercurialis annua* a *Euphorbia peplus* jsou známy dva způsoby chorie – autochorie a myrmekochorie, u druhu *Stellaria media* anemochorie a myrmekochorie atd. (Lisci et Pacini 1993b).

Dalšími způsoby rozšiřování rostlin na zední biotopy je hydrochorie, která se uplatňuje u rostlin rostoucích na zdech blízko nad vodou (fluktuační vodní hladiny), a vegetativní

propagace. U mnoha druhů vyskytujících se na zdech nebyl zjištěn žádný výrazný rozšiřovací mechanismus (Kent 1961, Woodell 1979).