Zelené vzdělávání

SOUBORNÝ STUDIJNÍ MATERIÁL

Název projektu: Vývoj a aplikace nových programů dalšího profesního vzdělávání v oblasti péče o veřejnou zeleň a sportovní plochy

Číslo a název opatření : 3.3.3 Rozvoj dalšího profesního vzdělávání

Registrační číslo projektu: CZ.04.1.03/3.3.03.3/0036

Vydavatel: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Edice: Český svaz Greenkeeperů, Golf Club Hluboká nad Vltavou a Město Hluboká

Autorský kolektiv:
prof. Ing. František Hrabě, CSc., Dr. Klaus Müller-Beck, Ing. Jiří Skládanka, Ph.D., Ing. Pavel Ryant, Ph.D., Ing. Stanislav Hejduk, Ph.D., Ing. Ivana Šafránková, Ph.D., Doc.Ing. Hana Šefrová, Ph.D., Ing. Bohumír Cagaš, CSc., RNDr. Pavel Hrdina, Ing. Naděžda Sochorová, Ing. Jiří Šindelář, Mgr. Vladimír Zicha, Bc. Milan Jandourek, Ing. Karel Kubata

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

© 2007 Český svaz Greenkeeperů, Golf Club Hluboká nad Vltavou a Město Hluboká

ISBN 978-80-7375-107-4

OBSAH

1 ÚVOD 11

2 TRÁVNÍKÁŘSTVÍ *(Prof. Ing. František Hrabě, CSc., Dr. Klaus Müller-Beck)* 13

2.1 Úvod 13

2.2 Základní trávníkové pojmy 15

2.3 Trávník – producent 17

2.4 Konzument a trávník 21

2.5 Rozkladači a trávník 21

2.6 Biologie trávníkových druhů *(Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.)* 22

2.6.1 Kořenový systém trav 22

2.6.2 Listy a stébla trav 22

2.6.3 Travní výhony 23

2.6.4 Rozmnožování trav 23

2.6.5 Vývoj trav 25

2.6.6 Vývin trav 25

2.6.7 Základní trávníkové druhy 26

2.6.8 Doplňkové trávníkové druhy 28

2.7 Biologie jetelovin *(Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.)* 30

2.7.1 Kořenový systém jetelovin 30

2.7.2 Symbióza s hlízkovými bakteriemi 31

2.7.3 Nadzemní orgány 31

2.7.4 Vztah k jarovizačnímu stádiu 31

2.7.5 Jeteloviny v trávníkářství 32

2.8 Základy tvorby trávníkových směsí 32

2.8.1 Trávníková směs 32

2.8.2 Problematika tvorby výše výsevku 36

2.9 Kategorizace a druhy trávníků 37

2.9.1 Systémy členění trávníků ... 37
2.9.2 Příklady možné skladby trávníkových směsí ... 38
2.10 Caespestechnika (zakládání a ošetřování) trávníků – B – speciální část *(Prof. Ing. František Hrabě, CSc., Dr. Klaus Müller-Beck)* ... 46
2.10.1 Zakládání a ošetřování trávníků ... 46
2.10.2 Výsev trávníků ... 46
2.10.3 Výživa a hnojení trávníků ... 47
2.10.4 Kosení trávníků ... 51
2.10.5 Regenerační opatření ... 54
3 VÝŽIVA A HNOJENÍ *(Ing. Pavel Ryant, Ph.D.)* ... 59
3.1 Agrochemické vlastnosti půdy ... 59
3.1.1 Složení půdy ... 59
3.1.2 Sorpční schopnost půdy ... 61
3.1.3 Půdní reakce ... 64
3.1.4 Pufrační (ústojčivá) schopnost půd ... 65
3.1.5 Makroelementy v půdě ... 65
3.2 Příjem živin rostlinami ... 69
3.2.1 Příjem živin kořeny ... 69
3.2.2 Mimokořenová výživa rostlin ... 72
3.2.3 Interakce iontů ve výživě rostlin ... 73
3.3 Význam biogenních prvků ... 74
3.3.1 Dusík ... 74
3.3.2 Fosfor ... 77
3.3.3 Draslík ... 79
3.3.4 Vápník, hořčík, síra a mikroelementy ... 80
3.4 Hnojiva ... 80
3.4.1 Minerální hnojiva ... 80
4 PŮDA A VEGETAČNÍ SUBSTRÁTY PRO TRÁVNÍKY *(Ing. Stanislav Hejduk, Ph.D.)* ... 87

4.1 Fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd 87
4.1.1 Fyzikální vlastnosti půd 88
4.1.2 Chemické vlastnosti půd 93
4.1.3 Biologické vlastnosti půdy 94
4.2 Problematika nadměrného zhutnění půd 97
4.3 Materiály pro tvorbu vegetačních trávníkových substrátů 100
4.3.1 Požadavky na substrát pro sportovní trávníky 100
4.3.2 Písek 101
4.3.3 Rašelina 102
4.3.4 Zeminy 103
4.3.5 Bentonit 103
4.3.6 Láva a vulkanický písek 103
4.3.7 Zeolity 103
4.3.8 Syntetické půdní kondicionéry 104
5 OCHRANA ROSTLIN 105
5.1 Ochrana rostlin – obecná část fytopatologie *(Ing. Ivana Šafránková, Ph.D.)* 105
5.1.1 Abionózy 105
5.1.2 Virózy 105
5.1.3 Bakteriózy 105
5.1.4 Mykózy 106
5.1.5 Ochrana rostlin 108
5.2 Ochrana rostlin – entomologická část *(Doc. Ing. Hana Šefrová, Ph.D.)* 108
5.2.1 Vnější stavba hmyzu 108
5.2.2 Rozmnožování a vývoj 109
5.2.3 Význam hmyzu v rostlinolékařství 111
5.3 Škodliví činitelé u trávníků a ochrana proti nim *(Ing. Bohumír Cagaš, CSc.)* 112
5.3.1 Neinfekční onemocnění 113

5.3.2 Infekční onemocnění trávníků 115
5.3.3 Živočišní škůdci (bezobratlí i obratlovci) 123
5.3.4 Zásady integrované ochrany trávníků 123
5.4 Plevele v trávnících *(Ing. Stanislav Hejduk, Ph.D.)* 125
5.4.1 Základní skupiny trávníkových plevelů 125
5.4.2 Nejvýznamnější plevelné druhy v trávnících 127
5.4.3 Systémový přístup k omezení zaplevelení trávníků 128
6 MECHANIZACE *(RNDr. Pavel Hrdina)* 131
6.1 Úvod 131
6.2 Historie 131
6.3 Žací stroje 132
6.3.1 Rotační (srpové) a cepové sekačky 133
6.3.2 Vřetenové žací stroje 136
6.4 Stroje pro regeneraci trávníků 146
6.4.1 Stroje pro povrchové mechanické zásahy 146
6.4.2 Stroje pro podpovrchové mechanické zásahy - aerifikaci 147
6.4.3 Stroje pro Topdressing – pískování 149
6.4.4 Secí a dosévací stroje 150
6.4.5 Stroje pro aplikaci chemikálií 150
6.4.6 Rozmetadla průmyslových hnojiv 151
6.5 Moderní trendy 151
6.6 Index servisovatelnosti 151
7 KRAJINÁŘSTVÍ *(Ing. Naděžda Sochorová a Ing. Jiří Šindelář)* 152
7.1 Úvod 152
7.2 Základy krajinářství 152
7.2.1 Základní pojmy 153
7.2.2 Směry krajinářství 153

7.2.3 Inspirační zdroje 154
7.2.4 Krajinná typologie 157
7.2.5 Krajina a člověk 158
7.2.6 Ochrana krajiny 160
7.3 Historický vývoj zahradní a krajinářské architektury ve světě a u nás 161
7.3.1 Neolit a megalitická kultura 161
7.3.2 Doba bronzová 163
7.3.3 Zahrady Egypta 163
7.3.4 Zahrady v Mezopotámii 163
7.3.5 Perská zahrada 164
7.3.6 Zahrady antického Řecka 164
7.3.7 Zahrady Říma 165
7.3.8 Čínské a japonské zahrady 165
7.3.9 Středověké zahrady 165
7.3.10 Renesanční zahrady 166
7.3.11 Barokní zahrady 167
7.3.12 Francouzská zahrada 168
7.3.13 Anglický park 169
7.3.14 Zahrady 19. století 170
7.3.15 Moderní zahrady 20. století 171
7.4 Soustava zeleně sídla 172
7.5 Funkční a estetické formování prostorů sídel a krajiny 176
7.6 Současné trendy krajinářství 183
7.7 Regionální tématika oboru 185
8 DENDROLOGIE *(Ing. Naděžda Sochorová a Ing. Jiří Šindelář)* 191
8.1 Úvod 191
8.2 Základy morfologie, anatomie a architektury dřevin 191

8.2.1 Členění dřevin dle charakteru nadzemní části ... 191
8.2.2 Architektura dřevin ... 193
8.3 Základy fyziologie dřevin – obranné mechanismy ... 194
8.4 Vlastnosti dřevin významné pro zahradní a krajinářskou tvorbu ... 195
8.4.1 Délka života dřevin ... 195
8.4.2 Rychlost růstu ... 197
8.4.3 Velikost dřevin ... 199
8.4.4 Tvar dřevin ... 199
8.4.5 Textura dřevin ... 200
8.4.6 Barva dřevin ... 201
8.5 Ekologické vlastnosti rostlin ... 201
8.5.1 Přesazovatelnost dřevin ... 201
8.5.2 Výmladnost dřevin ... 201
8.5.3 Poškozování dřevin ... 202
8.5.4 Negativní působení dřevin na člověka ... 206
8.5.5 Introdukce a aklimatizace dřevin ... 207
8.6 Základní charakteristika jehličnatých dřevin ... 208
8.6.1 Taxonomický seznam ... 208
8.7 Základní charakteristika listnatých dřevin ... 209
8.7.1 Taxonomický seznam – pnoucí dřeviny ... 212
8.8 Inventarizace a klasifikace zeleně ... 212
8.8.1 Hodnocené údaje inventarizace a klasifikace ... 214
8.8.2 Pasport zeleně ... 223
8.8.3 Péče o dřeviny ... 227
9 OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ *(Ing. Naděžda Sochorová a Ing. Jiří Šindelář)* ... 233
9.1 Úvod ... 233
9.2 Trvalky ... 233

9.2.1 Základní vlastnosti trvalek: ... 233
9.2.2 Stanovištní okruhy trvalek ... 233
9.3 Letničky ... 241
9.4 Dvouletky ... 243
9.5 Cibuloviny ... 244
9.6 Hlíznaté rostlin ... 247
10 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE *(Mgr. Vladimír Zicha)* ... 250
10.1 Úvod ... 250
10.2 Možnosti vyhledávání informací na internetu ... 250
10.3 Poznámky k tvorbě textů ... 259
10.4 Počítačová prezentace ... 260
10.5 Tvorba výukových materiálů a autorské právo ... 268
11 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI *(Bc. Milan Jandourek)* ... 270
12 OBRAZOVÁ PŘÍLOHA ... 279

1 ÚVOD

Trávníkářství je speciální vědní obor, který se etabloval z disciplíny „travinné ekosystémy“, zabývající se ekosystémovými vazbami v travních biomech se speciálním zaměřením na objasňování jejich mimoprodukčních funkcí, tj. rekreačních, sportovních, krajinotvorných, ekologických (protierozní působení, hospodaření s vodou), zúrodňovací aj.

Obor se zabývá ekosystémovými vztahy a pěstebním managementem neprodukčních travních porostů v širokém rozpětí od intenzivně ošetřovaných a silně zatěžovaných, převážně sportovních trávníků, zakládaných v umělém abiotickém prostředí (substráty), až po extenzivně využívané trávníkové porosty s převážně krajinotvornou a půdoochrannou funkcí (břehové a svahové porosty, náspy, výsypky, dálniční svahy, druhově bohaté louky aj.). Vyváženost krajinného detailu umožňuje přímá propojenost na obor krajinného zahradnictví a architektury, případně i na obor dendrologie. Propojenost těchto oborů podmiňuje zlepšení kvality venkovského prostředí, rozvoj agroturistiky, zasahuje dále do oblasti lidské populace (zdravotní hledisko – alergie) a přispívá ke zvýšení druhové diverzity rostlin a živočichů.

Počátky trávníkářství vznikajícího v návaznosti na zahradnictví jsou spjaty s historickou osobností V. Skalníka (1876-1961) dle jehož plánů byly založeny Mariánskolázeňské parky. Shodou okolností byl v Mariánských Lázních v roce 1905 založen „Královský golfový club“ a hřiště. Pro zajímavost první golfové hřiště na Moravě bylo vybudováno ve Svratce v roce 1938. Pod vlivem sportovního a průmyslového využití mimoprodukčních funkcí travních porostů v USA a západní Evropě dochází k systémovému rozvoji trávníkářství od 60-tých let minulého století.

Prof. Bureš, emeritní vedoucí Ústavu pícninářství a výroby krmiv na AF VŠZ v Brně, vytváří oddělení „Trávníků“. Mimo výuky v rámci předmětu „Pícninářství“ založil ve VPS Vatín i experimentální šlechtitelské plochy s psinečkem výběžkatým a lipnicí luční. V období 70-90 let minulého století bylo vzdělávání specialistů, díky prof. Burešovi, zajišťováno ve spolupráci s ČFS a SC v Nymburku (vedoucí p. O. Blažek), kde byla vybudována experimentální fotbalová a tenisová hřiště a pokusné plochy s travními druhy.

V 90-letech minulého století dochází na VŠZ k obnově výuky předmětu „Trávníkářství“. Díky spolupráci se zahraničními odborníky – p. Univ. prof. Dr.Dr.h.c. K.H. Schönthalerem z BOKU Wien, dále Klaus Millerem-Beckem z Fi COMPO (SRN) a předsedou „Deustche-Rasengeselschaft“ a DEULA – Kempen (SRN) dochází k úzké spolupráci s ČSG vyváženému odbornému posunu na výuce oboru, zejména v oblasti greenkeepingu. Prohlubuje se i návaznost na další obory – biotechnika krajinné zeleně, dendrologie, květinářství aj. Bývalou katedrou pícninářství bylo pro odbornou veřejnost pořádáno celkem 8 dlouhodobějších kurzů a intenzivních zimních škol s účastí předních evropských odborníků. Tyto kurzy absolvovalo celkem 536 posluchačů.

V rámci spolupráce s ČSG a s podporou ESF je pořádáno v rámci projektu Zelené vzdělávání školení zájemců v komplexnějším pojetí včetně výuky návazných speciálních oborů (dendrologie, zahradnictví, krajinná zeleň aj.). V rámci tohoto projektu byl zpracován i tento studijní materiál.

V současné době dochází na území České republiky k velkému rozvoji golfu. Golf z pohledu nárůstu počtu hráčů a především z pohledu stavby nových hřišť se stává významným sportovním odvětvím naší společnosti. Tyto trendy jsou u nás velmi dynamické v porovnání s okolními státy, kde takovýto významný golfový „boom“ není. Česká republika se stává významnou golfovou destinací a právě tento aspekt rozvoje přináší i vysoké nároky na kvalitu jednotlivých hřišť. Pro inspiraci je v současnosti u nás 125 golfových klubů, které

sdružují hráče. Vlastní hra je provozována na 101 golfovém hřišti. Další hřiště jsou ve výstavbě a investice do těchto projektů jsou značné.

Na základě těchto skutečností je vzdělávání údržby golfových hřišť nutností, protože nároky hráčů na kvalitu jednotlivých hřišť se zvyšují. Dalším důležitým pohledem je také to, že je snahou organizovat na českých hřištích také prestižní evropské turnaje. Tyto turnaje je možné realizovat pouze ve velmi kvalitně připraveném golfovém prostředí. Záměrně hovoříme o golfovém prostředí, protože v konečném důsledku se nejedná jenom o travnaté plochy pro vlastní hru, ale také o okolní plochy, které jsou součástí vlastního hřiště, nebo přilehlých lokalit jako například obce nebo lesy, pole a podobně. Zde je potřeba mít na paměti to, že příroda je kompaktní celek a je potřeba všechny zásahy do ní prováděné dělat s jasnou představou a citlivostí k ní samé . Proto v rámci našeho vzdělávání pohlížíme komplexně na údržbu jednotlivých prvků krajiny. Tyto aspekty jsou řešeny v rámci jednotlivých základních modulů tohoto kurzu.

Český svaz greenkeeperů je občanské sdružení, jehož hlavní náplní činnosti je vzdělávání. Český svaz greenkeeperů jako příjemce podpory z prostředků ESF začlenil toto vzdělávání do celkové své vzdělávací koncepce, kde základem vzdělávání je seminář ČSG a „Zimní škola greenkeeperů“, která obsahuje jak teoretické vzdělávání, tak praktické kurzy. Snahou realizátorů projektu je vzájemně provázat tyto vzdělávací aktivity tak, aby byly přínosné pro jejich posluchače. Z tohoto pohledu je nezastupitelné místo Mendelovi zemědělské a lesnické univerzity jako kamenné školy, kde je možno vycházet z jejich bohatých zkušeností a zázemí.

V porovnání se světem je tento model v různých úrovních praktikován a přináší značný efekt při vzdělávání pro údržbu krajiny, krajinných prvků jako například golfových hřišť.

Nesmíme také zapomenou na otázky životního prostředí, kdy je potřeba posuzovat vzájemné působení mezi těmito jednotlivými krajinnými prvky. Z pohledu golfových hřišť jde o intenzivní agrotechniku, která má na svoje okolí vliv jednak estetický tak samozřejmě i ekologický, a je potřeba tyto vlivy posoudit a zhodnotit. Je zřejmé, že na tyto otázky je potřeba hledat odpovědi především v rámci dlouhodobých výzkumů. Otázka výzkumu v této oblasti je opravdu aktuální především v souvislosti s rozvojem golfu a vznikem nových hřišť. Realizátoři projektu pevně věří, že toto vzdělávání napomůže utřídit pohledy na problematiku údržby zeleně a sportovních trávníků.

Jak již bylo zmíněno, tento projekt je financován z prostředků Evropského sociálního fondu (ESF). ESF byl založen Římskou smlouvou již v roce 1957. Je klíčovým finančním nástrojem pro realizaci Evropské strategie zaměstnanosti. Jeho hlavním posláním je rozvoj a podpora aktivní politiky na trhu práce, podpora rovných příležitostí pro všechny v přístupu na trh práce, podpora a zlepšování školení, vzdělávání a poradenství jakožto součásti politiky celoživotního vzdělávání, podpora kvalifikované, vzdělané a flexibilní pracovní síly, opatření pro zlepšení přístupu žen na trh práce.

Pro podporu z Evropského sociálního fondu v České republice (www.esfcr.cz) bylo možné v minulém období využít Operační program Rozvoje lidských zdrojů (OP RLZ). Z těchto prostředků je hrazen také tento projekt.

Autoři věří, že bude přínosný pro všechny účastníky kurzů a i ostatní zájemce.

za autorský kolektiv

Prof.ing. František Hrabě, CSc., Ing. Karel Kubata

2 TRÁVNÍKÁŘSTVÍ

(Prof. Ing. František Hrabě, CSc., Dr. Klaus Müller-Beck)

2.1 Úvod

Charakteristika oboru trávníkářství

Trávníkářství se jako samostatný speciální obor v zahraničí etabloval již v 50-tých letech minulého století a v ČR s počátkem období 1960-1970 a zejména od roku 1990 jako specifická část vědní disciplíny „Travinné ekosystémy“ v návaznosti na teoretickou a praktickou lukařsko-pastvinářskou tématiku kladoucí důraz na mimoprodukční funkce travních porostů, zvláště v oblasti sportovně-rekreační, krajinotvorné a ekologické. V současné době velmi silně vzrůstá návaznost na obor krajinné a okrasné sadovnictví.

Obor se zabývá ekosystémovými vztahy a pěstebním managementem neprodukčních travních porostů v širokém rozpětí od intenzivně ošetřovaných a silně zatěžovaných, převážně sportovních trávníků, zakládaných v umělém abiotickém prostředí (substráty) až po extenzivně využívané trávníkové porosty s převážně krajinotvornou a půdoochrannou funkcí (břehové a svahové porosty, náspy, výsypky, dálniční svahy, druhově bohaté louky aj.). Vyváženost krajinného detailu umožňuje přímá propojenost na obor krajinného zahradnictví a architektury, případně i na obor dendrologie. Propojenost těchto oborů podmiňuje zlepšení kvality venkovského prostředí, rozvoj agroturistiky, zasahuje dále do oblasti lidské populace (zdravotní hledisko – alergie) a přispívá ke zvýšení druhové diverzity rostlin a živočichů.

Nutnost specifického přístupu k rozvoji tohoto specifického oboru vyplývá nejen z plošné rozlohy, tj. 450 tis. ha trávníkových porostů (z toho cca 200 tis. intenzivněji ošetřovaných), ale i zvyšující se plochy nevyužívaných luk (cca ¼, tj. 250 tis. ha z plochy 1,0 mil. ha) převážně dislokovaných v oblastech LFA. Racionální využití těchto ploch předpokládá nejen alternativní využití pící fytomasy pro energetické účely, ale využití případně těchto ploch k budování trávníkových hřišť a odpočinkových rekreačních zón.

Členění a rozsah ploch travního biomu

Travní biom (viz dále) v ČR je tvořen plochami luk a pastvin (ekosystém trvalých travních porostů) za účelem produkce objemné statkové píce pro skot a dále travními a trávníkovými porosty (ekosystém trávníků) a mimoprodukčními funkcemi, např. krajinnými, protierozními, filtračními a akumulační funkcí pro vodu a živiny, zúrodňujícími např. tvorba humusu, rekreačními aj.

Bližší členění ploch je patrno ze schématu.

	Rozloha v mil. ha	% zemědělské půdy
svět celkem	2992	67
Afrika	792	79
Asie	533	53
Oceánie	466	91
Evropa (vč. býv SSSR)	464	55
Evropa (mimo býv. SSSR)	88	38
Jižní Amerika	395	81
Severní a střední Amerika	353	56

Význam travinných biomů z celosvětového hlediska je patrný z níže uvedených údajů. Travní biomy pokrývají 2/3 zemského povrchu.

Země	% podíl z celkové rozlohy země			
	zemědělská půda mil. ha	trvalé travní porosty tis. ha	podíl o.p. a z.p. (%)	
Česká republika	4,3	959	72,2	22,3
Slovensko	2,4	917	60,8	38,2
Polsko	18,5	4 144	76,2	22,4
Rakousko	3,4	1 943	40,6	56,9
Německo	17,4	5 265	68,4	30,3
Dánsko	2,7	167	93,6	6,2
EU (index)	135,5	50 443	52,8	37,2

Z hlediska předpokládaného hospodářského vývoje ploch je počítáno s rozšířením ploch TTP na poválečnou úroveň tj. cca až na 1.3 mil ha. Spolu s trávníkovými plochami představuje výměru 1.75 mil ha, tj. prakticky 40 % pokryvu zemědělské půdy (z.p.).

Poznámka: z.p. = orná půda + výměra TTP

V současné době není píce z ¼ plochy luk a pastvin využívána pro krmné účely z důvodu nízkých stavů skotu. Tuto část TTP bude nutno využít pro mimoprodukční využití, tedy převážně trávníkové plochy a krajinné travní plochy. Racionální využívání těchto ploch vyžaduje hlubší znalosti o ekologických, morfologických, hospodářských charakteristikách trávníkových, vikvovitých a bylinných druhů.

Rostliny (producenti) jsou jedinou složkou v ekosystému schopnou nejen vázat, ale i ukládat a distribuovat sluneční energii. Podmínkou funkčnosti v přírodě je návaznost rostlin na konzumenty, tj. živočišnou sféru představovanou herbivory (býložravci) a karnivory (masožravci). V konečné fázi po odumření rostlin a konzumentů (respektive jejich produktů – výkalů) dochází k rozkladu obou složek na nízkomolekulární látky prostřednictvím reducentů; tato složka návazně provádí resyntézu org. látek do vysoce molekulárních látek humusové povahy. Humus, ale i odumřelí reducentiů, se tak stávají zdrojem živin pro regeneraci (znovuobrůstání) travního porostu. Tomuto řetězci, kdy je travní fytomasa přetransformována skotem na živočišné produkty a i odpadní produkty následně zpracované reducenty říkáme pastevně-kořistnický potravní řetězec.

Travní porost je jedinou kulturou schopnou díky funkčnosti ekosystémových vazeb samoobnovy a takto nahradit dočasně funkci lesa.

V současné době, jak bylo již uvedeno, není část píce z luk a pastvin zkrmována, často zůstávají plochy nepokoseny, případně je píce likvidována t.z. mulčováním, tj. částečným řezáním a drcením s jejím nedokonalým povrchovým rozkladem spojeným se značnou spotřebou energie a vedoucím k procesu rašelinění. Uvedený zkrácený proces – bez částečného rozkladu býložravců se nazývá detritový potravní řetězec, mající význam a uplatnění jen u některých krajinných trávníků. většinou vede ke zhoršování druhové skladby porostů, jejich nižší schopnosti čerpat vodu, což vede k tvorbě mokřadních společenstev. Mimo uváděných tří základních složek ekosystému je zde silná vazba – především u trávníků krajinného charakteru – na čtvrtý faktor, tj. abiotické prostředí (půdu, vodu, živiny).

Pouze dokonalá znalost struktur a funkcí jednotlivých složek ekosystému a jejich vazby na stanovištní podmínky je předpokladem pro racionální obhospodařování travních porostů.

2.2 Základní trávníkové pojmy

Pod pojmem tráva rozumíme travní druhy náležející výhradně do čeledi lipnicovitých. Širší pojem travina zahrnuje nejen výše uvedenou čeleď trav, ale i travám morfologicky podobné rostliny z čeledi šáchorovité a z čeledi sítinovité. V celosvětovém měřítku je zde zahrnuto asi 14 000 rostlinných druhů.

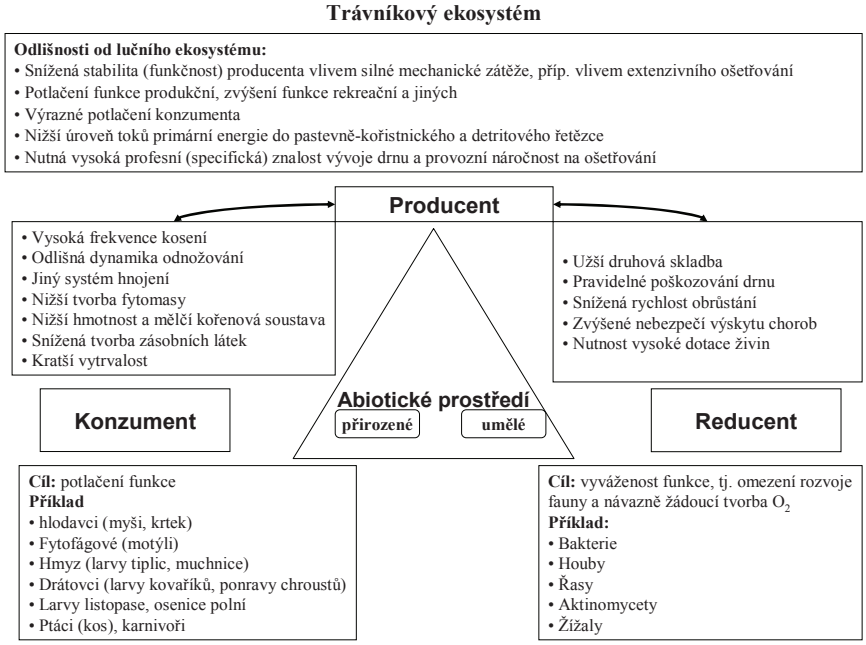
Trávník - účelové rostlinné společenstvo složené převážně z travních druhů (hřišťové trávníky), případně s dílčím zastoupením bylin (pestré, bylinné trávníky), výjimečně i vikvovitých druhů (druhově pestré louky, trávníky v sadech aj.) obvykle nízkého vzrůstu a vytvářející hustý, pružný a pevný drn, jehož zelená hmota většinou není využívána pro zemědělské účely.

Trávníky patří hned po vodních plochách k nejsvětlejším prvkům prostředí, dobře kopírují terén a změkčují jeho kontury. Jsou spojovacím článkem mezi krajinotvornými prvky, pomáhají zvýraznit hodnotu všech druhů rostlin, které jej obklopují a představují přirozenou protiváhu barev kvetoucích rostlin. Čím jsou tyto trávníkové plochy uspořádanější a jemnější, tím více se projevuje jejich kontrastní působení a tím větší je jejich pojící schopnost.

Biom - souhrnné označení ekosystémů stejných kategorií, např. travní biom – ekosystém luk, ekosystém savan, ekosystém trávníků.

Ekosystém - biocenoza, tj. dynamický cirkulační systém producentů, konzumentů, reducentů a jejich abiotického (ekologického prostředí) schopný v obecném slova smyslu samostatné existence (samoobnovy) s přispěním primární sluneční energie, tj. bez dotace jiné - dodatkové energie hnojiv, PHM, pesticidů, herbicidů aj. Hlavní složce trávníkových ekosystémů tj. producentu (trávník) je podřízena největší část caespestechniky zasahující značně do abiotického prostředí. Činnost producenta a reducenta je spíše žádoucí potlačovat; vede k nežádoucímu poškozování drnu (krtičince, mravenci, žížaly – snižování únosnosti a podmínek pro hru).

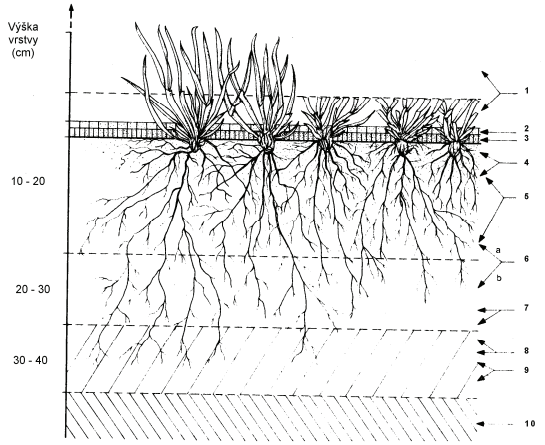
Hlavní rozdíl mezi lučním a intenzivním trávníkovým ekosystémem je v druhové diverzitě producentů, tj. nízký počet u intenzivních trávníků (1-5) a vysoký u krajinné louky a biotopu (30-150), dále ve velmi silné antropogenní (lidské) zátěži porostu trávníku, tedy vysokým požadavkům na kvalitu drnu a dále snaze omezit rozvoj konzumentů a reducentů, kteří mohou velmi značně narušit kvalitu drnu, např. u okrasných a sportovních trávníků.



Travní drn – nadzemní zelená a odumřelá travní hmota a kořenová fytomasa

Trávníkový drn - podzemní fytomasa (surový humus) vznikající při drnotvorném procesu, tvořená více či méně mineralizovanou organickou hmotou ze spleti svazčitých kořenů trav, výhonků, cibulí, nadzemních stvolů a odumřelých částí „strniště“ o mocnosti 60-150 mm.

Struktura travního drnu intenzívního trávníku na přirozeném půdním profilu



1. **Zelená listová vrstva, kosená (20 – 40 mm), nekosená (60 – 100 mm)**
2. **Vrstva plsti, nedostatečně rozložená (5 - 30 mm)**
3. **Vrstva plsti, silně rozložená (5 – 10 mm)**
4. **Odnožovací zóna**
5. **Hlavní kořenová zóna (50 – 100 mm)**
6. **Vegetační půdní vrstva (100 – 400 mm)**

6a. Vegetační půdní vrstva s vyšším obsahem humusu

6b. Vegetační půdní vrstva s nízkým obsahem humusu

7. **Zóna vyplavování živin**
8. **Akumulační vrstva pro jílovité částice, soli, ionty K^+**
9. **Podložní skeletovitá vrstva, světle zbarvená**
10. **Matečná hornina – půdotvorný substrát**

Agrotechnika – soubor pěstebních a technologických opatření u plodin pěstovaných na orné půdě.

Pratotechnika – soubor pěstebních a technologických opatření uplatňovaných při zakládání a využívání luk a pastvin.

Caespestechnika - soubor pěstebních a technických opatření zajišťujících požadovaný účel a funkčnost příslušné kategorie, příp. druhu trávníku.

Kategorie trávníků - v širším slova smyslu skupina trávníků sloužících určitému podobnému účelu (např. reprezentační trávníky, hřišťové trávníky, parkové a okrasné trávníky, předpěstované trávníky - trávníkové koberce aj.).

Druh trávníku - vyjadřuje v rámci kategorie určité užší poslání (účel); např tenisový trávník, fotbalový, golfový trávník - jamkoviště, odpaliště, dráhy, okraje.

Třída trávníků - vyjadřuje vztah k úrovni caespestechniky a požadovaným cílům, např. intenzivní a extenzivní trávníky.

Travní druh – přirozená, stejnorodá skupina populací, která je vlivem řady faktorů morfologicky a biologicky odlišná od ostatních travních populací. V ESK je zařazeno 27 travních druhů a téměř 2 500 odrůd pro pícní a trávníkové využití (40 %). V ČR jsou navíc používány druhy neuvedené v seznamu.

Lipnice smáčknutá	4	z toho ČR	- Razula
Medyněk vlnatý	4		- Hola
Metlice trsnatá	8		- Kometa, Meta, Sibiř
Poháňka hřebenitá	4		- Rožnovská
Sveřep bezbranný	40!		- Tabron
Lesknice kanárská	5		- Judita
Srha hajní	1		- Tosca
Sveřep horský	1		- Tacit
Tomka vonná	1		- Jitka

Odrůda – ustálená skupina populací v rámci příslušného druhu vytvořená záměrnou lidskou činností procesem výběru a šlechtění. Explozivní vzestup počtu trávníkových odrůd je dle Ševčíkové (2005).

2.3 Trávník – producent

Vybrané strukturální charakteristiky trávníku jako producenta

Trávník – druhová a odrůdová diverzita

Počet travníkových druhů – jak z hlediska uplatnění v intenzivních a extenzivních porostech – je podstatně širší než u porostů lučních či pastevních. V přehledu (schéma) je uvedeno 38 druhů s podstatně rozdílnými charakteristikami jak nadzemní části, tak zejména podzemní kořenové části.

Různorodost ve schopnosti tvorby řidšího (volně a hustě trsnaté trvalé trávy) či hustějšího drnu (výběžkaté trávy), či v mohutnosti (hmotnosti) kořenové fytomasy umožňující cílevědomé využití jednotlivých druhů trav pro předpokládané funkce, např. armovací na svazích, zúrodňující a ekologické na skládkách a výsypkách, estetickou u okrasných trávníků aj. Z přehledu je patrno, že v Evropském společném katalogu je zařazeno celkem 27 travních druhů, doplněných o další druhy.

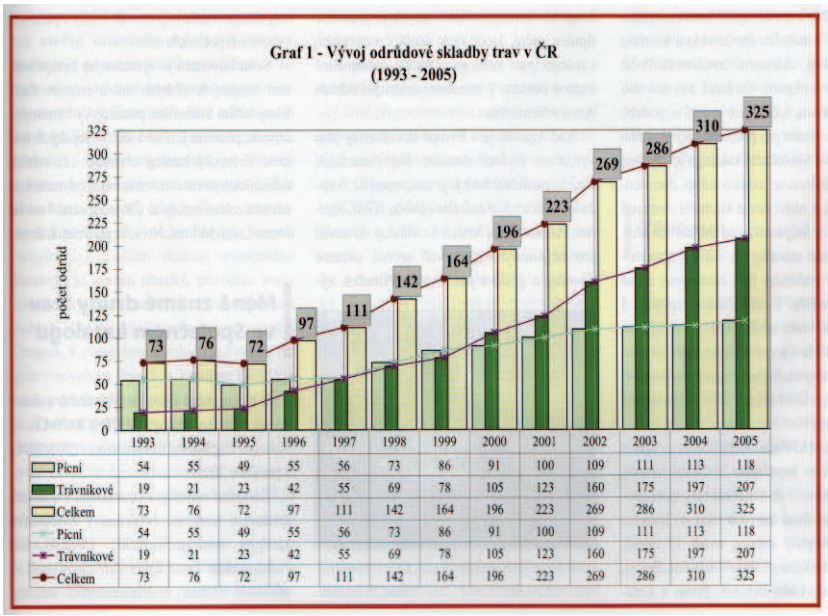
Tab. 1 Seznam druhů trav evropského Společného katalogu

	Druh (latinský název dle Společného katalogu)	Český název (dle Druhového seznamu)	Počet odrůd
1	*Agrostis canina* L.	Psineček psí	6
2	*Agrostis capillaris* L. (syn.: A. *tenuis* Sibth.)	Psineček tenký	42
3	*Agrostis gigantea* Roth	Psineček veliký	7
4	*Agrostis stolonifera* L.	Psineček výběžkatý	29
5	*Alopecurus pratensis* L.	Psárka luční	10
6	*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J.S. et K.B. Presl	Ovsík vyvýšený	7
7	*Bromus catharticus* Vahl	Sveřep samužníkovitý	10
8	*Bromus sitchensis* Trin.	Sveřep sítecký	5
9	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Troskut prstnatý*	1
10	*Dactylis glomerata* L.	Srha laločnatá	111
11	*Festuca arundinacea* Schreber	Kostřava rákosovitá	154
12	*Festuca ovina* L.	Kostřava ovčí	62
13	*Festuca pratensis* Hudson	Kostřava luční	72
14	*Festuca rubra* L.	Kostřava červená	296
15	*X Festulolium* (hybridy rodů *Festuca x Lolium*)	Festulolium (hybridy rodů kostřava x jílek)	13
16	*Lolium multiflorum* Lam.	Jílek mnohokvětý	321
17	*Lolium perenne* L.	Jílek vytrvalý	792
18	*Lolium x boucheanum* Kunth	Jílek hybridní	78
19	*Phalaris aquatica* L.	Lesknice vodní	0
20	*Phleum bertolonii* DC.	Bojínek cibulkatý	5
21	*Phleum pratense* L.	Bojínek luční	107
22	*Poa annua* L.	Lipnice roční	0
23	*Poa nemoralis* L.	Lipnice hajní	9
24	*Poa palustris* L.	Lipnice bahenní	1
25	*Poa pratensis* L.	Lipnice luční	164
26	*Poa trivialis* L.	Lipnice obecná	6
27	*Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv.	Trojštět žlutavý	7
	Celkem		2315

* Neuveden v Druhovém seznamu v Příloze č. 1 k zákonu č. 219/2003 Sb.

Hlavní trávníkové druhy jsou: jílek vytrvalý, kostřava červená, lipnice luční, psineček tenký a výběžkatý. Jejich podrobné charakteristiky spolu s dalšími doplňkovými druhy jsou uvedeny na jiném místě.

Počet odrůd – v trávníkářství se uplatňuje především odrůdová různorodost. Z údajů o počtech a dynamice zařazených odrůd do Seznamu doporučených odrůd je patrno, že trávníkové odrůdy tvoří 2/3 z celkového počtu. Z celkového počtu je patrno, že hlavní odrůdová diverzity je charakteristická pro následující druhy.



	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Pícní	54	55	49	55	56	73	86	91	100	109	111	113	118
Trávníkové	19	21	23	42	55	69	78	105	123	160	175	197	207
Celkem	73	76	72	97	111	142	164	196	223	269	286	310	325
Pícní	54	55	49	55	56	73	86	91	100	109	111	113	118
Trávníkové	19	21	23	42	55	69	78	105	123	160	175	197	207
Celkem	73	76	72	97	111	142	164	196	223	269	286	310	325

- Počet druhů ESK – 27, počet odrůd 2315
  Nejvíce odrůd: jílek vytrvalý 792
  jílek mnohokvětý 321
  kostřava červená 296
  lipnice luční 164
  kostřava rákosovitá 154
  Nejméně odrůd: lipnice roční 0
  psineček veliký 7
  psineček tenký 42!
- Počet (podíl) trávníkových odrůd 40 %
- Počet českých odrůd 95, tj. 4,1 % uvedených odrůd

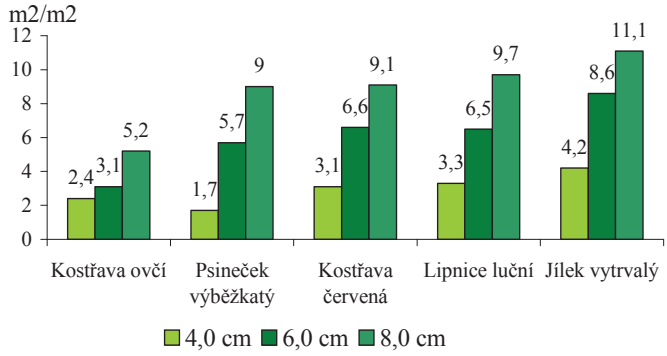
Výběr vhodné odrůdy je jedním z rozhodujících faktorů zejména u okrasných a sportovních trávníků.

Růstová schopnost intenzivně koseného trávníku je patrná z níže uvedených údajů. Trávník prakticky produkuje za rok tolik nadzemní fytomasy jako středně intenzivně obhospodařovaná louka. Znamená to i vysoký odběr živin z 1 ha pro tvorbu travní fytomasy a vzhledem k méně mohutné kořenové fytomase u trávníku (menší schopnost zachycovat průsak živin) i vyšší potřebu dotace živin minerálním hnojením.

- Teoretická výška trávníku za rok 240 cm při výšce kosení 100 mm)
- Intenzita růstu v květnu jílek vytrvalý 10 mm / den-1
  kostřava ovčí 5 mm / den-1
  v říjnu jen ½ v porovnání s květnem
- Výnos sušiny (suché hmoty) – 6,2 t/rok-1 (= 30,0 t zelené hmoty)
- Odběr živin N (při 4 % v sušině) = 248 kg za rok
  P 32 kg za rok
  K 186 kg za rok
  Ca 30 kg za rok
  Mg 10 kg za rok

Asimilační plocha (index LAI – pokryvnost listová)

Vyjadřuje asimilační plochu, kterou vytváří čepele a stébla na ploše 1 m^2 (LAI = m^2/m^2). Rozdíly mezi jednotlivými trávníkovými druhy jsou ve vztahu k výšce kosení uvedeny v níže. Nejmenší LAI vytváří úzkolistá kostřava ovčí (2,4-5,0 m^2/m^2), velmi vysoká LAI je charakteristická pro jílek vytrvalý (4,2-11,1 m^2/m^2). Dostatečná asimilační plocha má přímý vztah k rychlosti znovuobrůstání porostu pro pokosení. V případě odebrání více jak 30-40 % asimilační plochy (při nízkém kosení vyššího trávníku) dochází k růstovému šoku, tj. zpomalenému obrůstání drnu.



Různorodost (diverzity) v různorodosti květenství a jejich barevnosti

Různorodost květenství trav a jejich jemně odstínovaná barevnost v době květu od světle, přes tmavě zelený odstín (kostřava ovčí) k bílému, či světle růžovému (kostřava červená, psinečky) je znásobována nejen vysokou barevností doplňkových bylinných a zvláště vikvovitých druhů. Nespočetné rozdíly skýtá i tvarová různorodost travin – zejména solitérních druhů (sítiny, ostřice), jetelovin (hrozen, hlávka, strboul) a bylin. Nelze opomenout s architektonické detaily dalších orgánů rostlin, např. čepelí listových, jazýčků, oušek.

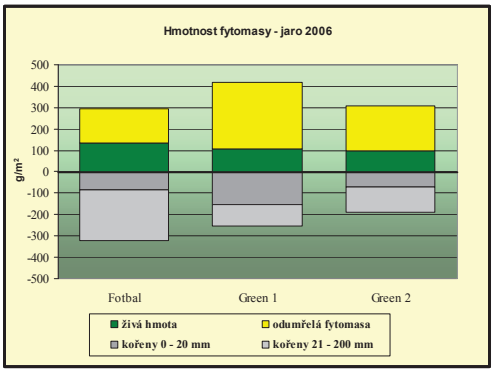
Nadzemní a kořenová fytomasa

Trávníkový drn, tvořený nadzemní a kořenovou fytomasou trav a dalších druhů, řadíme k základním charakteristikám trávníku jako producenta.

Charakteristická je jeho hmotnost. U lučních porostů se udává rozpětí 700-3000 g/m^2 suché kořenové fytomasy. U pastvin a zejména u často kosených trávníků je hmotnost kořenové fytomasy nižší. Dle našich výzkumů u běžně ošetřovaných trávníků je vysoká hmotnost nadzemní i podzemní kořenové fytomasy charakteristická pro kostřavu rákosovitou, kostřavu červenou a lipnici luční. Hmotnost a struktura fytomasy má vztah ke kvalitě únosnosti drnu. Není-li trávník pravidelně ošetřován (např. pročesáváním) je podíl stařiny drnové fytomasy až 2/3. Další charakteristikou je mělkost (stratifikace) zakořeňování trav. Prakticky 80-90 % z celkové kořenové fytomasy se nachází ve vrstvě 0-200 mm od povrchu. Převážná část kořenů u trávníků je uložena těsně pod povrchem (0-20 mm).

Rozdíly ve struktuře trávníkových drnů jsou patrné z obrázku níže. U porostu čistého psinečku výběžkatého (green 1) tvoří podíl kořenové fytomasy z celkové hmotnosti drnu 57,4 %, přičemž v podpovrchové vrstvě 0- 20 je podíl 49,0 %. U greenu č. 2, tj. 85 % kostřavy červené + 15 % psinečku tenkého a u fotbalového drnu tvoří 50-60 % podíl nadzemní fytomasa (z toho 32-38 % odumřelá). Ve vrstvě 0-20 mm činí podíl kořenů jen cca 28 % z celkové fytomasy drnu. Z tohoto důvodu jsou trávníky velmi citlivé na nedostatek vody. Přesto některé druhy (smělek, zoysia, kostřava rákosovitá, kostřava ovčí, bizonní tráva) jsou odolné vůči suchu.

Fytomasa drnu	**Hmotnost v g/m^2 a v *hmotnostních procentech* na jaře 2006**					
	Fotbal		*Green 1*		*Green 2*	
živá hmota	135,00	*21,70%*	107,50	*16,05%*	96,25	*19,49%*
odumřelá fytomasa	161,25	*26,10%*	310,00	*46,27%*	210,00	*42,53%*
kořeny 0 - 20 mm	86,25	*13,90%*	151,25	*22,57%*	71,25	*14,43%*
kořeny 21 - 200 mm	237,50	*38,30%*	101,25	*15,11%*	116,25	*23,55%*
nadzemní	296,25	*47,80%*	417,50	*62,32%*	306,25	*62,02%*
podzemní	323,75	*52,20%*	252,50	*37,68%*	187,50	*37,98%*
fytomasa celkem	**620,00**	***100,00%***	**670,00**	***100,00%***	**493,75**	***100,00%***



Různorodost výhonků kořenové soustavy

V podzemní kořenové fytomase se nachází mimo husté sítě svazčitých kořenů tvořených podzemními výběžky dlouhými nebo nadzemními výběžky (stolony) i kůlové kořeny jetelovin, bylin (řebříček), cibulí (ocún).

Rozdílnost v dynamice růstu nadzemní a kořenové fytomasy – je patrna z obr. ……. V období intenzivního růstu nadzemní fytomasy klesá intenzita tvorby kořenů. V podstatě je křivka tvorby kořenů dvouvrcholná – s maximemve včasném jaře a pozdním létě.

Regenerační zásahy v trávníku je nutno provádět v době, kdy je nebezpečí poškození tvorby kořenů co nejmenší.

U trávníků (u některých druhů, např. psinečku) pěstovaných v umělých podmínkách greeny (písčité substráty) dochází při zhoršení fyzikálních charakteristik substrátu při trvalejších vysokých teplotách (25 ^{o}C) k rychlému odumírání kořenů a zhoršení kvality povrchu trávníku. Je doporučováno v průběhu dne ochlazování drnu častými a malými zavlažovacími dávkami.

Funkční charakteristiky trav

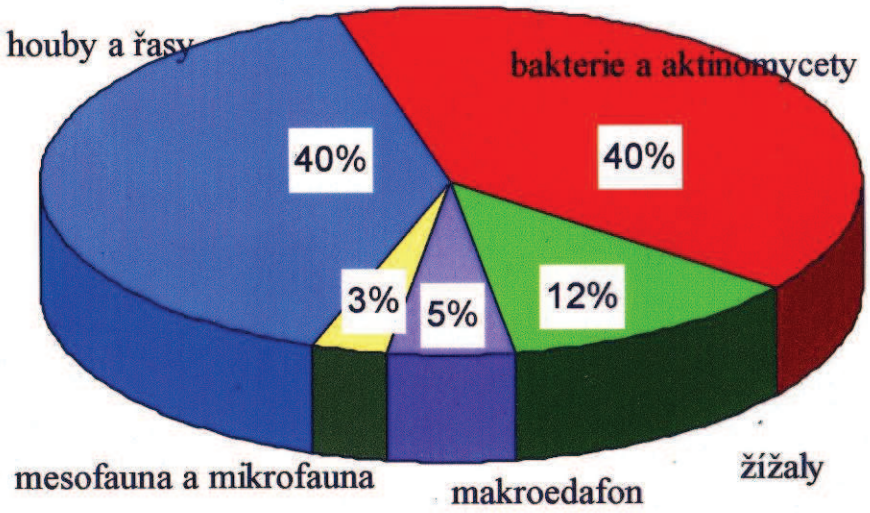
Mimo strukturálních tj. viditelných, vizuálně či měřením a vážením hodnotitelných charakteristik, je žádoucí znát i funkční charakteristiky trav a dalších druhů, jedná se o vodní režim trav, energetickou bilanci porostu, fotosyntézu a dýchání, tvorbu a distribuci zásobních látek aj. jedná se o specifické otázky, které jsou obsahem výuky předmětu fyziologie rostlin.

2.4 Konzument a trávník

U extenzivně využívaných (1-2x ročně) kosených krajinných trávníků je možné při jejich managementu využít pastvu skotu, ovcí a koz. Taktéž v těchto případech je žádoucí vyšší diverzita dalších konzumentů – drobnokřídlých, motýlů, hlodavců, ptáků včetně karnivorů aj. Struktura a počet konzumentů v těchto krajinných porostech je o řád vyšší v porovnání s počtem producentů. U intenzivně využívaných trávníků, zvl. na umělých substrátech jde o omezení výskytu konzumentů z důvodu narušování hospodářských charakteristik okrasných a sportovních trávníků. Jedná se zejména o larvy tiplic, muchnic, drátovců, osenice polní, dešťovek, myší a krtků. Taktéž např. kos při hledání potravy je schopen shrnout velmi citlivý a tenký drn na greenu.

2.5 Rozkladači a trávník

Struktura rozkladačů je patrna z obrázku na další straně. Rozkladači svou aktivitou, tj. rozkladem odumřelé organické fytomasy a její následnou syntézou do vysoce molekulárních látek humusové povahy umožňují návrat recyklací, živin v lučním ekosystému a tím i jeho samoobnovovací schopnost bez další dotace energie, např. z minerálních hnojiv apod. U extenzivně využívaných trávníků naopak se snažíme jejich aktivitu tlumit. Důvodem je, že jsou často potravou pro konzumenty, např. drátovci, dešťovky pro kosy, kteří při jejich dobývání ze substrátu narušují jemný drn. Dalším důvodem pro jejich omezování je skutečnost, že při rozkladu organické hmoty v utužených, neprovzdušněných substrátech dochází vlivem působení řas a sinic k tvorbě Ley-black vrstvy, která je příčinou zhoršení fyzikálních charakteristik substrátu, zejména omezení průsaku vody, výměvy plynů a tím i zhoršení regenerace drnu.



Výskyt a aktivity konzumentů a reducentů u intenzivně ošetřovaných trávníků (okrasné a sportovní) je nutno – v protikladu s extenzivními trávníky (parkové, krajinné) – z hlediska plnění jejich funkcí omezovat.

2.6 Biologie trávníkových druhů

(Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.)

2.6.1 Kořenový systém trav

Při klíčení a vzcházení trav se nejprve vyvíjí **primární zárodečné kořeny**. Jedná se o jednoduchý kořenový systém, který plní svoji funkci pouze po krátký čas. Nahrazen je **sekundárním kořenovým systémem**, který vyrůstá z odnožovací uzliny. Jedná se o systém poměrně jemných a silně rozvětvených kořenů, který má svazčitý charakter. Zasahuje do hloubky 15 – 20 cm. Pouze malá část kořenů proniká do větších hloubek. Mocnost kořenového systému trav je omezena intenzitou a výškou kosení. Životnost kořenů je omezená životností příslušné odnože, která zpravidla bývá 1 – 1,5 roku. Na kořenech trav mohou žít v symbióze některé rody hub. Hovoříme o tzv. mykorrhize. Mykorrhizní houby dodávají rostlinám některé růstové hormony a jsou schopny fixovat vzdušný dusík. Množství fixovaného vzdušného dusíku je ve srovnání s dusíkem fixovaným bakteriemi rodu *Rhizobium* na kořenech jetelovin nepatrné.

2.6.2 Listy a stébla trav

List trav tvoří **listová pochva** (objímá stéblo) a l**istová čepel**. Na přechodu mezi listovou pochvou a čepelí jsou **ouška** a **jazýček**, které jsou charakteristické pro jednotlivé druhy trav a jsou determinačním znakem pro určování trav ve sterilním stavu.

Způsob složení listové čepele v listové pochvě se označuje jako vernace. Trávy mohou mít vernaci stočenou nebo složenou. Vernace je dalším determinačním znakem pro určování trav ve sterilním stavu.

Stébla trav jsou okrouhlá nebo slabě smáčknutá. Průběžně jsou členěna na kolénka (nodi) a internodia. Kolénka jsou vyplněna dření a internodia většinou dutá. Listy se střídají od kolénka ke kolénku vždy na protilehlých stranách. Bezprostředně nad kolénky se nachází

dělivá tkáň umožňující prodlužovací růst. Ve stěnách stébla jsou přítomny velmi pevné vláknité elementy, které zabraňují zlomení stébla vlastní vahou.

2.6.3 Travní výhony

U trav můžeme najít **stébelné výhony**. Tvoří je kolénka (nodi) a internodia. Vznikají dělením meristematických pletiv na bázi nodů. Stébelné výhony nesoucí květenství označujeme jako fertilní (plodné) stébelné výhony. Ve srovnání se sterilními (neplodnými) výhony, která nenesou květenství, jsou méně olistěné. Pokud nedojde k dělení meristematických pletiv, tak se mezi kolénky nevytváří internodia a vzniká shluk listových pochev. Hovoříme o tzv. **listových výhonech**. U trávníků podporujeme tvorbu těchto listových výhonů. Zatímco odrůda psinečku Penncross měla v roce 1955 na $1m^2$ 90 000 výhonků, tak moderní odrůda Penn A-1 má až 250 000 výhonků na 1 m^2. Tvorbu listových výhonků můžeme podpořit nejenom šlechtěním, ale také výživou a pravidelným kosením.

2.6.4 Rozmnožování trav

Generativní rozmnožování trav

Generativně se trávy rozmnožují prostřednictvím **obilek**. U obilek srůstá osemení s oplodím. Jedná se o plody trav. Termín semeno trav je termínem technickým a nikoliv botanickým. Obilky se mohou vytvářet pouze na fertilních travních výhonech, které nesou květenství. Květenstvím trav bývá lata nebo lichoklas. Květy trav jsou oboupohlavné. Trávy **ozimého charakteru** kvetou zpravidla jednou za rok (jílek vytrvalý). Aby vytvořili květenství, tak musí většina jedinců nejprve projít jarovizačním stádiem (poklesem teplot), kdy dochází k diferenciaci vegetačního vrcholu (základů květenství). Jarovizační stádium je v zimní období. Pokud tyto trávy neprojdou jarovizačním stádiem nemohou vytvářet květenství a následně obilky. Tyto trávy nejlépe rostou během jara a s potížemi se potýkají v létě. Jedná se hlavně o trávy trsnaté. Výjimkou je lipnice luční, která je dlouze výběžkatá. Trávy **jarního charakteru** mohou kvést vícekrát za rok (lipnice roční). K diferenciaci vegetačního vrcholu není třeba inicializace jarovizačním stádiem. Aktivní růst je od půlky dubna do půlky října. Většinou rostou během teplého počasí. Uplatňují se v teplých oblastech a po eventuelním stresu velmi dobře regenerují.

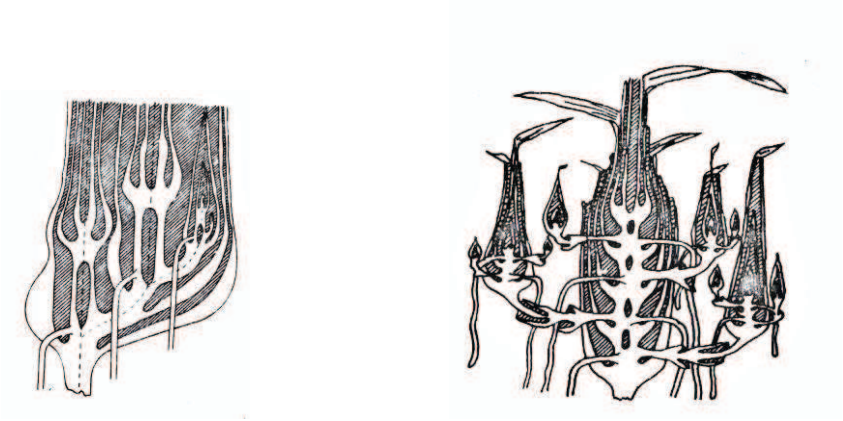
Velikost obilek jednotlivých travních druhů je různá. Jílek vytrvalý má velké obilky (5,6 – 6,8 mm x 1,0 – 1,8 mm). HTS je 1,4 – 2,7 g. Naproti tomu lipnice luční má obilky drobné (2,3 – 3,2 mm x 0,6 – 1,0 mm) a HTS 0,2 – 0,4 g. K travám s nejmenšími obilkami patří psineček výběžkatý, u kterého může být HTS pouze 0,01 g. Čím větší obilky tím větší je výsev a naopak. Ve velkých obilkách je koncentrováno také více zásobních látek potřebných pro klíčení a vzcházení. Většina obilek trav je kryta pluchami. Pokud obilky z pluch vypadávají hovoříme o tzv. nahých obilkách. Nahé obilky rychleji ztrácejí klíčivost. U některých druhů vyrůstají z pluch osiny, které se mohou olamovat. Klíčivost obilek s olámanými osinami se nesnižuje. Osiny mohou ztěžovat výsev, zhoršuje se sypatelnost osiva.

Vegetativní rozmnožování trav

Trávy se vegetativně rozmnožují prostřednictvím odnoží. Nové odnože vyrůstají z odnožovací uzliny, která vzniká nahloučením kolének (nodů) na bázi stébla. Nové odnože jsou geneticky identické s mateřskou rostlinou. Intenzita odnožování rozhoduje o hustotě porostu. U trav můžeme rozlišit dvě období intenzivního odnožování. Jarní odnožování a letně–podzimní odnožování. Odnožování se zastavuje při přechodu trav ze stádia vegetativního do stádia generativního a při nedostatku vláhy a živin. V trávnících můžeme

pravidelným kosením, závlahou a výživou odnožování ovlivňovat. Trávy tak mohou odnožovat v průběhu celého vegetačního období bez výraznějších výkyvů, ke kterým dochází například na loukách.

Odnožovací uzliny intravaginálně a extravaginálně odnožujících trav



Trávy odnožují dvěma základními způsoby – intravaginálně a extravaginálně. Při **intravaginálním odnožování** vyrůstá nová odnož souběžně s mateřskou odnoží. Uvnitř přízemních listových pochev. Trsy trav jsou kompaktnější. Při **extravaginálním odnožování** pronikají dceřiné odnože přízemními listovými pochvami mateřských odnoží. Trsy trav jsou volnější.

Podle charakteru vytvářeného drnu můžeme trávy rozdělit na trsnaté a výběžkaté. **Trsnaté trávy** dále dělíme na hustě trsnaté (odnožují pouze intravaginálně) a volně trsnaté (mohou odnožovat intravaginálně i extravaginálně). **Výběžkaté trávy** (odnožují pouze extravaginálně) můžeme rozdělit na trávy s nadzemními výběžky (stolony) a podzemními výběžky (rhizomy). Podzemní výběžky můžeme dělit na krátké a dlouhé. Všeobecně je možné říci, že trávy hustě trsnaté hůře snášejí sešlapávání, zatímco trávy volně trsnaté a výběžkaté snášejí sešlapávání velmi dobře a pravidelná zátěž navíc podporuje intenzitu jejich odnožování.

Tvorba odnoží u hustě trsnatých trav, volně trsnatých trav a výběžkatých trav

Způsob odnožování	*Charakter trsu*			*Zástupci*
Intravaginální odnožování	*Hustě trsnaté*			*Kostřava ovčí* *Metlice trsnatá* *Kostřava červená*
	Volně trsnaté			*Jílek vytrvalý* *Jílek mnohokvětý* *Lipnice hajní* *Lipnice roční*
Extravaginální odnožování	*Výběžkaté*	*Nadzemní výběžky*		*Psineček výběžkatý*
		Podzemní výběžky	*Krátké výběžky*	*Kostřava rákosovitá* *Psineček tenký* *Kostřava červená*
			Dlouhé výběžky	*Lipnice luční* *Kostřava červená*

2.6.5 Vývoj trav

Vývojem trav rozumíme dosažení jednotlivých vývojových fází rostliny v průběhu jednoho sklizňového roku. Jde o časový sled růstových a diferenciačních změn. Jednoduše řečeno, jedná se o změny, ke kterým dochází v průběhu jednoho roku.

U nově vysetých obilek začíná vývoj klíčením, tvorbou zárodečných kořínků a vytvořením odnožovací uzliny. Každoročně začínají trávy na jaře při dostatku vláhy, živin, tepla a světla růst a odnožovat. Pokud není trávník včas posekán začínají se vytvářet fertilní stébla a následně květenství. Trávy kvetou, dochází k opylení, vytvoření obilek a vysemenění. Pro trávy ozimého charakteru je vývoj ukončen. V dalším období roku již většinou nevytvářejí fertilní stébla (generativní orgány), ale pouze listové výhony. Trávy jarního charakteru mohou v jednom roce celý cyklus opakovat.

2.6.6 Vývin trav

Vývinem rozumíme takové rozšíření daného druhu v porostu, že dosáhne maximální užitkovosti, jíž je potenciálně schopen. V podstatě se jedná o změny ke kterým může docházet v průběhu několika let.

Rychlost vývinu je u jednotlivých druhů různá. Rychlým vývinem se většinou vyznačují druhy volně trsnaté. Typickými představiteli jsou jílek vytrvalý a jílek mnohokvětý. Pomalý počáteční vývin mají většinou trávy výběžkaté, jako je lipnice luční, kostřava červená, psineček výběžkatý. V průběhu svého vývinu prochází trávy několika stádii:

- stádium semene,
- stádium semenáčku, kdy vzcházející rostlinka žije ze zásob obilky (1 – 3 týdny), jedná se o heterotrofní výživu,
- stádium juvenilní (může trvat několik měsíců),
- stádium virginální, kdy je rostlina dospělá, ale stále sterilní (může trvat měsíce nebo roky),
- stádium generativní, kdy rostlina vytváří generativní orgány (může trvat několik let),
- stádium subsenilní a senilní, kdy převažuje odumírání odnoží nad tvorbou nových.

Některé druhy projdou všemi stádii vývinu za jediný rok (jílek mnohokvětý). Jiné druhy se v porostu plně uplatní až po několika letech (lipnice luční, psineček výběžkatý).

Můžeme také říci, že trávy s rychlým počátečním vývinem si uchovávají maximální výkonnost krátce, zatímco trávy s pomalým počátečním vývinem si udržují maximální výkonnost řadu let. Mezi travami můžeme najít i výjimky z těchto pravidel. Jílek vytrvalý má rychlý počáteční vývin, ale pokud roste v příznivých klimatických podmínkách, je pravidelně hnojený, sekaný a sešlapávaný, tak je jeho vytrvalost prakticky neomezená.

2.6.7 Základní trávníkové druhy

Jílek vytrvalý (*Lolium perenne* L.)

Jílek vytrvalý patří mezi **volně trsnaté** trávy. Na 1 m^2 může být až 95 000 výhonů. Šířka listové čepele bývá u trávníkových odrůd kolem 1,6 mm. Na povrchu jsou listové čepele hluboce rýhované, na rubu výrazně lesklé a kýlnaté. Přízemní listové pochvy bývají červenofialové. Vernace složená. Jazýček a ouška jsou dovře patrná, ale krátká. Plodná stébla jsou vysoká 15 – 70 cm. Květenstvím je plochý lichoklas, klásky 6 – 10květé, bezosinné. HTS 1,4 – 2,7 g.

Optimální výška kosení je na 1,5 – 4,0 cm v závislosti na odrůdě. Některé odrůdy (Bargold) snášejí sekání na výšku 6 mm. Tyto odrůdy se používají také do reprezentačních trávníků nebo při regeneraci golfových greenů. Vzchází do 5 až 7 dnů a řadí se mezi nejrychleji vzcházející trávníkové druhy. K plnému zapojení dochází již za 6 – 8 měsíců. Díky rychlému vývinu je často využíván pro přesevy mezerovitých míst v trávníku. Konkurenčně je velmi silný. Velmi dobře snáší časté sekání a sešlapávání. Ve vhodných klimatických podmínkách je jeho vytrvalost takřka neomezená. Jedná se zejména o státy ovlivněné převážně atlantickým klimatem. Ve středoevropských podmínkách, zejména na písčitých půdách, je náchylný k vymrzání a je často napadán houbovými chorobami (rez travní, plíseň sněžná, padlí travní). Odolnější vůči napadení houbovými chorobami bývají domácí odrůdy, které jsou přizpůsobené klimatickým podmínkám svého vzniku. Jílek vytrvalý nesnáší dlouhodobé zastínění a zamokření. Vytrvalost v porostu v závislosti na stanovišti se pohybuje od 3 do 6 let. Známá je také symbióza některých odrůd s endofytními houbami rodu *Neotyphodium*.

Využíván je především do sportovních trávníků (směsi s lipnicí luční), užitkových trávníků, na odpaliště a dráhy golfových hřišť, pro krajinné trávníky. Vzhledem k šířce listových čepelí a lesklému rubu listů není vhodný pro okrasné jemnolisté trávníky.

V poslední době se na trhu objevují také tetraploidní trávníkové odrůdy, které mají lepší odolnost k suchu a teplu. Diploidní trávníkové odrůdy zlepšují vzhled trávníku na jaře a tetraploidní v létě.

Kostřava červená (*Festuca rubra* L.)

Čepele listů jsou dlouhé, štětinovitě složené, uvnitř hluboce rýhované. Šířka listů bývá 0,5 mm – 2 mm. Vernace složená. Stébla jsou vysoká 20 – 100 cm. Jazýček je zakrnělý, místo oušek naznačeny malé výstupky. Květenstvím je lata. Spodní větévky nesou jednu kratší příosní větvičku. Klásky 4 – 6květé, osinaté. HTS 0,9 – 1,4 g.

Široká ekologická amplituda. Roste na různých typech půd a stanovištím s různou vlhkostí. Vytrvalost kolem 9 let. Klíčí většinou za 10 – 17 dní, ale při nedostatku vláhy může vzejít až za 4 týdny. Vývin je pozvolný. Snáší mírné zastínění.

V trávníkářství se využívají tři **formy** kostřavy červené:

- kostřava červená trsnatá (*Festuca rubra commutata*);

- kostřava červená krátce výběžkatá (*Festuca rubra trichophylla*);
- kostřava červená dlouze výběžkatá (*Festuca rubra rubra*).

Kostřava červená trsnatá

Patří mezi **hustě trsnaté** trávy. Na 1 m^2 vytváří až 120 000 výhonků. Listové čepele jsou velmi úzké. Jejich šířka je kolem 0,6 mm. Díky tomu nalézá své uplatnění v okrasných jemnolistých trávnících a golfových greenech. Seká se na výšku 4 mm (golfové greeny). Při sečích nad 6 cm se tvoří velké množství stařiny. Obrůstá časně na jaře vytváří hustý travní koberec. Kostřava červená trsnatá je vytrvalá, nenáročná a suchovzdorná, ale pokud není přes léto zavlažována, tak šedne a zavadá. Z trávníku ustupuje při vysoké zátěži.

Využívá se především do golfových greenů, drah na golfovém hřišti, okrasných trávníků, užitkových trávníků (parky), krajinných trávníků (okraje komunikací, sady, vinice).

Kostřava červená krátce výběžkatá

Tato forma kostřavy červené má **krátké výběžky**. Charakterem růstu se blíží spíše trsnaté formě kostřavy červené. Snáší kosení na výšku 3 mm. Pochází z přímořských oblastí a je tolerantní k zasoleným půdám a půdám kontaminovaných těžkými kovy.

Ve směsích se kombinuje s kostřavou červenou trsnatou. Využívá se do golfových greenů, drah golfových hřišť, okrasných trávníků, užitkových trávníků (parky).

Kostřava červená dlouze výběžkatá

Jedná se o nejvzrůstnější formu kostřavy červené, která má **dlouhé podzemní výběžky**. Ve srovnání s předešlými formami má širší listy a vytváří řidší porost. Svými dlouhými výběžky rychle zaplňuje prázdná místa v porostu.

Využívá se především pro odpaliště a dráhy golfových hřišť, užitkové trávníky a krajinné trávníky.

Lipnice luční (*Poa pratensis* L.)

Lipnice luční má **dlouhé podzemní výběžky**. Její trsy jsou řidší, na 1 m^2 vytváří trávníkové odrůdy kolem 90 000 výhonků. Patří k širokolistým druhům, šířka listové čepele kolem 1,8 mm omezuje její využití v okrasných trávnících. Barva závisí na odrůdě, může být od světle zelené až po tmavě zelenou. Listové čepele kápovitě zakončené. Na středu listové čepele je patrná dvojrýžka. Vernace složená. Jazýček krátký, nezašpičatělý. Ouška chybí. Plodná stébla jsou vysoká 20 – 70 cm. Květenstvím je lata. Klásky 3 – 5květé, bezosinné. HTS 0,2 – 0,4 g.

Výška seče 1,8 – 3,0 cm. Vzhledem k její vytrvalosti a schopnosti rychlé regenerace se využívá do zatěžovaných sportovních trávníků (směsi s jílkem vytrvalým). Velmi rychle regeneruje a po sečích dobře obrůstá. Snáší mírné zastínění. Vzchází až za 15 – 25 dní. Snáší široké spektrum ekologických podmínek. Pomalý vývin, trávník je plně zapojen až druhý rok po výsevu. Vytrvalost v porostu až 10 let. Vůči kostřavě červené a jílku vytrvalému má nízkou konkurenční schopnost. Náchylná na rez travní, padlí travní, listové skvrnistosti.

Využívá se především pro sportovní trávníky, užitkové trávníky (parky), krajinné trávníky, odpaliště a dráhy golfových hřišť a také pro okraje jamkovišť (forgreeny).

V poslední době byly vyšlechtěny odrůdy typu „Limousine“, které jsou krátce výběžkaté, jemnolisté a jejichž trsy mají vyšší hustotu. Jsou určeny pro využití např. do golfových greenů nebo okrasných trávníků.

Psineček tenký (*Agrostis tenuis*)

Psineček tenký je **výběžkatý**. Vytváří krátké nadzemní i podzemní výběžky. Patří k úzkolistým druhům. Listové čepele čárkovité, žebrované, pozvolna se sbíhají ke špičce. Jazýček asi 2 mm dlouhý. Ouška nejsou vyvinuta. Plodná stébla jsou přes 70 cm vysoká. Květenstvím je lata, která zůstává i po odkvětu rozložená. Klásky bezosinné. HTS 0,06 g. V 1 g najdeme více jak 20 000 obilek.

Pomalu vzchází (12 – 18 dnů), ale v dalších letech má vysokou konkurenční schopnost. Vytváří mimořádně jemný a pružný drn a je tolerantní k extremně nízkému sekání (3 mm), ale na jaře později obrůstá. Další nevýhody spočívá ve sklonu k plstnatění a náchylnosti k plísni sněžné. Roste i na chudších písčitých půdách. Nesnáší zastínění. Potřebuje dostatečnou zálivku. Sucho přežívá v dormantním stavu. Porost zavadá a ztrácí zelenou barvu.

Využití nachází v golfových greenech (směsi s kostřavou červenou), krajinných trávnících (zatravňování vodotečí) a díky jemným listům také v okrasných trávnících. Můžeme ho najít také ve směsích pro tenisové trávníky.

2.6.8 Doplňkové trávníkové druhy

Psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera* L.)

Psineček výběžkatý můžeme rozdělit na dva poddruhy. Nižšího vzrůstu je *Agrostis stolonifera ssp. stolonifera*. Vzrůstnější je *Agrostis stolonifera ssp. gigantea*.

Psineček výběžkatý má **nadzemní výběžky**. Současné odrůdy psinečku výběžkatého vytváří až 250 000 výhonů na m^2. Šířka listové čepele je u trávníkových odrůd 0,7 – 0,8 mm. Čepele jsou výrazně žebrované. Jazýček je dlouhý 3 – 6 mm. Ouška chybí. Květenstvím je lata, která je rozkladitá pouze za květu. HTS 0,08 – 0,15 g.

Snáší kosení na výšku 0,3 cm. Jedná se o druh, který je náročný na vláhu a dostatek světla. Z tohoto důvodu je u golfových greenů, pro které se využívá, nezbytná závlaha a jejich umístění na prosvětlených místech. Nevýhodou psinečku výběžkatého je pomalejší vzcházení (12 – 18 dnů). Brzy na podzim také ztrácí zelenou barvu a získává ji později na jaře. Kromě náchylnosti k plstnatění je také náchylný k chorobám, zejména k plísni sněžné. Na druhou stranu je schopný rychlé regenerace a svými výběžky vyplňuje mezery v porostu a je schopen lépe odolávat zaplevelení lipnicí roční.

Využívá se především do golfových greenů, kde se pěstuje v monokultuře. Náročnost údržby psinečkových greenů se liší podle výběru odrůdy (moderní odrůdy tvořící více výhonků jsou náročnější na údržbu). Není však příliš odlišná od údržby greenů na kterých je směs kostřavy červené a psinečku tenkého. Každý golfový green vyžaduje pravidelnou závlahu, hnojení, sečení, vertikutaci a aerifikaci. Využití v ostatních kategoriích trávníků je limitováno jeho vysokou konkurenční silou, protože je schopen z porostu vytlačit ostatní druhy trav. Při podílu do 5% ve směsi je možné ho zařadit do okrasných trávníků nebo do krajinných trávníků podél vodotečí.

Kostřava ovčí (*Festuca ovina*)

Kostřava ovčí je **hustě trsnatá** tráva, která nesnáší vysokou zátěž (sešlapávání). Na 1 m^2 vytváří až 135 000 výhonků. Šířka listové čepele je kolem 0,5 mm, což ji předurčuje pro využití do okrasných jemnolistých trávníků. Čepele jsou štětinovitě složené, barva je sytě zelná až namodralá. Jazýček je krátký, téměř neznatelný. Ouška chybí. Stébla jsou vysoká až 60 cm. Pod latou jsou drsná. Květenstvím je lata. Klásky jsou osinaté (osiny dlouhé 1 – 2 mm). HTS 1,0 – 1,2 g.

Výška kosení je od 0,8 do 6,5 cm. Na jaře brzy obrůstá a zelenou barvu si udržuje také přes zimu. Jedná se o suchovzdorný druh. Trávník si udržuje zelenou barvu také při nedostatku vláhy. Snáší zastínění a je nenáročná na živiny. Nevyhovuje ji vysoká zátěž. Výhodou je malá tvorba hmoty.

Vhodná je zejména do okrasných trávníků, ale využití nachází také v krajinných trávnících. Můžeme ji použít na dráhy nebo roughy golfových hřišť.

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Kostřava rákosovitá patří mezi **krátce výběžkaté** trávy. Její trsy jsou řidší, na $1m^2$ vytváří kolem 45 000 výhonků. Barva je tmavě zelená až sytě zelená. Šířka listové čepele je kolem 4 mm, ale na trhu se již objevují úzkolisté odrůdy (Barlexas). Příměs širokolisté kostřavy rákosovité ve směsi jemnolistých druhů narušuje celkový vzhled trávníku. Listové čepele jsou drsné. Ouška široká. Na bázi oušek kratičké štětinky. Jazýček vytváří pouze úzký lem. Stébla mohou být vysoká přes 150 cm. Květenstvím je lata. Zůstává rozložená i po odkvětu. Klásky 4 – 8květé. HTS 2,5 g.

Vzchází za 10 – 20 dnů. Vývin pomalý až středně rychlý. Optimální výška kosení je 2,5 – 6,0 cm. Jedná se o suchovzdorný druh s vysokou vytrvalostí. Nemá problémy s letními přísušky. Nízké nároky na vláhu. Vhodná je do směsí s lipnicí luční. Nové odrůdy snášejí také zastínění. Známá je symbióza kostřavy rákosovité s houbami rodu *Neotyphodium*.

Využívá se do sportovních trávníků (fotbalová hřiště), golfových roughů, užitkových trávníků (parkové trávníky s nízkou údržbou) nebo do krajinných trávníků (okraje komunikací) na sušších stanovištích. Využít ji můžeme také pro dostihové dráhy.

Metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*)

Metlice trsnatá je **hustě trsnatá** tráva. První trávníkové odrůdy byly vyšlechtěny v 60. letech v Československu ve Šlechtitelské stanici Větrov.

Čepele výrazně žebernaté, drsné. Jazýček dlouhý až 15 mm. Stébla mohou dorůstat výšky 100 cm. Květenstvím je lata. Klásky jsou 2 – 3květé, krátce osinaté. HTS 0,24 g.

Metlice trsnatá na jaře brzy obrůstá. Jedná se o druh, který je zimovzdorný a mrazuvzdorný, odolný vůči plísni sněžné a vůči zastínění. Nevýhodou je, že díky tuhým listům se stařina pomalu rozkládá a řezné plochy po seči nekrotizují. Optimální výška sekání je 2 – 4 cm.

Využívá se především do užitkových nebo krajinných trávníků. Zkouší se její využití pro sportovní trávníky. Velmi vhodná je na zastíněné plochy.

Bojínek cibulkatý (*Phleum pratense ssp. nodosum*)

Bojínek cibulkatý má krátké **podzemní výběžky**. Zakořeňuje také z kolének stébel. Listové čepele široké 2 – 5 mm. Stébla jsou na bázi cibulkovitě ztlustlá. Květenstvím je lichoklas. HTS 0,25 g.

Ve srovnání s bojínkem lučním je nízkého vzrůstu. Dosahuje výšky 10 – 15 cm. Po zasetí pomalý růst a vývoj. Daří se mu na vysýchavých a výhřevných stanovištích. Odolný proti sešlapávání. Dříve byl využíván do směsí pro sportovní trávníky. V současnosti se dává do užitkových trávníků. Výhodou je nízká produkce biomasy.

Lipnice roční (*Poa annua*)

Zpravidla jednoletá tráva. Může být vysoká až 30 cm. Stébla jsou vystoupavá nebo přímá, smáčklá. Květenstvím je lata. Rozmnožuje se hlavně generativně.

Obrůstá velmi brzy na jaře. Známá je spíše jako nepříjemný plevel v trávnících. Díky její vysoké odolnosti vůči zátěži a schopnosti snášet velmi nízké sekání byla ve Spojených státech šlechtěna a její víceletá forma (*Poa annua ssp. reptans*) je využívána do golfových greenů. Šlechtěna byla na odolnost vůči suchu a chladu. Šlechtitelským cílem byl také vyšší počet sterilních výhonů a zvýšená intenzita odnožování. Vyšlechtěné kultivary jsou adaptované pro chladné regiony, ale také pro substropické klima.

Lipnice hajní (*Poa nemoralis*)

Lipnice hajní patří mezi **volně trsnaté** trávy. Tento druh je nenáročný na živiny a velmi dobře snáší zastínění. Obrůstá brzy na jaře, ale často je napadán houbovými chorobami. Nesnáší časté kosení, optimální je na výšku 8 – 15 cm. Nevyhovuje ji ani časté sešlapávání.

Uplatnění najde v užitkových nebo krajinných trávnících na zastíněných místech a málo sekaných stanovištích.

Lipnice nízká (*Poa supina*)

Tráva světle zelené barvy. Její největší přednost spočívá ve schopnosti velmi dobře snášet zastínění. Využívána je jako doplňkový trávníkový druh do směsí určených pro sportovní (fotbalové trávníky).

Smělek štíhlý (*Koeleria macrantha*)

Smělek štíhlý je **krátce výběžkatý**. Patří mezi vytrvalé trávy nízkého vzrůstu. Barva je světle zelená. Klíčí za 20 – 25 dnů. Pomalý vývin. Daří se mu na sušších stanovištích a chudších půdách se zásaditým pH. Odolný vůči zasolení. Nenáročný na výživu. Na jaře obrůstá později. Náročný na světlo. V podmínkách krátkého dne zcela zastavuje růst. Náchylnější k napadení houbovými chorobami. Nízké přírůstky (v porovnání s kostřavou červenou a lipnicí luční až o 50 %), ale také nízká konkurenční schopnost. Snáší kosení na výšku 6 mm.

Uplatňuje se v užitkových trávnících (parky), krajinných trávnících (podél komunikací). Vhodný také pro střešní ozelenění, golfové dráhy a roughy. Využívá se také do golfových greenů.

2.7 Biologie jetelovin

(Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.)

2.7.1 Kořenový systém jetelovin

Kořenový systém jetelovin je kůlový. Z hlavního kořene vyrůstají postranní kořeny. Významná je symbióza s hlízkovými bakteriemi. Podle hloubky kořenového systému můžeme jeteloviny rozdělit na:

- hluboce kořenící (kořenový systém sahá do hloubky více jak 2 m),
  - vojtěška setá,
  - vičenec ligrus,
  - štírovník růžkatý,
  - komonice bílá,

- středně hluboce kořenící (0,2 – 2,0 m),
    - jetel luční,
    - jetel zvrhlý,
    - úročník lékařský,
    - vojtěška srpovitá,
    - štírovník bažinný,
- mělce kořenící (0,1 – 0,2 m),
    - jetel plazivý,
    - tolice dětelová.

Nové odnože se zakládají na kořenovém krčku, který se nachází mezi kořenem a bazální nadzemní částí. Podle stavby kořenového krčku můžeme jeteloviny rozdělit na trsnaté a výběžkaté. Trsnaté jeteloviny (vojtěška setá, jetel luční, jetel zvrhlý, vičenec ligrus) mají vzpřímené až polovzpřímené lodyhy. Mohli by jsme je označit za jeteloviny sečného charakteru. Výběžkaté jeteloviny (jetel plazivý, štírovník růžkatý, vojtěška srpovitá, čičorka pestrá) mají polovzpřímené lodyhy (mohou být poléhavé) nebo krátké boční výběžky. Mohli by jsme je označit za jeteloviny pastevního charakteru.

2.7.2 Symbióza s hlízkovými bakteriemi

Bakterie rodu *Rhizobium* vyvolávají na kořenech tvorbu hlízek. Bývají běžnou součástí mikrobiálního života v půdě, ale vzdušný dusík fixují jenom při symbióze s rostlinami. K rychlému množení těchto bakterií dochází po infekci kořenového vlásku. Buňky kořene se rychle množí a tvoří hlízky. Tvorbou hlízek končí parazitická fáze. V buňkách hlízek se bakterie mění na bakteroidy a nastává symbiotická fáze. Rostliny dodávají uhlík a energii. Bakterie naopak dodávají rostlinám dusík. Jsou schopné pokryt až 80 % potřeby rostlin.

2.7.3 Nadzemní orgány

Listy jetelovin mohou být trojčetné (jetel plazivý, jetel luční), pětičetné (štírovník růžkatý), lichozpeřené (úročník lékařský, vičenec ligrus). Charakteristická pro jednotlivé druhy je stratifikace listů. Vertikální stratifikaci má vojtěška setá. Naopak horizontální stratifikaci má jetel luční.

Lodyhy bývají vzpřímené (vojtěška setá, jetel luční) nebo poléhavé (jetel plazivý). Poléhavé lodyhy mají schopnost zakořeňovat. Počet samotných lodyh je závislý na prostředí. Rozhoduje o něm dostatek vláhy a počet rostlin na ploše.

Jeteloviny jsou hmyzosnubné rostliny. K opylování dochází pouze hmyzem. Květ je tvořen křídly, pavézou a člunkem. Květenstvím může být hrozen (vojtěška setá, vičenec ligrus, komonice bílá), hlávka (jetel luční, jetel plazivý) nebo okolík (štírovník růžkatý).

Plodem jetelovin je většinou lusk. U jetele lučního, komonice bílé nebo vičence je jednosemenný. Vícesemenné lusky mají vojtěška setá, jetel plazivý nebo štírovník růžkatý. Lusky štírovníku růžkatého při zralosti snadno pukají. U semenářských porostů tak hrozí vysemenění ještě před sklizní. U některých jetelovin může být plodem struk (jetel nachový, čičorka pestrá).

2.7.4 Vztah k jarovizačnímu stádiu

Podobně jako trávy můžeme jeteloviny rozdělit na druhy jarního a ozimého charakteru. Jarního charakteru je vojtěška setá, jetel luční dvousečný, štírovník růžkatý. Ozimého charakteru je naopak jetel luční jednosečný, úročník lékařský, tolice dětelová.

2.7.5 Jeteloviny v trávníkářství

Jetel plazivý (*Trifolium repens*)

Listy jetel plazivého jsou trojčetné. Na líci mají lístky bílou skvrnu. Na rubu jsou hladké a lesklé. Barva květů je bílá s nádechem do růžova. Květenstvím je hlávka. Kořenový systémem je mělký. Většina kořenů se nachází v hloubce do 20 cm. Rozmnožuje se vegetativně.

Jetel plazivý je odolný vůči suchu. Stejně jako jiné jeteloviny fixuje vzdušný dusík. Uplatnění nachází v trávnících, kde je omezena závlaha a hnojení. Velmi dobře se rozmnožuje vegetativně. Potlačován bývá psinečkem výběžkatým. V trávnících je znám především jako úporný plevel. Vytváří jetelová kola a narušuje tak homogenitu trávníku. Do trávníků je třeba používat drobnolisté odrůdy. V této souvislosti se v poslední době začíná mluvit o speciálních odrůdách jetele plazivého „microclover“. Tyto odrůdy je možné využít pro dráhy golfových hřišť nebo pro užitkové trávníky s nízkou úrovní výživy a nedostatkem vláhy. Výhodu je zelená barva po celé vegetační období. Microclover má drobné lístky, které nenarušují vzhled trávníku.

Štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*)

Listy štírovníku růžkatého jsou pětičetné. Dva lístky přisedají k lodyze. Barva květů je žlutá. Okvětní lístky, zejména pavéza, mohou být zabarveny do červena. Kořenový systém je hluboký. Rozmnožuje se vegetativně.

Velmi dobře snáší sucho. Daří se mu na písčitých a kamenitých půdách. Nevyhovují mu půdy s vysokým podílem jílovitých částic. Snáší nízké sekání. Nevyhovuje mu vysoká hladina spodní vody. Je možné ho využít do užitkových nebo krajinných trávníků.

Příbuzným druhem štírovníku růžkatého (*Lotus corniculatus*) je štírovník bažinný (*Lotus uliginosus*). Roste na vlhkých stanovištích s vysokou hladinou podzemní vody.

Čičorka pestrá (*Coronilla varia*)

Listy čičorky pestré jsou lichozpeřené. Barva květů je bílo-růžová. Květenstvím je okolík tvořený až 20 květy. Rozmnožuje se vegetativně.

vyznačuje se dlouhou dobou kvetení. Vhodná je na mírně suché trávníky a na okraje cest. Nevyhovuje jí vysoká hladina spodní vody. Náročnější je na teplo.

Úročník lékařský (*Anthylis vulneraria*)

Listy lichozpeřené. Koncový lístek výrazně delší než lístky postranní. Barva květů žlutá, květenstvím jsou hlávky. Mohutný kořenový systém. Patří k ozimým jetelovinám. Ve druhé seči vytváří pouze přízemní listové růžice.

Vhodný pro chudá a štěrkovitá stanoviště krajinných trávníků. Daří se mu až do výšek kolem 3 000 m. Vhodný pro zatravňování sjezdovek.

2.8 Základy tvorby trávníkových směsí

2.8.1 Trávníková směs

Trávníkovou směsí rozumíme směs osiva trávníkových druhů a odrůd trav (příp. jetelovin a bylin) udávaných v hmotnostních procentech doporučených pro výsev a pěstování požadované kategorie a druhu trávníku.

Každá trávníková směs musí být originálem. Výchozím základem pro sestavování trávníkových směsí byly zkušenosti se sestavováním lučních a pastevních směsí, kde byly rozhodujícími faktory ekologické podmínky stanoviště, způsob využívání (louka, pastvina, technické využití) a předpokládaná délka využívání.

Obecný trend:
Trend na zvyšování stability a účelu pěstování trávníku spočívá ve snižování „druhové diverzity“ a v rozšiřování „odrůdové“ diverzity v trávníkových směsích

Obecný vývoj:
- u okrasných a hřišťových trávníků – vysoká zátěž trávníku – vysoká úroveň a nákladovost regeneračních opatření – krátkodobost trávníku;
- u užitkových a zvláště krajinných – nízké vstupy do zakládání a ošetřování, širší druhová diverzita – dlouhodobost funkčnosti účelového porostu.

Fotbalový trávník – směs včera a dnes

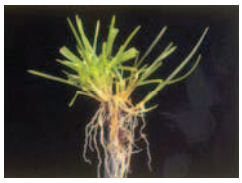
dříve	%	nyní
Jílek vytrvalý	30	50-60 % - 2-3 odrůdy
Lipnice luční	20	50-40 % - 2-3 odrůdy
Kostřava červená	30	
Bojínek luční	12	Doplněno:
Poháňka hřebenitá	8	Kostř. červ. výb. 10-15 % Lipnice nízká 5 %

Co musíme znát při sestavování trávníkových směsí
Při sestavování trávníkových směsí je nutno respektovat řadu faktorů. Náleží k nim především:
- znalost morfologie, biologie a fyziologie a také ekologie jednotlivých trávníkových druhůa zvláště odrůdové odlišnosti
- náchylnost druhů a odrůd na choroby
- tvorba výsevku a konkurenční síla jednotlivých druhů
- ekosystémové vazby
- ekologické podmínky stanoviště
- specifické reakce a vlivy trav – požadavky
- kategorie a druh trávníku a úroveň
- specifické podpůrné prostředky pro růst a vývoj trávníků

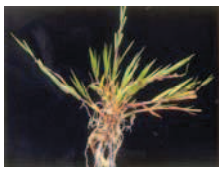
Znalost rozdílů v morfologii, biologii a ekologii trávníkových druhů
Podrobné charakteristiky jednotlivých trávníkových druhů jsou uvedeny ve stati Biologie trávníkových druhů. Jak je patrno z údajů (viz níže) jsou sice mezi jednotlivými charakteristikami trav významné rozdíly, např . u počtu výhonků na 1 m^2 (jílek vytrvalý – 95 tis. /m^2 a psineček výběžkatý až 210 tis. /m^2). Avšak jednotlivé charakteristiky nepodávají vždy ucelený pohled na vhodnost příslušného druhu. Některé vlastnosti např. hustotu a jemnost drnu je nutno posuzovat ve vztahu např. na různou výšku kosení, případně funkčnost drnu v časném jarním příp. i zimním období (dle trávníkových oblastí).

Jílek vytrvalý
Charakter: volně trsnatý
Počet výhonků: 95 tis.m-1
Šířka čepele: 1,6 mm
Výška kosení: 0,5 – 4,0 cm

Lipnice luční
Charakter: podzemní výběžky
Počet výhonků: 70 tis.m-1
Šířka čepele: 1,8 mm
Výška kosení: 1,8 – 3,0 cm



Psineček výběžkatý
Charakter: nadzemní výběžky
Počet výhonků: 210 tis.m-1
Šířka čepele: 0,76 mm
Výška kosení: 0,3 – 1,2 cm



K doplnění charakteristik trav uvádíme jejich zjednodušený přehled hospodářských charakteristik trav.

	Zasolenost	Plstnatění	Hnojení N	Úroveň ošetřování
Psineček tenký	mírná	vysoká	vysoké	mírné
Psineček výběžkatý	dobrá	velmi vysoká	velmi vysoké	intenzivní
Kostřava červená výběžkatá	slabá	průměrná	nízké	nízký
Kostřava červená trsnatá	slabá	průměrná	nízké	nízký
Kostřava červená krátce výběžkatá	dobrá	vysoká	nízké	nízký
Kostřava ovčí	slabá	nízká	velmi nízké	velmi nízký
Kostřava rákosovitá	dobrá	nízká	vysoké	průměrný
Jílek vytrvalý	průměrná	velmi nízká	vysoké	průměrný
Lipnice luční	slabá	průměrná	vysoké	průměrný
Lipnice obecná	slabá	průměrná	vysoké	průměrný
Lipnice bahenní	slabá	velmi nízká	vysoké	průměrný
Lipnice roční	slabá	průměrná	vysoké	intenzivní
Smělek štíhlý	dobrá	nízká	velmi nízké	velmi nízký
Metlice trsnatá	průměrná	vysoká	průměrné	nízký
Troskut prstnatý	výborná	vysoká	vysoké	průměrný

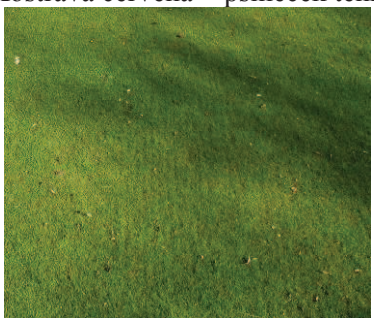
Např. znalost o reakci trav na zasolení má význam při sestavování směsí pro letiště (okraje startovacích a přistávacích ploch), pro zatravnění kolejišť městských drah v jejichž blízkosti se používá v odstranění sněhu z komunikací chemický materiál.
Z ekologických charakteristik (viz níže) je nutno respektovat hodnotu pH půdního prostředí. I přes širokou amplitudu trav v tomto požadavku (pH 5-7) je patrno, že kyselé prostředí snáší kostřava ovčí a naopak neutrální až zásadité jílek vytrvalý a lipnice luční. Pozornost je nutno věnovat i vlhkosti ovzduší. Vysokou vlhkost vyžaduje psineček výběžkatý, lipnice roční, metlice trsnatá, naopak nízkou troskut prstnatý a nový druh zoysia.

Druh	Optimum pH	Vzdušná vlhkost	Závlaha
Psineček tenký	5,6 - 7,0	střední	střední
Psineček výběžkatý	5,6 - 7,0	vysoká	vysoká
Kostřava červená výběžkatá	5,5 - 6,8	nízká	nízká
Kostřava červená trsnatá	5,5 - 6,8	nízká	nižší
Kostřava červená krátce výběžkatá	5,5 - 6,8	nízká	nízká
Kostřava ovčí	4,5 - 5,8	velmi nízká	nízká
Kostřava rákosovitá	5,5 - 7,0	vysoká	velmi nízká
Jílek vytrvalý	5,8 - 7,4	průměrná	střední
Lipnice luční	5,8 - 7,5	průměrná	střední
Lipnice obecná	5,8 - 7,2	vysoká	vysoká
Lipnice bahenní	6,0 - 7,0	průměrná	vysoká
Lipnice roční	5,5 - 7,5	vysoká	vysoká
Smělek štíhlý	5,5 - 7,0	nízká	nízká až velmi nízká
Metlice trsnatá	5,5 - 6,5	vysoká	vysoká
Troskut prstnatý	5,7 - 7,0	velmi nízká	velmi nízká

Značné rozdíly jsou i v náchylnosti druhů a zvl. odrůd k chorobám. Dokumentací je snímek poškození porostu na jamkovišti s čistým porostem psinečku výběžkatého a zdravého porostu z jamkovitě ze směsi 85 % kostřava červená + 15 % psineček tenký.

Čistý porost – psineček

Kostřava červená + psineček tenký



Významnější je však znalost o odrůdových rozdílech v náchylnosti k příslušným chorobám.

Speciální vliv trav

Jedná se o problematiku vlivu trav na zdravotní stav lidské populace, konkrétně pylové alergie. Nejen množství pylu, ale i jeho agresivita by měla být brána v úvahu při sestavování krajinných a parkových směsí v okolí lázeňských středisek. Taktéž by měla být dodržena zákonná ustanovení pro ošetřování porostů na železničních náspech, dálničních svazích apod. Nekosení porostů na těchto plochách je významným zdrojem tvorby pylu.

Pyl alerogenní proteiny
životnost pylových zrn několik hodin
alergika několik let

Produkce pylu

Ovsíř pýřitý	34 – 56 kg/ha
Medyněk vlnatý	12 – 25 kg/ha
Jílek mnohokvětý	204 – 306 kg/ha
Srha laločnatá	270 – 380 kg/ha
Jílek vytrvalý	594 – 756 kg/ha

Doba kvetení

Psárka luční - ráno
Jílek vytrvalý - poledne
Ovsík vyvýšený - odpoledne

Délka kvetení

Jílek vytrvalý - několik dnů
Kostřava luční - několik dnů
Ovsík vyvýšený - 1 – 2 dny
Sveřep - několik hodin

Agresivita pylu

silná (sveřep, ovsíř pýřitý, jílek ozimý, bojínek luční)
střední (lipnice luční, ovsík vyvýšený, srha laločnatá, žito)
malá (kostřava luční, tomka vonná, pýr plazivý)

2.8.2 Problematika tvorby výše výsevku

Při sestavování výsevku jednotlivých druhů se vycházelo ze znalostí o potřebné úživné ploše pro 1 rostlinu (v cm^2) a zjištěné čistotě klíčivosti obilek (Wernerův vzorec, Werner 1967) případně z objektivnějšího faktoru, tj. polní vzcházivosti obilek, při nichž bylo dosaženo optimální produkce píce (Demela, 1956).
Při sestavování podílu jednotlivých druhů ve směsích se vycházelo z předpokladu, že výsledkem bude % plošné (% dominance) daného druhu v etablovaném porostu. Vzhledem ke znalosti o silné konkurenci (počátečním růstu) některých travních druhů (např. jílku vytrvalého) potlačujících ve směsi slabě konkurenční druhy (např. pomalu vzcházející a i v porostu se silně až ve 2.-3. roce rozvíjející lipnici luční či kostřavy červené) se u těchto druhů přiměřeně zvyšoval základní výsevek.

Příklad:

Druh	% zastoupení (plošné) ve směsi	Zákl. výsevek v kg/ha při 100% UH	Konkurenční síla (třída)	Upravený [1] základní výsevek kg.ha^{-1}	Výsevek kg.ha^{-1} ve směsi při 100 % UH	Výsevek kg.ha^{-1} zvýšení na UH např. 85 %
Jílek vytrvalý	50	20	I	20	10,0	11,8
Lipnice luční	30	15	III	25	7,5	8,8
Kostřava červená	20	25	III	30	6,0	7,1
Celkem						27,7

Poznámka: [1] zvýšení z důvodu slabé konkurence

Vypočtený výsevek (27,7 kg.ha^{-1}) by mohl být platný např. pro pastvinu. Uvedený výsevek by byl pro trávníkový porost velmi nízký, proto pro běžný užitkový trávník se uvedená hodnota násobila koef. 4-5, pro hřišťové trávník koef. 6-8, což znamená výsevek cca 110-140 kg.ha^{-1} a u sportovního trávníku cca 170-220 kg.ha^{-1}.
V současné době, s ohledem prakticky na období celovegetačního zakládání trávníků se pohybuje výsevek u krajinných trávníků na úrovni 150-200 kg.ha^{-1} , u okrasných a užitkových trávníků 200-250 kg.ha^{-1} a u zatěžovaných sportovních od 250-300 kg.ha^{-1}. Výjimkou je výsevek psinečku výběžkatého, pěstovaného na golfovém jamkovišti v čistém porostu jen 50 kg.ha^{-1}.

2.9 Kategorizace a druhy trávníků

2.9.1 Systémy členění trávníků

V evropských podmínkách byl prof. Skirdem a spolupracovníky postupně vytvářen a každoročně inovován systém nazývaný RSM (Regel-Saatgut-Mischungen Rasen) – Pravidla sestavování trávníkových směsí. Členění trávníků je následující:

RSM 1.1 ***Okrasné trávníky***
RSM 2.1 ***Užitkové trávníky*** - standard
RSM 2.2 - pro suchá stanoviště
RSM 2.3. - hřišťové pro hry
RSM 2.4. - bylinné
RSM 3.1 ***Sportovní*** - nově založené
RSM 3.2 - regenerační
RSM 4.1 ***Golfové*** - jamkoviště (green)
RSM 4.2 - odpaliště
RSM 4.3 - dráhy
RSM 5.1 ***Parkovací***
RSM 6.1 ***Extenzivní střešní ozelenění***
RSM 7.1 ***Krajinné*** - standardní
RSM 7.1.1 - standardní bez bylin
RSM 7.1.2 - standardní s bylinami
RSM 7.2 - pro suchá stanoviště
RSM 7.2.1 - pro suchá stanoviště bez bylin
RSM 7.2.2 - pro suchá stanoviště s bylinami
RSM 7.3 - pro vlhká stanoviště
RSM 7.4 - pro polostín
RSM 8.1 ***Biotopy*** (druhově bohaté extenzivní travní porosty)

Přehled odrůd a jejich vhodnost
Obchodní požadavky
Výtah z nařízení o osivu
Požadavek na jakost osiva
Další obchodní požadavky RSM
Požadavky na divoce rostoucí rostliny z rostoucího porostu
Pokyny k použití
Státní semenářská kontrolní a zkušební organizace
Rostliny pro předplodiny a meziplodiny
Nové názvy rostlin na trávníkových plochách

Uvedený systém není zaměřen jen na sestavování „receptů“ travních a jiných směsí, ale umožňuje jistou flexibilitu tvorby těchto směsí danou jistým rozpětím v % zastoupení daného druhu a ve vztahu k ekologickým odlišnostem stanoviště. Další zvláštností je stanovení minimální vhodnosti odrůdy. každá odrůda je označena hodnocením 1 (nejméně vhodná) až do 9 (vysoce vhodná) a pro danou kategorii a druh trávníku musí splňovat předepsanou úroveň.

U „receptu“ každé trávníkové směsi jsou specifikovány ekologické podmínky vhodnosti pro příslušné využití, dále úroveň caespestechniky (diferencovaně) a výše výsevku v g/m^2. Jako příklad je uvedena směs pro kategorii užitkového standardního trávníku – RSM 2.1.

RSM - 2.1. Užitkový trávník - typ standard

Prostředí:	všechna, mimo sušší oblasti
Stanoviště:	vlhčí až vlhká
Zátěž:	nízká až střední
Vhodnost pro využití:	volné plochy, domácí zahrady, sídliště
Pěstební nároky:	nízké až vysoké (dle zátěže)
Výsevní množství:	25g/m^2

Druh	Váhový podíl ve výsevku v %		Minimální vhodnost
	norma	variabilita	
Psineček tenký	5	5[2)]	6
Kostřava červená trs.	40	(30-50)	6
Kostřava č. výběžkatá	10	(5-15)	5
Kostřava č. krátce výb.	10	(5-15)	6
Lipnice luční	25	(15-35)	7
Lipnice luční	10	(5-15)	6

Poznámka:

[1)] Event. přísev 0,2% sedmikrásky a 0,2% černohlávku obecného

[2)] Při 5% nelze uplatnit pravidlo variability

Jak je patrno z obsahu, jsou součástí RSM i příslušné prodejní, semenářské, kontrolní a zkušební organizace, zpřesněné názvy druhu, vyhlášky a předpisy vztahující se k osivu. Překvapujícím je zařazení kapitoly (Rostliny pro předplodiny a meziplodiny), týkající se spíše než trávníkářské tématiky, tématiky plynulého ozelenění orné půdy (t.z. Grünne Deke = zelená deka). Z obsahu je patrno členění trávníků do 8 kategorií a v rámci některých kategorií do druhů, např. u golfových trávníků pro jamkovitě, odpaliště a dráhy. Celkem RSM uvádí příklady 20 druhů trávníků.

V ČR přední semenářské firmy vydávají ročně své specifické katalogy travních a trávníkových směsí. Reagují svou nabídkou nejen na ekologické odlišnosti naší kontinentální zóny, ale využívají do této nabídky poměrně široký druhový a odpovídající hodnotný odrůdový sortiment přizpůsobený velmi často místním podmínkám. Nabídku těchto firem lze nalézt na www stránkách.

2.9.2 Příklady možné skladby trávníkových směsí

Okrasný (intenzivní) trávník

Požadavky

- exkluzivní, estetický vzhled
- Jemný, plně zapojený hustý až velmi hustý drn
- semioptimální až vyšší úroveň N + PK hnojení
- tolerance k nízkému až častému kosení
- schopnost zahušťování drnu
- vysoká úroveň caespestechniky
- vytrvalost střední až delší (6-8 let)

Druhová a odrůdová skladba – druhově chudší (2-3 druhy), širší odrůdovost (4-5 odrůd)

Druh	Váhový podíl ve směsce v %
Psineček tenký	15
Psineček výběžkatý	15
Kostřava č. trsnatá	30
Kostřava č. výběžkatá	25
Kostřava č. kr. výb.	30

Užitkový trávník

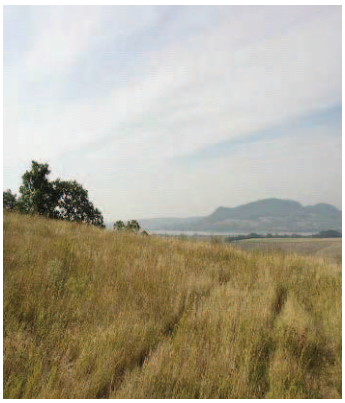
Užitkový trávník má 4 varianty (druhy): rekreační, pro sušší podmínky, hřišťové (méně a jen sezónně zatěžovaný), užitkový trávník bylinný.

- rekreační

Požadavky:

- hustější, spíš drsnější drn
- odolnost proti nepravidelné (sezónní) zátěži
- dobrý až výborný estetický dojem

- nižší tvorba nadzemní biomasy
- vyšší vytrvalost (8 – 12 let)
- průměrná úroveň caespestechniky (6 – 8 kosení)
- případné regenerační přihnojování



- sušší podmínky

Prostředí: sušší
Stanoviště: vysušené až suché
Vhodnost pro využití:
využívané veřejné plochy, sídliště a domovní plochy
Nároky na ošetřování: nízké až vyšší, dle zátěže
Výsevní množství: var. 1: 25 g.m^{-2}
var. 2: 35 g.m^{-2}

Skladba užitkových trávníků

Druh	Váhový podíl ve směsce v %		
	2.1 Užitkový trávník - rekreační	2.2 Užitkový trávník - suchá stanoviště	2.3 Užitkový trávník - stanoviště hřišťová
Kostřava č. trsnatá	20		20
Kostřava č. výb.	20	10	10
Kostřava č. kr. výb.	15		10
Lipnice luční	15	20	30
Kostřava rákos.		60	
Kostřava ovčí	15		
Jílek vytrvalý	15	10	30

- bylinný

Požadavky:

- estetický dojem, barevnost
- široká druhová diverzita (flora, fauna)
- protierozní účinnost
- problém pylových alergií

Druhová skladba

Trávníkový druh	% váhová	Bylinný druh	% váhová
Psineček psí	5	Řebříček obecný	0,2
Kostřava ovčí	40	Chrpa luční	0,2
Kostřava č. trs.	20	Mrkev obecná	0,1
Kostřava č. výb.	15	Svízel syřišťový	0,1
Kostřava č. kr. výb.	10	Pampeliška	0,1
Lipnice luční	5	Bedrník obecný	0,1
Jílek vytrvalý	5	Jitrocel kopinatý	0,1
			0,3
		Rdesno	0,1
		Štírovník růžkatý	0,2
		Tolice dětelová	0,1

Sportovní fotbalové trávníky

Sportovní pravidelně zatěžované trávníky pro kopanou náleží k nejdéle a z časového hlediska za nejvíce zatěžované trávníky. Základ 2 až 3 druhy a více odrůd.
Rozlišujeme dva typy směsí pro fotbalové trávníky: nově zakládaný (RSM 3.1)
regenerační (RSM 3.2.)

Setkáváme se i s alternativou u níž v nově ě zakládaném trávníku převažuje jílek vytrvalý (60 %), případně kdy k jílku vytrvalému a lipnici luční je zařazena kostřava červená (podíl 50:35:15 %) Výsevek: 25 g/m^2
U regenerační směsi mimo uvedené složení, je alternativou i varianta jen čistého jílku, případně 5 % přídavek lipnice nízké. Výsevek při použití regenerační směsi zvýšen na 30 g/m^2, z důvodu méně příznivých pro klíčení a vzcházení osiva (konkurence starého drnu).

Druh	Váhový podíl ve směsce v %	
	nově založený	regenerační
Jílek vytrvalý	25	85
Jílek vytrvalý	15	
Lipnice luční	25	15
Lipnice luční	20	
Lipnice luční	15	

Kdy provádět rekonstrukci fotbalového trávníku?
Rekonstrukce fotbalových hřišť

1. Pokryvnost nízká > 60 %
2. Dominance (zastoupení) lipnice roční (Poa annua L.) a plevelů > 25 %
3. Ulehlost (utuženost) vegetačního profilu do hloubky 0,4 m měřena penetrometrem – max. 2,5 MPa a do hloubky 100 mm
4. Nedostatečná propustnost pro vodu tj. > 0,00087 cm.sec^{-1} při MKK zjištěna u 6 sond z celkových 9 (tj. po 3 sondách vždy na 1/3 hřiště)
5. Obsah I. a II. zrnitostní kategorie ve vegetační vrstvě > 30 % (má být v rozsahu do 30 %)

Hodnocení pokryvnosti (EU):

- výška porostu 5 cm
- na každých 1000 m^2 hodnotit 1 nebo > ploch o rozměru 25 m^2
- minimálně 2/3 musí odpovídat normě (95%)
- zbývající 1/3 musí mít pokryvnost min. 75%

Sportovní trávníky golfové

V současném RSM systému jsou navrženy jen 3 varianty golfových trávníků:

- jamkoviště,
- odpaliště
- dráhy

Dříve byl součástí i návrh směsky pro okraj jamkoviště a pro okraj drah. Odlišnosti trávníku na okraji jamkoviště se dosáhne vyšší výškou kosení základního porostu. Pro okraj drah, které se mohou kosit jen 1x až 3x za rok, lze využít směsi užitkové standardní (RSM 2.1), případně s bylinami (RSM 2.4) nebo i krajinné směsi pro suché podmínky (RSM 7.2.2).

Odpaliště

Požadavky:

- pevnost a drsnost drnu
- odolnost proti poškození golfovým nářadím
- odolnost proti tlaku při sešlapávání
- kosení (3 – 4x za týden)

Druh	Podíl zastoupení ve váhových %
Kostřava č. kr. výběžk.	20
Kostř. č. dl. výběžk.	20
Lipnice luční	30
Jílek vytrvalý	30

K této základní var. existuje modifikace s 15 % podílem kostřavy červené dlouze výběžkaté a 5 % podílem lipnice nízké, odr. Supranova.

Jamkoviště

Trávník na jamkovištích je sice méně zatěžován v porovnání s trávníkem na odpalištích, ale vyžaduje vysokou kvalitu drnu, zejména nízký a vyrovnaný drn.

Dle RSM systému jsou dány 3 základní varianty porostů:

1. Čistý porost psinečku výběžkatého; důležitá je – vzhledem k rozdílným růstovým typům – volba odrůd. Nevýhodou může být nižší rychlost greenu.
2. Směs kostřavy č. trsnaté a kostřavy č. kr. výběžkaté s psinečkem výběžkatým a tenkým.
3. Směs kostřavy červené (85 %) jen s psinečkem tenkým (15 %). Rychlost drnu je vyšší a porost je více odolný vůči chorobám a i stresu proti suchu.

Druhy	Váhový podíl ve směsce v %		
	Var. 1	Var. 2	Var. 3
Psineček výběžkatý	100	7	
Psineček tenký		8	15
Kostřava č. trsnatá		45	45
Kostřava č. kr. výběžkatá		45	40

Dráhy

- jsou navrhovány 3 var. směsek pro golfové dráhy. Var. 1 je standardní porost, var. 2 je vhodnější pro sušší podmínky a var. 3 pro vlhčí stanoviště a vyšší polohy.

Pro sušší podmínky se jeví dobrou alternativou směs kostřavy rákosovité (90 %) a lipnice luční (10 %).

Tenisové trávníky

Požadavky:

- tolerance k vysoké a krátkodobé zátěži,
- zvl. proti tlaku a skluzu
- plošná, vertikální vyrovnanost drnu
- rovnoměrná drsnost drnu
- zvýšená úroveň infiltrace H2O
- časté kosení (1 x za den v sezóně)
- dobrá regenerace

Skladba tenisového hřiště: 2 max. 4 druhové společenstvo, spíše méně odrůdové

Druh	Váhový podíl ve směsce v %	bez Lolium
Lipnice luční	40 50	30%
Jílek vytrvalý	30 -35	
Kostřava č., trs.	10-20	20:10:15
Psineček tenký	10	15

Parkovací trávníky

Požadavky:

- umožnit přirozené vsakování dešťové vody

Dle RSM systému jsou navrženy 3 varianty směsí s poměrně malým rozdílem. Var. 1 má téměř shodné složení jako var. 2 u níž je dán malý podíl řebříčku obecného (2 %) na úkor lipnice luční. Var. 3 pro suché stanoviště umožňuje vyšší variabilitu podílu druhů.

Druh	% podíl ve směsce (váhová %)		
	Var. 1	Var. 2	Var. 3
Kostř. č. kr. výběžk.	10	10	5 - 15
Kostř. č. výběžkatá	10	10	5 - 15
Lipnice luční	40	38	30 - 50
Jílek vytrvalý	40	40	30 - 50
Řebříček obecný		2	

Extenzivní střešní ozelenění

- převážně suchomilná společenstva založená na slabé vrstvě substrátu (100 – 150 mm)

Požadavky:

- zohlednění statiky (mocnost vegetační vrstvy)
- odvod vody
- způsob využívání a náročnost údržby porostu
- zajištění izolace střechy
- odolnost proti suchu
- nízký vzrůst

Druhy:

a) *travní porost* (kobercový trávník; psineček tenký, kostřava ovčí, kostřava červená, tomka) – kosený a odplevelovaný 1 -2x za rok, substrát většinou humus

b) *kombinace mechů a rozchodníků*, příp. doplněná o cibulovité (česnek ořešec) a trávy (lipnice smáčknutá - Poa comptesa), založená na slabé vrstvě (20 – 50 mm) štěrkového substrátu s lávou a částeč. humusem)
c) *s možností rozšíření o* zvonky, hvozdíky, jestřábník, kopretinu a další, koniklec, kavyl, divizna, len

Sedum acre

Trávy	%	Byliny	%
Psineček tenký	2	Řebříček obecný	1,5
Tomka vonná	5	Česnek pažitka	2
Kostřava ovčí	10	Rmen barvířský	3
Kostřava úzkolistá	10	Zvonek okrouhlolistý	2
Kostřava červená trsnatá	10	Hvozdík kartouzek	6
Kostřava červená kr. výběžkatá	10	Hvozdík kropenatý	6
Lipnice smáčknutá	3	Černohlávek velkokvětý	6
Lipnice luční	15	Mateřídouška obecná	2

Charakteristika rozchodníků:

- tolerance rostlin vůči suchu
- nízký růst rostlin
- dobré spíše ploché prokořenění
- nízké pěstební nároky

Sedum hybridum

Krajinné trávníky

Krajinné trávníky a biotopy jsou v současné době nejdynamičtěji se rozvíjející oblast trávníkářství. Vzhledem k žádoucí druhové pestrosti porostů nachází v nich uplatnění extenzivnější a na stanovištní podmínky méně náročné druhy trav, velmi často polokulturních a zejména široké druhové uplatnění bylinných druhů s možností doplnění o vybrané druhy t.z. barevné jeteloviny, např. štírovníky, čičorka, vičenec setý, úročník, jetel plazivý a řadu dalších planých jetelovin. RSM systém rozlišuje 4 druhy krajinných trávníků:

- standardní bez bylin a s bylinami
- pro sušší stanoviště bez bylin a s bylinami
- pro vlhká stanoviště
- pro polostín

Standardní bez bylin

Doporučovaná skladba trávníku je vč. var. s bylinami následující:

Trávníkový druh	% váhová	Bylinný druh	% váhová
Psineček psí	5	Řebříček obecný	0,2
Kostřava ovčí	40	Chrpa luční	0,2
Kostřava č. trs.	20	Mrkev obecná	0,1
Kostřava č. výb.	15	Svízel syřišťový	0,1
Kostřava č. kr. výb.	10	Pampeliška	0,1
Jílek vytrvalý	5	Bedrník obecný	0,1
Lipnice luční	5	Jitrocel kopinatý	0,1

Krajinné trávníky pro suché podmínky

Uvedený typ trávníků má shodný základ s předchozím typem trávníku, tj. prakticky 85 % podíl suchobytných kostřav (zvýšený % podíl kostřavy ovčí). Náhradou za psineček psí je zařazení sveřepu vzpřímeného a lipnice luční částečně zvýšeným podílem jílku vytrvalého (10 %). Dílčí rozdíly jsou u var. s bylinami v jejich druhové skladbě vč. vikvovitých druhů. Nutno zohlednit i skladbu travních porostů (luk) v okolí a to z hlediska možného náletu semen trav s vysokou tvorbou a agresivitou pylu (ovsíř pýřitý, srha, jílky aj.).

Trávy	%	Byliny	%
Sveřep vzpřímený	5	Řebříček obecný	0,2
Kostřava ovčí	55	Chrpa luční	0,1
Kostřava čer. trsnatá	10	Chrpa čekánek	0,1
Kostřava výběžkatá	10	Mrkev obecná	0,1
Kostřava kr. výběžkatá	10	Svízel povázka	0,1
Jílek vytrvalý	10	Bedrník obecný	0,2
		Jitrocel kopinatý	0,1

K ozelenění skládek, výsypek, hald, popelkových odkališť, rekultivovaných stavebních ploch lze využít též směsek krajinných trávníků pro sušší podmínky. U těchto ploch lze vyjádřit požadavky na vegetační pokryv následně:

- omezení větrné a vodní eroze
- stabilita zeminy a plochy
- omezení rozšiřování plevelů
- vysoká tvorba nadzemní a zvl. kořenové fytomasy pro obnovu biologické aktivity půdy
- schopnost vazby těžkých kovů

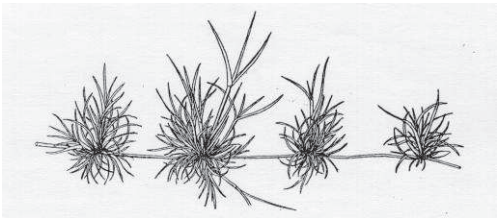
Druhy vhodné obecně k regeneraci:

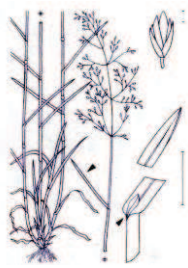
- obecně druhově pestrá směs se zastoupením druhů krátkodobých s rychlým počátečním vývojem a druhů vytrvalých se schopností jak generativního tak vegetativního rozmnožování
- jílek jednoletý a mnohokvětý (cca 10 %)
- druhy s rychlím vzcházením a počátečním vývojem
- volně trsnaté trávy - jílek vytrvalý, kostřava luční, srha laločnatá, bojínek luční – 20%
- vytrvalé jeteloviny (fixace N, stabilita půdy ve vertikálním směru) cca 10 – 15%
- jiné nebo málo kulturní i plané druhy (medyněk a jiné)

Krajinné trávníky pro vlhká stanoviště

Jedná se o porosty – na rozdíl od vlhkých luk s převahou bylin – travního charakteru, které mají plnit základní krajinnou funkci. Nárůst nadzemní fytomasy by neměl být příliš vysoký. V určitých podmínkách lze provést sklizeň systémem mulčování. Ve vlhčích podmínkách se uplatní psineček psí, případně psineček tenký a lipnice bahenní na rozdíl od lipnice hajní, vhodné do polostínu.

Psineček tenký ***Psineček psí*** ***Lipnice bahenní*** ***Lipnice hajní***





Požadavky:

- 0 – 3 seče za rok
- výška kosení 50 – 100 mm
- střídavá vlhkost (léto!)

Druh	váhový podíl v %
Psineček psí	5
Psineček tenký	5
Kostřava ovčí	20
Kostřava červ. trsnatá	20
Kostřava červ. výběžkatá	15
Kostřava červ. kr. výběžkatá	15
Jílek vytrvalý	10
Lipnice bahenní	10

Biotopy

Obnovu biotopů lze provádět přirozenou cestou, tj. nastolením původního extenzivního managementu na nenarušených částech ploch (např. neodvodněných), kdy dojde k poměrně rychle samovolné obnově původního lučního porostu u t.z. půdní banky generativních a vegetativních částí (cibulí, výhonků aj.). Druhá cesta je cesta umělého založení biotopu, přičemž je nutno velmi citlivě volit skladbu vhodných druhů pro dané ekologické podmínky, tak aby byla splněny funkční požadavky jak jsou formulovány níže.

Požadavky:

- krajinný efekt
- dotváření golfových hřišť
- široká druhová diverzita a barevnost
- snášenlivost pro extrémní podmínky
- 1 -3 seče za rok(spíše pozdní)
- výška kosení 50 - 100 mm

Medyněk vlnatý

Tomka vonná

Poháňka hřebenitá

2.10 Caespestechnika (zakládání a ošetřování) trávníků – B – speciální část

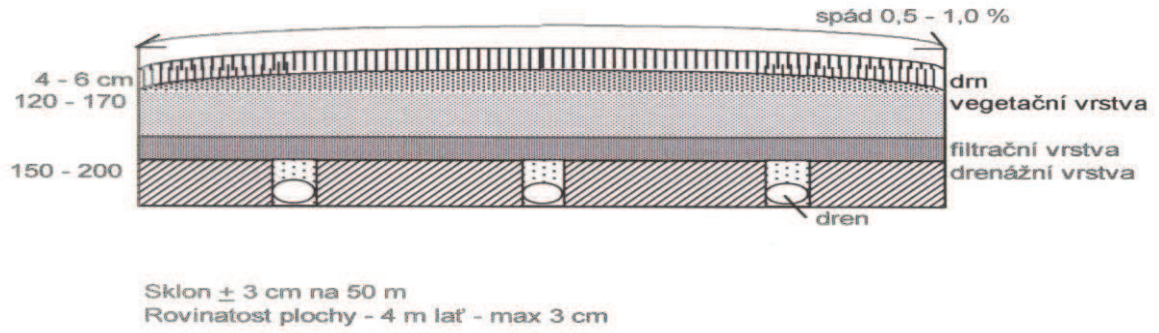
(Prof. Ing. František Hrabě, CSc., Dr. Klaus Müller-Beck)

2.10.1 Zakládání a ošetřování trávníků

Jak založit trávník?

O způsobu založení rozhoduje účel pěstování trávníku. Extenzivně ošetřované a krajinné trávníky budou zakládány na přirozených zeminách nebo na plochách po provedené rekultivaci plochy. Intenzivně využívané sportovní a okrasné trávníky je nutno zakládat na umělých substrátech, které tvoří vegetační vrstva s předepsanými fyzikálně – chemickými charakteristikami s regulací vodního režimu nosné vrstvy .

Zjednodušený příklad skladby (profilu) řízeného prostředí pro trávník je patrný ze schématu.



Specializované firmy dodávají již připravené substráty pro požadovaný typ trávníku. Pro užitkový trávník lze vytvořit substrát složený cca z 65% těžké zeminy (PH, HP), dále z 25% písku o průměrné velikosti písčitých částic 0,5 – 2,0 mm + 5% >2,00 mm a 10% humusové složky tvořené rašelinou a rozloženým kůrovým substrátem v podílu 6:4. U přirozených zemin nejlépe vyhovují půdní druh písčitohlinitý (PH) nebo hlinitopísčitý (HP), jde především o vyrovnanost jeho kvality na celé ploše zemina určená pro vegetační vrstvu musí být v předstihu tj. již při meziskladování pravidelně chemicky odplevelována. Dalším požadavkem je její včasný rozvoz na podzim na podkladovou (nosnou) vrstvu z důvodu dostatečného a rovnoměrného slehnutí přes zimní období. Utužený povrch nosné vrstvy by měl být vhodným způsobem zkypřen. Při tomto procesu je žádoucí odstranění nebo rozmělnění hrudnatých částic. K tomu přispěje na jaře včasně provedené smykování, aplikace hnojiv, vláčení a urovnání plochy, které omezuje vyklíčení jednoletých plevelů. Při výskytu houževnatých plevelných druhů (např. pýr plazivý a jiné) je nutný plošný a někdy i opakovaný postřik systémovým herbicidem (např. Roundup). Po ručním odstranění nerovností lze výsev provést u menších ploch ručně na povrch (do kříže vždy ½ osiva), s mělkým „zasekáním“ obilek hráběmi do půdy a následným válením. Větší plochy jsou před výsevem upravovány speciálními stroji s homogenizací zeminy ve vegetační vrstvě a s automatickým urovnáváním a modelováním terénní plochy. Následný výsev je prováděn speciálním stroji.

2.10.2 Výsev trávníků

Kdy vysévat?

Zakládat trávník lze od včasného jara (duben) až do podzimního období (1/2 října). Výhodou jarního výsevu (duben – červen) je jistota a rychlost vzcházení, úskalím je nebezpečí úhynu pomalu vzcházejících trav – zvláště výběžkatých druhů při nedostatku srážek nebo opožděné závlaze. Letní výsevy vyžadují pravidelnou závlahu, použití vyššího

výsevku, využití chemické ochrany proti plevelům. Letně-podzimní výsev je spojen s pomalejším růstem nadzemní a rychlejší tvorbou kořenové fytomasy. U trav ozimého charakteru – lipnice luční, psinečku výběžkatého a jiných se vytváří podzimním výsevem lepší předpoklady pro zvýšenou tvorbu odnoží na jaře a tím i vyšší hustotu drnu. Při výskytu většinou jednoletých plevelů lze použít chemickou ochranu, případně jejich růst omezit kosením. V případě podzimního výsevu trávníku s vyšším zastoupením jílku vytrvalého je nutno počítat s včasnou chemickou ochranou proti chorobám již na podzim (preventivně).

Kolik osiva vysévat?

I když tvorba směsí a výše výsevku je složitou záležitostí, lze orientačně počítat dle kategorie a druhu trávníku s následnými výsevky:

- ekologické zatravnění (vinice, sady) na rovině – 5,0 – 7,0 g.m^2
- běžný užitkový trávník (jaro, podzim) 15,0 – 20 g.m^2, léto 25,0 -30,0 g.m^2
- krajinné trávníky (louky) dle podmínek 5,0 – 10,0 g.m^2
- hřišťový trávník – 20,0 – 30,0 g.m^2
- golfové trávníky - jamkoviště s psinečkem výběžkatým (čistý porost) 5,0–7,0 g.m^2
  - jamkovšitě s kostřavou červenou (85%) + psineček tenký (15%) – 20,0 – 25,0 g.m^2
  - dráhy a okraje drah – 15,0 – 20,0 g.m^2

2.10.3 Výživa a hnojení trávníků

Faktory ovlivňující výživu a hnojení trávníků

Racionální výživa a hnojení v interakci s doplňkovou závlahou je u trávníků významným pěstebním opatřením. Problémy lze soustředit do následujících okruhů:

a) zohlednit specifika vstupů (input) a ztrát (output) živin v rámci ekosystému;
b) respektování obsahu přijatelných živin v půdním prostředí, či substrátu;
c) respektování obsahu živin v rostlinách (listech);
d) respektování dominantního druhu v porostu;
e) respektování průběhu povětrnosti v dané pěstební oblasti;
f) stanovení potřeby živin v kg.ha^{-1}.rok^{-1} dle jednotlivých kategorií trávníků;
g) stanovení poměru základních živin;
h) správný systém hnojení týkající se zejména dělení celkové roční dávky dusíku a doby jeho aplikace;
i) stanovení vhodné formy hnojiva a druhu hnojiva;
j) respektování předpisů pro ochranu životního prostředí.

Vstupy a výstupy (ztráty) dusíku v travní ekosystému

Vstupy (input) dusíku:

- bilancování vstupů dusíku do trávníkového ekosystému je poměrně složité (N- z minerálních a organických hnojiv, N – ze srážek, organický N ze symbiózy hlízkových bakterií a z mykorrhizy, z rozkladu organické hmoty aj.). Přichází v úvahu u trávníku krajinného charakteru.

Ztráty (output) dusíku v trávníkovém ekosystému vznikají zejména:

- odběrem živin z pokosené a odklizené fytomasy trávníku (viz dále), případně ze spásání fytomasy zvířaty a volutalizací z výkalů zvířat;
- vyplavením N zejména z půdního substrátu; u lučních porostů činí úroveň ztrát N cca 5 % v čistých živinách z 1 ha.rok^{-1}; u intenzivně kosených trávníků s mělkou kořenovou soustavou je úroveň ztrát vyšší;

- ztráty N denitrifikací z půdy do ovzduší; u lučních společenstev je předpoklad až 25 % ztrát z celkové dávky dusíku dodané v minerálním hnojivu;
- vázané živiny v půdě?

Obsah přijatelných živin v půdě a substrátu

Význam tohoto kriteria vystupuje do popředí nejen při zakládání nových trávníků, ale na specifikách abiotického prostředí (substráty) i u již využívaných trávníků.

Dle Müller-Becka (2006; anonym) doporučená zásoba živin v půdách respektive substrátech pro trávníky činí (v mg na 100 g půdy):

u běžných půd	10-20 mg P_2O_5	15-30 mg K_2O	7-15 mg Mg
u písčitých substrátů	7-15 -„-	10-20 -„-	5-20 -„-

Pro stopové prvky udává jako optimální hodnoty v ppm ($mg.kg^{-1}$ půdy):

bor	0,3-1,2
měď	2,0-7,0
železo	5,0-300!
mangan	60,0-200!
zinek	3,0-4,0

Pro trávníky platí – zvl. u Cu, Mg a Fe – spíše vyšší hodnota.

Dle Metodik pro hnojení je obecně jako dobrá půdní zásoba udáván obsah v $mg.kg^{-1}$ půdy dle Mehlich III následovně:

Živina	Půdní druh		
	lehká	střední	těžká
P_2O_5		← 51 – 90 →	
K_2O	151 – 240	161 – 250	211 – 300
MgO	91 – 145	131 – 170	171 – 230
CaO	1801 – 2800	2001 – 3300	3001 – 4200

Poznámka: blíže viz Metodiky hnojení a výživy rostlin (Bayer a kol. 2005).

U trávníkových substrátů má být obsah přijatelných živin (dle Mehlich II) u K 101-210 $mg.kg^{-1}$, P 31-60 $mg.kg^{-1}$, Mg 81-160 $mg.kg^{-1}$ a Ca 1601-2100 $mg.kg^{-1}$.

Obsah živin v listech a respektování dominantního druhu

Jedná se o doplňkový faktor. Stowell 1995 (inf. Müller-Beck 2006) udává jako cílové obsahy tyto hodnoty: N 3,0-4,0 %, P 0,3-05 %, K 1,8-4,0 %, Ca 0,2-1,0 %, Mg 0,2-1,0 %, S 0,2-0,4 %, B 6-40 ppm, Fe 12-300 ppm, Mn 17-200 ppm, Cu 6-50 ppm, Zn 6-50 ppm. Nutno mít na paměti, že u některých prvků, např. N, P, S, zvl. Fe a Zn, jsou obsahy v posečené píci značně vyšší než doporučovaná hodnota. Z trav se vyznačuje vysokým obsahem N a K jílek vytrvalý 3,5 %, psineček výběžkatý až 5 % N a 3,5 % K, zatímco u kostřavy červené jsou hodnoty u obou živin cca 2,7 %.

Průběh povětrnosti v roce

Rozdílné klimatické a povětrnostní podmínky, vyplývající z rozdělení do výrobních oblastí, ovlivňují nejvíce systém aplikace N-hnojení, tj. počet jednotlivých dávek dusíku v roce a jich úrovně. U trávníkových, respektive krajinných trávníků v sušších podmínkách, bude počet dávek nižší (cca 1-2 dle typu porostu), přičemž z hlediska udržení, resp. rozšiřování druhové diverzity, budou dávky rozděleny rovnoměrně. Při hnojení trávníků na golfových drahách lze celkovou dávku N rozdělit do tří aplikací, přičemž nižší jarní dávka N by mohla vést k omezení intenzivního nárůstu hmotnosti fytomasy a zvýšená dávka v letním období by podpořila růst trav při nižší využitelnosti N v období sucha a případně aplikace třetí dávky na konci letního a počátku podzimního období je cílena k podpoře zakládání nových odnoží (t.z. období letně-podzimního odnožování).

Potřeba živin pro trávník v $kg.ha^{-1}.rok^{-1}$

Potřeba živin pro trávníkový porost vyplývá z faktorů uvedených v bodě a) (vstupy a výstupy živin). Dle Fialy (2005) by výška intenzivně ošetřovaného trávníkového porostu při nárůstu na 100 mm teoreticky dosáhla v roce 240 cm a hmotnosti cca 6,0 t sušiny. Při již výše zmíněnému cca 4,0 % obsahu N v sušině narostlé fytomasy by odběr N z 1 ha činil 240 $kg.ha^{-1}$. Při přihlédnutí k dalším vstupům a výstupům (prakticky k % využitelnosti N), dále ve vztahu ke kategorii trávníku, intenzitě jeho zátěže a u K, P, Ca, Mg i ve vztahu k půdní zásobě a půdnímu druhu byly dle Odermatta navrženy normativy úrovně výživy. Příklad je uveden v následující tabulce.

Tab. .. Příklad úrovně hnojení fotbalového trávníku dle Odermatta (2002):

Substrát (půda)	Úroveň ošetřování	Potřeba živin v $g.m^2.rok^{-1}$			
		N	P_2O_5	K_2O	Mg
lehčí	extenzivní	25	8	17	3
	intenzivní	30	12	22	4
střední	extenzivní	20	8	15	3
	intenzivní	30	12	20	4
těžší	extenzivní	15	6	15	3
	intenzivní	25	9	20	4

U dalších kategorií a druhů trávníku je potřeba živin v přímém vztahu k intenzitě využívání (počtu kosení) a zátěže porostu. Specifika budou uvedena ve speciální části (II. vydání skript: Speciální trávníkářství).

Dle ČSN 839051 má být úroveň hnojení trávníků v následujícím rozmezí:

Druh trávníku (dle ČSN 839031)	Dávka ($g.m^2.rok^{-1}$)		
	čistý N	P_2O_5	K_2O
parterový (okrasný)	15 - 20		
parkový (rekreační)	6 - 10		
sportovní (zátěžový)	15 - 20	0 - 8	0 - 16
krajinný (extenzivní)	0 - 3		

Poměr živin pro trávník

Nejčastěji je jako vhodná skladba živin udáván jejich poměr následovně:

N	P_2O_5	K_2O	Mg
1	0,2 – 0,4	0,5 – 0,8	0,1 – 0,2

Výsledky některých výzkumů doporučují zvýšení dávky a tedy i poměru K; důvodem je vyšší odolnost trávníku vůči stresovým faktorům, zvl. suchu a chladu. Při jeho stanovení je nutno přihlédnout k pH v půdě, druhu substrátu či půdy a k zásobě přijatelných živin v půdě.

Systém hnojení a forma (druh) hnojiva

Systém hnojení, tj. dělení dávek N v průběhu vegetačního hnojení a aplikace fosforu a draslíku lze rozdělit dle použité formy hnojiva, tj. hnojivo s rychlým, ale krátkodobým účinkem nebo použitím dlouhodobě působících forem a dalších speciálních hnojiv; u obou forem může být použito hnojivo jedno a i vícesložkové.

Používání klasických krátkodobě působcích hnojiv s rychlejším uvolňováním živin je charakteristické pro běžné „extenzivní“ užitkové, krajinné trávníky a jiné „technické“ zatravnění. Systém je založen na včasném základním jarním hnojení (březen) vícesložkovým hnojivem NPK (Cererit aj.) s cílem podpory růstu založených odnoží z podzimního období. Dávka N na úrovni 6-8 $g.m^2$.

Produkční přihnojení – duben a květen - jednosložkovým hnojivem v ledkové formě (LAV – 27%, LV – 15% N), eventuelně i ve formě močoviny.

Letní hnojení dusíkem v uvedených ledkových formách je zvláště rizikové při použití vyšší dávky jak 5,0 $g.m^2$ N z důvodu poškození (popálení) porostu. Trávy nesnášejí, zvl. při vláhovém stresu, v půdním roztoku vyšší koncentraci dusíku. Vhodnější je u menších ploch použití tekutého hnojiva, např. Kristalon, obsahujícího mimo základních živin i potřebné mikroprvky.

Před obdobím t.z. letně-podzimního odnožování (září – říjen) lze pro dobrý vývin odnoží a jejich přezimování použít opět přiměřenou dávku N, event. NPK. Základní trávníkové druhy jsou převážně ozimého charakteru, u nichž se efekt letně-podzimního hnojení projeví při včasném pokosení trávníku na jaře vyšším počtem žádoucích sterilních odnoží, převážně listových výhonků.

Systém aplikace dlouhodobě působících hnojiv s diferencovanou rychlostí uvolňování živin, zvláště dusíku, je charakteristický pro ošetřování intenzivních okrasných a sportovních trávníků. V některých případech, např. při hnojení drah na golfových hřištích, případně i odpalištích lze aplikovat tuto formu hnojiv jen ve 3 dávkách – základní a regenerační hnojení na jaře, produkční hnojení v období intenzivního růstu (květen – červen) a pozdně-letní přihnojení (září – říjen) s cílem zvýšení odolnosti trav proti chorobám a stresu z chladu (mráz). U většiny silně zatěžovaných a využívaných trávníků (okrasné, fotbalové, golfové – jamkovitě) se uplatňují systémy „celovegetační“ dotace živin, např. při vysoké dávce N - 250-350 $kg.rok^{-1}$ s aplikací např. u greenů v 6ti dávkách od března do listopadu s výjimkou dubna a října. Zde je možné využití kombinace hnojení v granulované a tekuté formě. např. tekuté hnojivo Vitanica MC je organo-minerálním výživným roztokem pro hnojení na list s obsahem 11,0 % N + 3,0 % P_2O_5 + 7,0 % K_2O + 0,05 % Cu + 0,10 % Fe + 0,5 % Mg + organická hmota 0,3 % s řasami.

Tekutá výživa a hnojení trávníku

Příjem živin probíhá nejen prostřednictvím kořenů, kořenového vlasce, ale i přes čepel a povrch travního listu. Tato sekundární forma výživy rostlin se uplatňuje v případě potlačování příjmu živin kořeny, zvláště v období sucha a dále u porostů se slabě vyvinutou kořenovou soustavou (silně utužená půda, velmi mělká a málo kvalitní vegetační vrstva).

Hnojení mikroelementy

Ve výživě a hnojení trav se uplatňují především mikroelementy – bór, železo, měď, mangan, zinek, molybden. jejich působení je vztahováno k podpoře funkčních charakteristik tj. podpoře fotosyntézy, aktivaci enzymů, výměny látkové a při syntéze dusíkatých a glycidových látek.

Mikroelementy (Fe, Zn, Mg, Cu) jsou aplikovány v nízkých dávkách na 1 ha (5-600 g) v t.z. chelatizované formě, kdy jejich ionty jsou neutralizovány. Neutrální cheláty drží déle mikroelement v půdním roztoku a tento je lépe přijímán jak listy, tak i kořeny, též probíhá i jeho lepší dislokace uvnitř rostlin.

Listovou výživu lze aplikovat ve formě:

- *čistého roztoku hnojiva* mající jednoduchou mísitelnost a použití, avšak obvykle vysokou potřebu vody;
- *hnojivé suspenze* tj. roztoku s jemně rozptylujícími částicemi (< 0,001 mm) při možné vyšší koncentraci;
- *živinové soli* s vysokou koncentrací, možností snadného skladování a různé ředitelnosti;
- *v kombinaci* s oddělenou aplikací granulované formy.

Předpoklady pro aplikaci tekutých hnojiv

Základem úspěšnosti a efektivnosti listové výživy je:

- dodržení předepsané koncentrace, tj. 1-3 % v cca 400-600 l H_2O/ha; při aplikaci dusíku (např. močoviny) je koncentrace 1,0-1,5 % na 100 l H_2O, tj. 1–1,5 g m^2;
- využití vhodného smáčedla v dávce 1-2 l/ha;
- aplikace listové výživy za vhodných teplotních podmínek; při slunečném a horkém počasí nebezpečí popálení porostu a snížení příjmu živin;
- ověření mísitelnosti solí jednotlivých živin.

2.10.4 Kosení trávníků

Kvalita trávníkového drnu, zvláště nadzemní části je významně formována (ovlivňována) kosením. Před provedením tohoto významného faktoru, kterým kosení spolu s výživou a hnojením, případně závlahou, bezesporu je, by mělo být zodpovězeno několik otázek, které podmiňují kvalitu trávníkového drnu a spokojenost uživatele.
Otázky lze soustředit do následujících okruhů:

1. Jak a kdy kosit nově založené trávníky?
2. Jak a kdy kosit využívané trávníky?
3. Na jakou výšku kosit jednotlivé kategorie a druhy trávníků?
4. Jaký typ kosícího ústrojí (sekačky) používat?

Kosení nově založených trávníků

I když lze v různých podmínkách (závlaha) zakládat trávníky prakticky po celé vegetační období, je soustředěn jejich výsev do periody jarního období, tj. od dubna cca do ½ června a následně do periody konec léta – časný podzim (září až polovina října). Vývoj a růst trávníku vysetého na jaře se bude vyznačovat velmi rychlou tvorbou mateřských odnoží do výšky a sníženým počtem t.z. dceřiných odnoží. U těchto, většinou polointenzivně ošetřovaných trávníků, dochází v roce založení k tvorbě méně hustého drnu. Trávníky vyseté na podzim se naopak budou vyznačovat pomalejším růstem a vývojem, trávy budou spíše vytvářet kořenovou soustavu s nižším nadzemním růstem mateřských odnoží a zakládáním vyššího počtu dceřiných odnoží. Porosty budou do zimy sice nízké, ale s předpokladem tvorby hustějšího drnu na jaře.

Při jarním výsevu je nutno umožnit porostu vytvoření dostatečné asimilační plochy. První kosení mladého trávníku by mělo být provedeno při dosažení výšky 80-100 mm při ponechání výšky drnu na 60-80 mm. Další seč při dosažení výšky cca 80 mm s postupným snižováním výšky kosení cca o ¼ tj. na výšku 45-60 mm. U užitkových trávníků by v 1. roce měla být výška kosení snížena maximálně na 35-40 mm. Při uvedeném postupu dochází k významnému omezení plevelných druhů a je v porostu zachována dostatečná asimilační plocha nutná pro obnovu asimilátů (zásobních látek) nutných k tvorbě dalších odnoží. Porosty z letně-podzimního výsevu se obvykle vyznačují menším vzrůstem a kosení před zimou přichází v úvahu jen v případě „bujnějšího“ nárůstu nadzemní fytomasy z důvodu nebezpečí výskytu chorob při vyšších teplotních a vlhkostních podmínkách a event. i omezení vzrostlejších plevelů.

Kosení využívaných trávníků

Využívané trávníky, při dobré výživě a závlaze, mají již dobře vyvinutou kořenovou soustavu a zapojený drn. Nesprávně prováděné kosení, myšleno z hlediska nedodržení doporučované výšky kosení ve vztahu k rozdílným „požadavkům“ jednotlivých druhů trav (viz grafické znázornění), vede nejen ke zpomalenému obrůstání, ale i prořídnutí drnu, jehož původního zápoje se dosáhne opět až po 2-3 týdnech.

Zásada pro kosení využívaných trávníků: trávník kosit tak často, aby kosením bylo odstraněno maximálně 25-30% asimilační plochy!

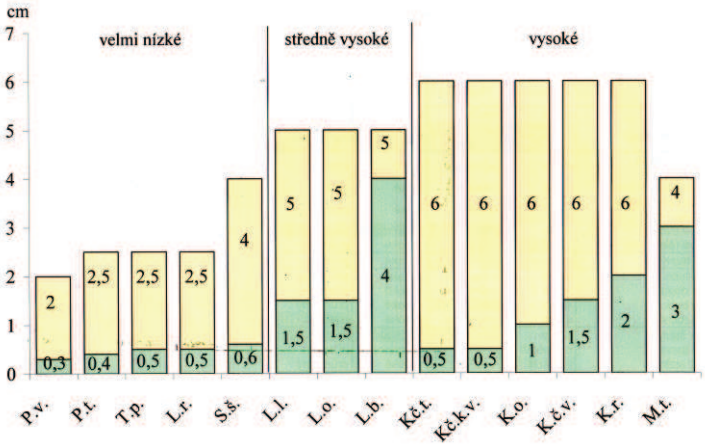
Prakticky to znamená u užitkového trávníku při předpokládané výšce kosení na 35-40 mm provádět v období intenzivního růstu trávníku (květen – červen; obvykle s dominancí jílku vytrvalého) kosení po nárůstu max. na 60 mm, tj. alespoň 2x za týden. Důvodem je, že při opožděném kosení dochází v porostu k významnému snížení asimilační plochy (LAI - pokryvnosti listové plochy) a omezení fotosyntézy vedoucí k výše uvedenému růstovému stresu. Například asimilační plocha jílku vytrvalého při výšce kosení 40 mm je 4,2 m^2/m^2, při výšce kosení 60 mm 8,6 m^2/m^2 a při výšce kosení 80 mm 11,1 m^2/m^2. Opožděným kosením při výšce porostu z 80 mm na 40 mm snížíme „kapacitu plic“ trávníku prakticky na 1/3 (38%).

Zásada: respektovat výšku kosení dle požadavků jednotlivých kategorií a druhů trávníků!

Kosení jednotlivých typů trávníků

Z rozdílné reakce druhů na výšku kosení (graf 2) je patrno, že výšku kosení je nutno „řídit“ ve vztahu k dominantnímu druhu v trávníku, tj. u okrasných trávníků obvykle kostřava červená, u golfových psineček výběžkatý (jamkovitě), u fotbalových jílek vytrvalý s lipnicí luční atd. U každého trávníkového druhu je rozdílná rychlost obrůstání. Také je nutná reflexe na průběh povětrnosti. Zásadou je snížení výšky kosení v období souvislejších dešťových srážek a naopak zvýšení výšky kosení v období delšího sucha a snížené možnosti využití doplňkové závlahy.

Graf 2 Reakce travních druhů na výšku kosení (minimum – maximum)



Dle ČSN 839051 je doporučovaná výška kosení a četnost kosení ve vztahu k intenzitě ošetřování trávníku uvedena v tab. 1.

Tab. 1 Dle ČTN ČSN 839051 jsou pro kosení trávníků stanoveny následující parametry

Kategorie	Doba kosení při výšce		Kosení na	Počet sečí za
	min. (mm)	max. (mm)	výšku (mm)	rok
Parterový (okrasný)	30	60	20	30-60
Parkový (rekreační)	60	100	30-40	8-20
Sportovní (zatěžovaný)	60	80	30-40	12-30
Krajinný	-	-	60–100	0-3

Pro kosení golfových trávníků (odpališť, jamkovišť), případně tenisových trávníků s požadavkem na nízké (10-20 mm), event. velmi nízké kosení (4-7 mm) je počet sečí za rok výrazně vyšší. U jamkovišť v období sezóny se provádí kosení 1x (někdy až 2x) za den.

Technika kosení trávníků

Každá kategorie, resp. druh trávníku vyžaduje vzhledem k rozdílným požadavkům na kvalitu drnu použití správného kosícího ústrojí, zajišťujícího kvalitní střih nebo řez.
Ke kosení trávníků je využíváno několik druhů ústrojí:

- prstové žací ústrojí
- vřetenové žací ústrojí
- rotační žací ústrojí
- mulčovací ústrojí

Prstové žací ústrojí zaručuje kvalitní „střih" trávníkových porostů. Uplatňuje se především na rovinatých plochách u vyšších porostů parkových a krajinných trávníků při výšce porostu do 200-250 mm. Nevýhodou je nižší plošný výkon za jednotku času, náročnost na obsluhu a údržbu a nutnost následného úklidu hmoty trávníku.

Vřetenové žací ústrojí umožňuje provedení vysoce kvalitního a nízkého (0,4-1,0 mm) řezu u velmi často kosených golfových trávníků, zejména jamkovišť (s přídavným, t.z. gromingem), příp. odpališť. Taktéž se využívá při – v agregaci 3-5 oddělených sekaček, kopírujících lépe terén – kosení golfových drah při současném sběru drobné pokosené hmoty do závěsných košů. Nevýhodou vřetenových sekaček je vyšší pořizovací cena, náročnost na obsluhu a údržbu a omezení kosení trávníků do výšky cca 80 mm.

Rotační žací ústrojí je konstruováno u klasických sekaček na principu rotujícího nože v horizontální rovině, při němž střih je vlastně „utržení" trávy, tj. její větší řezná a nerovná plocha. Trávníkový drn se vyznačuje po pokosení nejen horším vizuálním vzhledem, ale i zpožděnou regenerací, zvl. není-li rotující nůž dobře nabroušen. Rotační sekačky se vyznačují vysokou výkonností, snadnou ovladatelností a údržbou. Nevýhodou je však nebezpečí skalpování trávníkového drnu na nerovném a členitějším terénu a z toho vyplývající i nedodržení rovnoměrné výšky kosení, přispívající k „vlnovitému" obrůstání trávníku.

Mulčovací ústrojí

Speciální technikou pro kosení např. přestárlých porostů okrajů golfových drah (kosených 1-2x za rok) nebo tzv. květnatých (slamnatých) krajinných luk jsou mulčovače. U větších strojů se rotační „kladívka" otáčejí ve vertikální rovině a usekávají trsy trávy; tyto jsou při pohybu mezi bubnem (krytem) a „kladívky" mělněny na větší či menší části, tzv. mulč, který podléhá na povrchu rozkladným procesům. Využití mulčování při ošetřování komunálních trávníků je v současné době exaktně ověřováno. Může mít uplatnění u trávníků v podmínkách slabého narůstání trávníkové hmoty a spíše v sušších podmínkách, kde může mulč přispívat k omezení výparu vody z trávníku. Naopak ve vlhčích podmínkách může být rozkládající se drn zdrojem infekce pro rozšiřování chorob trav. U některých vybraných druhů (asociací) krajinných lučních porostů lze uplatnit mulčování 1x za rok nebo za 2 roky jako prostředek k uchování druhové diverzity (Spatz, 2005).

Nenaostřené kosící ústrojí rotační sekačky způsobuje „rozstřepený řez“ a zpožďuje obrůstání trávníku.

(foto: Pospíšil)

Mulčovač

2.10.5 Regenerační opatření

Aerifikace (provzdušňování) je mechanické opatření trávníkové plochy zasahující do drnové a zejména vegetační vrstvy s cílem úpravy fyzikálních vlastností zhutnělého vegetačního substrátu (půdy) pro zlepšení jeho vzdušného a vlhkostního režimu a tím i vytvoření vhodných podmínek pro regeneraci drnové části tj. nadzemní zelené a kořenové hmoty.

Příčina

- Nevhodná půdní zrnitost (i přirozených zemin),
- nevhodná skladba substrátů vegetační vrstvy,
- nevhodná konstrukce profilů hřiště
- nadměrná antropogenní zátěž

Následky

- Nevhodná pórovitost půdy a vzdušný režim (< 10 % vyplnění pórů vzduchem v objemu půdy).
- Vytvoření anaerobního prostředí, vedoucího ke změně chemizmu půdy, např. ke snížení pH pod 5,0 a k tvorbě půdních sraženin (např. sulfidu železnatého podílejícího se na jevu zvaném černá vrstva).
- Snížení příjmu živin.
- Zpomalení růstu kořenů a intenzity mikrobiální činnosti vedoucí navíc ke zpomalení rozkladu stařiny drnu a zhoršení jeho regeneračních schopností.

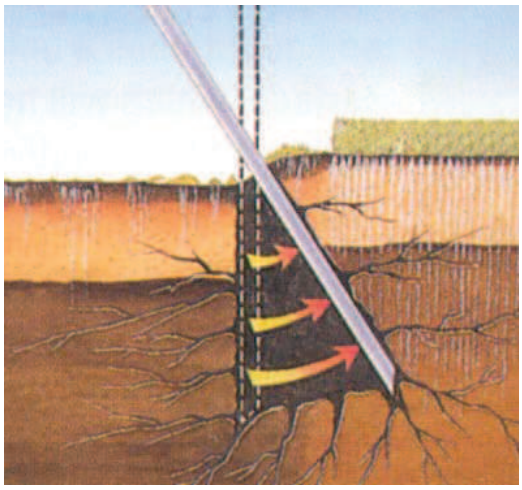
Cíl

- snížení stupně zhutnění vegetační vrstvy
- hlubší provzdušnění substrátu
- zlepšení vsakování případně vzlínání vody

Princip

- propíchávání drnu a vegetační vrstvy dutými (coring) nebo plnými hroty (jamkování – spiking)

- hlubší prořezávání trávníkové a vegetační vrstvy (slitting)
- speciální metody



Technika

- Málo intenzivní – plné hroty (100 na 1 m^2, 50 mm hloubka)
- Intenzivní – duté hroty
- Průměr 10 – 15 mm
- Vzdálenost 60 – 100 mm
- Hloubka 200 mm
- Počet vrtů 200 – 400 na m^2

Technika

- Málo intenzivní – plné hroty (100 na 1 m^2, 50 mm hloubka)
- Intenzivní – duté hroty
- Průměr 10 – 15 mm
- Vzdálenost 60 – 100 mm
- Hloubka 200 mm
- Počet vrtů 200 – 400 na m^2

Speciální metody

Princip: speciální kypření na principu“

- Vrtání až do hloubky 400 mm
- Hloubkové kypření prořezáváním a kypřením
- Metoda „Teralift“ – vzduchové injekce
- Metoda „Hydrojet“, tj. hydroaerifikace

Počet „jamek“ 200 – 400 na m2

Ošetřená plocha aerifikací při jednom zásahu cca od 5 % do 30 %, tj. nutnost víckrát provést zásah!

Vertikutace (prořezávání) a skarifikace

- Provzdušňování drnové vrstvy
- Snížení množství stařiny v nadzemní vrstvě
- Zvýšení cirkulace vzduchu, rychlosti průsaku vody a živin do vegetační vrstvy
- Zvýšení přívodu světla k odnožovací zóně
- Podpora růstu kořenů
- Omezení růstu plevelných druhů s přízemní růžicí.
- Princip: prořezávání drnu
  pročesávání drnu
- Odstranění plstnaté vrstvy z trávníku
- Hloubka 5 – 12 mm

Pískování

- Zlepšení fyzikálních charakteristik povrchové části vegetačního substrátu
- Zlepšení podmínek pro odnožování trav
- Písek zajišťuje rychlejší osychání povrchu po dešťových srážkách
- Provádí se 1 x za rok jako součást kompletních regeneračních opatření v letním období
- Ostrý křemičitý písek
  u fotbalových trávníků průměr zrn 0,25 – 2,00 mm
  u jamkovišť 0,25 – 0,75 mm,
  obsah Ca < 5 %.

Cíl	Vrstva (mm)	Potřeba $l.m^{-2}$
Urovnání povrchu	0,2 – 0,4	2 – 4
Výplň otvorů po aerifikaci	0,5 – 0,8	5 – 8
Zlepšení skladby vegetačního substrátu	0,8 – 1,2	8 – 12
Základní renovace vegetační vrstvy	15 a více	> 15

Topdressing

- Potahování“ drnu, resp. povrchu vegetačního
- substrátu slabou vrstvičkou speciálního,
- dobře homogenizovaného substrátu z kompostu,
- rašeliny a písku
- Může napomáhat k rozkladu organické hmoty
- odumřelých částí rostlin
- Potřeba směsi cca 1 l.m-2
  (v přepočtu na hřiště 7 – 10 m3)
- Častěji je topdressing využíván pro regeneraci
- trávníků na jamkovištích.

Přísev trávníku a drnování

Postup:

- nízký střih
- použití groomeru
- kartáčování
- vertikutace
- (aerifikace)
- přísev 30,0 $g.m^2$
- topdressing, hnojení, stimulátor růstu
- válení
- závlaha

Válení greenů

Cíl:

- rychlé zlepšení kvality greenů po verifikaci a topdressingu
- dosažení hladšího povrchu a stejnoměrných vlastností všech greenů na hřišti
- zvyšování rychlosti greenů

Nevýhody válení greenů:

- riziko utužení a hloubkového zhutnění u „jílovitých“ greenů
- snížení hydraulické vodivosti vegetačního substrátu
- riziko poškození „ modelingu“ travního drnu
- zvýšené riziko šíření chorob

Frekvence válení – 1 x týdně, případně pouze v týdnu před významným turnajem

Grooming

- Jamkoviště
- Válec upevněný před vřetenovým kosícím ústrojím
- Nadzvednutí polehlých listových čepelí
- Nelze provádět po provedení top-dressingu

Groooming – speciální zařízení umístěné před vřetenovým ústrojím umožňující nadzvednutí polehlých listových čepelí. Má vliv na tzv. rychlost greenu v případě velmi nízkého kosení (2,8 mm) lze použít až 7 x týdně. Při výšce kosení 4,0 mm je vliv groomingu na rychlost greenu zanedbatelný, ale při kosení na 5,0 mm jsou greeny pomalejší než při kosení bez groomingu.

Literatura

HRABĚ, F. a kol.: *Trávy a trávníky – co ještě o nich nevíte*. Olomouc: Hanácká reklamní, 2003. 158 s. ISBN 80-903275-0-8

KNOT, P., HRABĚ, F. Vliv rozdílné caespestechniky na strukturu drnu lipnice luční a jílku vytrvalého. In *Trávníky 2006,* sborník z odborného semináře konaného ve dnech 7.-8.června 2007, Brno. Agentura BONUS, Hrdějovice 2007, s. 6-11. ISBN 80-86802-11-6.

MÜLLER-BECK, K. Analýza obsahu živin u rostlin a půdy – plány hnojení. Sb. Greenkeeper seminář 2005, MZLU v Brně, 15.-16.11.2005, 6 s.

MÜLLER-BECK, K. Kvalitní požadavky kladené na trávníky golfových jamkovišť. Sb. Greenkeeper seminář 2005, MZLU v Brně, 15.-16.11.2005, 7 s.

SKLÁDANKA, J. *Učební texty pícninářství - jeteloviny* [online]. c2005, poslední revize: 17.1.2006. Dostupné z: <www.af.mendelu.cz>

SKLÁDANKA, J. *Učební texty pícninářství - trávy* [online]. c2005, poslední revize: 17.1.2006. Dostupné z: www.af.mendelu.cz

SKLÁDANKA, J. Uspořádání a problematika golfových areálů. In *Travní porost jako krajinotvorný prvek*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, s. 24-32. ISBN 978-80-7375-045-9.

VRZALOVÁ, J., HRABĚ, F., KNOT, P. Dynamika změn teploty a vlhkosti ve vegetační vrstvě golfového trávníku a jejich vlivu na strukturu drnu. In. *Trávníky 2006,* sborník z odborného semináře konaného ve dnech 7.-8.června 2007, Brno. Agentura BONUS, Hrdějovice 2007, s. 19-26. ISBN 80-86802-11-6.

Tento příspěvek byl zpracován s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

3 VÝŽIVA A HNOJENÍ

(Ing. Pavel Ryant, Ph.D.)

3.1 Agrochemické vlastnosti půdy

Půda je základní, omezený a neobnovitelný zdroj tvorby potravin a je nedílnou součástí přírodního bohatství každé země. Nejdůležitějším znakem půdy je její úrodnost, kterou definujeme jako schopnost půdy zabezpečit na ní rostoucím plodinám optimální podmínky nutné k dosažení stálých a kvalitních sklizní, t.j. vytváří pěstovaným plodinám vhodné prostředí a zajišťuje jim dostatek živin a vody nutných k růstu a vývinu rostlin.

3.1.1 Složení půdy

U půd rozlišujeme složení zrnitostní, chemické a fázové (tuhá, kapalná, plynná fáze).

3.1.1.1 Tuhá fáze půdy

Tuhá fáze půdy je tvořená souborem pevných částic půdy nejrozmanitějšího složení a velikostí. Sestává z minerálního podílu, na který připadá u většiny našich půd 95 - 98 % hmotnosti sušiny všech tuhých částic půdy. Podstatně menší část (2 - 5 %) tvoří organický podíl půdy.

Minerální podíl

Zastoupení velikostních frakcí určuje půdní druh. Zrnitostní složení půd podstatně ovlivňuje podmínky výživy rostlin, zejména rozdílnou zásobu přístupných živin, rozdílnou schopnost živiny poutat, rozdílný vodní a vzdušný režim půdy, biologickou činnost půdy aj. V soustavě hnojení bereme zrnitostní složení půdy v úvahu při určování kritérií zásobenosti půdy živinami, při volbě druhu hnojiv, techniky hnojení a hloubce zapravení hnojiv.

Zvětráváním hornin se tvoří minerální substrát, který se může rozkládat až na elementární prvky, které za určitých podmínek mohou být využity přímo ve výživě rostlin. Průměrné elementární složení půd uvádí tabulka.

Průměrné elementární složení půd

Prvek	O	Si	Al	Fe	Ca	Na	Mg	K	Ti	P	Mn	S	C	N
%	49,0	33,0	6,7	3,2	2,0	1,1	0,8	1,8	0,5	0,08	0,08	0,04	1,4	0,2

Z hlediska výživy rostlin má značný význam minerální podíl půdy, který je tvořen **jílovými minerály**, oxidy a hydroxidy a primárními minerály.

Jílové minerály

Nejdůležitější skupinu půdních sekundárních minerálů tvoří jílové minerály vznikající v půdotvorném procesu rozpadem primárních křemičitanů nebo syntézou produktů, které se uvolňují při zvětrávání minerálů. Tvoří až 70 – 80 % z celkové hmotnosti půdy. Na jejich vzniku se podílí také biochemické procesy v půdě a půdní mikroorganismy. Jílové minerály jsou složeny převážně z Si, Al, O, H a v menším množství obsahují také Ca, Mg, Fe, K, Zn aj.

Stavebním kamenem krystalové mřížky jílových minerálů jsou anionty kyseliny ortokřemičité SiO_4^{4-}, krystalující v pravidelných čtyřstěnech neboli tetraedrických tvarech. Každý **tetraedr** se může chovat jako čtyřvalentní anion.

Zbytek volných vazeb může být neutralizován dalšími bázemi nebo vyvázáním dalších tetraedrů. V přírodě nacházíme různé typy tetraedrů. Některé se mohou slučovat v dlouhé

řady nebo spojovat v cykly. Vedle toho volné negativní náboje jsou také neutralizovány s druhou základní jednotkou krystalové mřížky jílových minerálů, kterou tvoří aniont $Al(OH)_6^{3}$, krystalizující v pravidekných osmistěnech (**oktaedrech**). Jestliže třívalentní hliník je obklopen šesti ionty OH^-, tak oktaedry mají nenasycenou valenci a mohou se spojovat mezi sebou přes dva společné OH^-, tvořící tak druhou vrstvu krystalové mřížky minerálu. Obecný vzorec je pak $[Al(OH)_3]_n$.

Krystalová mřížka všech jílových minerálů je tvořena z vrstev tetraedrů a oktaedrů. Vzniká tak navenek teoreticky elektroneutrální struktura s vyrovnaným počtem kladných i záporných nábojů. Vrstvy vytváří **lamely** krystalové mřížky jílových minerálů, které sestávají ze dvou nebo ze tří vrstev tetraedrů a oktaedrů. Podle uspořádání krystalové mřížky a stupně disperzity částic je dělíme na skupinu smektitu, kaolinitu, illitu a allofánu.

Do skupiny **smektitu** řadíme montmorillonit, beidellit a saponit. Lamely krystalové mřížky jsou složeny ze dvou vrstev tetraedrů a z vrstvy oktaedru. Jílové minerály této skupiny se vyznačují vysokou disperzitou částic (80 % je pod 1 μm), velkou vnější i vnitřní povrchovou plochou (měrný povrch činí 500 – 600 $m^2.g^{-1}$). Existence mohutného vnitřního povrchu je umožněna specifickou strukturou krystalové mřížky, umožňující pronikání vody i prvků mezi jednotlivé lamely. Důsledkem těchto vlastností je vysoká sorpční kapacita 80 – 120 mmol na 100 g minerálu, plasticita, vaznost a hydrofilnost. Montmorillonity jsou nejvíce rozšířeny v půdách černozemního typu.

Do skupiny **kaolinitu** jsou řazeny kaolinit, halluisit aj. Lamely krystalové mřížky tvoří vždy jedna vrstva tetraedru a jedna vrstva oktaedru (1:1). Kaolinity se vyznačují velkou pevností krystalové mřížky a menší disperzitou částic (pouze 20 – 25 % částic je pod 1 μm), malým vnějším i vnitřním povrchem, a tím i podstatně menší schopností poutat kationty (5 – 10 mmol na 100 g) a nepatrnou bobtnavostí pro vodu. Z hlediska zásobení rostlin vodou a živinami jsou tyto minerály méně hodnotné a jsou zastoupeny hlavně v půdách podzolových.

Do skupiny **illitu** řadíme illit, glaukonit, vermikulit aj. s nekonstantním chemickým složením. Představují skupinu přechodných jílových minerálů a svými vlastnostmi zaujímají místo mezi smektity a kaolinity. Měrný povrch mají 50 – 90 $m^2.g^{-1}$, přičemž vnitřní povrch tvoří více než 50% celkového měrného povrchu. Sorpční kapacita činí 10 – 40 mmol/100 g. Minerály ze skupiny illitu jsou tvořeny z trojvrstev. V krystalické mřížce se nachází draslík.

Zvláštní postavení má skupina **allofánu**, která vzniká zvětráváním allumosilikátového skla (sopečný popel) nebo krystalizací Si-Al-solů. Má vysokou kationtovou výměnnou kapacitu (135 mmol na 100 g) a sorpční kapacitu pro anionty (až 30 mmol na 100 g). Allofán silně poutá humusové kyseliny, fosforečnanové anionty a enzymy.

3.1.1.2 **Kapalná fáze půdy**

Půdní roztok obsahuje řadu rozpuštěných minerálních i organických látek v různém množství a poměru. Z minerálních látek jsou to zejména kationty K^+, Na^+, NH_4^+, H^+, Ca^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+} aj., z nichž část může být vázaná v chelátových vazbách. Aniontovou složku půdního roztoku tvoří především HCO_3^-, SO_4^{2-}, NO_3^-, $H_2PO_4^-$, OH^-, Cl^- a v nepatrném množství některé sloučeniny molybdenu, bóru aj.

Celkové množství solí v půdním roztoku může kolísat od několika setin procenta do několika procent (zasolené půdy). Ve „zdravých půdách“ činí obsah solí v půdním roztoku asi 0,05%. Složení i koncentrace solí se v půdním roztoku během roku mění. Ke zvýšení koncentrace solí dochází zejména hnojením, vysycháním půdy, zvětráváním a intenzívní mineralizací organických látek. Ke snížení koncentrace solí vede zvýšení půdní vlhkosti, odčerpání živin rostlinami i mikroorganismy, vyplavení nebo jejich imobilizace do

nerozpustných forem atp. Se zvyšováním koncentrace solí v půdním roztoku se zvšuje i hodnota osmotického tlaku.

Na vysokou koncentraci solí v půdě reagují rostliny zpomalením růstu a tvorbou malých tmavozelených listů. V poměru k nadzemní části rostlin vzrůstá podíl kořenové hmoty. Při přehnojení přijímají rostliny více vody, a proto se jen zřídka na nich projevují příznaky vadnutí. Poškození rostlin je závislé na druhu soli. Všechny druhy iontů nejsou v nadbytku pro rostliny stejně toxické a značně odlišné jsou i jejich interferenční vztahy.

3.1.1.3 **Plynná fáze půdy**

Plynná fáze půdy je tvořena půdním vzduchem, který je významný pro biologické a chemické procesy v ní probíhající. Vyplňuje póry bez vody a oproti atmosférickému vzduchu obsahuje zpravidla více CO_2 (0,3 %), méně O_2 a zvýšené množství vodních par. V podmínkách nedostatečné aerace může obsah CO_2 činit 1 – 5 %. CO_2 s vodou tvoří H_2CO_3, která je významným regulátorem reakce půdy (rozmezí pH 5,2 - 6,5) a působí přímo i při výživě rostlin uhlíkem.

Obsah kyslíku v půdním vzduchu se pohybuje v rozmezí 10 – 20 % a zajišťuje dýchání všech půdních organismů, slouží k oxidaci organických i minerálních látek. Nedostatek kyslíku vede k redukci zvláště Fe a Mn sloučenin.

Obsah dusíku ve formě NH_3 je v půdním vzduchu oproti atmosférickému rovněž zvýšen. N_2 se uplatňuje při volné a symbiotické fixaci a v anaerobních podmínkách je z NO_3^- opět uvolňován dusík ve formě NO_X případně jako elementární N_2 denitrifikací.

3.1.2 Sorpční schopnost půdy

Jde o schopnost půdy poutat (sorbovat) ionty nebo celé molekuly různých sloučenin z půdního roztoku do pevné fáze půdy. Takto poutané látky (živiny) jsou podle druhu a intenzity sorpce chráněny proti vyplavení, vytváří rezervoár lehce přijatelných živin pro rostliny umožňující postupný příjem živin během vegetace a podstatně omezují nežádoucí zvýšení koncentrace solí v půdním roztoku.

Každá půda vykazuje několik druhů sorpce živin. Rozlišujeme následující druhy sorpce živin v půdě mechanická, fyzikální, chemická, fyzikálně chemická a biologická.

3.1.2.1 **Mechanická sorpce**

Mechanická sorpce se uskutečňuje mechanickým zadržováním disperzních částic nebo velkých agregátů koloidních částic a sražením v povrchových, zúžených nebo slepě končících pórech. Pro výživu rostlin má omezený význam.

3.1.2.2 **Fyzikální sorpce (adsorpce)**

Fyzikální sorpce souvisí s povrchovými jevy na fázovém rozhraní. Je daná obsahem jemně disperzních částic, které zvyšují výrazně celkový povrch.

Při fyzikální sorbci dochází k vyvázání iontů i celých molekul vlivem fyzikálních sil. Jsou-li molekuly určité látky půdního roztoku přitahovány k pevným částicím půdy většími fyzikálními silami než-li molekuly vody, jde o kladnou fyzikální soprci. V opačném případě se jedná o zápornou fyzikální adsorpci, která vede k vyplavování živin do spodních vrstev a ke kontaminaci podpovrchových vod.

3.1.2.3 **Chemická sorpce**

Jedná se o schopnost půdy zadržovat některé živiny v důsledku chemických reakcí, při nichž vznikají ze sloučenin rozpustných ve vodě (iontů) sloučeniny ve vodě málo rozpustné nebo nerozpustné (sraženiny).

Např. kationty Ca^{2+} vytváří s anionty CO_3^{2-} a SO_4^{2-} ve druhém stupni disociace ve vodě málo rozpustný uhličitan vápenatý (15 mg $CaCO_3$ se rozpouští v 1 l vody) a rozpustnější síran vápenatý ($CaSO_4 . 2H_2O$), jehož rozpustnost se zvyšuje se stoupajícím obsahem vody v půdním prostředí. $MgCO_3$ je rovněž ve vodě málo rozpustný. $CaCO_3$ i $MgCO_3$ se však rozpouští již ve slabých kyselinách (H_2CO_3).

Anionty kyseliny ortofosforečné ($H_2PO_4^-$) mohou na neutrálních nebo alkalických půdách vytvářet s ionty Ca^{2+} tři druhy solí. První je ve vodě rozpustný dihydrogenfosforečnan vápenatý - $Ca(H_2PO_4)_2$. Druhou je hydrogenfosforečnan vápenatý - $CaHPO_4$, který je nerozpustný ve vodě, ale rozpustný již ve slabých kyselinách. Třetí solí je fosforečnan vápenatý - $Ca_3(PO_4)_2$, resp. oktokalciumfosfát - $Ca_4H(PO_4)_3 . 2H_2O$, z něhož vzniká po letech pravděpodobně apatit - $Ca_5(PO_4)_3.OH$, kde je fosfor pevně chemicky sorbován, zvláště po jeho přeměně z amorfní do krystalické formy.

K chemosorpci iontů kyseliny ortofosforečné s trojmocnými kationty Al^{3+} a Fe^{3+}, za vzniku nerozpustných sraženin, dochází hlavně v kyselých půdách (např. $Al(OH)_2.H_2PO_4$ apod.).

Z hlediska praktické výživy rostlin je důležité omezit chemosorpci, při níž vznikají těžce rozpustné sloučeniny, z nichž rostliny nemohou živiny přijmout vůbec nebo v nedostačujícím množství.

3.1.2.4 **Fyzikálně chemická (výměnná)**

Její podstatou jsou elektrostatické síly, resp. vzájemná neutralizace opačně nabitých částic. Na jedné straně jsou to koloidní částice minerálního i organického podílu pevné fáze půdy, na druhé straně je to půdní roztok, obsahující ionty živin. Na rozhraní obou těchto fází vznikají povrchové náboje a v důsledku toho i různé adsorpční jevy. Výměna iontů mezi pevnou a kapalnou fází půdy je reverzibilní proces. Soubor všech půdních koloidů se běžně označuje jako výměnný sorpční komplex, který je tvořen půdními koloidy (do 0,001 mm). Půdní koloidy představují látky organické (humusové), minerální, jílové minerály, oxidy Al a Fe a organominerální.

V půdách se vyskytují:

- <u>záporně nabité acidoidy</u> (jílové minerály, huminové kyseliny, kyselina křemičitá),
- <u>kladně nabité bazoidy</u>,
- <u>amfolytoidy</u> (amorfní hydráty sesquioxidů, bílkoviny aj.), které v kyselém disperzním prostředí uvolňují hydroxylové ionty - chovají se jako bazoidy a výměnou adsorbují záporně nabité anionty (např. $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-}, PO_4^{3-}, SO_4^{2-} aj.). Naopak v zásaditém prostředí uvolňují vodíkové ionty - chovají se jako acidoidy a výměnou adsorbují kladně nabité kationty z půdního roztoku např. Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, NH_4^+ aj. Při určitém pH nastává izoelekrický bod a amfolytoid je neutrální. V našich půdách se většinou chovají jako bazoidy.

Výměnná sorpce kationtů

K výměnné sorpci kationtů dochází mezi půdním roztokem a iontovou dvojvrstvou fázového rozhraní minerálních a organických půdních koloidů vyvolaných difúzními ději.

U kaolinitů jsou těžištěm výměnné sorpce kationtů prakticky pouze volné valence kyslíku v místech přerušených vrstev mezi sousedními tetraedry. Podobný způsob výměnné sorpce kationtů je znám u většiny jílových minerálů.

U jílových minerálů typu montmorillonitu k vzniku záporného náboje dochází:

a) izomorfní záměnou pozitivního Si^{4+} v silikátových tetraedrech Al^{3+}. Tím vznikne jeden volný záporný náboj, který může být kompenzován kladným nábojem.

$(SiO_2)_n$	$[(SiO_2)_{m\text{-}Si4+} + Al^{3+}]^-$
neutrální stav	struktura s jedním záporným nábojem

b) izomorfní záměnou iontů Al^{3+} ve vnitřní oktaedrické vrstvě jílového minerálu pozitivně nabitými dvojmocnými ionty Mg^{2+}, Fe^{2+}. Tato záměna je typická pro montmorillonit.

$[Al(OH)_6]_n$ $\{[Al(OH)_6]_{n\text{-}Al3+} + Mg^{2+}\}^-$

U těchto jílových minerálů spolu s vodou pronikají do lamel ve vodě rozpuštěné prvky (hydratované ionty), které se mohou vyměňovat za ionty nacházející se v těchto prostorách. Tím dochází k intramicelární sorpci živin i vnitřním povrchu jílových minerálů.

c) K vzniku záporných nábojů dochází i oddisociováním H^+ zejména na okrajích a hranách krystalové mřížky (extramicelární sorpce živin). V kyselých půdách (pH 5) k této sorpci nedochází, protože H^+ ionty nedisociují.

d) Záporný náboj vzniká odštěpením H^+ z fenolických, hydroxylových nebo karboxylových skupin organických koloidů (huminové kyseliny).

Platí zásada, že intenzívněji jsou adsorbovány ionty o vyšší valenci. Intenzita adsorbce kationtů o stejné valenci závisí na jejich hydratačním obalu. Hydratační obal je tím větší, čím menší je velikost iontů.

Ionty s malým poloměrem přitahují velké množství dipólů vody a mají tedy větší obal než ionty s velkými poloměry. Proto hydratované ionty stejného mocenství jsou slaběji adsorbovány (lyotropní řada): $Li^+ < Na^+ < K^+ \leq NH_4^+$; $Mg^{2+} < Ca^{2+}$; $Al^{3+} < Fe^{3+}$

Uvedené poznatky mají značný praktický význam. Při dostatku vláhy v půdě (jaro, podzim) půda intenzivněji adsorbuje dvojmocné kationty a adsorbce jednomocných kationtů se snižuje. Do půdního roztoku přechází K^+, NH_4^+, Na^+. Při vysychání půdy je tomu naopak.

Nevýměnná sorpce kationtů (fixace)

Ionty některých živin (NH_4^+, K^+) mohou být v půdě sorbovány pevněji než-li výměnnou sorpcí, tzv. fixací. Je to ireverzibilní (nevratná) adsorpce kationtů některými složkami půdy. Fixaci podléhají ty ionty, které se vejdou (za sucha bez hydratačního obalu) do šestiúhelníkové dutiny mezi atomy kyslíku sousedící se šesti Si-tetraedry v krystalové mřížce vrstevných alumosilikátů a dále do mezivrstevných prostorů.

Z půdního roztoku jsou nejvíce fixovány NH_4^+ a K^+ ionty. Schopností fixovat kationty se vyznačují hlavně illity, montmorillonity, vermiculit. Fixované kationty mohou být rostlinami využívány. Zvláště fixovaný NH_4^+ z hnojiv je opět během vegetace postupně rostlinami využíván (až do 75 - 80 %).

Výměnná sorpce aniontů

V našich půdách probíhá v omezené míře. Je umožněna hlavně vznikem kladných nábojů na organických i minerálních koloidech v kyselém prostředí, kdy dochází k disociaci

některých funkčních skupin (např. OH^-) a vzniklý kladný náboj koloidu může být neutralizovn záporným nábojem iontu z půdního roztoku (např. $H_2PO_4^-$). Rovněž některé amorfní gely a sraženiny v půdě vykazují určitou schopnost výměnné sorpce aniontů.

Vzhledem k relativně nízkému obsahu kladných nábojů v půdě je schopnost výměnné sorpce aniontů zvláště v neutrálních půdách malá a pohybuje se v rozpětí 1 – 5 %.

3.1.2.5 **Biologická sorpce**

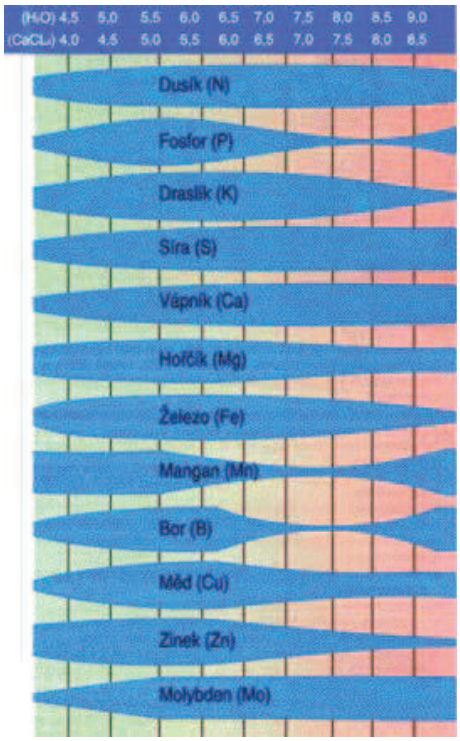
Jde v podstatě o živiny poutané v živých i odumřelých tělech půdních mikroorganismů, jejichž hmotnost na 1 ha dosahuje 5 i více tun. Živiny vázané biologickou sorpcí jsou do přijtelné formy uvolňovány teprve po odumření a úplné mineralizaci organické hmoty.

3.1.3 Půdní reakce

Půdní reakce je dána přítomností a aktivitou vodíkových iontů, které se ve vodných roztocích spojují s molekulou vody a tvoří s ní anionty H_3O^+ (hydroxoniové nebo oxoniové ionty). V půdním roztoku rozpuštěné kyseliny a koloidní acidoidy uvolňují vodíkové ionty (disociace); rozpuštěné zásady a bazoidy se s nimi slučují (asociace).

K okyselení půdy dochází:

- v důsledku odstranění bází z organických koloidů, jílových minerálů a z amorfních gelů,
- z nitrifikačních procesů,
- vlivem intenzívní biologické činnosti půdy (tvorba H_2CO_3),
- hnojením fyziologicky kyselými hnojivy,
- kyselými spady (SO_2, NO_X, HF aj.).



K alkalické reakci půdy přispívá hlavně:

- vysoký obsah Na v prostředí,
- vysoký obsah $CaCO_3$, respektive $Ca(HCO_3)_2$,
- intenzívní biologická činnost půdy,
- používání hnojiv s vyšším obsahem sodíku.

Půdní reakce má výrazný vliv na úrodnost půdy. V silně kyselých půdách se nedaří některým užitečným bakteriím velmi důležitým pro optimální průběh biochemických reakcí v půdě (*Rhizobia, Azotobacter chroococum*, nitrifikační bakterie aj.). Dochází ke vzniku příznivých podmínek pro činnost plísní, hub apod., které jsou pro úrodnost půdy méně vhodné. Mineralizační procesy jsou v kyselých podmínkách vesměs zpomaleny a syntetické procesy vedou ke tvorbě méně kvalitních humusových látek (fulvokyselin). Vysoká kyselost půdy nepříznivě ovlivňuje efektivnost využití některých hnojiv. V tomto prostředí je také aktivován hliník a řada těžkých kovů, jejichž přebytek rostlinám škodí. Účinným opatřením k odstranění půdní kyselosti je pravidelné vápnění.

Půdní reakce má bezprostřední vztah k příjmu živin. Závislost přístupnosti živin na reakci živného prostředí uvádí obrázek.

Půdní reakci mohou výrazně ovlivňovat minerální hnojiva, u kterých rozlišujeme:

- kyselost aktuální způsobenou chemickým složením hnojiva a

- kyselost fyziologickou odvozenou podle selektivního příjmu aniontů nebo kationtů kořeny rostlin.

Půdní kyselost můžeme negativně ovlivnit jednostranným používáním fyziologicky kyselých hnojiv. *Fyziologická reakce hnojiva* je způsobena vlivem rostliny v závislosti na selektivním příjmu aniontu nebo kationtu kořeny rostlin. Jsou-li přednostně z hnojiva přijímány kationty a půdy mají malý obsah vápníku, jsou hnojiva **fyziologicky kyselá** (síran amonný, draselná sůl, síran draselný aj.), při intenzívním příjmu aniontů jsou hnojiva **fyziologicky zásaditá** (ledek vápenatý, dusíkaté vápno, vápenec aj.) nebo pokud přijímají stejným podílem anionty i kationty, jsou **fyziologicky neutrální**.

Vápnění půd

Úpravu půdní reakce na optimální hodnotu pH u minerálních půd provádíme vápněním. Pro stanovení dávky vápnění vycházíme z hodnoty výměnné půdní reakce ($pH/CaCl_2$) a zrnitostního složení půdy.

V 90. letech minulého století došlo k silnému poklesu ve spotřebě vápenatých hnojiv a začíná se pozvolna zvyšovat podíl kyselejších půd. Vápnění představuje jedno ze základních opatření v péči o půdní úrodnost. Dodaný vápník působí a upravuje půdní kyselost, dosycování sorpčního komplexu vápníkem a hořčíkem (zvláště při použití dolomitických vápenců), tvorbu kvalitních humusových látek, biologickou činnost půdy, vodní režim půdy, obsah přístupných živin v půdě a zdravotní stav půdy (ničí nebo omezuje choroboplodné houby a plísně).

3.1.4 Pufrační (ústojčivá) schopnost půd

Schopnost půd odolávat změnám pH je způsobená ústojností (pufrovitostí) půd, spojené s přítomností ústojných systémů. Ústojné systémy sestávají ze slabé kyseliny a její hydrolyzované soli. Jako kyselá složka ústojných systémů se v půdě uplatňují zejména huminové kyseliny, dále kyselina uhličitá, fosforečná, křemičitá a koloidní alumosilikáty acidoidní povahy. Na ústojné schopnosti humusových horizontů se nejvíce podílí bázemi adsorpčně nasycený humus a jílové minerály. Proto těžší půdy s vysokým obsahem jílů mají i vysokou ústojnou schopnost. V půdách s dobrou zásobou uhličitanů dochází k reakci $H_2CO_3 + CaCO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$, která zabraňuje vzniku kyselosti neutralizací karbonátem. Dále je zamezeno vzniku alkality přeměnou hydrogenuhličitanu na uhličitan ($HCO_3^- + OH^- \longleftrightarrow CO_3^{2-} + H_2O$).

Ústojčivou schopnost půd zvyšujeme vápněním a dodáváním organické hmoty. Půdy, které obsahují alespoň 0,3 % $CaCO_3$ a 2 % humusu, vykazují většinou dobrou ústojčivou schopnost.

3.1.5 Makroelementy v půdě

3.1.5.1 Dusík v půdě

Prvotním zdrojem půdního dusíku je atmosféra obsahující 77,5 dílů N (78,08 % objemových) převážně ve formě elementárního plynného dusíku (N_2). Plynný N_2, i když se nachází v atmosféře i v půdním vzduchu, není bez předchozí ionizace přijatelný. Jednou z možností je elektrický výboj při bouřce, kdy se oxiduje N_2 na NO_X, případně až na kyselinu dusičnou. Na základě uvedených reakcí přechází do půdy každoročně asi 10 – 40 $kg.ha^{-1}$ N.

Dalším významným zdrojem dusíku je fixace vzdušného N_2. Vytvořený amoniak je vázán na oxokyseliny za vzniku aminokyselin (glutamová, glutamin). Fixaci vzdušného dusíku rozlišujeme **volnou** a **symbiotickou**. Volnou fixací se každý rok obohatí ha o 3 –

12 kg N (v průměru podle půdních podmínek 5 – 6 kg). Symbiotickou fixací se u bobovitých váže na ha 50 – 120 kg N u luskovin, u vojtěšky a jetele 200 – 300 kg, výjimečně i více.

Celkový obsah dusíku v půdách je velmi rozdílný a kolísá nejčastěji od 0,05- 0,5 %. V orniční vrstvě převážné části půd ČR je 0,1 - 0,2 % veškerého dusíku. 98 až 99 % veškerého N v ornici je přítomno ve formě organické, zbytek ve formě **minerální**.

Obsah celkového dusíku v půdě je hodnotou poměrně stálou, poněvadž je tvořen sloučeninami těžce chemicky i mikrobiologicky rozložitelnými. Dusík je zde vázán na aromatická jádra huminových kyselin, fulvokyselin a huminů.

Organické dusíkaté látky hydrolyzovatelné jsou v půdě mineralizovány až na amoniak. Rovněž rostlinná a živočišná bílkovinná látka je pod vlivem proteolytických enzymů vylučovaných různými skupinami mikroorganismů aerobního a anaerobního charakteru přeměňovaná postupně přes polypeptidy na peptidy, aminokyseliny a působením deaminláz až na NH_3. Uvedenými reakcemi je zajišťováno spojení mezi organickými dusíkatými sloučeninami a dusíkem minerálním v půdě. Pro tyto procesy je nutné zajistit pravidelný přísun organické hmoty.

Amoniakální dusík se v půdě nachází v různém stavu (NH_4^+, NH_3). V nepatrném množství je rozpuštěn v půdním roztoku ve formě amonných solí, odkud jej mohou rostliny bezprostředně využít. Část NH_4^+ je ve výměnné formě a po jeho vytěsnění z výměnného sorbčního komplexu může být rostlinami rovněž přijímán. Část NH_3 u lehkých a alkalických zemin může volatilizovat (těkat). Ztráty na tomto dusíku činí v průměru 20 – 30 % z dodaného dusíku.

Rozpustný a výměnný NH_4^+ se může stát nevýměnným „fixací“ do krystalové mřížky některých minerálů (zejména illit). Illit poutá více NH_4^+ než mnotmorillonit a ten opět více než kaolinit. Množství takto „fixovaného“ NH_4^+ může být značné. Část amoniakálního dusíku je v půdě imobilizována biologickou sorpcí, jejíž rychlost závisí na intenzitě mikrobiální činnosti půdy. V biologicky činných půdách podléhá NH_4^+ dusík **nitrifikaci**. Nitrifikační bakterie získávají z amonných solí potřebnou energii nezbytnou pro syntézu organických látek a současně jsou tyto sloučeniny pro ně také zdrojem dusíku. Nitrifikace probíhá ve dvou stupních.

1. stupeň - nitritace:

$$2\ NH_4^+ + 3\ O_2 \longrightarrow 2\ HNO_2 + 2\ H_2O + 2\ H^+ + 661\ J$$

2. stupeň - nitratace:

$$2\ HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2\ HNO_3 + 201\ J$$

Na oxidaci amonných solí v půdě v 1. stupni se zúčastňují aerobní baktérie (*Nitrosomonas, Nitrosocystis, Nitrosospira* aj.), na oxidaci nitritů (2. stupeň nitrifikace) se podílejí baktérie rodu *Nitrobacter*. Při nitrifikaci uvolněné H^+ okyselují půdu. Vznikající kyselina dusičná je neutralizována bázemi sorpčního komplexu, nebo půdního roztoku. Průběh tohoto biochemického procesu je oblivňován řadou podmínek. Při dostatečném provzdušení půdy, teplotě 15 – 30 ^oC, vlhkosti 40 - 60 % maximální vodní kapacity a pH 6,2 - 9,2, probíhá nitrifikace velmi intenzívně. Při teplotě 5 – 10 ^oC je velmi nízká a při teplotách < 5 ^oC se prakticky zastavuje. Během roku se intenzita nitrifikace mění v závislosti se změnami podmínek. Nejvyšší intenzity dosahuje v období duben - květen. Příjem dusíku rostlinami postupnou redukcí nitrifikace obsah dusičnanů i amoniakálního dusíku v půdě snižuje na relativně stabilní hodnotu (6. - 8. měsíc), aby znovu na podzim dosáhl druhého maxima. Nitrifikace je dávána do souvislosti s půdní úrodností. Vysoká intenzita nitrifikace může vést ke značným ztátám dusíku vyplavením případně posléze i k denitrifikaci. Vzhledem k těmto skutečnostem se snažíme omezit a usměrnit nitrifikaci použitím inhibitoru

nitrifikace, a tím snížit ztráty nitrátů vyplavením a omezit jejich kumulaci v rostlinných pletivech.

Ke ztrátám nitrátového dusíku za současné spotřeby organických látek dochází hlavně činností denitrifikačních bakterií (*Bact. denitrificans*) na oxidy dusíku (NO_x) nebo až na elementární N_2. Mikrobiální denitrifikace probíhá intenzívně v neutrálním až alkalickém prostředí při nedostatku vzduchu. Podmínkou je dostatek organické hmoty.

Na redukci NO_3^- ---> NO_2^- se podílí enzym nitrátreduktáza, na redukci NO_2^- ---> N_2 nitritreduktáza. Redukci podporuje přítomnost Mn a Zn. Vedle denitrifikace biolgické probíhá i denitrifikace chemická. Při ní kyselina dusitá reaguje s amninokyselinami, aminy, amidy nebo močovinou až na elementární dusík. Chemická denitrifikace je intezívnější v kyselém prostředí (pH < 5,5).

K vyplavení dusíku z půdy dochází v závislosti na druhu půdy, úrovni srážek a na způsobu využití půdy v rozmezí 1,0 - 54,0 $kg.ha^{-1}$ N.

Z přehledu o půdním dusíku můžeme shrnout, že organické látky v půdě podléhají mineralizaci, jejímž výsledným prokuktem je amoniak, který může být sorpčně poután, z půdního roztoku, přijímán rostlinami, nitrifikován nebo denitrifikován. Za předpokladu, že je v půdě dostatek organických látek s širokým poměrem C:N, může být dusík minerální imobilizován.

3.1.5.2 **Fosfor v půdě**

Obsah veškerého fosforu v půdách kolísá od 0,03 - 0,13 % P (0,07 - 0,29 % P_20_5). Fosfor v přírodě se vyskytuje jakožto aniont kyseliny ortofosforečné PO_4^{3-}.

V půdě je fosfor obsažen ve formách anorganických i organických. Agronomicky nejvýznamnějším přirozeným zdrojem fosforu v půdě je primární minerál **apatit**, v menší míře pak tripit, wawelit, popř. vivianit.

Zvětráváním apatitů i jiných primárních fosfátových minerálů se uvolňují anionty kyseliny ortofosforečné, které přecházejí do jiných, tzv. sekundárních, velmi rozmanitých forem minerální nebo organické povahy, z nichž některé slouží jako zdroj fosforu pro výživu rostlin.

Podíl **minerálních** sloučenin fosforu v půdě značně kolísá a v našich podmínkách mírného pásma obsah fosforu v minerálních vazbách tvoří zpravidla více jak polovinu veškerého množství fosforu v půdách. Převážná část minerálních sloučenin fosforu v půdě je ve formách ve vodě nerozpustných, a proto fosfor z nich je pro rostliny málo přístupný. Podíl vodorozpustných sloučenin je velmi malý a činí jen asi 0,8 – 8 mg P na 1 kg na vzduchu vyschlé půdy. Tvoří jej fosforečnany jednomocncých kationtů, dihydrogenfosforečnan vápenatý aj.

V alkalických a neutrálních půdách jsou nejčastější formou fosforečnanů: hydrogenfosforečnan vápenatý $CaHPO_4$, oktokalciumfosfát $Ca_4H(PO_4)_3 . 2H_2O$, hydroxylapatit $Ca_5(PO_4)_3.OH$, fluorapatit $Ca_5(PO_4)_3.F$, karbonátapatit $Ca_{10}(PO_4)_6 . CO_3$, případně i grandalit $CaAl_3(PO_4)_2(OH)_5$, které jsou také většinou výslednými produkty přeměn fosforečných hnojiv v těchto půdách. V půdách s neutrální až alkalickou reakcí je tedy odpovědný za sorpci fosforu v minerálních vazbách především vápník.

V kyselých půdách je fosfor vázán hlavně na dihydroxyl-dihydrogen fosforečnany Al a Fe, což jsou stabilní krystalické minerály série: variscit $Al(OH)_2.H_2PO_4$, strengit $Fe(OH)_2.H_2PO_4$ a jejich izomorfní směs barrandit. Chemická sorpce fosforu v kyselých půdách probíhá tedy jako srážení rozpuštěných fosfátových iontů ionty železa a hliníku přes

řadu metastabilních meziproduktů typu oxi- a hydroxifosfátů Al a Fe. Ve starší literatuře bylo chování fosforu s Al a Fe označováno za zvrhávání kyseliny fosforečné.

Organický fosfor představuje významnou část z celkového obsahu P v půdě. V jeho zastoupení jsou mezi různými půdami značné rozdíly (od 10 do 80 %). Největší část organicky vázaného P tvoří fytin a jeho soli fytáty, přičemž v kyselých půdách převládají fytáty železa a hliníku, v půdách zásaditých fytát vápníku. Je pokládán za potenciální zdroj využitelného P pro rostliny. V půdách s travním porostem organicky vázaný fosfor převládá a dosahuje někdy až 80 % z veškeré zásoby P v půdě.

Poutání fosforu v půdě je podmíněno v podstatě třemi druhy sorpční schopnosti půdy:

1. *chemickou sorpcí* - srážení fosfátových iontů z půdního roztoku dvojmocnými kationty za vzniku méně rozpustných sekundárních anorganických fosfátů; u trojmocných kationtů mohou vznikat těžce rozpustné fosfáty.
2. *fyzikálně chemickou neboli výměnnou adsorpcí* - poutání fosfátových iontů na povrchu jílových a koloidních částic,
3. *biologickou sorpcí* - imobilizace fosforu životní činností mikroorganismů.

Roční odběr fosforu různými druhy rostlin je značně rozdílný a pohybuje se nejčastěji mezi 15 – 45 kg P na ha. Vyplavování fosforu z půdy je velmi malé a ročně se ztratí u půdy lehké 3 – 5 kg, střední 2 – 3 kg, těžké méně než 2 kg P na ha. V erozních smyvech se dostává do povrchových vod a sedimentů fosfor, který spolu s dusíkem může vyvolávat eutrofizaci vod a jezer. Na ni se však značně podílí i znečistěné odpadní vody (vesnice) a malé průmyslové podniky.

3.1.5.3 **Draslík v půdě**

Celkový obsah draslíku v půdě je vesměs vyšší než obsah dusíku nebo fosforu, přitom však velmi různý podle podmínek. V našich podmínkách se připouští možnost kolísání celkového obsahu K_2O v ornici v rozmezí 0,05 - 3,2 % K_2O. Nejbohatší draslíkem jsou zpravidla jílovité půdy.

Draslík nacházející se v půdě v různých sloučeninách je možno rozdělit z hlediska přístupnosti pro rostliny a druhu vazby do tří skupin:

a) **Nevýměnný draslík**

Do této skupiny řadíme všechny sloučeniny obsahující draslík, z nichž ho nelze vytěsnit roztoky neutrálních solí. Tento podíl tvoří více než 95 % z veškerého K v půdě.

Nevýměnný draslík v půdě tvoří

- draslík pevně vázaný v krystalové mřížce silikátových minerálů (přimárních i sekundárních),
- fixovaný draslík (zejména v illitu),
- organicky vázaný draslík.

b) **Výměnný draslík**

Pod tímto pojmem se rozumí ionty K^+ vázané fyzikálně chemickou sorpcí na povrchu půdních koloidů, odkud mohou být vytěsněny roztoky neutrálních solí.

Obsah výměnného draslíku je soustředěn přednostně v jemných frakcích půdy, minerálních i organických. Výměnný draslík představuje pouze asi 0,8 % (u písčitých půd) a až 3 % (u půd humózních - černozemě) z veškerého draslíku v půdě. Obsah draslíku z celkové výměnné kapacity činí 2 - 7 %. Při vysokém obsahu K dochází k depresi v příjmu Mg^{2+}.

Výměnný draslík má pro výživu rostlin mimořádný význam, neboť takto vázané K^+ jsou z převážné části snadno přístupné, nepodléhají rychlému vyplavení ani výrazněji nezvyšují koncentraci solí v půdním roztoku. Výměnný draslík přijímají rostliny buď přímo kontaktní výměnou za H^+ nebo nepřímo přes rovnovážný stav mezi draslíkem v půdním roztoku a draslíkem výměnným. V průběhu vegetace se obsah výměnného i rozpustného draslíku v půdě snižuje.

c) **Draslík vodorozpustný**

Představuje v půdě především ve vodě rozpustné draselné soli (KCl, K_2SO_4, KNO_3, K_2CO_3 apod.). Ionty K^+ jsou ve vodním roztoku v hydratovaném stavu (2,5 molekuly H_2O na iont K^+). Koncentrace K^+ v půdním roztoku je velmi nízká a pohybuje se od 0,02-0,1 mmol na 100 g půdy. Je zjištěno, že podíl draslíku rozpustného ve vodě činí asi 1 – 10 % z draslíku výměnného.

Množství ročně odčerpaného K rostinami činí v průměru 80 – 250 kg $K.ha^{-1}$. O intenzitě vyplavení draslíku rozhoduje sorpční kapaciata půdy, úroveň a rozdělení srážek. Roční ztráty činí 13 - 60 kg K na ha^{-1}, přitom se na nich výrazněji uplatňuje povrchový smyv.

3.1.5.4 Vápník a hořčík v půdě

Půdní formy vápníku a hořčíku můžeme opět rozdělit na nevýměnné, výměnné a vodorozpustné – více informací o vápníku a hořčíku v půdě, ale i o ostatních makro- i mikroelementech v půdě naleznete na www.af.mendelu.cz/ustav/221/multitexty.

3.2 Příjem živin rostlinami

Pod pojmem příjem živin rozumíme především proces postupu živin z vnějšího prostředí do rostliny. Z troposféry rostliny přijímají převážně uhlík (CO_2) a kyslík (O_2) a částečně i H_2. Tyto živiny vstupují do rostliny přes kutikulu, dále průduchy listů, stonky, osinami atp. v molekulární formě. Pomocí listů, stonků, případně i generativních orgánů (klasů, lat, plodů) může většina rostlin přijímat i některé další živiny jako N, P, K, Ca, Mg, Fe, mikroelementy aj., a to nejčastěji ve formě rozpustných solí určité koncentrace. Tento způsob výživy je označován jako foliární (listová) výživa. Vedle toho rostliny přijímají všechny živiny a vodu kořeny.

3.2.1 Příjem živin kořeny

Příjem živin kořeny rostlin z půdy je zajišťováno absorpčními povrchy kořenů. Pohyb živin ke kořenům rostlin se děje:

- **absorpcí iontů živin z půdního roztoku**. Řada iontů může být přijímána přímo kořeny rostlin z půdního roztoku, avšak jejich koncentrace je velmi nízká.
- **výměnnou absorpcí adsorbovaných živinných iontů**. Kořen uvolňuje H^+ a HCO_3^- jako disociační produkty vydýchaného CO_2, a tím podporuje výměnu iontů na povrchu jílových a humusových částic a získává tak živinné ionty.
- **zpřístupňováním živin vázaných v půdní zásobě** pomocí vylučovaných H^+ iontů a organických kyselin za tvorby chelátových komplexů.

Na příjmu živin kořeny se podílí všechny mladé části kořenů a zvláště zóna kořenového vlášení, která až několik setkrát zvyšuje povrch kořene. Růstová zóna kořenů je však ve srovnání s růstovou zónou stonků krátká. Počet kořenových vlásků na 1 mm délky kolísá podle vlhkosti, provzdušnění půdy a druhu rostliny. Russel (1988) uvádí u vojtěšky, kukuřice a jílku anglického pěstovaného na lehké půdě na 1 mm délky kořene počet vlásků 105, 161, 88 a celková jejich délka dosahovala 37, 146, 99 mm. Kořenové vlásky vznikají

akropetálně a mají omezenou životnost (asi 10 - 12 dní). Postupným nárůstem nových vlásků je umožňováno stále nové a nové spojení rostliny s půdním prostředím. Tím dochází i k vzájemnému ovlivňování nejbližšího půdního prostředí kořenovými výměšky (exkrety).

Rostliny mohou přijímat živiny kořeny ve formě **malých molekul bez elektrického náboje** nebo ve **formě kladně nebo záporně nabitých iontů** řady prvků. Přitom některé živiny mohou být přijímány v různých formách (např. dusík).

3.2.1.1 Mechanismus příjmu a transportu látek v rostlině

Látky z vnějšího prostředí, aby byly rostlinou metabolicky využity, musí překročit rozhraní mezi **vnějším** a **vnitřním** prostředím. Příjem látek je spojen s transportem, který překonává prostorové vzdálenosti od místa zdroje látky k místu spotřeby. Podle toho rozlišujeme transport na **krátké vzdálenosti** (vstup do buňky), na **střední** a na **dlouhé vzdálenosti**.

Transport je vlastním procesem přemísťování látek a energie. Analyzujeme-li hnací sílu transportu, pak můžeme rozlišit děje:

a) kde se na její tvorbě podílí např. kinetická energie tepelného pohybu molekul, výpar, gravitační síly, síly vzlínavosti v kapilárních prostorách a ty formy pohybu prostředí, pro něž není hnací silou metabolický proces. V těchto případech mluvíme o dějích pasivních;

b) naproti tomu případy, kde hnací sílou transportu je produkt metabolických procesů, jsou děje považovány za aktivní.

Pasivním transportem je především **difúze**, která je nejobecnější formou transportu. Zdrojem energie je tepelný pohyb molekul. Pohyb hydrofilních a iontově aktivních látek přes plazmalemmu umožňuje také usnadněná difúze. K typu pasivního transportu možno řadit i transport látek konvekčním tokem prostředí, nezávisle na tom, jakými silami je konvekční tok způsoben.

Aktivní transport označuje transmembránový transport, který využívá speciálních iontově selektivních přenašečů za spotřeby makroergické vazby (ATP ev. jiné formy).

Na rostlinných membránách je možno rozlišit několik základních typů transportních systémů:

- **uniport** - samostatný (jednosměrný) tok;
- **symport** - spojený (jednosměrný) aktivní tok dvou iontů či iontů ve spojení s organickými látkami;
- **antiport** - spojený (protisměrný) aktivní tok dvou iontů souhlasného znaménka - obrácená obdoba symportu;
- **elektroneutrální tok** - přemísťují se molekuly bez náboje např. sacharóza. Pro uniport H^+ je popisován velmi účinný systém, tzv. **protonová pumpa,** která může aktivovat řadu dalších toků.

Transport může být popisován jak z vnějšku dovnitř tak zevnitř ven. Transport protonů H^+ běží z vnitřního prostředí do vnějšího a proti němu jde transport ostatních kationtů (K^+, Ca^{2+} aj.), dokud nedojde k rovnováze.

3.2.1.2 Transport na krátké vzdálenosti

Látky, které mají přejít z vnějšího prostředí do buněčného, musí nutně překonat rozhraní buňky reprezentované zpravidla plazmalemmou. Přes plazmalemmu se látky

dostávají aktivně nebo pasivně. Dále sem patří i přechod látek ze sousedních buněk systémem **plazmodezmů** - přímých spojek mezi protoplasty (symplastická cesta).

Mezi látky, které sledujeme, patří především minerální složky rostlinného těla nebo ty, které v minerální formě do buňky vstupují (zpravidla v iontové formě). Řada látek do buňky difunduje - tedy vstupuje pasivně. I v tomto případě může být v cestě difúzi nějaký filtrační systém (iontově selektivní kanály), který vede k určité „selektivitě“. Transport na krátké vzdálenosti v sobě zahrnuje základní mechanismus sycení symplastu, tj. vnitřního cytoplamatického systému z vnějšího prostoru, a proto celkový tok je závislý na povrchu protoplastu.

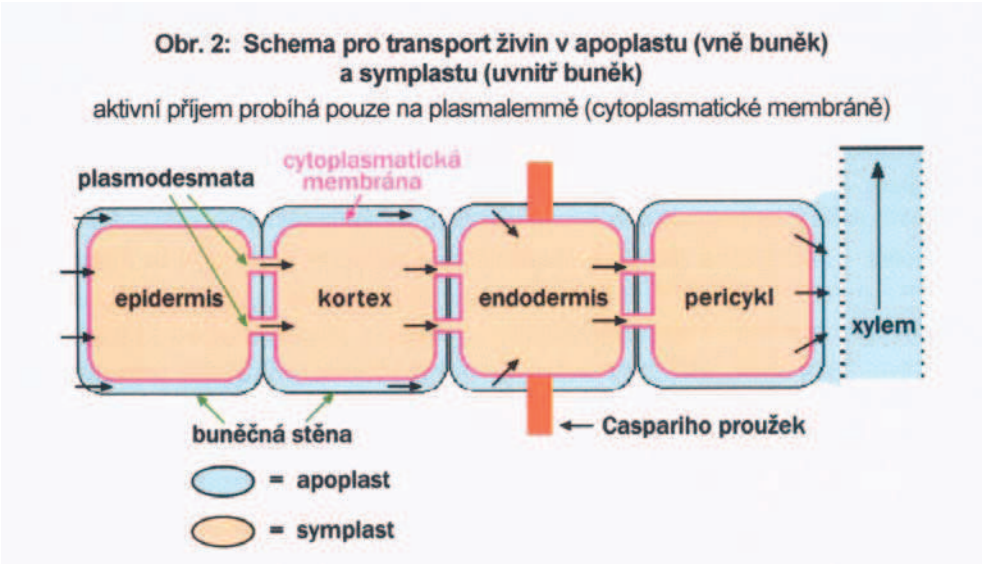
Další významnou složkou buňky je vakuola, kolem níž se vyvíjí tonoplast. Ten je sídlem aniontových transportních systémů a systémů pro transport organických látek. Tonoplast je dobře permeabilní pro kationty (zvláště K^+), proto se vyrovnává nadbytek organických kyselin ve vakuole právě pasivní distribucí K^+ iontu z cytoplazmatického prostoru.

3.2.1.3 Transport na střední vzdálenosti

Iont přijatý z vnějšího prostředí buňky může být okamžitě zapojen (utilizován) v metabolismu, uložen ve vakuole nebo transportován do dalších buněk. Transport na střední vzdálenosti u vícebuněčných rostlin zajišťuje transport přijatých iontů mezi vnitřním a vnějším prostorem dále dovnitř rostlinných pletiv.

Zde se uplatňují dva systémy - **symplast a apoplast**. Oba umožňují pohyb iontů spojitým prostorem, avšak současně to jsou systémy, které ionty vyvazují a různě přetvářejí jejich původní iontové formy. Iontový transport symplastem od buňky k buňce míjí vakuoly a postupuje podél souvislého řetězce živých protoplastů, které se stýkají plazmodesmami. Tím je vytvořen z celého cytoplazmatického prostředí určitého orgánu vodivý systém až do cévních svazků středního válce.

Druhým typem je apoplazmatický transport. Je dán prostorem stěn buněčných, které mohou komunikovat s vnějším prostředím (vodným roztokem) do různých vnitřních systémů, vzduchových (plynných) kanálů a průduchy do vnějšího prostředí.



Obr. 2: Schema pro transport živin v apoplastu (vně buněk) a symplastu (uvnitř buněk)
aktivní příjem probíhá pouze na plasmalemmě (cytoplasmatické membráně)

3.2.1.4 **Dálkový transport**

Ionty i soli se pohybují **xylémem** a transpirační proud je v rostlině rozvádí. Na konci cévních svazků difundují buněčnými stěnami k povrchům protoplastů ve svazkovém parenchymu a aktivním transportem přestupují do parenchymatických buněk. Transport živin mezi buňkami prochází tak opět symplastem a některé soli jsou přitom ukládány do vakuol. Vedle xylému je další významnou cestou **floém**. Obě dálkové translokační soustavy jsou na mnoha místech propojeny zejména v kořenech a stonkových nodech. Spolu s tokem metabolitů jsou anorganické látky dodávány tam, kde je jich nejvíce třeba.

3.2.2 Mimokořenová výživa rostlin

Listy u rostlin jsou orgány specifikované k příjmu plynu (především CO_2), avšak mohou být i místem, kde se zajišťuje mimokořenová výživa rostlin. Mimokořenovou výživou rostlin rozumíme příjem a utilizaci minerálních (ale i organických) živin aplikovaných na nadzemní části rostlin ve formě vodných roztoků. V literatuře je běžně používán termín foliární výživa proto, že nejvíce aplikovaných roztoků ulpí na listech, kde je také největší množství živin přijímáno. Uvedený druh výživy je třeba chápat jako výživu doplňkovou, která umožňuje operativní korekci výživného stavu rostlin jak podle vizuálních příznaků, tak zvláště na základě chemické analýzy rostlin.

Mimokořenovou výživou nelze zcela nahradit výživu kořenovou, poněvadž množství přijatých živin rostlinou (zvláště makrobiogenních prvků) je malé. Bylo prokázáno, že rostliny odkázané pouze na tento druh výživy zaostávají ve vývoji a silně se omezuje tvorba generativních orgánů. Předností mimokořenové výživy je, že jsou vyloučeny interakce mezi ionty, které při aplikaci živin do půdy by mohly výrazně ovlivnit jejich přijatelnost, a tím i účinnost dodaných živin. Aplikaci živin je možné také spojit (zvláště u hnojiv dusíkatých) s ošetřením porostu herbicidy, pesticidy a morforegulátory.

Hlavní překážkou při vstupu živin do nadzemních částí rostlin je kutikula, která pokrývá vnější buněčné stěny epidermálních buněk včetně trichomů a vnější stěny buněk sousedících s dýchací dutinou průduchů. Mechanismus vstupu živin do rostlin se vyznačuje tím, že povrch listů, na němž ulpí největší množství aplikovaného roztoku, je na ochranu před vypařováním vody pokryt kutikulou. Ovlhčení povrchu listů, které je umožněno přidáním detergentů (smáčedel) ke hnojivému roztoku se kutikula rozestoupí a umožní kontakt roztoku s buňkami epidermální části listu.

Po překonání kutikulární bariéry vstupují živiny do tzv. volného prostoru, který zahrnuje intermicelární prostory buněčných stěn a mezibuněčné prostory. Volným prostorem mohou živiny difundovat do hlubších vrstev mezofylu, obdobně jako živiny přiváděné do volných prostorů listů xylémem z kořenů, a tím je zajištěna přijatelnost foliárně aplikovaných živin všemi buňkami mezofylu. Tuto fázi lze považovat za pasivní příjem živin, který není závislý na metabolismu. Ve volných prostorách se však živiny pohybují i zpět na povrch listů a mohou být vyplaveny deštěm nebo závlahou.

Živiny jsou zapojeny do metabolických procesů až po překonání plazmalemmy, což se děje za aktivní účasti buňky. Ionty v cytoplazmě mohou být v buňce hromaděny, metabolizovány nebo transportovány symplastem do dalších buněk. Při foliární aplikaci živin jsou do volných prostorů mezofylu přiváděny jen živiny na list aplikované. Foliárně aplikovaná živina je ve zvýšené míře listem hromaděna, což může dočasně snížit její příjem z půdy a současně dochází zvýšení příjmu ostatních živin kořenovým systémem, a to jako důsledek metabolických změn.

Rychlost absorpce jednotlivých živin je značně rozdílná. Kationty pronikají přes membrány rychleji než anionty. Listy rostlin mohou absorbovat všechny hlavní živiny a mikroprvky s rychlostí absorpce uvedenou v tabulce.

Rychlost absorpce jednotlivých živin listy rostlin (Hudská 1976)

Živina	Doba při 50% absorpci
Dusík v močovině	1/2 až 2 hod.
Hořčík	2-5 hod
Draslík	10-24 hod.
Vápník, mangan, zinek	1-2 dny
Fosfor	5-10 dnů
Železo, molybden	10-20 dnů

Rychlost příjmu iontů v rostlině ovlivňuje účinnost foliární výživy. Přijaté živiny rostlinou se vyznačují rozdílnou mobilitou. U nemobilních živin je proto třeba postřiky opakovat nebo je provádět v době, kdy je rostlina nejvíce potřebuje. Řada živin, které jsou pomalu přijímány, ionty Fe, Mo, Mg a v rostlinách relativně nemobilní, mohou ve formě foliární výživy velmi účinné a mohou preventivně zajistit, případně odstranit jejich nedostatky.

Absorpce a relativní mobilita foliárně aplikovaných živin (Wittwer a Bukovac 1989)

Pořadí adsorpce	Pořadí mobility
Rychle: N (močovina), Rb, Na, K, Cl, Zn	Mobilní: N (močoviny), Rb, Na, K, P, Cl, S
Středně rychle: Ca, S, Ba, P, Mn, Br	Částečně mobilní: Zn, Cu, Mn, Fe, Mo, Br
Pomalu: Mg, Sr, Cu, Fe, Mo	Nemobilní: Mg, Ca, Sr, Ba

Při mimokořenové výživě lze dosáhnout až 85 % účinnost živin, zatímco při aplikaci hnojiv přes půdu pouze 30 – 60 % účinnosti v závislosti na druhu živiny. Účinnost foliární výživy je závislá na **koncentraci** a **dávce roztoku**, která nesmí být příliš vysoká, aby nedocházelo k popálení listů. U makrobiogenních prvků se doporučují v průměru 2% roztoky, u mikrobiogenních prvků je optimální koncentrace od 0,1 do 0,5 %. Reakce roztoku má být blízká neutrálnímu pH. Hodnoty optimální koncentrace roztoku pro některé plodiny uvádí tabulka.

Značný význam mají i faktory vnějšího prostředí: vlhkost, teplota, světlo. Čím je relativní vlhkost vzduchu větší, tím déle zůstane roztok na povrchu listů a zvýší se vstup iontů do listů. Po odpaření vody, při vyšší teplotě, je příjem iontů omezen a může docházet i k popálení listů.

3.2.3 Interakce iontů ve výživě rostlin

Ve výživě rostlin se neuplatňují všechny ionty stejně. Často nevhodné pH, nevhodné iontové složení půdního roztoku atp. může způsobit hromadné vysrážení iontů již v bazální části rostliny, takže do vlastních fotosynteticky produkčních orgánů se potom živiny vůbec nedostávají. Tento stav označujeme jako **indukovanou deficienci**. Vodivými systémy nejlépe procházejí látky chelátové povahy.

Ionty v půdním roztoku se mohou při příjmu živin, jejich transportu i v procesu utilizace vzájemně ovlivňovat. Tuto jejich vlastnost označujeme jako interferenci iontů. V případě, že jeden iont brzdí pronikání iontu druhého, jde o **antagonismus**. Jestliže zvýšený příjem jedné živiny vede ke zvýšení příjmu druhé živiny, jedná se o **synergismus**.

Interference iontů je značně složitý proces, který závisí na fyzikálně chemických vlastnostech iontů, na jejich koncentraci, pH prostředí, iontové síle atp. K antagonismu dochází mezi ionty Na^+ - K^+, Ca^{2+} - Mg^{2+}, K^+ - H^+, NO_3^- - $H_2PO_4^-$, NO_3^- - Cl^- aj. Synergismem se projevuje NO_3^- - K^+, K^+ - $H_2PO_4^-$, NH_4^+ - $H_2PO_4^-$ aj.

3.3 Význam biogenních prvků

Vedle základních biogenních molekul jako je H_2O a CO_2, které jsou zdrojem C, O, H musí mít rostlina k dispozici další biogenní prvky, které se stávají živinami převážně v iontové formě. Živinami pak označujeme takové prvky, které živý organismus potřebuje k zajištění svých životních funkcí. Biologicky nejdůležitější prvky můžeme rozdělit do skupin:

- **makroelementy** - vyskytují se od desetin po desítky procent (C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S),
- **mikroelementy** - obsah se pohybuje pod desetinu % (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, ...),
- **užitečné prvky -** požadavek na ně je specifický podle druhu rostliny (Na, Cl, Si, Al, Ti, aj.),
- **ostatní prvky** - obsaženy v rostlinách jako důsledek zvýšeného přirozeného obohacení nebo pod vlivem antropogenní činnosti člověka (cizorodé prvky Cd, Pb, Cr, As, Be, Ni aj.).

Toto rozdělení však nevystihuje význam jednotlivých živin, a proto navrhl Mengel a Kirkby (1978) rozdělení živin podle fyziologických a biochemických vlastností.

Skupina	Živina	Příjem	Biochemické funkce v rostlině
1	C, H, O, N, S	ve formách CO_2, HCO_3^-, H_2O, O_2, NO_3^-, NH_4^+, SO_4^{2-}, SO_2	- hlavní složky organ. látek - základní prvky enzymatických procesů - zúčastňuje se oxidačně redukčních reakcí
2	P, B, Si	ve formách fosfátů, kys. borité, borátů, silikátů	- esterifikace nativních alkoholových skupin - fosfátové estery se zúčastňují přenosu energie
3	K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	v iontových formách z půdního roztoku	- vyznačují se nespecifickými funkcemi, které řídí osmotický potenciál - specifikují činnost enzymových proteinů- aktivují enzymy - vyrovnávají nedifúzní a difúzní anionty
4	Fe, Cu, Zn, Mo	ve formách iontů nebo chelátů z půdních roztoků	- převládají v chelátových formách inkorporovaných do prostetických skupin - umožňují elektronový transport se změnami valence

V průběhu ontogeneze se koncentrace živin v rostlinách mění. Mladé tkáně mají vyšší koncentraci než starší.

3.3.1 Dusík

Dusík je významným prvkem pro všechny živé organismy včetně rostlin. Je součástí aminokyslein, amidů, bílkovin, pyrimidinových, purinových bází, nukleových kyselin, chlorofylu, enzymů a dalších biologicky aktivních látek.

Přijatý dusík je zabudováván do uhlíkatých sloučenin v aminoskupinách za vzniku aminokyselin. Prakticky rostlina přijímá dusík ze dvou forem, a to jako NO_3^- a NH_4^- ionty. Obě formy jsou mobilní, dobře metabolicky využitelné, ale mají značně rozdílný význam,

úměrný rozdílům oxidace obou iontových forem. Kromě toho rostliny mohou v omezené míře přijímat i některé dusíkaté organické látky, např. močovinu, aminokyseliny aj. U bobovitých rostlin jako zdroj dusíku slouží i vzdušný N_2.

3.3.1.1 **Asimilace dusíku**

Asimilace nitrátového dusíku

Za normálních podmínek má nitrát pro výživu rostlin největší význam. Kořeny ho přijímají aktivně. Nitrátový dusík je přijímán při pH kyselejším. Při pH 6,8 se příjmem NO_3^- a NH_4^+ v rostlinách může vyrovnat. Amonný iont působí inhibičně na příjem nitrátové formy.

Dříve než může být nitrát metabolizován, je třeba jej redukovat na NH_3. Tento proces zvaný redukce nitrátů sestává ze dvou etap, a to z redukce NO_3^- na NO_2^- a z další redukce NO_2^- na NH_3.

Enzymy, které se účastní tohoto procesu jsou nitrátreduktáza a nitritreduktáza. Důležitým znakem nitrátreduktázy je to, že se jedná o indukovaný enzym a k jeho syntéze dochází jen tehdy, je-li v cytoplazmě přítomen nitrát.

Aktivitu nitrátreduktázového systému ovlivňuje řada faktorů, z nichž světlo má velmi důležitou úlohu. Přenesením rostlin ze světla do tmy je aktivita nitrátreduktázy potlačena i tehdy, je-li NO_3^- přítomen v dostatečném množství. Tento účinek spolu s poklesem redukční síly je hlavní příčinou akumulace nitrátu při nižší intenzitě světla.

Asimilaci nitrátu ovlivňuje i teplota. Bylo prokázáno, že při teplotách kořenů kolem 30^oC dochází k intezívnímu příjmu NO_3^-, ale snižuje se aktivita nitrátreduktázy. Vedle těchto faktorů je asimilace nitrátů ovlivněna i minerální výživou, a to zejména Mo, popř. Mg či Mn.

Pro redukci nitrátu všeobecně platí, pokud NO_3^- je přijímán v nízkých kvantech, tak je jeho značná část redukovaná v kořenech. Zvyšující se příjem nitrátu (luxusní výživa) omezuje kapacitu redukce nitrátu v kořenech a NO_3^- je ve velké míře transportován do nadzemních částí.

Kumulace nitrátů představuje v rostlině rozdíl mezi příjmem a jeho redukcí. Určité rostliny se vyznačují velkým příjmem nitrátů a neefektivní redukční schopností. Tyto rostliny mají tendenci kumulovat nitráty a řadíme k nim: špenát, celer, zeleninovou řepu, ředkvičku, rychlený salát aj.

Asimilace amoniakálního dusíku

Předpokládá se, že NH_3 je přijímán přednostně, zvláště při vyšším pH, tj. v neutrálním a zásaditém prostředí. Amonný iont působí inhibičně na příjem nitrátové formy N. Při výživě rostlin amoniakálním dusíkem je celkově nižší příjem většiny iontů, ale zvláště kationtů (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+) a organických aniontů.

Z energetického hlediska je amoniakální dusík výhodným zdrojem pro rostliny, protože může být přímo zapojen do metabolismu bez dalších požadavků na energii. Tuto „výhodu“ můžeme pozorovat jen při nízkých koncentracích NH_4^+ dusíku v živném prostředí.

Asimilace NH_4^+ předpokládá pouze odštěpení H^+ z kationtu. Vzniklé H^+ ionty jsou obvykle vylučovány do vnějšího prostředí, a tak snižují pH (okyselení).

Z chemických analýz vyplývá, že deprese růstu při NH_4^+ výživě není způsobená zvýšenou kumulací dusíkatých iontů, ale vyčerpáním sacharidů. Amoniak potom není rostlina schopná utilizovat, a tak se zvyšuje alkalita buněk. Volný amoniak v buňce blokuje fotosyntetickou fosforylaci, omezuje dýchací procesy, snižuje oxidoredukci atp.

NH_3 může být pro rostlinu toxický již při nízkých koncentracích. Toxicita je závislá i na pH živného prostředí. Zásadité pH živného roztoku toxicitu NH_4^+ zvyšuje a kořeny mohou být již při nižší koncentraci tohoto iontu poškozeny.

Asimilace močoviny

Močovina může být přijímána rostlinami po jejím předchozím rozkladu v půdě ureázou nebo ve formě celých molekul (zvláště při foliární výživě) a až v kořenech i dalších rostlinných tkáních je pak ureázou přeměňována na amoniak. Vedle tohoto enzymatického rozkladu močoviny v rostlině předpokládá řada autorů včlenění N močoviny do N metabolismu přímo.

Na základě nádobových pokusů bylo zjištěno, že v porovnání s ostatními formami dusíku projevovala močovina určitou růstovou depresi, která byla nazvána „fytotoxicita močoviny“. Její příčiny jsou ve vysokém obsahu biuretu, v účinku samotné močoviny nebo meziproduktech přeměny v půdě (NH_4OCN nebo NH_3) a v rostlině.

Biuret (H_2N-CO-NH-CO-NH_2) je vždy přítomen v močovině a při hnojení je nutné znát jeho obsah v hnojivu. Symptomy poškození rostlin biuretem jsou popisovány jako mezižeberní žloutnutí listů, zasychání listů od špiček, deformace listů, brzdění prorůstání prvního listu z koleoptile u obilovin.

Toxicita biuretu se vysvětluje vlivem na Krebsův cyklus, kde se blokují centra fixující amoniak, a tím se nepřímo ovlivňuje syntéza bílkovin v listech. Další příčinou toxického působení může být nadměrné množství amoniaku, který vzniká vysokou ureázovou aktivitou některých rostlin (vikvovité). Amoniak rostlina není schopna zabudovat do organických sloučenin z důvodu nedostatku sacharidů. Proto se nedoporučuje jednorázově aplikovat vyšší dávky dusíku ve formě močoviny než 100 $kg.ha^{-1}$, aby nedošlo k poškození zvláště malosemenných rostlin.

Fixace vzdušného dusíku rostlinami

Inertní vzdušný dusík dovedou využívat diazotrofní mikroorganismy. Tyto organismy poutající N_2 představují ekologicky nejvýznamnější úroveň autotrofie vzhledem k dusíku. Některé z nich žijí volně v půdě a vodě, jiné jako symbionty.

Nesymbiotickou fixaci dusíku provádí řada půdních bakterií (*Clostridium pasteurianum, Azotobacter chroococcum* aj.), vodní bakterie, sinice aj.

Symbiotická fixace dusíku využívá energii získanou fotosyntézou u rostlin k přeměně N_2 na NH_3. Na této přeměně se zúčastňuje v převážné míře rod *Rhizobium*. Symbionti poutající N_2 si opatřují potřebné sacharidy v buňkách autotrofních rostlin. Na každý gram dusíku obsaženého v aminokyselinách a amidech se v době největší syntetické aktivity hostitelské rostliny v hlízkových bakteriích spotřebují 4 g uhlíku obsaženého v sacharidech. Proto množství N_2 poutaného symbionty velmi závisí na fotosyntéze hostitelské rostliny.

Redukce N_2 probíhá velmi rychle. Předpokládá se, že má 3 stupně: diimid, hydrazin, NH_3.

3.3.1.2 Inkorporace amoniakálního dusíku

Asimilační cesty dusíku vycházejí z N_2, nitrátů, amoniaku nebo organických N sloučenin. Všechny poskytují buňce buď po přeměně (nitráty) nebo přímo amoniak, který je v převážné míře v buňce utilizován po reakci s oxokyselinami na aminokyseliny.

U vyšších rostlin byla prokázána cesta zabudování amoniaku enzymovým systémem GS/GOGAT (glutaminsyntetázou/glutamin 2-oxoglutarátaminotransferázou, tj. glutamátsyn-

tázou). Uvedená reakce probíhá v chloroplastech spřaženě za sebou a výsledným produktem je glutamin a glutamát.

V glutamátu a glutaminu vázaný aminový dusík může být přenášen na jiné oxokyseliny transaminací. Tento proces katalyzují aminotransferázy. Transaminace je u rostlin prostředkem pro syntézu celé řady aminokyselin a je pravděpodobné, že NH_2 skupiny většiny aminokyselin jsou právě odvozeny od glutamátu.

Má-li rostlina nadbytek NH_3, mohou glutamát a asparát sloužit jako akceptory amonia. Vytvoření amidů je pro rostliny důležité, poněvadž nahromaděný NH_3 v pletivech by působil na rostliny toxicky. Toxicita je způsobena tím, že amoniak silně alkalizuje prostředí, což se projevuje vystouplou listovou nervaturou a zasycháním listů od špiček. Na to pak navazuje blokování fotosyntetické fosforylace, omezení dýchání, inhibice enzymových systémů.

Amoniakální dusík je dobře asimilován těmi rostlinami, které mají dostatek sacharidů, důležitých pro tvorbu organických kyselin. Při jejich naprostém nedostatku se nehromadí jen amidy, ale i amoniak a dochází k otravě rostlin. Proto je opodstatněný názor, že na počátku růstu rostlin jsou amonné soli méně vhodným zdrojem dusíku než v pozdější době, kdy fotosyntézou vzniká dostatečné množství sacharidů.

3.3.1.3 **Translokace dusíku**

Translokace a reutilizace dusíku jsou důležitými procesy v životě rostlin. Mladé listy musí mít zabezpečenou výživu aminokyselinami až do dospělosti. Jestliže výživa dusíkem je přerušena, dusík ze starších listů je translokován do mladších rostlinných orgánů. Z tohoto důvodu u rostlin rostoucích při deficienci N se objevují symptomy nedostatku dusíku předně u starších listů. V těchto listech dochází k hydrolýze proteinů (proteolýza) a vzniklé aminokyseliny jsou redistribuovány do mladších listů. Výsledkem proteolýzy je odumření chloroplastů a pokles obsahu chlorofylu. Žloutnutí listů je tak prvním projevem nedostatečné dusíkaté výživy.

3.3.1.4 **Symptomy nedostatku a nadbytku dusíku**

Nedostatek dusíku se projevuje slabým růstem rostlin, rostliny jsou malé. Podle stupně nedostatku N se mění barva nejstarších listů od bledě zelené do žluté. Při silném nedostatku dusíku list od spodu odumírá a někdy i odpadne. Listy nižších pater obyčejně trpí nedostatkem N dříve, protože se z nich N přemisťuje, aby udržel vývoj mladších listů, plodů a semen. Výrazové změny jsou i v morfologii kořenů. Kořen se málo větví, roste do délky. Poměr hmoty kořenů k nadzemní biomase se zvyšuje.

Nadbytek dusíku má naopak vliv na bujný růst rostlin. Rostliny se vyznačují větší asimilační plochou, listy jsou temně zelené (spodní často žloutne v důsledku nedostatku světla), u *Poaceae* jsou stébla řídká, náchylná k poléhání a chorobám.

3.3.2 Fosfor

3.3.2.1 **Význam fosforu**

Rostliny přijímají fosfor ve formě aniontů $H_2PO_4^-$ nebo HPO_4^{2-}. Příjem P aniontu probíhá za podmínek, kdy jeho koncentrace v cytoplazmě výrazně převyšuje obsah P v živném prostředí. Z tohoto důvodu je přijímán proti koncentračnímu gradientu (aktivně). Příjem P a jeho akumulace kořeny je spojená s jeho inkorporací na nízkomolekulární sloučeniny (estery kyseliny fosforečné, fosforylované cukry, volné nukleotidy). Primárními metabolity jsou adenylnukleotidy (hlavně ATP). Příjem a utilizace fosforu mají kladný vztah k celé řadě metabolických procesů uskutečňovaných jak v kořenových buňkách, tak v

nadzemních částech rostlin. Intenzita příjmu fosforu je závislá na obsahu kyslíku v živném prostředí, světle, teplotě (optimum při 20 °C), poměru $H_2PO_4^-$ k HPO_4^{2-} a na přítomnosti Ca^{2+}, NO_3^- a BO_3^{3-}. Příjem P výrazně inhibují také OH^- ionty.

Zabudování anorganického fosfátu do organických forem je velmi rychlé a ^{32}P se objevil v kořeni klíčních rostlin hrachu již za 2 - 3 sekundy v ATP a o něco později v nukleotidech. Po 10 min se již více než 80 % přijatého fosforu objevuje v organických vazbách. Stejný atom fosforu může přecházet z jedné sloučeniny do druhé několikrát, a proto fosfor řadíme mezi vysoce pohyblivé prvky se značnou reutilizační schopností.

Nejpočetnějšími sloučeninami fosforu jsou jeho organické formy, které v rostlině tvoří 4 skupiny: a) DNA, RNA, P-lipidické, P-estery sacharidů, b) ATP, ADP, AMP, c) G-6-P, d) F-6-P.

Fosforylované sacharidy (G-6-P, F-6-P) jsou vlastně labilní meziprodukty metabolismu. Rovněž labilní jsou i fosfátové vazby v nukleotidech, v kterých se pyrofosfát váže na sacharidovou složku. Fosfor je složkou dalších dusíkatých látek (tiaminfosfát, cholinfosfát, fosfoetanolamin), aktivních látek např. AMP, aktivovaných aminokyselin, sulfátů aj. Rezervní organickou formou fosfátů je vícesytný alkohol fytin. Nachází se v semenech jako hořečnatá nebo vápenatá sůl kyseliny fytinové.

Fosfor musí být doplňován v živném prostředí po celou dobu vegetace, a to od klíčení až do fáze jeho maximálního odběru. Funkci fosfátu v rostlině můžeme rozdělit na energetickou a stavební.

Energetická funkce je charakterizována schopností ortofosfátu tvořit esterické vazby (s cukry) o energii s několika kJ/mol P. Pro rostliny je energeticky nejvýznamnější soustava ADP + P anorg. Tepelnou stránku těchto procesů je možné považovat za „chladící směs“, která odebírá energii v centrech intenzivního energetického metabolismu a transportuje ji v molekule ATP na jiná místa, kde ji postupně degraduje po malých kvantech uvolňuje teplo a zabraňuje tak tepelnému zničení metabolických center. Tím, že se může rychle vracet do své minerální ortofosfátové formy, je v řadě metabolických systémů snadno cyklicky zužitkováván bez potřeby dalšího fosforu.

Stavební funkce fosforu vychází prakticky rovněž z tvorby esteru s cukry a cukernými deriváty. Mezi tyto důležité látky patří mono- a dinukleotidy, složky enzymů oxidativního charakteru (FMV, FAD, NAD, NADP, CoA aj.). Další rozsáhlou skupinou jsou fosfoglyceridy, fosfolipidy a fosfatidy.

Rostliny potřebují značná kvanta fosforu již v počátečních stadiích růstu. Potřebný fosfor získávají z fytinu v semeni a dále z lehce přístupných forem fosforu sloučenin z vnějšího prostředí. V této fázi růstu kořenový systém není ještě plně rozvinut, a proto má velký význam hladina přijatelného P v blízkosti primárních kořenů.

3.3.2.2 **Symptomy nedostatku a nadbytku fosforu**

Za normálních podmínek jsou **příznaky nedostatku P** málo výrazné. Nedostatek P zpomaluje růst nadzemních orgánů a nepříznivě působí i kořeny. Listy jsou malé a starší postupně odumírají. Pokud klesne koncentrace P výrazně pod optimální hodnotu může docházet k hyperchlorofylaci listu, což je provázeno černofialovým zabarvením (způsobeným zvýšeným obsahem antokyanu), které z listů přechází na báze stonků.

U jednoděložných rostlin dochází k menšímu odnožování, stébla jsou krátká a slabě vyvinuta. Listy jsou vzpřímené, tmavozelené a přechází do červenofialové barvy. U dvouděložných rostlin jsou listy dlouze řapíkaté se silně vystouplou nervaturou a ztrnulou

polohou listů. Někdy vznikají červené nebo purpurové pigmenty a později nekrózy označované jako „bronzing“.

Symptomy přebytku P na rostlinách nebyly zaznamenány na středních a těžších půdách pro vysokou schopnost poutat fosfát, přesto však nadměrné dávky rozpustných fosfátů mohou mít za následek škody z přehnojení, které brzdí příjem ostatních živin.

3.3.3 Draslík

3.3.3.1 Význam draslíku

Draslík je monovalentní kationt, který rostlina přijímá aktivně při nižších koncentracích nebo pasivně při koncentracích vyšších. Příjem draslíku je výrazně ovlivňován interakcemi antagonistického charakteru. Zvyšující se koncentrace draslíku snižuje příjem Mg^{2+}, Ca^{2+}, NH_4^+, Zn^{2+}, Mn^{2+} a stimuluje příjem NO_3^-, $H_2PO_4^-$, Cl^-, SO_4^{2-}. Z kationtů je nejméně ovlivněn příjem NH_4^+ vzhledem k velikosti hydratovaného poloměru u obou iontů. Na příjem draslíku pozitivně působí i řada vnějších podmínek (přístup vzduchu, teplota půdy, intenzita osvětlení).

V rostlině je draslík velmi pohyblivý a transportuje se jak bazipetálně, tak akropetálně. Charakteristickým rysem pro K^+ je vysoká schopnost průniku buněčnými membránami. Pro metabolismus buňky je důležitý K^+ cytoplazmy, ve vakuolách se nachází jako KNO_3, KCl nebo K-malát a v buňkách stomat plní osmotickou funkci. Hladina draslíku je v buňkách poměrně vysoká a obyčejně se K^+ vyplavuje ve stresových situacích pro rostliny (nízké teploty, sucho aj.). Draslík má vysokou reutilizační schopnost, proto se příznaky nedostatku projeví na starších listech.

Draslík zasahuje do celé řady metabolických procesů. Významná je jeho účast v procesu fotosyntézy a dýchání. Zvýšený obsah draslíku v listu na druhé straně snižuje respiraci CO_2. Právě vysoká respirace listů je typickým projevem draslíkové deficience.

Draslík zasahuje do tvorby cukru a do syntézy škrobu, což se projevuje při transportu a přeměnách vytvořených cukrů. Při deficienci K je omezen transport cukrů a zvyšuje se obsah redukujících cukrů, a tím je blokován Krebsův cyklus. Důsledkem toho je narušení syntézy sacharidů, tvorba tenčích buněčných stěn, řidších pletiv, a tím je snížena odolnost obilovin proti poléhání i ochrana proti parazitům.

Draslík dále pozitivně ovlivňuje dusíkatý metabolismus. Při jeho nedostatku stoupá obsah aminokyselin a amidů a omezuje se syntéza bílkovin. Rovněž stabilita bílkovin je při jeho nedostatku snížena a urychluje se jejich rozklad na jednodušší dusíkaté sloučeniny.

Draslík také vystupuje jako specifický, ale i nespecifický aktivátor řady enzymů. V současné době je známo více než 60 enzymových reakcí, které jsou aktivizovány K^+ ionty.

Koncentrace draslíku má také velký vliv na osmotickou hodnotu a bobtnání koloidů. Při jeho nedostatku jsou koloidy méně stabilní a ztrácejí schopnost vázat vodu. To je důležité zvláště u protoplazmy, kde tak ovlivňuje vodní režim rostlin zvýšenou hydrofilností koloidů. Tím se zvyšuje turgor buněk a rostliny mohou lépe odolávat suchu i nízkým teplotám.

Draslík dále ovlivňuje mechanismus otevírání a zavírání stomat. Za osvětlení se draslík hromadí ve svěracích buňkách průduchů a naopak za tmy ho ubývá.

Koncentrace draslíku v rostlinách se pohybuje mezi 2 – 6 %. Nejvyšších hodnot dosahuje ve fázi kvetení a v období dozrávání dochází k jeho snížení v důsledku vylučování do živného prostředí.

3.3.3.2 Symptomy nedostatku a nadbytku draslíku

Nedostatek draslíku výrazně snižuje pružnost stébla, což zvyšuje nebezpečí poléhání, snižuje odolnost proti nízkým teplotám, suchu aj.

Při nedostatku draslíku dochází zpočátku k mírnému poškození rostlin, které později nabude plošných a zřetelných projevů. Nedostatek vyvolává:

a) změnu habitu rostlin - tvoří se rosetové stadium. Hlavní stonek není vzpřímený a dlouhý, ale zkrácený a vytváří boční výhony. Rostliny nabývají keřovitý nebo metlovitý vzhled. Příčinou je odumření hlavních výhonů od bazálních částí;

b) změny na listech - čepele jsou úzké, okraje listů se stáčejí směrem dolů, list má zvlněnou formu. Nekrózy listů se objevují od okrajů a rozšiřují se až ke střední ose - listová spála, list u ovocných stromů neopadává;

c) generativní fáze je méně ovlivněna. Pouze při špatném zásobení draslíku květy jsou předčasně zhazovány. Semena a plody jsou zakrnělé.

Přehnojení draslíkem vede k jeho luxusnímu příjmu rostlinou a může se projevit vedlejšími antagonistickými nebo synergickými účinky. Nadbytek K^+ iontů v živném prostředí brzdí příjem Mg^{2+}, Ca^{2+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, Na^+ aj. a v důsledku toho na rostlině se mohou projevit příznaky jejich nedostatku. Naopak zvyšuje se příjem Cl^-, NO_3^- aj.

3.3.4 Vápník, hořčík, síra a mikroelementy

Význam vápníku, hořčíku, síry a mikroelementů včetně popisu vizuálních příznaků jejich nedostatku je detailně popsáno v mutimediálních učebních textech z výživy rostlin dostupných na www.af.mendelu.cz/ustav/221/multitexty.

3.4 Hnojiva

Pojem hnojiva je vymezen v zákonu č. 156/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Za hnojiva jsou považovány látky obsahující živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce.

Podle původu se hnojiva rozdělují na statková a minerální, dříve průmyslová.

Hnojiva minerální zahrnují koncentrovaná hnojiva, která dělíme na:

- ***jednosložková*** – obsahují jednu živinu jako hlavní. Mohou obsahovat také doprovodné ionty (např. Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, SO^{2-}_4, Cl^-), popř. mikroelementy.
- ***vícesložková*** – hnojiva s obsahem minimálně dvou nebo více hlavních živin, mohou obsahovat doprovodné ionty a mikroelementy.

3.4.1 Minerální hnojiva

Minerální hnojiva umožňují uhradit živiny, které jsou exportovány z půdy a z větší části odcházejí z koloběhu živin ostraňováním biomasy. Lze je rozdělit podle obsahu hlavní živiny na hnojiva dusíkatá, fosforečná, draselná, vápenatá, hořečnatá, popř. vícesložková. Všechna povolená hnojiva jsou součástí registru hnojiv, který spravuje ÚKZÚZ a je dostupný na www.ukzuz.cz. Následuje popis pouze hlavních zástupců.

3.4.1.1 Dusíkatá hnojiva

Rozdělení N hnojiv

- s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusičnanovým) NO_3^-,
- s dusíkem amonným a amoniakálním NH_4^+, NH_3 ,

- s dusíkem amidovým (organickým) NH_2,
- s dusíkem ve dvou i více formách NH_4^+, NO_3^-, NH_2,
- pomalu působící.

Suroviny pro výrobu dusíkatých hnojiv

Do roku 1920 kryl potřebu dusíku ledek čilský (sodný). Později byly vypracovány různé postupy vázání vzdušného dusíku na dusíkaté sloučeniny:

1. Výroba kyseliny dusičné v elektrickém oblouku podle Birkenlanda a Eydeho a z ní dusičnanu vápenatého. Dnes se již nepoužívá.
2. Výroba kyanamidu vápenatého podle Franka a Caroa azotací karbidu vápníku.
3. Syntéza amoniaku z vodíku a dusíku podle Habera a Bosche.

Poslední uvedená technologie je v současné době nejrozšířenější a také nejlevnější. Surovinou k výrobě N hnojiv je vzdušný elementární dusík N_2. Tento zdroj je prakticky nevyčerpatelný (atmosféra obsahuje 77,5 dílu dusíku). Vodík se získává ze zemního plynu, z derivátů ropy a uhlí.

Dusíkatá hnojiva s dusíkem nitrátovým

Ledek vápenatý

Základní sloučeninou tohoto hnojiva je $Ca(NO_3)_2 . 4H_2O$. Ledek vápenatý obsahuje 15,5 % N, 20 % Ca a 1,5 % $N\text{-}NH_4^+$. Dodává se většinou ve formě šedobílých granulí o velikosti 1 – 5 mm. Je silně hygroskopický, vyžaduje skladování v uzavřených obalech, v suchých prostorách s malou výměnou vzduchu. Je fyziologicky zásaditým hnojivem.

Vzhledem ke svým vlastnostem je vhodný k přihnojování během vegeace včetně aplikace na list. Používá se v menších dávkách, zvláště na lehkých půdách, kde anion NO_3^- může být snadno vyplaven z půdního profilu. Doporučuje se na všechny půdy, zejména kyselejší, kde příznivě působí svým alkalickým účinkem a je navíc i zdrojem vápníku. Po aplikaci ho není nutno zapravovat do půdy.

Dusíkatá hnojiva s dusíkem amonným a amoniakálním

Síran amonný

Síran amonný $(NH_4)_2SO_4$ obsahuje minimálně 20,3 % N, max. 1,5 % vody a max. 0,2 % volné H_2SO_4. Získává se jako:

1. vedlejší produkt z koksáren a plynáren,
2. vedlejší produkt při výrobě kaprolaktamu,
3. účelovou výrobou neutralizací kyseliny sírové plynným amoniakem.

Síran amonný se v půdě rychle rozpouští a vstupuje do výměnných reakcí s kationty kapalné i tuhé půdní fáze. Značná část kationtů NH_4^+ přechází do půdního sorpčního komplexu výměnou za jiné kationty. Snižuje se tím pohyblivost iontů NH_4^+, a tím možnost vyplavení v humidnějších podmínkách. Ve vodě je dobře rozpustný, částečně hygroskopický (je třeba ho skladovat v suchu). Dodáván je jako krystalický nebo nově jako granulovaný.

Síran amonný je fyziologicky i chemicky kyselý. Rychlost nitrifikace NH_4^+ po hnojení síranem amonným je mnohem pomalejší oproti jiným hnojivům, proto je vhodným hnojivem k základnímu hnojení i na podzim.

Dusíkatá hnojiva s dusíkem amidovým

Močovina

Močovina $CO(NH_2)_2$ je amid kyseliny uhličité (karbamid). Obsahuje 46 % N a je nejkoncentrovanějším tuhým dusíkatým hnojivem. Dodává se granulované ve formě lesklých bílých granulek. Vyrábí se syntézou čpavku a oxidu uhličitého. Dobře se rozpouští ve vodě, po zapravení do půdy se pomocí enzymu ureázy urobakterií, plísní a rostlinných zbytků hydrolyticky štěpí (v teplých a vlhkých podmínkách trvá 3 - 7 dnů) na uhličitan amonný, popř. až na amoniak, oxid uhličitý a vodu.

Protože uhličitan amonný je hydrolyticky zásaditá sůl, vzniká v půdě v nejbližším okolí granule močoviny dočasně alkalické prostředí. Vznikající amonné sloučeniny a iont NH_4^+ je půdou sorbován a je buď přímo zdrojem dusíku pro rostlinu, nebo za vhodných podmínek je rychle oxidován nitrifikačními bakteriemi až na dusičnany. Tím se prostředí naopak okyseluje.

Močovina se používá k předseťové přípravě na všech půdách s výjimkou půd písčitých a kyselých. Je možno s ní hnojit do krátkodobé zásoby na půdách středních a těžších. Je vhodná i k postřiku na list v koncentraci až 9 – 12 %. Lze ji aplikovat i do závlahové vody.

Při výrobě močoviny a zejména při její granulaci vzniká vlivem vyšší teploty určité množství biuretu, který je při vyšší koncentraci toxický pro rostliny. Jeho obsah může být max. 1,5 %.

Při povrchové aplikaci močoviny, zvláště v období velkého sucha, může dojít ke ztrátám N těkáním (volatilizací). Vysoké dávky močoviny ovlivňují klíčivost semen. Důvodem je vysoká koncentrace NH_3, změna pH, toxicita biuretu, akumulace NO_3^-. Na půdách extrémně těžkých, biologicky málo činných a na půdách silně alkalických močovina není vhodná. Močovina je ve značné míře používána k výrobě kapalného dusíkatého hnojiva DAM 390.

V poslední době se na trhu začala vyskytovat močovina s inhibitory. Inhibován může být hned první proces hydrolýzy močoviny ureázou nebo následně proces přeměny vzniklého amoniaku na nitrát, tzn. nitrifikace. Zástupce prvního případu je např. Urea Stabil a druhého hnojivo Alzon 46. Výhodou těchto hnojiv je jejich pozvolnější účinek a možnost aplikace jednorázově vyšších dávek.

Dusíkatá hnojiva s dusíkem ve dvou i více formách

Tato hnojiva jsou univerzálnější, vhodná jak k předseťové přípravě, tak i na list během vegetace. Mají většinou vyšší koncentraci dusíku, jeho účinnost je vysoká (je rozpustný ve vodě, a tím snadno přijatelný).

Dusičnan amonný – NH_4NO_3 (Ledek amonný)

Představuje hnojivo se dvěmi formami dusíku. Obsahuje 34 – 35 % N, polovinu v nitrátové a polovinu v amonné formě.

Ledek amonný je bílá krystalická sůl nebo je granulovaný, ve vodě dobře rozpustný, značně hygroskopický. Je fyziologicky neutrální. K nám se dováží hlavně z Ruska, Ukrajiny a Polska, a vzhledem k možné výbušnosti musí být dodržovány bezpečnostní předpisy pro transport a skladování. Používá se k základnímu hnojení, ke hnojení během vegetace a k výrobě dalších dusíkatých hnojiv.

Ledek amonný s vápencem (LAV)

Je to všestranně použitelné dusíkaté hnojivo s obsahem 27 % N, z poloviny v amonné a z poloviny v nitrátové formě. Je tvořeno směsí dusičnanu amonného s jemně mletým vápencem ve formě bělavých až světle hnědých granulí o velikosti 2 – 5 mm.

Složení hnojiva umožňuje jeho použití jak před setím, tak i k přihnojování během vegetace. Na středních a těžších půdách je možná aplikace i při předseťové přípravě. Je vhodný pro kyselejší půdy.

Ledek amonný s dolomitem (LAD)

LAD vzniká granulací směsi NH_4NO_3 s dolomitickým vápencem za přidání aditiv [$FeSO_4$ a $(NH_4)_2SO_4$]. Obsahuje 27,5 % N, polovinu amonného, polovinu nitrátového. Dodává se v granulích skořicové barvy, balený i volně ložený. Navíc obsahuje 2,9 % MgO. V půdě působí alkalicky. Používá se k základnímu hnojení i k přihnojování během vegetace.

DASA 26 – 13

Hnojivo vyrábí Duslo Šala a Lovochemie Lovosice. Základem je ledek amonný se síranem amonným, obsahuje 26 % N a 13 % S. Je vhodné k základnímu hnojení i přihnojování.

DAM 390

Jedná se o vodný roztok dusičnanu amonného a močoviny, s průměrným obsahem 30 hmotnostních procent dusíku, z toho 1/4 N nitrátového, 1/4 N amonného a 1/2 N amidového. Objemová hmotnost je 1,3 $t.m^{-3}$, 100 l hnojiva tedy obsahuje 39 kg N. Je složen z 42,2 % NH_4NO_3 a 32,7 % $CO(NH_2)_2$.

Má korozivní účinky, je silně agresivní na měď, její slitiny a beton, slabě agresivní je na uhlíkatou ocel. Odolná je nerezová ocel, polyetylén, PVC a sklolaminát.

Je to čirá kapalina, netěká, nevyžaduje tlakové nádoby. Používá se neředěný k základnímu hnojení i k přihnojování. Je zde sice určité nebezpečí popálení rostlin, ale jeho ředění s vodou poškození rostlin většinou nesnížilo. S ohledem na možné popálení rostlin ho není vhodné používat k brzkému jarnímu přihnojování, zvláště v období nízkých teplot. Slouží také jako složka při výrobě kapalných vícesložkových hnojiv.

Pomalu působící dusíkatá hnojiva

Pomalu působící dusíkatá hnojiva se začala vyrábět proto, aby bylo možno použít před vegetací jednorázově vysoké dávky dusíku bez nebezpečí počátečního poškození rostlin nadměrnou dusíkatou výživou, bez nebezpečí zvýšených ztrát vyplavením, a tím negativního dopadu na životní prostředí. Přitom by měla být zajištěna výživa dusíkem podle požadavků rostlin během vegetace a mělo by současně docházet i k maximálnímu využití aplikované dávky dusíku.

Obsahují v průměru 30 - 40 % N v organické nebo minerální formě ve sloučeninách ve vodě těžkorozpustných nebo v minerální či organické formě standardních hnojiv, jejichž granule jsou pokryty nebo obaleny polorozpustnými nebo rozpustnými látkami. V půdě postupně podléhají mikrobiálním a biochemickým přeměnám až na minerální dusík přístupný.

Močovinoformaldehydová hnojiva – výroba je založena na kondenzaci močoviny s formaldehydem. Nejznámější je Ureaform s obsahem 38 – 42 % N. Používá se jako zdroj pomalu působícího N do tvarovaných hnojiv.

Močovinoacetaldehydové hnojivo (Z – močovina) – vyrábí se kondenzací močoviny s acetaldehydem, obsahuje 33 – 38 % N.

Močovinokrotonaldehydové hnojivo (CD – močovina) – získává se z močoviny a krotonaldehydu, obsahuje 30 – 32 % N, granulací CD močoviny se získává Floramid. Granulované dusíkaté pomalu působící hnojivo Floramid N 32 %.

Močovinoizobutyraldehydové hnojivo – kondenzační produkt močoviny a izobutyraldehydu, obsahuje 32 – 33 % N.

Jako zdroje N lze použít i některých sloučenin s malou rozpustností. Používá se např. fosforečnan hořečnatoamonný NH_4MgPO_4 . H_2O. Pozitivních výsledků bylo dosaženo s diamidem kyseliny šťavelové (OXAMID), což je bílý prášek s obsahem 31 – 32 % N.

Obalovaná hnojiva – běžně rozpustná hnojiva, která mají na povrchu granulí polorozpustnou blánu (obal), která postupně uvolňuje dusík z hnojiva. K obalování se používá různých látek, např. parafín, vosky, dehty, síra, pryskyřice aj. Takto se vyrábí např. obalovaná močovina sírou (32 – 37 % N a 14 – 30 % S).

3.4.1.2 **Fosforečná hnojiva**

Používání fosforečných hnojiv se datuje od druhé poloviny 18. století. K prvním zdrojům fosforu pro zemědělství patřil popel z kostí a mleté kosti. Výroba minerálních fosforečných hnojiv začala v druhé polovině 19. století, kdy surovinu byly kosti a později koprolit. Tyto suroviny byly postupně nahrazeny přírodními minerály – apatity a fosfority, které se v převážné míře používají i v dnešní době. Méně významným zdrojem fosforu jsou železné rudy, ze kterých se při výrobě oceli musí fosfor odstraňovat vazbou na vápník za vzniku strusky.

Apatity ($Ca_{10}F_2(PO_4)_6$) jsou magmatického původu, krystalického složení. Nejrozšířenější je kolský apatit (fluoroapatit) s obsahem 17,5 % P. Apatity kryjí asi 10 % potřeby surovin k výrobě P hnojiv. Fosfority mají amorfní strukturu a jedná se o sedimenty různě zbarvené s různým obsahem fosforu. V nalezištích jsou uloženy ve vrstvách s pískovcem a jinými sedimenty. Naleziště fosforitů jsou mnohem více rozšířena a pro naši oblast mají význam především africká a evropská naleziště.

Mleté fosfáty se při výrobě fosforečných hnojiv zpracovávají buď mechanicky, chemicky nebo termicky a podle toho se rozdělují na:

1. hnojiva s fosforem rozpustným ve vodě – superfosfáty,
2. hnojiva s fosforem rozpustným v citranu amonném – dikalciumfosfát,
3. hnojiva s fosforem rozpustným ve 2%ní kyselině citrónové – Thomasova moučka,
4. hnojiva s fosforem rozpustným v silných kyselinách - mleté fosfáty, kostní moučky.

Fosforečná hnojiva s fosforem rozpustným ve vodě

Superfosfáty jednoduché

Vyrábí se z přírodních fosfátů rozkladem kyselinou sírovou o koncentraci 62 – 70 %. Superfosfát je upravován mletím na:

- superfosfát práškový s obsahem 18 a 19 % P_2O_5. Je to bělavě šedý až šedohnědý prášek, kyprý, typicky nakyslého zápachu. Má být mírně navlhlý, ale nemazlavý, nesmí se spékat.
- superfosfát granulovaný s obsahem 19 % P_2O_5. Tvoří šedé až šedohnědé granule o velikosti 1 – 4 mm. Vyrábí se z vyzrálého práškovitého superfosfátu, který se při granulaci neutralizuje amoniakem. Při manipulaci je granulovaná forma ekonomicky výhodnější, hygieničtější a má větší agrochemickou účinnost.

Fosforečná hnojiva s fosforem rozpustným v citranu amonném

Dikalciumfosfát

Obsahuje 18 % P ve formě $CaHPO_4 .2H_2O$. Vyrábí se rozkladem fosfátů kyselinou dusičnou nebo chlorovodíkovou.

Fosforečná hnojiva s fosforem rozpustným ve 2%ní kyselině citrónové

Thomasova moučka

Vzniká jako hnojivo při odstranění fosforu z železných rud oxidací fosforu a jeho následnou vazbou na vápník. Při vyšším obsahu křemíku vzniká silikofosfát vápenatý. Thomasova moučka obsahuje 6 % P (13,5 % P_2O_5) celkového, z toho má být 80 % P rozpustného ve 2%ní kyselině citrónové. Kromě fosforu obsahuje 32 – 35 % Ca, 2,5 % Mg, 3 – 4 % Si, 5 – 6 %Mn. Účinnost fosforu se zvyšuje jemností mletí.

3.4.1.2.4 Fosforečná hnojiva s fosforem rozpustným v silných kyselinách

Mleté fosfáty

K přímému hnojení se hodí pouze tzv. měkké amorfní fosfority, které se mohou v půdě účinkem slabých kyselin a činností mikroorganismů rozkládat a uvolňovat do půdního roztoku ionty fosforu. Z fosforitů se nejlépe osvědčuje Gafsafosfát z Tunisu s celkovým obsahem 12,3 - 12,7 % P (28 - 29 % P_2O_5). Velmi dobrou účinností se vyznačují mikromleté fosfáty, u nichž je požadováno, aby 90 % částic bylo menších než 0,063 mm. Při požadované jemnosti je fosforit Gafsa ve svém účinku na kyselých půdách rovnocenný superfosfátu.

3.4.1.3 **Draselná hnojiva**

Suroviny pro výrobu draselných hnojiv pocházejí z přirozených ložisek draselných solí, která vznikla odpařováním mořské vody. Opakovaným přítokem další vody se soli zahušťovaly a krystalizovaly. Minerální draselná hnojiva se vyrábějí rozemletím a rozpouštěním nízkoprocentních surových solí a následnou flotací. K přirozeným draselným solím počítáme Sylvinit, Karnalit, Tvrdou sůl, Kainit a Kainitit.

Koncentrovaná draselná hnojiva se dělí na **chloridový** a **síranový** typ.

Chloridová draselná hnojiva

Získávají se z nízkoprocentních surových solí jejich rozpouštěním ve vodě, zahušťováním a rekrystalizací.

Chlorid draselný 60 % K_2O; Draselná sůl 60 %

V podstatě jsou to technické soli KCl s obsahem 60 % K_2O. Celkový obsah chlóru se pohybuje kolem 48 %. Neobsahuje žádné doprovodné soli.

Draselné soli jsou univerzálním draselným hnojivem používaným na všech půdách s výjimkou rostlin citlivých na chlór a těžkých jílovitých půd náchylných ke kornatění. Draselné soli se používají jako komponenty do kombinovaných hnojiv.

Síranová draselná hnojiva

Síran draselný

Vzniká podvojnými reakcemi mezi KCl a $MgSO_4$. Je to bílý až našedlý prášek s obsahem 50 % K_2O. Obsah chlóru nemá překročit 2 %. Používá se při předseťové přípravě nebo do krátkodobé zásoby. V granulované formě obsahuje 40 % K_2O.

3.4.1.4 Vápenatá a hořečnatá hnojiva

Rozdělení a popis jednotlivých vápenatých a hořečnatých hnojiv včetně dalších informací o předešlých druzích hnojiv je dostupné na www.af.mendelu.cz/ustav/221/multitexty, popř. v registru hnojiv na www.ukzuz.cz.

4 PŮDA A VEGETAČNÍ SUBSTRÁTY PRO TRÁVNÍKY

(Ing. Stanislav Hejduk, Ph.D.)

4.1 Fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půd

Půda se skládá z minerálního a organického pevného podílu, půdního vzduchu a vody a z živých organismů. Pokrývá nejsvrchnější část přirozeného povrchu Země a vytváří předpoklad pro život vyšších rostlin a zároveň životní prostor pro živočichy a člověka. Většina definicí půdy zdůrazňuje její význam pro zajištění životních funkcí rostlin, nicméně vytvoření prostředí pro život uvnitř půdy je stejně důležitý.

Půda vzniká většinou zvětráváním mateční horniny za spoluúčasti organické hmoty rostlin, často za spoluúčasti člověka a je v neustálém vývoji. Tvorba půd je silně ovlivněna také klimatem a reliéfem terénu (svahy, terénní deprese, roviny atd.). Probíhá velmi pomalu a podle podmínek vzniká vrstvička o mocnosti 1 centimetr většinou více než 100 let.

Velmi důležitou vlastností půd je zajištění koloběhu uhlíku v biosféře. Tento cyklus zahrnuje dvě hlavní části: 1. fixace uhlíku zelenými rostlinami v procesu fotosyntézy do organických sloučenin a 2. rozklad organických sloučenin heterotrofními organismy (zejména mikroorganismy) žijícími v půdě.

Při přirozeném procesu tvorby půd vznikají typické půdní horizonty. Jejich vlastnosti (např. barva a mocnost) určují jednotlivé **půdní typy** (např. kambizem, černozem, rendzina, glej aj.). **Půdní druh** závisí na zrnitostním složení, tzn. na podílu jednotlivých velikostí půdních částeček (např. písčité půdy mají relativně velká zrna, zatímco jíly jsou tvořeny nejjemnějším materiálem). Rozlišujeme půdní druhy lehké, středně těžké a těžké, popř. detailnější dělení od písčitých, přes hlinité po jílovité. **Půdní (vegetační) substrát** na rozdíl od procesu přirozeného vývoje půd, který může trvat i tisíce let vzniká činností člověka promísením přírodních i umělých materiálů, které následně slouží jako stanoviště rostlin (např. směs křemičitého písku, rašeliny a syntetického hydroabsorbentu).

Procesy přeměn při vzniku půd

Horniny a minerály na povrchu Země podléhají vlivu atmosférickým vlivům a působením organismů. Jejich vlivem jsou rozkládány a přeměňovány v procesu zvětrávání a mohou vznikat i nové minerály. Nejdůležitější primární minerály pro tvorbu půd jsou silikáty (základem je SiO_2 – křemen, živce, slídy) a karbonáty (vápenec - $CaCO_3$).

Zvětrávání hornin a minerálů

1. **Fyzikální zvětrávání**

Působí rozpad hornin a minerálů na menší části, přičemž se zvětšuje jejich specifický povrch. To je důležité pro jejich následné chemické zvětrávání. Při fyzikálním zvětrávání se uplatňují následující procesy: změna teploty (působí nestejnou změnu objemu a praskání), působení mrazu (trhací účinek ledu), trhací účinek kořenů (následkem tloušťkového růstu v puklinách), mechanické působení větru a vody (spraše, písky).

2. **Chemické zvětrávání**

Důležitými činiteli jsou voda, CO_2, O_2 a ionty H^+ a OH^-.

- Rozpouštění (uplatňují se dipóly vody a kationty a anionty krystalové mřížky),
- hydrolýza - působí zde disociace vody na ionty H^+ a OH^-,
- působení kyselin (agresivní působení H^+ iontů),

- oxidace - zbarvování do rezava díky trojmocnému železu, které je uvolňováno ve formě oxidů a hydroxidů, popř. do hnědočerné barvy díky oxidovaným sloučeninám manganu.

3. **Biologické zvětrávání** - působení edafonu a kořenů rostlin. Účast CO_2 (z dýchání), iontů H^+ (z výměny po příjmu živin), organických aniontů (citrát, malát, oxalát aj.) vytváří rozpustné komplexy s Fe, Al a Mn a tím uvolňují mřížku minerálů.

Všechny uvedené formy zvětrávání se vyskytují často společně a působí zmenšování částic výchozích materiálů na štěrk, písek, prach a jíl.

Tvorba sekundárních minerálů

Při zvětrávání dochází často k současné tvorbě nových minerálů. Minerály jsou podle intenzity a doby působení zvětrávacích procesů a podle své základní struktury rozrušeny a přeměněny na rozličné rozkladné produkty. Z nich vznikají nové sekundární minerály. Nejdůležitější z nich jsou jílové minerály.

Jílové minerály jsou vrstevnaté silikáty koloidního charakteru (jílnaté částice mají velikost pod 0,002 mm)

- vyznačují se velkým specifickým povrchem
- mají schopnost reversibilního hromadění a vrstvení molekul vody
- mohou bobtnat a smršťovat se
- mají schopnost adsorbovat ionty výměnnou formou

Svými vlastnostmi podmiňují spolu s organickými látkami schopnost půdy zadržovat vodu, živiny a vytvářet strukturní agregáty. V našich podmínkách je nejčastější illit.

Vlastnosti nejvýznamnějších jílových minerálů (Šimek, 2003)

Minerál	Typ	Tloušťka vrstvy (nm)	Negativní náboj ($cmol.kg^{-1}$)	Vnitřní povrch ($m^2.g^{-1}$)	Vnější povrch ($m^2.g^{-1}$)	Bobtnavost
kaolinit	1:1	0,7	2 – 10	-	10 – 30	ne
smektit	2:1	1,0	80 – 120	550 – 650	70 – 120	velká
illit	2:1	1,0	25	-	20	velmi malá
vermikulit	2:1	1,4	100 – 180	500 – 600	50 – 100	malá
chlorit	2:2	1,4	10 - 40	-	10 - 100	ne

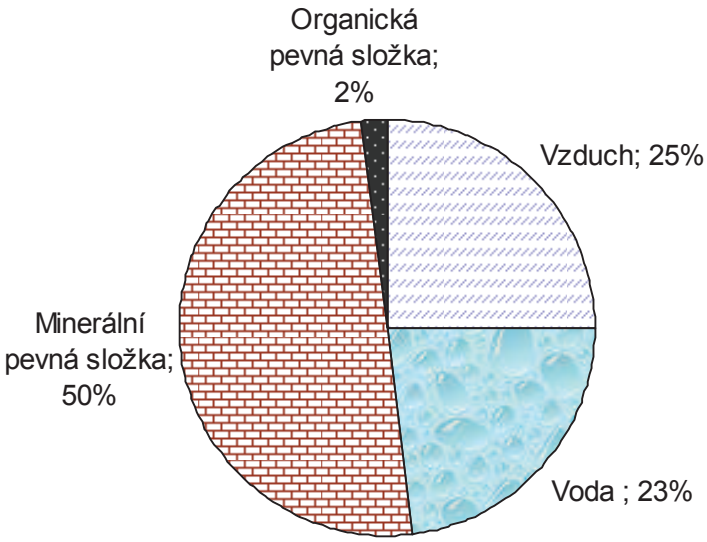
4.1.1 Fyzikální vlastnosti půd

Půda se vyznačuje velmi proměnlivým složením. Skládá se ze čtyř složek:

- minerální pevná složka (úlomky hornin, primární a sekundární minerály, amorfní látky), většinou představuje dominantní podíl půd a substrátů.
- organická pevná složka (půdní organismy – edafon, kořeny rostlin, rozložené a nerozložené odumřelé zbytky rostlin a živočichů, nově vytvořené humusové látky)
- kapalná složka (voda – půdní roztok)
- plynná složka (půdní vzduch)

Tím, že jsou smíšeny pevné, tekuté i plynné látky je půda popisována jako *třífázový systém*.

Příklad optimálního zastoupení půdních složek vegetačního substrátu pro sportovní trávník



Během procesu zvětrávání se původní hornina rozpadá, zmenšuje se velikost jejích částic a je osídlována pionýrskými rostlinami a půdními organismy. Vznikají organické látky, které se mohou znovu spojovat s minerálními složkami. Tak vznikají půdní koloidy (velikost částic pod 0,01 mm) jako jsou jílové minerály, humusové látky, sesquioxidy a další.

4.1.1.1 **Minerální podíl půd**

Obsah jednotlivých minerálů v půdě je závislý na jejich zastoupení v mateční hornině a na stupni zvětrávání. Čím vyšší je stupeň zvětrávání, tím nižší je podíl nestabilních minerálů a vyšší je podíl zvětrávání odolných minerálů (u primárních minerálů – *křemen*, u jílových minerálů – *kaolinit*). Existuje těsný vztah mezi mineralogickým složením půdy a zrnitostními frakcemi. Např. u písků převažují primární minerály (křemen, silikáty), jíly jsou složeny zejména ze sekundárních minerálů, prachové částice a hlíny jsou přechodem mezi nimi.

Jílové minerály jsou téměř vždy nově vytvořené v procesu zvětrávání, mají proměnlivé složení, vždy jsou vrstevnaté a spolu s organickými půdními koloidy (jílovitohumusový komplex) představují nejdůležitější komponenty pro poutání živin a výměnu iontů a také pro zadržování vody.

4.1.1.2 Půdní organická hmota – humus

Odumřelé orgány rostlin (kořeny, listy atd.) spolu s odumřelými půdními organismy a jejich exkrementy jsou v půdě přeměňovány činností mikroorganismů (rozklad, syntéza, kondenzace, polymerace). Většina organických látek je zcela rozložena v procesu mineralizace, jejímiž konečnými produkty jsou CO_2, H_2O, NH_3 a další minerální látky, které slouží okamžitě jako zdroj minerálních živin pro rostliny a mikroorganismy (recyklace). Při mineralizaci získávají půdní organismy energii pro svůj život. Část organické hmoty je transformována do **humusových látek**, které jsou relativně odolné vůči rozkladu. Je to směs

vysokomolekulárních látek tmavě hnědé barvy, které mají vhodné fyzikální a chemické vlastnosti pro půdu a život rostlin. Dělí se na tři skupiny:

1. Fulvokyseliny – jsou světlejší barvy, rozpustné a nejsnáze rozložitelné.
2. Huminové kyseliny – jsou tmavé a nerozpustné v kyselinách, nejkvalitnější frakce.
3. Humin – nejodolnější k rozkladu.

Výchozí surovinou pro tvorbu humusových látek je nejčastěji lignin, při jeho přeměnách se výrazně uplatňují extracelulární enzymy mikroorganismů, živočichů i rostlin (Šimek, 2003). Pro rychlost mineralizace je velmi důležitý poměr C/N (u kvalitních půd bývá 8 – 10/1).

Humusové látky mají vysokou výměnnou kapacitu (schopnost poutat kationty – cca 7 krát více, než jílové minerály), zvyšují retenci vody v půdě, biologickou aktivitu a pórovitost. Vysoký obsah organické hmoty v trávníkových substrátech na hřištích (rašelina) však způsobuje problémy (klouzavost povrchu, akumulace velkého množství vody po dešti aj.).

Travní porosty mají schopnost kumulovat organickou hmotu (uhlík) v půdě a na 1 hektaru půdy pod trvalými travními porosty může být i více než 100 tun C, zatímco na orných půdách je to jen cca 30 t/ha (vrstva 0 - 20 cm). Hromadění uhlíku v půdě s travními porosty (sequestrace) může sehrát významnou roli při omezování nárůstu obsahu CO_2 v atmosféře.

4.1.1.3 **Půdní vzduch**

Velmi důležité je udržet v půdě, resp. v substrátu trvale co největší objem vzduchu a zajistit jeho výměnu s okolní atmosférou z následujících důvodů:

- rozvoj a růst kořenů je podmíněn jejich dýcháním (dýcháním kořenů se spotřebovává kyslík a vniká CO_2)
- nově vznikající kořeny zajišťují příjem vody a živin (kořenové vlášení má krátkou životnost)
- půdní organismy (edafon) také vyžadují kyslík pro svůj život, při rozkladu a přeměnách organické hmoty se spotřebovává kyslík
- provzdušněné půdy se rychleji prohřívají
- vysoký obsah CO_2 v půdním vzduchu působí toxicky na růst kořenů a život edafonu

Při nedostatku kyslíku *(hypoxie)* v půdním vzduchu (pod 10 % obj. O_2) vzniká anaerobní, redukční prostředí spojené s hnilobnými procesy a tvorbou metanu (CH_4) a sirovodíku (H_2S). Tyto procesy se projevují nepříjemným zápachem stoupající intenzity (jako rybniční bahno) a později šedomodrým až černým zbarvením („black layer“).

Následkem dýchání kořenů a půdních organismů (spotřeba O_2, produkce CO_2) se liší složení půdního vzduchu od atmosferického. Zejména obsah CO_2 je silně zvýšen (v horních vrstvách půdy asi 10 krát). Při omezené výměně plynů může obsah CO_2 vzrůst až nad 10 % objemových (oproti atmosféře 250 krát!), zejména v hlubších vrstvách půdy. To již silně omezuje růst a funkce kořenů. Vysoký obsah CO_2 (a nízký obsah O_2) v půdním vzduchu podporuje zhutnění a výskyt plsti v trávníku.

Jako jeden z parametrů provzdušněnosti se používá *minimální vzdušná kapacita* půd. Je to objem vzduchu v půdě při polní vodní kapacitě. U trávníků by obecně měl být nad 10%, minimum pro růst kořenů je 5%.

4.1.1.4 **Rozdělení půdních pórů**

Půdní póry se liší svým tvarem i velikostí. Podle velikosti je dělíme následovně:

a) Hrubé póry (makropóry, nekapilární póry), střední průměr nad 10 μm, vyskytuje se v nich gravitační voda (10 – 50 μm pomalu, nad 50 μm rychle odtékající); po odvedení vody jsou vyplněny vzduchem.
b) střední póry (semikapilární), střední průměr 0,2 – 10 μm; obsahují kapilární, zavěšenou vodu, při vyschnutí půdy obsahují vzduch
c) jemné póry, střední průměr pod 0,2 μm; obsahují vodu nepřístupnou rostlinám, pouze při silném vyschnutí půdy jsou částečně vyplněny vzduchem.

Rozdílné půdy se velmi liší v rozdělení jednotlivých kategorií pórů v závislosti na zrnitostním složení, obsahu a kvalitě organické hmoty a na struktuře půdy. Zrnitostní složení působí na zastoupení pórů následovně: vyšší podíl větších zrn způsobuje nižší celkovou pórovitost, ale vyšší objem hrubších pórů (vzduchu); vyšší podíl jemných částic (jílu) zvyšuje celkovou pórovitost a podíl i objem jemných pórů.

Při hodnocení pórovitosti je stejně důležitý celkový objem a distribuce velikostních kategorií pórů jako jejich kontinuita (spojitost). Pokud nejsou póry navzájem propojeny, nemohou vést vzduch ani vodu.

Vliv zrnitostního složení půdy na objem distribuci pórů (Armbruster, 2004)

Půdní druh	Velikost zrn (mm)	Celková pórovitost (%)	Objem vzduchem naplněných pórů (%)
Hrubý písek	0,6 – 2,0	37	30
Jemný písek	0,06 – 0,2	42	14
Jíl	pod 0,02	50	2

4.1.1.5 **Zrnitost a půdní druhy**

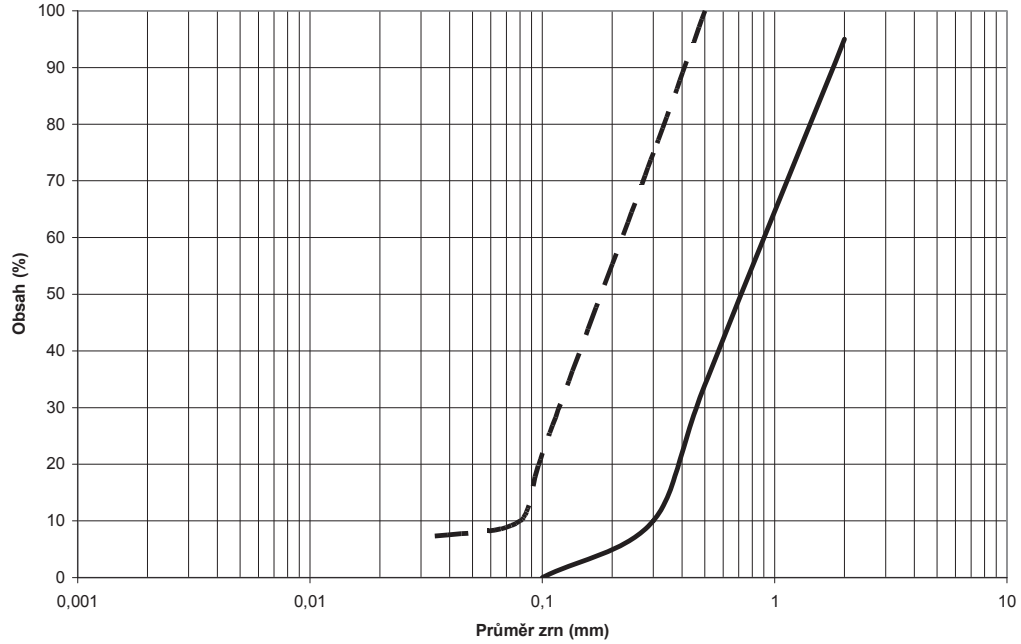
Zrnitost (textura půdy) udává poměr zastoupení velikostních skupin částic minerálů a hornin. Závisí na výchozím materiálu (matečné hornině) a na stupni zvětrání. Rozdělení se provádí jako u nezpevněných sedimentů frakcionací zrn. Frakce pod 2,0 mm se nazývá jemnozem, nad 2,0 mm skelet.

V ČR se používá pro zemědělské potřeby rozdělení zrnitostních frakcí jemnozemě podle Kopeckého (Kutílek, 1978):

Označení kategorie	průměr zrn (mm)	sedimentační rychlost ve vodě ($mm.s^{-1}$)	Měrný povrch řádově $m^2.g^{-1}$
I. jílnaté částice	‹ 0,01	‹ 0,2	› 10
II. prach	0,01 – 0,05	0,2 – 2,0	1 – 10
III. práškový písek	0,05 – 0,10	2,0 – 7,0	0,1 – 1
IV. písek	0,10 – 2,00	› 7,0	‹ 0,1

V rámci I. kategorie se rozlišuje koloidní jíl (pod 0,001 mm) a fyzikální jíl (pod 0,002 mm).
Poznámka: *půdní částice jsou zřídka kulovitého tvaru a proto jejich zde uváděná velikost odpovídá ekvivalentu průměru koule, která ve vodě klesá stejnou rychlostí, jako odpovídající nekulovitá částice.*

Zrnitostní křivky pro substráty na golfové greeny



Na grafu se zrnitostní křivkou půdy jsou velikosti částic zobrazeny na ose x v logaritmickém měřítku (v mm), na ose *y* je kumulativně přičítán podíl jednotlivých frakcí v procentech hmotnostních.

Podle zastoupení jednotlivých frakcí půdních zrn lze zjistit, jaký je podíl písku, prachu a jílu v jemnozemi. Pojmenování půdy vychází potom z dominantní frakce. V hlinité půdě jsou všechny tři frakce zastoupeny rovnoměrně. Velikostní dělení půdních částic se týká pouze minerální pevné frakce (u rašeliny nemá smysl).

Při znalosti zrnitostního složení je možno přiřadit půdní druh podle trojúhelníhového diagramu, nebo podle zastoupení jílnatých částic.

Vlastnosti odlišných půdních druhů při zatěžování (dle Schönthalera)

Vyšší podíl **PÍSKU**	Vyšší podíl **JÍLU**
Vysoká propustnost pro vodu	Nízká propustnost pro vodu
Nízká schopnost zadržování vody	Vysoká schopnost zadržování vody (avšak vysoký podíl „mrtvé vody“)
Dobré provzdušnění	Špatné provzdušnění
Nízká schopnost zadržování živin	Vysoká sorpce živin
Nízká schopnost postupného uvolňování živin	Dobrá schopnost postupného uvolňování živin
Dobré prokořenění	Špatné prokořenění
Téměř vždy zpracovatelné	"hodinové“ půdy – vyžadují určitou vlhkost pro snadné zpracování

4.1.1.6 **Struktura půdy**

Pro písčité půdy, které na sportovních trávnících převažují, nemá struktura půdy velký význam, neboť při obsahu písku nad 70% se mohou makropóry udržet i při absenci agregace. U půd s vyšším podílem jílnatých částic je však dobrý strukturní stav základním předpokladem pro dostatečný obsah vzduchu, infiltrační schopnost a hydraulickou vodivost.

Většina půd obsahuje nad 30% jílnatých a prachových částic a splňuje tyto požadavky jen tehdy, pokud jsou primární částice (jíl, prach a písek) spojeny do křehkého systému vodostálých agregátů (Adams a Gibbs, 2004).

Fyzikální vlastnosti většiny půd se výrazně mění, pokud mechanický tlak poškodí jejich agregátovou strukturu. Toto poškození je nejpravděpodobnější, pokud vlhkost půdy dosáhne úrovně polní kapacity či vyšší. Pokud tedy použijeme hlinité či jílovité zeminy pro stavbu hřiště, dojde nevyhnutelně k tomu, že při jeho používání za deště či krátce po dešti dojde ke zničení struktury půdy v povrchové vrstvě. Všechny druhy půd jsou v určitém rozsahu zhutnitelné, ale konečný výsledek závisí na jejich zrnitostním složení. Při každém zhutňování (pohybem lidí, zvířat či strojů) jsou nejsnadněji ničeny největší póry.

Pokud dojde ke zhutnění hlinitých či jílovitých půd, je velmi pravděpodobné, že zde zůstanou jen mikropóry. Důvodem je, že takové půdy obsahují málo písku, který by umožnil zachovat systém makropórů mezi jednotlivými pískovými zrny, neboť tyto prostory jsou blokovány jílem a prachem.

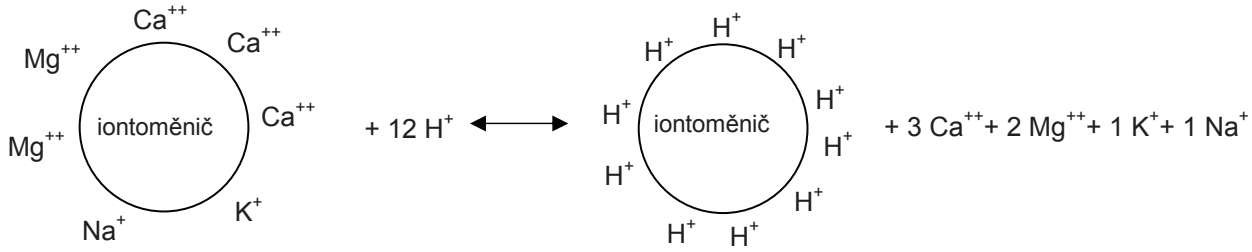
Degradace půdní struktury způsobuje výrazný pokles infiltrační rychlosti a hydraulické vodivosti, který se zpětně projevuje v přemokření a ve tvorbě kaluží na povrchu trávníku. Tyto podmínky nejen nepříznivě ovlivňují růst kořenů, ale snižují také smykovou pevnost půdy. Jestliže na takto poškozeném povrchu hra pokračuje, stává se povrch rychle kluzký a plastický a trávník je zcela zničen. Pravděpodobnost tohoto stavu se zvyšuje pokud byla půda v nedávné době přemisťována (výkopové práce) nebo přechodně skladována na hromadách, neboť oba procesy ničí stabilní agregaci.

4.1.2 Chemické vlastnosti půd

4.1.2.1 Procesy iontové výměny

Existují půdní částice (koloidy) schopné výměny kationtů, které si vyměňují s půdním roztokem. Výměna probíhá do ustálení rovnovážného stavu.

Schéma výměny kationtů na iontoměniči



Rostliny přijímají živiny hlavně ve formě iontů (pozitivně či negativně nabité částice) v procesu výměny iontů mezi půdním roztokem (koloidy) a povrchem kořenů.

Anionty – negativní náboj, nízká úroveň poutání na půdní koloidy
Kationty- kladný náboj, poutání na půdní koloidy velmi významné

4.1.2.2 pH půdy (půdní reakce)

pH představuje koncentraci vodíkových iontů v půdním roztoku (záporný dekadický logaritmus koncentrace iontlů H^+ vyjádřený v mol/l).

- kyselá = mnoho volných iontů H^+
- alkalická = mnoho volných iontů OH^-

- neutrální = stejné množství iontů H^+ a OH^-

Příklad: 1 / 10.000 = 10^{-4} molů iontů H^+ na litr → pH = 4,0 → silně kyselá reakce

Měření pH půd se běžně provádí v ředěném elektrolytu (0,2 M KCl popř. 0,01 M $CaCl_2$). Tato **půdní reakce** se nazývá jako **výměnná**. Její hodnota leží o 0,1 – 1,0 stupeň níže, než pokud je pH měřeno v suspenzi půdy s destilovanou vodou (aktivní půdní reakce).

Hodnota pH ovlivňuje mnohými způsoby chemické, biologické i některé fyzikální vlastnosti a procesy v půdě:

- pedogenetické – především procesy vzniku a vývoje půd (přeměna výchozích minerálních a organických látek)
- ekologické – především živinové poměry (rychlost mineralizace, přijatelnost živin)

Nízká i vysoká hodnota pH může působit negativně i pozitivně; při extrémních hodnotách však převažuje negativní působení. Po započtení všech faktorů, které vytváří pro většinu rostlin příznivé podmínky (nebo co nejmenší negativní působení) je optimální reakce půdy v rozmezí kyselé až neutrální (pH výměnné = 5,0 – 7,5).

4.1.3 Biologické vlastnosti půdy

Půdní organismy = *Edafon* (z řečtiny *edaphos* = půda, země)

Pod tímto pojmem označujeme souhrn půdních organismů, které rozdělujeme na půdní flóru a půdní faunu. Váhový podíl edafonu na hmotnosti sušiny organické hmoty závisí na životních podmínkách a pohybuje se od 1 do max. 10%.

Půda je samostatný ekosystém, jejíž produkční úroveň je tvořena kořeny a opadem (odumřelou organickou hmotou na povrchu půdy – u trávníků *plst*'). Existují zde potravní řetězce, které mají počátek na odumřelé hmotě prorostlé mycéliem hub, jimž se živí drobní členovci a roztoči. Pod přirozeným travním krytem se povrch půdy neustále obohacuje o odumřelé listy a stébla, členovci tam neustále dodávají exkrementy a zanechávají svá mrtvá těla. V hlubších vrstvách půdy zůstávají odumřelé kořeny. Ze všech organických látek vzniká humus, zdroj výživy pro mikroorganismy. Jsou charakterizovány krátkým životem, ale s ohromným výkonem. Mikroorganismy uvolňují z organické hmoty CO_2, z něhož vzniká fotosyntézou nová organická hmota. V půdě probíhá neustálý boj o organické látky mezi ohromným množstvím chvostoskoků, hlístic, roztočů, prvoků, larev hmyzu, mravenců a mikroorganismů. Bez jejich činnosti by docházelo k akumulaci organické hmoty, které by vyvolalo takové zdržení uhlíku a dalších prvků, že život na Zemi by brzy nebyl možný (Duvigneaud, 1988).

4.1.3.1 **Bakterie**

Jednobuněčné organismy o velikosti 1 – 10 μm, žijí samostatně, vytváří řetízky nebo kolonie. Vyskytují se především v rhizosféře (kořenový prostor). Kulovitý tvar tvoří koky, tyčinkovitý tvar mají např. bacily, šroubovitý tvar je typický pro spirily. Některé mohou vytvářet trvalé formy – spory (např. rod *Clostridium*), které přežívají nepříznivé podmínky. Jsou převážně heterotrofní (vyžadují organický substrát jako zdroj energie a uhlíku), některé jsou autotrofní (zdroj uhlíku CO_2, zdroj energie : oxidace S, NH_3, NO_2, Fe^{2+}, Mn^{2+}).

- aerobní – vyžadují k životu kyslík
- anaerobní – žijí v podmínkách s absencí nebo nedostatkem kyslíku

Převážná většina bakterií žije saprofyticky (na odumřelých tělech rostlin, živočichů a mikroorganismů). Většina bakterií dovede využívat lehce rozložitelné zdroje uhlíku (cukry, pektin, hemicelulóza, celulóza) stejně jako zdroje N (proteiny, aminokyseliny), mimo to existují ještě „specialisté", kteří jsou vázáni pouze na určité substráty (celulo-, pektino-,

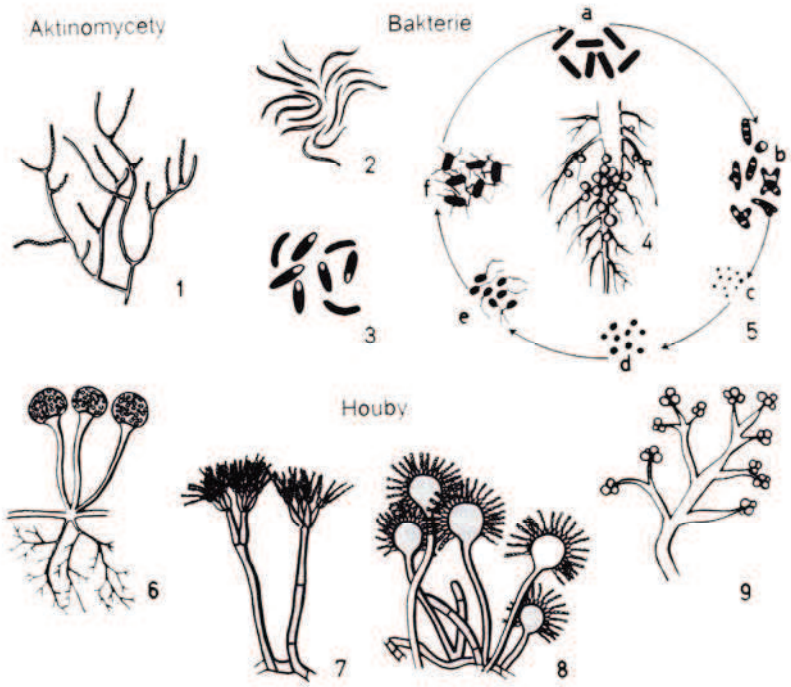
proteo-lytické bakterie). Většinou mají vysoké nároky na dostatečnou vlhkost prostředí a dávají přednost slabě kyselé až alkalické reakci.

Velikost pórů pro půdní organismy

Průměr pórů	Sací tlak	hodnota pF	životní prostor pro
300 µm	> 1 kPa	1,00	svazčité kořeny
20 µm	> 15 kPa	2,18	nálevníci, řasy
10 µm	> 30 kPa	2,50	kořenové vlášení
1 µm	>100 kPa	3,00	bakterie

Pokud je v půdě dostatek kyslíku, rozloží se snadno stravitelné látky během několika dnů na CO_2 a vodu prostřednictvím bakterií a hub. Za nepřítomnosti kyslíku dochází k fermentaci na alkoholy a organické kyseliny.

Příklady důležitých zástupců půdní mikroflóry (Duvigneaud, 1988)



Důležití specialisté:

Nitrifikační bakterie (*Nitrosomonas, Nitrobacter*) oxidují amonný dusík (NH_4^+), který vzniká rozkladem bílkovin, na nitrity a nitráty:

$$NH_4^+ \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO_3^-$$

Bakterie poutající vzdušný dusík – žijí buď volně v půdě (*Azotobacter*), nebo v symbióze na kořenech bobovitých rostlin (*Rhizobium*), váží tento dusík do organických vazeb a zpřístupňují ho tak rostlinám.

Aktinomycety – jednobuněčné organismy podobné velikosti jako bakterie, vytváří síť hyf (výběžků). Jsou převážně aerobní, heterotrofní a saprofytické; dokáží využívat i obtížně rozložitelné zdroje uhlíku (lignin). Mají podobné nároky na prostředí a výživu jako bakterie.

V půdách převažuje rod *Streptomycetes*, který způsobuje spolu s půdními houbami typický pach půdy. Mají velmi příznivý vliv na tvorbu půdní struktury.

4.1.3.2 **Půdní houby (mikromycety)**

Vícebuněčné, většinou vytváří typické mycelium mikroskopických až makroskopických rozměrů, vždy aerobní a heterotrofní, většinou saprofytní (ale i důležití parazité trav). Nejdůležitější skupiny: hlenky, plísně, stopkovýtrusné houby. Zdrojem energie a uhlíku jsou nejčastěji pektin, hemicelulóza, celulóza a lignin. Vyžadují slabě kyselou až kyselou reakci, dávají přednost sušším stanovištím, dokáží využívat také těžce rozložitelné organické látky.

Některé houby působí hydrofobnost písčitých substrátů (dry patches). Je to dáno obalováním zrn písku hydrofobní látkou, která brání zasakování vody. Pro odstranění tohoto povlaku se využívá opakovaná aplikace speciálních detergentů.

Řada mikromycet žije v symbióze na kořenech vyšších rostlin, zejména stromů, ale i trav. Tento jev se nazývá mykorrhiza. Vlákna hub (hyfy) jsou mnohem jemnější, než kořeny rostlin a pronikají větším objemem půdy v okolí křenů. Umožňují lepší příjem vody a málo pohyblivých živin (zejména fosforu). Zrychlenou mineralizací organické hmoty zpřístupňují rostlinám dusík.

4.1.3.3 **Řasy**

Autotrofní, fotosynteticky aktivní organismy, menší význam než bakterie, aktinomycety a houby. Výskyt omezen na povrchovou vrstvu půdy. V trávních mohou působit i nežádoucí projevy (viz. kap. plevele).

Všechny půdní mikroorganismy vykazují vyšší životní aktivitu při vyšších teplotách a vlhkosti a při stoupajícím provzdušnění půdy (s výjimkou anaerobních organismů).

4.1.3.4 **Půdní fauna**

Rozdělení podle velikosti na mikro-, mezo a makrofaunu:

Mikrofauna (pod cca 100 μm): především jednobuněční nálevníci (*Protozoa)* a hlístice (*Nematoda*). V aktivním stavu se nachází v půdním roztoku v pórech, živí se zejména bakteriemi a aktinomycetami.

Mesofauna (cca 100 μm – 10 mm: především členovci (*Arthropoda*) – hlavní zástupci roztoči (*Acari*) a chvostoskoci (*Collembola*), a dále malé roupice (*Enchytraeidae*). Převážně saprofytní organismy, členovci též požírají mikroflóru a mikrofaunu. Roztoči a roupice dávají přednost vlhké (ne mokré) půdě, chvostoskoci obývají spíše suché prostředí. Téměř všechny organismy patřící do této skupiny snáší kyselou reakci.

Makrofauna (cca nad 10 mm): *Lumbricide* (dešťovky), nejdůležitější organismy pro kypření půdy, rozkládají čerstvý opad rostlin (listy, stařina), mají rády vlhké prostředí a slabě kyselou až neutrální reakci. Výrazně zvyšují infiltrační schopnost půd. Důležití zástupci: *Lumbricus, Allolobophora, Octolasium*. Podle způsobu života se žížaly dělí na: 1. epigeické (silně pigmentované, žijící v povrchových vrstvách půdy, živí se opadem na povrchu půdy, hojné v kompostech); 2. endogeické (větší rozměry, slabá pigmentace, vytváří velké, hluboké chodbičky, žijí v hlubších vrstvách půdy) a anektické (přechodné vlastnosti, největší velikost), (Pižl, 2002). Nevyhovují jim písčité půdy.

Do skupiny makrofauna patří také větší členovci, jako jsou svinky (*Armadillium*), mnohonožky, dravé stonožky, dále larvy a imaga hmyzu (mravenci, tiplice) a další. Na vlhkých stanovištích jsou častí mekkýši (hlemýždi, pásovky aj.).

Celkové zastoupení druhů půdní fauny je velmi variabilní, podobně jako u půdní mikroflóry a závisí na převažujících podmínkách stanoviště.

Průměrné množství hlavních skupin zooedafonu v půdě (Scheffer-Ulrich, 1953)

Biotop	Hmyz vč. larev	žížaly		roupice		Chvosto-skoci	Roztoči	Hlístice
	počet/m^2	počet/m^2	kg.ha^{-1}	počet/m^2	kg.ha^{-1}	počet/m^2	počet/m^2	počet/m^2
lesy	$3 . 10^3$	78	400	$3{,}5 . 10^3$	100	$4 . 10^4$	$8 . 10^4$	$6. 10^6$
louka	$4{,}5 . 10^3$	97	500	$10{,}5 . 10^3$	300	$2 . 10^4$	$4. 10^4$	$5. 10^6$
orná půda	$1 . 10^3$	41	200	$2 . 10^3$	60	$1 .10^4$	$1. 10^4$	$4{,}5. 10^6$

Z tabulky je patrno, že nejpočetnější skupinou zooedafonu jsou hlístice, které měří cca 1 mm a na jednom a půl hektaru louky je jich více, než lidí na Zemi. Některé z nich parazitují na kořenech rostlin. Poskytují potravu pro dravé členovce.

Po provlhčení opadu (trávníkové plsti) dešti či závlahou dochází k vyluhování minerálních látek a nasáklé odumřelé zbytky se obalí vodním filmem a stanou se živnou půdou pro kolonie bakterií, aktinomycet, vířníků, sinic a zelených řas a to vše je prostoupeno mycéliem nejrůznějších hub. Takto změkčená a natrávená hmota je pak k dispozici živočišným rozkladačům.

4.2 Problematika nadměrného zhutnění půd

Ke zhutňování půd a substrátů dochází působením pojezdu mechanizace (např. sekačky), pohybem hráčů či zvířat (koňské dráhy). Při zhutnění půdy dochází ke snižování objemu větších – nekapilárních pórů, které jsou naplněny vzduchem. Celková pórovitost neklesá tak výrazně. Nadměrné zhutnění půd a substrátů se na trávnících projevuje nepříznivě v několika směrech:

1. Dochází ke snížení objemu vzduchu a jeho cirkulace, což může vést ke vzniku anaerobního prostředí (anoxie). S tím je spojena tvorba toxických látek, které spolu s deficitem kyslíku omezují růst kořenů a edafonu.
2. Snižuje se infiltrační schopnost a hydraulická vodivost, takže dochází ke vzniku kaluží na povrchu trávníku a snižuje to hratelnost hřiště po dešti. Voda se z takového prostředí může ztrácet pouze výparem.
3. Zhoršuje růst kořenů, neboť chybí hrubší póry pro vývoj mohutné kořenové soustavy (kořeny trav mají průměr 60 – 250 μm). To vede k tomu, že kořeny se soustřeďují v mělké podpovrchové vrstvě a trávníky se stávají velmi náchylné vůči suchu a vysokým teplotám. Výrazně se zhoršuje také kvalita trávníku.

V půdách s vyšším podílem jílnatých a prachových částic je systém makropórů zajištěn díky agregaci částic (strukturní půdy). Tyto agregáty jsou však křehké, a zejména za vlhka dochází vlivem tlaku k jejich destrukci. V písčitých půdách dochází k tomu, že se menší částice dostávají do prostor mezi většími pískovými zrny. Je-li v substrátu nedostatek jemných částic, nelze zhutňováním eliminovat všechny větší póry.

Největší zhutnění bývá u běžných sportovních a golfových trávníků zjišťováno v hloubce 30 – 60 mm pod povrchem. Pouze na dostihových drahách pro koně je nejvyšší

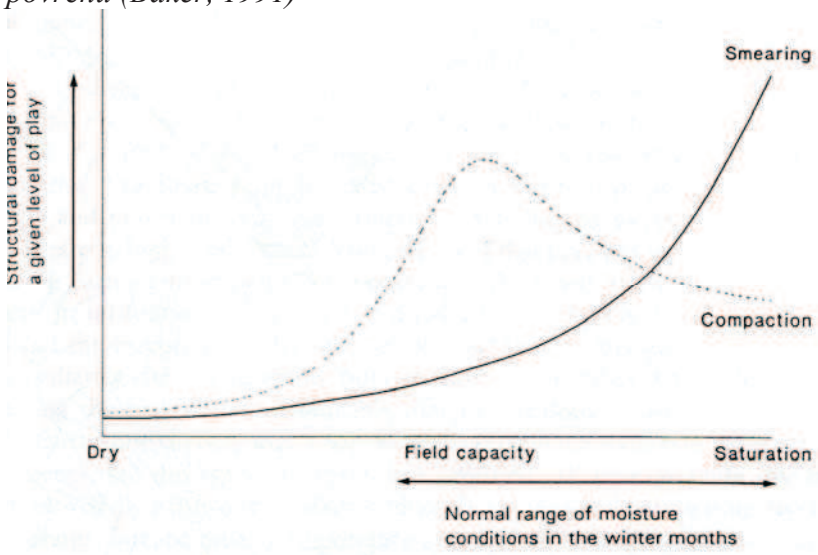
míra zhutnění ve vrstvě 80 – 120 mm pod povrchem. Do 20 mm nebývá zhutnění zjištěno vzhledem k velké biomase kořenů a jejich pružnosti.

Jediný jistý a trvalý způsob, jak zachovat makropóry na sportovních trávnících i při zátěži za vlhka je použití podílu křemičitého písku podle norem pro jednotlivé typy trávníkových ploch.

Zhutnitelnost je mimo zrnitostního složení závislá na celé řadě dalších faktorů, především na obsahu vody v době zhutňování!

- suchá půda – málo zhutnitelná (vzhledem k vysokému odporu třením mezi částicemi)
- vodou nasycená půda – nelze ji zhutnit (hydraulický efekt) – dochází však k výraznému poškozování struktury
- obsah vody, kdy je možno dosáhnout maximálního zhutnění se zjišťuje dle Proctora (využívá se zejména ve stavitelství – náspy silnic, sypané hráze aj.).

Vliv vlhkosti půdy na nebezpečí poškození zhutněním nebo devastací struktury – rozmazáním povrchu (Baker, 1991)



Structural damage for a given level of play = strukturální poškození při daném zatížení hřiště
Normal range of moisture conditions in the winter months = běžné rozpětí vlhkosti půdy v zimních měsících
field capacity = polní kapacita
saturation = nasycení
smearing = devastace struktury, „rozmazání“ povrchu
compaction = zhutnění

Distribuce velikostních skupin pórů v písčité půdě při objemové hmotnosti suché zeminy (OHSZ) 1,24 kg.dm^{-3} a 1,52 kg.dm^{-3} (Adams a Gibbs, 2004)

Průměr póru (µm)	podíl pórů pro danou hodnotu OHSZ (%)	
	1,24 kg.dm^{-3} (optimum)	1,52 kg.dm^{-3} (zhutněno)
› 1200	2,4	1,3
100 – 1200	15,0	0,3
6 – 100	23,6	23,9
‹ 6	9,5	14,2
celkem	50,5	39,7

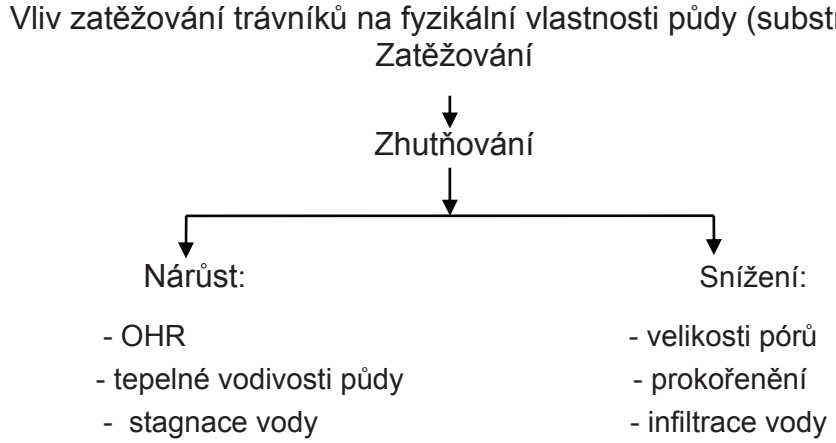
Z předchozí tabulky je dobře patrné, že největší pokles objemu pórů při zhutnění postihuje největší, nekapilární póry s průměrem nad 0,1 mm.

Objemová hmotnost redukovaná (OHR), objem vzduchu v půdě a hydraulická vodivost hlinité půdy při rozdílném stupni zhutnění (podle Daniel a Freeborg, in Schönthaler)

Stupeň zhutnění	OHR (g/cm^3)	Objem vzduchu (% obj.)	Hydraulická vodivost (mm/h)
nízký	1,31	21,5	165
	1,45	20,8	36
	1,49	10,0	23
	1,60	11,0	5
vysoký	1,64	10,9	5

Kritické hodnoty vybraných fyzikálních vlastností půd a substrátů pro zatěžované trávníky (podle Schönthalera a dalších autorů)

Obj. hmotnost redukovaná	nad 1,4-1,6 g/cm^3
Celková pórovitost	pod 45 % obj.
- Póry > 10 µm	pod 20 % obj.
- Póry 0,2-10 µm	15 % obj.
- Póry < 0,2 µm	nad 10 % obj.
Smyková pevnost	0,7-0,75 kg/cm^2
Penetrometrický odpor	> 140 N/ cm^2 < 250 N/ cm^2



Možnosti omezení zátěže resp. zhutnění trávníkových ploch

1. Výběr vhodné konstrukce (techniky výstavby) – použití únosné vegetační vrstvy, funkční drenáže, rovnoměrné kladení jednotlivých vrstev
2. Použití vhodných konstrukčních materiálů – zvětrávání odolné materiály (křemitý písek, drcená láva), stabilní organické materiály (vrchovištní rašelina), přídavek přírodních či syntetických kondicionérů .
3. Regenerační opatření – provzdušnění kořenové zóny pomocí aerifikace, popř. hloubkového kypření, průběžné pískování vhodným pískem
4. Renovační/rekonstrukční opatření – vybudování systému zasypaných zářezů, které odvádí přebytečnou vodu popř. znovu vybudování vegetační vrstvy nebo celého profilu
5. Stroje zajišťující péči o trávník – lehké konstrukce, speciální široké pneumatiky s co nejmenším tlakem vzduchu, co nejnižší vibrace strojů, nasazování zásahů podle vlhkosti půdy (vyhnout se stavu vlhkosti dle Proctor metody)
6. Používání trávníku – při tréningu rozdělit celou plochu na menší a ty střídat, omezit použití obuvi se „špunty“, dočasný zákaz používání trávníku za nevhodné vlhkosti
7. Všeobecné „posilující“ faktory – dostatečné a rovnoměrné zásobení živinami, správná závlaha, zajištění dobrého osvětlení (silné buněčné stěny trav), preventivní i kurativní ochrana proti chorobám a plevelům, + řada dalších opatření vč. vertikutace aj.

4.3 Materiály pro tvorbu vegetačních trávníkových substrátů

4.3.1 Požadavky na substrát pro sportovní trávníky

- Rychlé a dokonalé odvedení přebytečné vody (stálé i při dlouhodobějším zatížení, nezávislé na zvětrávání),
- dostatečné a rovnoměrné zásobování rostlin vodou a živinami,
- záruka vysoké smykové pevnosti a zachování rovného povrchu,
- umožnění optimálního růstu rostlin (hustý trávník, tolerantní k zátěži, zdravý, dobře reagující na regenerační opatření, „stálezelený“ – porost s co nejmenšími nároky na ošetřování).

Výše uvedené požadavky jsou v některých případech protichůdné a žádný materiál v čisté podobě je nedokáže splnit. Proto se vegetační substráty pro sportovní (včetně

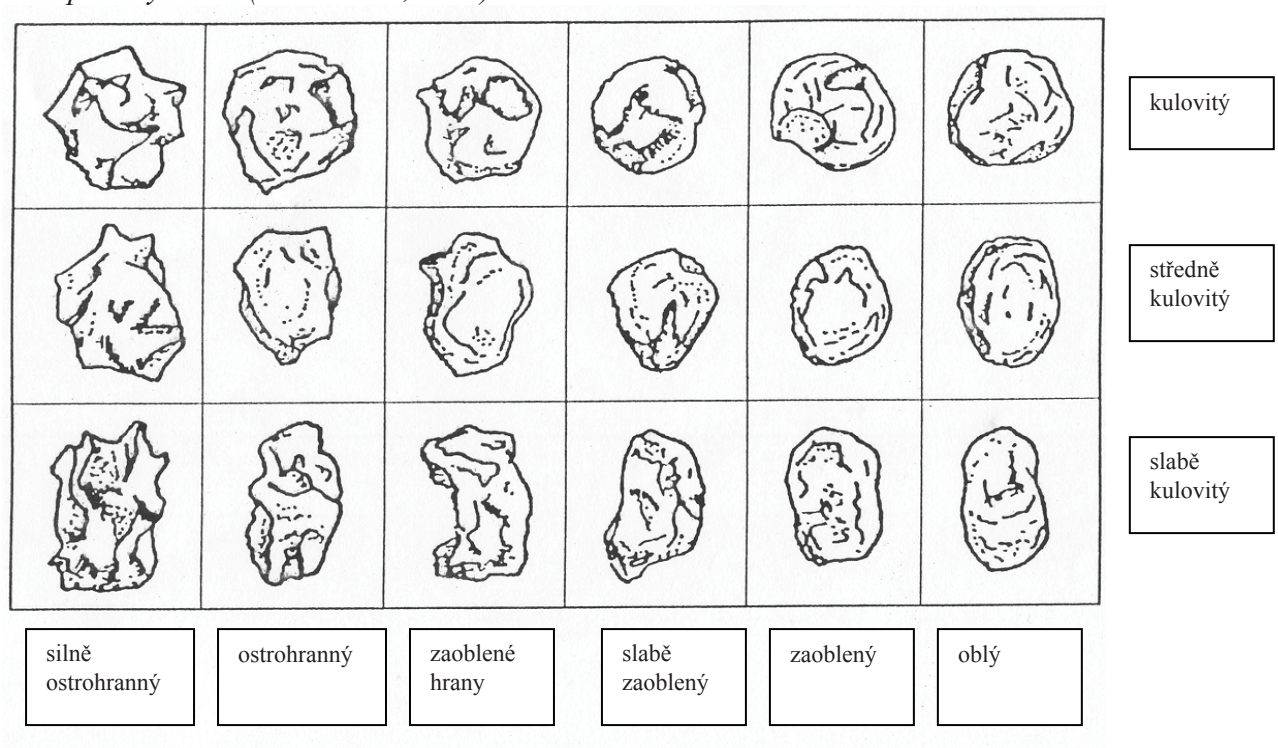
golfových greenů a odpališť), střešní a někdy i pro okrasné trávníky připravují mícháním vybraných materiálů v přesném poměru.

4.3.2 Písek

Křemenný písek je využíván jako základní materiál pro tvorbu vegetačních substrátů pro sportovní trávníky.Jeho hlavní výhodou ke stabilní systém nekapilárních pórů (nezhutnitelnost), který zajišťuje dobré provzdušnění v oblasti kořenové soustavy a rychlý odvod přebytečné vody po dešti. Tímto se výrazně snižuje riziko nehratelnosti hřiště v případě důležitých zápasů či turnajů, které je spojeno s velkými finančními ztrátami pro organizátory těchto akcí.

Nevýhodou tohoto materiálu je nedostatečná retenční kapacita pro vodu a pro živiny, což je spojeno s vyššími provozními náklady na ošetřování trávníků. Další nevýhodou je nižší smyková pevnost a stabilita rovnosti povrchu pískových vegetačních substrátů. Tento problém se řeší výběrem písků, které nemají zcela kulovitý tvar zrn a které mají vytvořeny hrany (viz. obrázek dole). a nízkou smykovou pevnost a stabilitu povrchu má také písek s příliš strmou zrnitostní křivkou.

Tvar pískových zrn (Armbruster, 2005)



Při vyšším podílu zeminy (než udává norma) ve směsi s pískem pro sportovní trávníky je zrnitost použitého písku nedůležitá, neboť zemina má dominantní vliv na vlastnosti výsledného substrátu. Povrch vegetačního substrátu obsahující málo písku je za vlhka příliš měkký a naopak v letních měsících (za sucha) je příliš tvrdý.

Rozdělení zrnitostních frakcí v písčitých substrátech pro sportovní trávníky podle velikosti zrn (Adams a Gibbs, 2004)

Popis	Velmi hrubý písek	Hrubý písek	Střední písek	Jemný písek	Velmi jemný písek	Hrubý prach	Jemný prach	Jíl
Průměr zrn (μm)	1000 - 2000	500 – 1000	250 – 500	125 – 250	60 – 125	20 - 60	2 - 20	pod 2

4.3.3 Rašelina

Rašelina vzniká trouchnivěním nebo kvašením rostlinných zbytků v prostředí s nadbytkem vody a nedostatkem vzduchu. Rašelina se využívá jako palivo, prostředek pro retence vody a živin a tedy i pro zvýšení úrodnosti půd, dále jako stelivo a pro přípravu léčivých lázní.

Podle původu rozlišujeme rašeliny vrchovištní, slatinné a přechodné; jejich vlastnosti, dané obsahem a kvalitou organické hmoty a pH, jsou poněkud odlišné.

4.3.3.1 Vrchovištní (bílá)

Žlutohnědá až hnědá rašelina z horských vrchovišť, která vzniká hlavně z rašeliníku, je lehká a drobivá. Pro vegetační substráty těží se frézováním. Vrchovištní rašelina je kyselá a chudá na minerály. Kvalitní vrchovištní rašelina se k nám dováží hlavně ze zahraničí, zejména z Litvy. Litevská rašelina představuje kvalitní, světlý substrát s dobrou strukturou, nemá žádné přidané živiny ani upravené pH.

Specifikace vlastností bílé rašeliny (Litva)
(http://www-exin-cz.navrh.cz/litevska-bila-raselina)

Organické látky	*94 – 99% (v sušině)*
pH vodního výluhu	*3,0 – 4,5*
Elektrická vodivost vodního výluhu (1w:25v)	*nejvýše 0,1 mS/cm*
Vlhkost	*45 – 65%*
Objemová hmotnost	*40 – 80 g/l sušiny*
Pórovitost	*95 – 98% obj.*
Vodní kapacita	*40 – 82% obj.*
Vzdušná kapacita	*16 – 58% obj.*

4.3.3.2 Slatinná (černá)

Slatinná rašelina bývá neutrální nebo mírně kyselá, minerálně bohatá. Vzniká v nížinách a zamokřených prohlubeninách nebo na okrajích vodních nádrží. Tato rašelina má tmavohnědou až černou barvu a vyskytuje se ve větším měřítku například v Třeboňských pánvích. Vzniká z rákosu, ostřic a přesliček, je za vlhka mazlavá a po vysušení se rozpadavá.

4.3.3.3 Přechodná

Její vlastnosti leží mezi oběma uvedenými druhy.

Ačkoliv je rašelina běžně používanou součástí substrátů, může v substrátu pro sportovní trávníky zablokovat makropóry a vyvolat problémy s nedostatečnou infiltrační schopností a výměnou vzduchu. Problémy jsou také s homogenizací směsi písku a rašeliny, neboť rašelina má tendenci vytvářet oddělenou vrstvu. Ta bývá překryta následným topdressingem a pískováním a vzniká anaerobní vrstva blokující infiltraci vody a prorůstání kořenů do hlubších vrstev. Gibbs et al. (1991) uvádějí snížení infiltrační rychlosti

z počátečních 100 $mm.h^{-1}$ na 1 $mm.h^{-1}$ během pouhých dvou let používání trávníku. Hlavní příčinou byla aplikace vysoké dávky rašeliny do povrchové vrstvy substrátu před výsevem. Ve svrchních 50 mm by proto nemělo být více, než 5% hmotnostních rašeliny. Je sice pravda, že povrch trávníků na čistém písku je zpočátku tvrdý, s postupem času však přibývá organická hmota z kořenů a plsti a situace se zlepšuje. Použití rašeliny se můžeme vyhnout při používání dlouhodobě působících hnojiv a precizně nastaveného, kvalitního závlahového systému.

4.3.4 Zeminy

Zemina použitá pro vylepšení vlastností čistého písku ve vegetační vrstvě na sportovní trávníky by měla být zrnitostně lehčí (písčitá až písčitohlinitá). Nicméně při použití nízkého podílu může být dosaženo dobrých výsledků i s těžšími jílovitohlinitými zeminami.

Další kritéria pro použití zemin pro trávníkové vegetační substráty jsou následující (Baker, 1985):

1. Obsah skeletu (částic nad 2 mm) by neměl být vyšší, než 10%. Existují stroje pro zakopání kamenů do nižších vrstev.
2. Disperzní koeficient jílnatých částic (podíl dispergovaných částic) v zemině nesmí překročit 45%. V opačném případě je půda citlivá na mechanické poškození za vlhka. Tento parametr není podstatný, pokud je obsah jílnatých částic v zemině pod 15%.
3. Obsah spalitelných organických látek by měl dosahovat hodnot 2 – 12% hmotnostních.
4. pH zemin by mělo být v rozsahu 4,0 – 7,0.

4.3.5 Bentonit

Je to nezpevněná, bobtnavá, jílovitá hornina s mohutnou sorpční schopností pro kationty. Hlavními minerály jsou zde montmorillonit a beidelit. Bentonit vznikl zvětráváním sopečných hornin. Lze ho s výhodou využít pro zvýšení retenční schopnosti písčitých půd pro vodu a zvýšení kationtové výměnné kapacity. Pórovitost vodou nasyceného bentonitu může dosahovat až 70%. Ve větších dávkách může nahradit syntetické půdní kondicionéry. Při výstavbě vodních nádrží je možno využít těsnící vlastnosti bentonitu proti prosakování vody. O jeho zdravotní nezávadnosti svědčí i to, že se běžně využívá ve vinařství k čiření vín.

4.3.6 Láva a vulkanický písek

Tyto materiály slouží pro obohacení pískových substrátů. Umožňují rychlé zasakování vody a přitom si díky systému pórů uvnitř zrn zachovávají také dobrou retenční schopnost pro vodu i živiny. Tento materiál umožňuje trávníkům lépe snášet období s nadměrnými srážkami i období letních vysokých teplot a sucha. Navíc jsou tyto horniny bohaté na živiny, které v malé míře mohou být uvolňovány rostlinám.

4.3.7 Zeolity

Jsou to krystalické hydratované alumosilikáty (podobně jako živce). Prostorové uspořádání vytváří kanálky a dutiny konstantních rozměrů. V těchto kanálcích se mohou zachytávat rozličné látky. Některé kationty nejsou ve struktuře zeolitů pevně vázány a mohou být za určitých podmínek vyměňovány za jiné. Zeolity jsou proto hojně využívány v iontově-výměnných procesech, mají jedinečné vlastnosti jako sorbenty. Schopnost zeolitů udržovat vlhkost hraje důležitou roli při úpravě vodního režimu půdy. Používají se také jako přísada do

hnojiv, kde zlepšuje využití živin rostlinami a snižuje vyplavování dusíku. Pro zlepšení sorpčních vlastností písčitých půd se používají dávky 0,5 – 2,0 kg.m^{-2}.

4.3.8 Syntetické půdní kondicionéry

Priorita vysoké infiltrační schopnosti u sportovních trávníků vede k používání vegetačních substrátů s dominancí písku. Tyto substráty však mají řadu nedostatků, o nichž již bylo pojednáno (nedostatečná stabilita povrchu, slabá retence pro vodu a živiny, tvrdost povrchu, slabá biologická aktivita). Pro omezení těchto nedostatků při zachování výhod pískových substrátů byla vyvinuta řada půdních stabilizátorů a kondicionérů.

1. Stabilizátory – např. fragmenty plastové sítě o rozměrech 100 x 50 mm smíchané se substrátem (systém *Netlon*) nebo jednotlivá plastová vlákna o délce 30 – 40 mm (systém *Fibresand*) a další. Snižují poškození trávníku při hře a zvyšují objem nekapilárních pórů.
2. Prostředky zvyšující retenci vody a živin na bázi gelových polymerů. Byly vyvinuty pro aridní oblasti pro zvýšení efektivnosti závlah (prodloužení intervalů). Díky své vysoké retenci pro vodu pomáhají omezovat tvrdost povrchu za sucha a zvyšují pokryvnost trávníku při zátěži. Tyto materiály jsou schopny absorbovat až 500 krát více vody než samy váží. Při nedostatečné homogenizaci substrátu či nerovnoměrné aplikaci může hrozit lokální výskyt měkkých míst. Trvanlivost těchto přípravků v substrátech je omezena na 2 – 7 let; poté jsou degradovány půdními organismy.

5 OCHRANA ROSTLIN

5.1 Ochrana rostlin – obecná část fytopatologie

(Ing. Ivana Šafránková, Ph.D.)

5.1.1 Abionózy

Onemocnění rostlin mohou být vyvolána fytopatogenními nebuněčnými biologickými jednotkami, tj. viroidy a viry, nebo buněčnými organismy, tj. fytoplazmami, bakteriemi, houbovými organismy a houbami a pak jsou označována jako choroby (= bionózy). Příčinou onemocnění rostlin (tzv. abionóz) mohou být také neinfekční agens, např. nedostatek či nadbytek živin způsobuje tzv. poruchy, ostatní neživé faktory (teplota, voda, vítr, pH půdy aj.) způsobují poškození. Poranění vznikají působením jak živých (ptáci, divoká zvěř) tak neživých (kroupy, vichřice) agens.

Na napadených rostlinách se mohou (= aparence), ale nemusejí (= latence), vyskytnout příznaky (symptomy) onemocnění, které slouží ke stanovení diagnózy. Nejčastěji se vyskytují barevné (např. žloutnutí, červenání, hnědnutí, černání, bronzovitost aj.) a tvarové změny (hyper nebo hypotrofie a plazie, epinastie a hyponastie, fasciace, kadeřavost aj.). Symptomy mohou být také exsudáty (klejotok, bakteriální sliz), vlastní patogeny (mycelium, fruktifikační orgány, sklerocia apod.), přeměněná pletiva (korkovitost, nekrotická rakovina) nebo odumírající pletiva (vadnutí, usychání, hniloby, nekrózy aj.).

5.1.2 Virózy

Virózy jsou choroby vyvolané obligátními molekulárními nitrobuněčnými parazity – viry. Většina rostlinných virů je tvořena jednopramennou RNA, která je nositelem patogenních vlastností, a bílkovinným obalem. Do rostlinné buňky viry pronikají přes poraněnou kutikulu, např. při očkování, roubování, s rostlinnými extrakty (= mechanický přenos), živočišnými (mšice, třásněnky apod., Nematoda) a rostlinnými vektory (některé druhy parazitických hub). Přítomnost viru se nejčastěji projeví barevnými a tvarovými změnami. Známé jsou viry na ovocných a okrasných rostlinách, např. virus šarky švestky (PPV), virus mozaiky jabloně (ApMV) či nekrotické kroužkovitosti třešně (PNRSV) na růžích. Virózy trav nepatří mezi nejvýznamnější choroby (na jílcích se vyskytuje virus mozaiky jílku - RGMV a virus žluté zakrslosti ječmene - BYDV). Virocidní látky na ochranu rostlin proti virům nejsou v České republice registrovány.

5.1.3 Bakteriózy

Bakteriózy způsobují patogenní druhy bakterií – jednobuněčných, nejčastěji tyčinkovitých organismů bez morfologicky diferencovaného jádra (Prokaryota). Na povrchu bakterií se mohou vyskytovat bičíky (slouží k pohybu) nebo krátká vlákna (fimbrie). Do rostlin pronikají drobnými poraněními nebo přirozenými otvory (průduchy, hydatody, nektarie aj.). Charakteristickými symptomy bakterióz jsou vodnatění pletiv, mastný vzhled a hranatý tvar skvrn, tvorba slizu, diskolorace, nekrózy, mokrá hniloba, ucpání cév a tvarové anomálie. Zdrojem infekce je napadený a kontaminovaný semenný a sadbový materiál, půda a závlahová voda. Mezi nejvýznamnější druhy patří zástupci r. *Pseudomonas* (*P. syringae* pv. *mors-prunorum*, *P. s.* pv. *syringae*, *P. solanacearum*), *Xanthomonas* (*X. campestris*), *Erwinia* (*E. carotovora*, *E. amylovora*) a *Agrobacterium* (*A. tumefaciens*). Na ochranu proti bakteriím, podobně jako proti virům, nejsou registrovány baktericidy, pouze lze omezit jejich rozmnožování přípravky na bázi mědi.

5.1.4 Mykózy

5.1.4.1 **Chromista**

Eukaryota jsou řazena do říše Protozoa, Chromista a Fungi. Patogeny ř. Chromista, odd. Oomycota jsou označovány jako houbové organismy. Vyskytují se mezi nimi vodní nebo suchozemští saprofyté i obligátní a fakultativní parazité. Většina druhů tvoří větvené nepřehrádkované mycelium, na kterém vznikají specializované orgány (např. haustoria, odčerpávající živiny z hostitelských buněk) a rozmnožovací orgány. Při nepohlavním rozmnožování vznikají sporangia se zoosporami, při pohlavním rozmnožování (gametangia: ♂ - anteridium, ♀- oogonium) tlustostěnné oospory. Mezi nejvýznamnější druhy patří zástupci řádu Pythiales (r. *Pythium* a *Phytophthora*) a Peronosporales (r. *Peronospora*, *Pseudoperonospora*, *Bremia*, *Plasmopara* a *Albugo*). Pythia jsou všudypřítomné půdní patogeny s širokým okruhem hostitelských rostlin, které se vyskytují především v nadměrně vlhkých půdách při nižších teplotách. Způsobují padání klíčních rostlin, hniloby kořenů a hlíz, spálu aj. K nejčastěji vyskytujícím se druhům patří *P. debaryanum* a *P. ultimum*. Fytoftory, jako půdní patogeny, způsobují onemocnění podzemních i nadzemních částí rostlin. Polyfágní druhy (*P. cactorum* a *P. parasitica*) způsobují padání klíčních rostlin, hniloby kořenů a listů nebo báze stromů. *Phytophthora infestans*, původce plísně bramboru a rajčete, patří mezi nevýznamnější druhy. Zástupci ř. Peronosporales jsou obligátní parazité suchozemských dvouděložných (výjimečně jednoděložných) rostlin, kteří mohou způsobit významné hospodářské škody, např. *Plasmopara viticola* (plíseň révová) na révě vinné, *Pseudoperonospora cubensis* (plíseň okurková) na okurkách aj.

5.1.4.2 **Fungi**

Do říše Fungi jsou řazeny houby - heterotrofní organismy, jejichž role v přírodě je velmi rozmanitá. Fytopatogenní druhy hub lze rozlišit podle způsobu výživy na saprofyty, kteří žijí na odumřelém pletivu, a parazity, kteří získávají živiny pouze z živé protoplazmy (= obligátní parazit Peronosporales, Erysiphales, Ustilaginales, Uredinales); fakutativní parazit (=saproparazit) podle okolností je schopen vyvolat onemocnění nebo žít na odumřelém pletivu). Okruh hostitelů, které mohou jednotlivé druhy hub napadat se značně liší. Zástupci Mucorales, *Pythium debaryanum*, *Rhizoctonia solani* (500), *Sclerotinia sclerotiorum* (360), Botrytis cinerea, *Verticillium albo-atrum* aj. mohou napadat několk set různých druhů rostlin a jsou označeny jako polyfágní. Oligofágní napadají několik desítek druhů či zástupce čeledi (*Plasmodiophora* – Brassicaceae, *Pseudoperonospora cubensis* – Cucurbitaceae). Patogeny vázané na jeden rostlinný druh jsou monofágní (rzi, sněti, padlí aj.).

Houby mohou vytvářet během svého života současně či postupně několik forem (typů) spor = pleomorfní. Název houby ve všech jejich reprodukčních formách a fázích vyjadřuje holomorfa (holos = celý; morfé = tvar). Pohlavní stadium, tzv. teleomorfa (teleos = úplný, kompletní, dokonalý; sexuální, perfektní stadium houby) u vřeckovýtrusých hub představuje askokarp (= askoma) a vřecko, u stopkovýtrusých hub bazidiokarp (= bazidioma) a bazidie. Anamorfa (ana = opět, znovu vyjadřuje skutečnost, že se v životním cyklu houby může několikrát během vegetační doby opakovat) je asexuální (tj. imperfektní, vegetativní) stadium hub kdy se konidie tvoří nebo chybí (jen sterilní mycelium). Rozmnožuje-li se houba nepohlavně = mitosporická (mitos = vlákno) houba a odpovídající nepohlavní stadium je anamorfa. Mitosporické houby tvoří umělý soubor, dřívější označení Deuteromycetes, Fungi Imperfecti, Deuteromycotina, asexuální houby, konidiální houby, imperfekty, houby nedokonalé (řadí se sem houby bez ohledu na to, jaká je forma jejich pohlavního stadia). Anamorfy jsou spojeny s teleomorfami askomycet a basidiomycet. Pro většinu asko a basidiomycet jsou anamorfy neznámé či není známa spojitost mezi anamorfou

a teleomorfou. Rozmnožuje-li se houba pohlavně = meiosporická (meion = zmenšený) houba a pohlavní stadium teleomorfa (typická redukce počtu chromozomů pohlavních buněk). Některé anamorfy ztratily svou sexualitu a její funkce byla nahrazena parasexuálními cykly; u řady druhů probíhal nezávisle evoluční vývoj a jeho výsledkem je pouze nepohlavní rozmnožování.

Základem hub je jedno (kvasinky) nebo vícebuněčná stélka (thalus), tj. jednoduchý vláknitý útvar, nerozlišený na kořen, stonek a listy; není složen z pravých pletiv. U hub je v podobě tenkého průsvitného vlákna (= hyfa) o průměru 2–30 μm (ø 5 μm) různé délky (několik μm až kilometrů). Plazma uvnitř je buď kontinuální (coenocytické mycelium), nebo oddělena přehrádkami (septy). Hyfy rostou pouze ve vrcholové části, netloustnou, obsahují jedno či více jader (většina vícejaderné buňky), vakuoly, olejové kapky a další inkluze. Vylučují extracelulární enzymy, které štěpí sloučeniny na jednoduché, přijatelné hyfami.

Soubor hyf tvoří podhoubí (= mycelium). Z hyf mohou vznikat specializované útvary, např. haustoria, apresoria, sklerocia (= dormantní tvrdé struktury s vyšším obsahem zásobních látek), rhizoidy (= nepravé kořeny), myceliové provazce (= hyfy přitisknuté k sobě, některé melanizované, pod tlakem vnitřní hyfy odumírají a vzniká kanálek, kterým proudí voda s živinami. Dosáhnou-li na vhodný substrát, rozpletou se a žijí vlastním životem), prstence, uzliny aj. Na hyfách vyrůstají struktury sloužící k nepohlavnímu rozmnožování.

Anamorfní stadium vřeckovýtrusých hub (Ascomycota) tvoří konidie vznikající na konidioforech nebo v konidiomatech (pyknidy, acervuli, sporodochia), teleomorfní stadium je charakterizováno asky (vřecky) s askosporami (vřeckosporami) tvořícími se buď volně na myceliu (*Taphrina*) nebo v plodnicích (kleistothecium, perithecium a apothecium). Většina významných patogenů je řazena mezi tzv. vláknité (filamentosní) askomycety, z nichž k nejznámějším patří padlí, tj. obligátní parazité vytvářející charakteristické bělavé povlaky na povrchu infikovaných pletiv. Během vegetace se šíří konidiemi, přezimují buď myceliem nebo plodničkami – kleistothecii. Na travách se vyskytuje *Blumeria graminis* v podobě bělavého moučnatého povlaku často doprovázeného žloutnutím a nekrotizací pletiv listů. Motýlokvěté rostliny napadají druhy r. *Erysiphe*, *Solanaceae* rodu *Leveilulla*, na stromech a keřích jsou zástupci r. *Microsphaera*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca*, *Uncinula*, *Sawadea* a *Phyllactinia*. Mezi asmomycetami se vyskytují i patogeny trav. Za nejčastěji se vyskytujícího patogena je považována houba *Microdochium nivale*, známější pod označením *Fusarium nivale* – plíseň sněžná. Škody nastávají zejména po brzy nastupující a dlouho trvající zimě, u nadměrně hnojeného (N) a vyhřívaného trávníku. *Fusarium culmorum* je původcem drobné plísňovitosti trávníku. Antraknóza trávníku je následek napadení houbou *Colletotrichum graminicola*. Houby rodu *Cladosporium*, *Cochliobolus*, Drechslera a Pyrenophora jsou původci častých listových skvrnitostí trav.

Stopkovýtrusé houby (Basidiomycota) jsou nejdokonaleji vyvinuté houby s myceliem ze septovaných hyf. Při nepohlavním rozmnožování vznikají konidie, arthrospory, oidie, při pohlavním rozmnožování mnohé nevytvářejí pohlavní orgány, pouze rzi tvoří spermacie a přijímací hyfy (+ a -). Charakteristická je tvorba basidií převážně se čtyřmi basidiosporami.

K nejvýznamnějším zástupcům patří řády Uredinales (rzi) a Ustilaginales (sněti). Rzi (cca 5 000 druhů) jsou parazité semenných rostlin a kapradin. Některé druhy jsou kosmopolitně rozšířeny a způsobují významné ekonomické ztráty. Název rzí je odvozen od rezavě hnědého zbarvení ložisek spor. Rzi mají poměrně složitý vývojový cyklus, tzv. makrocyklické rzi (úplný vývojový cyklus) tvoří 5 typů spor, které se mohou tvořit na jednom druhu rostliny (= jednobytné, autoaecické rzi) nebo na různých, většinou systematicky značně vzdálených druzích rostlin (= dvoubytné, heteroaecické rzi). Aecidia s aeciosporami a spermogonia se spermaciemi se tvoří na tzv. mezihostiteli, letní (= uredospory) a zimní (=

teleutospory) spory na hostiteli. Z teleutospor klíči basidie s basidiosporami, které vyvolávají primární infekce na mezihostiteli. Rozšíření onemocnění během vegetace zajišťují letní spory. Rzi v našich podmínkách přezimují zimními sporami na napadených rostlinných zbytcích, ve výjimečných případech (za mírných zim) uredosporami. Mezi fytopatologicky významné druhy rzí patří zástupci r. *Melampsora* na topolech (*M. allii-populina*) a vrbách (*M. salicina*), *Uromyces* (na bylinách), *Cronartium* (rez sloupečková *C. ribicola* – 2bytná, r. *Pinus* + *Ribes*), *Gymnosporangium* (rez hrušňová *G. sabinae*, 2bytná, r. *Pyrus* + *Juniperus*), *Puccinia* (*P. graminis*, 2bytná, trávy + *Berberis*), *Phragmidium* (*Rosa*), *Coleosporium* (*C. tussilaginis* – r. *Pinus* + *Campanula*).

Mezi stopkovýtrusé houby patří i významní původci chorob trav, např. *Typhula incarnata*, tvořící na odumřelém pletivu drobná sklerocia podobající se zrnkům písku. Onemocnění se často zaměňuje za plíseň sněžnou. Niťovité zúžení čepelí je následek napadení *Laetisaria fuciformis*. Půdní houba *Rhizoctonia solani* je původcem hnědé ohniskovitosti trávníku.

5.1.5 Ochrana rostlin

Ochranná opatření proti patogenům jsou někdy zúženě chápána pouze jako aplikace pesticidů. Zahrnují však i preventivní opatření, která vycházejí ze základních požadavků pěstovaných druhů a kultivarů rostlin, tj. výběru vhodného stanoviště, nároků na pěstování, výživu apod. Nesplnění některého základního požadavku se projeví zhoršením zdravotního stavu rostlin, onemocněním, v krajním případě uhynutím. Pokud k onemocnění došlo, je nutné určit skutečnou příčinu či původce choroby. Poruchy lze odstranit úpravou výživy (časté chlorózy především v důsledku nadbytku vápníku v půdě, okrajová spála listů jako následek nedostatku draslíku) apod., v případě mykóz je nutné určit patogena a na základě diagnózy vybrat vhodný přípravek (je nutné vycházet ze Seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin, který je každoročně upravován), stanovit způsob aplikace a termín ošetření (je nezbytné znát alespoň stručně biologii patogenu).

5.2 Ochrana rostlin – entomologická část

(Doc. Ing. Hana Šefrová, Ph.D.)

5.2.1 Vnější stavba hmyzu

Hmyz patří do živočišného kmene členovců, jejichž základní charakteristikou jsou článkované končetiny, heteronomně (nestejnocenně) článkované tělo a sklerotizovaná vnější kostra (exoskelet). Tělo hmyzu se člení na tři oddíly: hlavu (caput), hruď (thorax) a zadeček (abdomen). Hlava nese jeden pár tykadel, oči a ústní ústrojí, na hrudi jsou tři páry noh a obvykle dva páry křídel. Zadeček je bez končetin, jen s kopulačními přívěsky, někdy má pomocné orgány k pohybu nebo jiným funkcím. Každý tělní článek má na svém povrchu prvotně dva sklerotizované pláty, hřbetní a břišní. Ty jsou na bocích blanitě spojeny. Vzájemně jsou články propojeny mezičlánkovou membránou.

Po stranách vrchní části hlavy leží složené oči. Skládají se z velkého množství samostatných oček, obvykle 1000–3000. Výsledný obraz je složený z vjemů jednotlivých oček. Na temeni mezi složenýma očima jsou někdy umístěna až tři jednoduchá očka. Tykadla jsou orgány hmatu a čichu. Mají článkovanou stavbu a jejich pohyb umožňuje svalovina v bazální části. Ústní ústrojí hmyzu je tvořeno kusadly, čelistmi a spodním pyskem. Kousací ústní ústrojí je charakteristické pro starobylé skupiny, z vývojově mladších např. pro brouky. Párová kusadla a čelisti se pohybují proti sobě a slouží k okusování potravy. Nepárový spodní pysk potravu rozmělňuje. Hmyz živící se rostlinnými šťávami (polokřídlí) se adaptoval na příjem tekuté potravy vznikem bodavě sacího ústního ústrojí. Kusadla a čelisti se přeměnily

ve svazek bodců. Při příjmu potravy jimi proudí do vpichu sliny a naopak jsou nasávány tekutiny. Fytofágní hmyz saje rostlinné šťávy ze svazků cévních. K vlastnímu nasávání dochází aktivně činností jícnu i pasivně kapilární vzlínavostí a tlakem šťáv v rostlinách. Celé ústní ústrojí bývá v klidu uloženo mezi předníma nohama, méně často směřuje vpřed. Třásnokřídlí mají zvláštní asymetrické bodavě sací ústní ústrojí. Kusadlem natrhávají kutikulu a stiletem vysávají rostlinné buňky. Posátá pletiva rostlin se charakteristicky stříbřitě zbarvují. Hruď je oddíl těla hmyzu nesoucí končetiny a křídla, umožňující pohyb. Skládá se ze tří článků. Na každém článku je připojen jeden pár končetin, na středo- a zadohrudi po páru křídel. Končetiny hmyzu jsou článkované. Jednotlivé články jsou navzájem spojeny membránou. Podle způsobu života se končetiny různě adaptovaly. Slouží kromě pohybu k hloubení chodeb v zemi, k ulovení kořisti, ke sběru pylu, čištění a komunikaci. Křídlatý hmyz má původně po jednom páru křídel na 2. a 3. článku hrudi. Křídla nejsou končetinového původu, vznikla jako boční vychlípeniny pokožky. Pohyb křídel umožňuje křídelní kloub. Křídla jsou vyztužena soustavou žilek. Názvy jednotlivých hmyzích řádů jsou často odvozeny z tvaru a postavení křídel. Mohou být různě zbarvená, pokrytá chloupky (chrostíci) nebo šupinami (motýli). Krytky jsou kožovitá křídla prvního páru s málo patrnou žilnatinou (rovnokřídlí). Krovky brouků jsou silně sklerotizovaná křídla prvního páru. Při letu se nepohybují, slouží jako nosníky. Polokrovky jsou přední křídla ploštic. V apikální části jsou blanitá, v bazální silně sklerotizovaná. U některých druhů hmyzu mohou křídla chybět (bezkřídlé generace mšic, samičky červců). S redukcí druhého páru křídel se setkáváme u dvoukřídlých. Zadní křídla se u nich přeměnila v tzv. kyvadélka. Jednotlivé skupiny hmyzu skládají křídla různým způsobem.

Zadeček je válcovitý nebo zploštělý a slouží jako schránka vnitřních orgánů. K hrudi je napojen celou šíří nebo se jeho první články zužují (štíhlopasí blanokřídlí). Původní počet článků 12 se u mnoha řádů snížil, někdy až na 3–5 článků. Články zadečku se do sebe částečně teleskopicky zasouvají. Zadeček nenese článkované končetiny. Pouze vývojově nejstarší skupiny hmyzu mají na zadečku rozmanité přívěsky. Ke kladení vajíček slouží kladélko. Může být krátké, šavlovité, hladké, pilovité, opatřené hrotem umožňujícím injektáž vajíčka do těla hostitele. Pravé kladélko se nevytváří u motýlů a dvoukřídlých. U nich někdy pozorujeme nepravé kladélko vyvinuté z teleskopicky vysunutelných článků zadečku. Samice sociálně žijícího hmyzu mají kladélko přeměněné v žahadlo opatřené jedovou žlázou. V klidu bývá zataženo do posledního článku zadečku.

Tělní pokryv hmyzu se skládá z kutikuly, epidermis a bazální membrány. Kutikula je nebuněčná vrstva vytvořená v podobě ohebné membrány nebo pevného skleritu. Je protkána jemnými kanálky s nervovými zakončeními a vývody žláz. Základní složkou kutikuly je aminopolysacharid chitin. Propůjčuje kutikule pružnost a nerozpustnost ve vodě. Za tvrdost kutikuly odpovídají speciální bílkoviny skleroproteiny. Epidermis je tvořena jednobuněčným epitelem, který směrem ven produkuje kutikulu a dovnitř bazální membránu. Bazální membrána je hyalinní, nestrukturalizovaná. Tělní pokryv obsahuje také různé žlázy, které produkují rozmanité výměšky. Patří mezi ně voskové žlázy na zadečku včel a některých polokřídlých, zápašné žlázy, feromonové žlázy, slinné a snovací žlázy v oblasti ústního ústrojí apod.

5.2.2 Rozmnožování a vývoj

Naprostá většina hmyzích druhů je odděleného pohlaví a rozmnožuje se pohlavní cestou. Oplození je obvykle spojeno s pářením, při kterém jsou samčí pohlavní buňky vnášeny do těla samice pomocí samčích kopulačních orgánů. Páření v některých případech předcházejí specifické projevy chování. Signály si přitom partneři předávají optickou, akustickou (stridulace) nebo chemickou cestou (feromony) i vzájemnými doteky. Méně častá,

nikoli vzácná, je partenogeneze, vývoj z neoplozeného vajíčka. U některých skupin hmyzu (mšice, žlabatky) se střídá jedna nebo více generací partenogenetických s generací oboupohlavní a dochází tak k heterogonii. Po oplození dochází k rýhování vajíčka a vývoji zárodku. Samičky jsou obvykle vejcorodé a odkládají vajíčka do vnějšího prostředí. Kladou je jednotlivě nebo v různě velkých skupinách na povrch nebo kladélkem dovnitř rozmanitých substrátů. Vajíčka jsou často chráněna pevnými nebo rosolovitými obaly, pouzdry z výměšků žláz, chloupky samiček nebo částicemi půdy. Méně často nosí samice vajíčka až do vylíhnutí v pohlavních orgánech a jsou vejcoživorodé. U nemnoha živorodých druhů (mšice) jsou zárodky vyživovány z těla samice.

Vajíčka hmyzu jsou velikostně, tvarově i barevně velmi rozmanitá. Vajíčko kryje měkký nebo pevný dvouvrstevný obal, který má na povrchu různě utvářenou strukturu a mikroskopické otvůrky umožňující dýchání. Obal chrání vajíčko proti vyschnutí, mechanickému poškození i dalším vlivům. Obvykle na předním pólu vajíčka se nachází místo se zeslabeným obalem umožňující průnik spermie. Vajíčka hmyzu jsou bohatá na žloutek, který je umístěn v jejich středu a rýhují se povrchově. Po ukončení embryonálního vývoje larva protrhne obal vajíčka tlakem, kusadly nebo výrůstky zvanými vaječné zuby. Obvykle se líhne s plným počtem tělních článků. Kutikula umožňuje jen omezený růst, proto dochází během vývoje ke svlékání. Pod starou kutikulou se vytváří nová, volnější a stará kutikula je odvrhována v podobě svlečky. Počet svlékání je nejčastěji 3–6. Vývojové stupně larvy mezi svlékáními se nazývají instary.

Vývoj hmyzu je nepřímý. Z vajíčka se líhne larva, která, dříve než se změní v dospělce, musí projít různě složitou proměnou. Podle typu metamorfózy můžeme hmyz rozdělit do dvou základních skupin, na hmyz s proměnou nedokonalou a dokonalou. Larvy hmyzu s proměnou nedokonalou jsou někdy nazývány nymfy. Mají poměrně dobře vymezenou hlavu, hruď i zadeček. Většinou mají ústní ústrojí stejného typu jako dospělci a velmi často přijímají také podobnou potravu. Mají na hrudi 3 páry noh, na zadečku končetiny nemají. Během vývoje se obvykle mění jejich velikost, někdy i proporce těla, u křídlatých forem se v několika posledních instarech objevují a prodlužují základy křídel. Proměna dokonalá se vyznačuje klidovým stadiem kukly. Vyvíjí se jí téměř 90 % druhů všeho hmyzu. Larvy hmyzu s proměnou dokonalou mají téměř rovnocenné tělní články. Mají různý typ kousacího ústního ústrojí, které se často liší od ústního ústrojí dospělců a obvykle přijímají jinou potravu. Slinné žlázy housenek se přeměnily ve snovací ústrojí. Specifický typ ústního ústrojí mají larvy kruhošvých dvoukřídlých. Potravu přijímají pomocí dvou vertikálně umístěných ústních háčků. Kromě 3 párů hrudních nožek mohou mít různý počet párů panožek i na zadečku. Kukla je klidovým stadiem hmyzu s proměnou dokonalou, ve kterém dochází k zásadní přeměně vnější i vnitřní stavby mezi larvou a dospělcem. Z důvodu zranitelnosti a omezené obranyschopnosti bývá kukla umístěna na chráněných místech (v půdě, ve dřevě), v kokonech, pupariích, má ochranné zbarvení a zpevněný povrch.

Každý druh prochází vývojovým cyklem od vajíčka po dospělce, který je obvykle sladěn s ročními obdobími. V určité roční době se tak můžeme setkat s larvou, jindy s dospělcem, zpravidla jediné stadium je schopno přezimovat. Z praktického hlediska je důležité, ve které době se vyskytuje stadium, které působí škody. Celková délka vývoje i trvání jednotlivých stadií jsou značně rozmanité. Podle počtu generací v roce rozlišujeme druhy s jedním vývojovým cyklem za rok, se dvěma generacemi, s větším počtem generací a druhy, jejichž délka vývoje přesahuje jeden rok. Nevhodnými vnějšími podmínkami jsou vyvolány klidové fáze, u nás především chladným zimním obdobím, méně často suchým a teplým létem. Mohou je absolvovat různá vývojová stadia. Během klidové fáze organismus omezuje vnější projevy života a snižuje celkový metabolismus.

5.2.3 Význam hmyzu v rostlinolékařství

5.2.3.1 Škůdci rostlin

Hmyz vyvíjecí se na rostlinách se označuje jako fytofágní. Konzumuje-li fytofág produkční rostlinu, může se stát škůdcem. Fytofágové jsou různě specializovaní v závislosti na způsobu příjmu potravy (kousací, bodavě sací ústní ústrojí), způsobu života (na povrchu nebo uvnitř pletiv), šíři hostitelského spektra a konzumovaném rostlinném orgánu. Larvy a dospělci mohou přijímat potravu rozdílným způsobem, konzumují jiný rostlinný orgán, méně často je fytofágní jen některé z vývojových stadií. Podle šíře potravních nároků dělíme druhy na monofágy potravně specializované na jediný druh (případně rod) hostitele, oligofágy konzumující více příbuzných druhů rostlin zpravidla v rámci čeledi a polyfágy, kteří využívají široké druhové spektrum hostitelů z různých čeledí nebo řádů. Pantofágní (všežravé) druhy požírají rozmanitou rostlinnou i živočišnou potravu.

Druhy s kousacím ústním ústrojím způsobují na rostlinách požerky (brouci a jejich larvy, larvy širopasých blanokřídlých, housenky motýlů), druhy s bodavě sacím ústrojím vysávají rostlinná pletiva (polokřídlí, třásnokřídlí). Druhy se sacím ústním ústrojím jsou často specializovanější. Jejich vlivem vznikají deformace (svinování, kadeření, listová hnízda, zkrácení nebo prodloužení internodií), hálky a barevné změny (žloutnutí, nekrotické skvrny kolem vpichu, stříbřité plochy) a zasychají části nebo celé orgány. Vliv fytofágů na rostliny může být zesílen působením dalších faktorů. Mnohé druhy hmyzu jsou přenašeči rostlinných patogenů. Nejčastěji jsou přenášeny viry, méně bakterie a houby. Rostliny vystavené imisní zátěži jsou výrazně citlivější k napadení fytofágy. Pravděpodobně vynakládají velké množství energie na nápravu poškození způsobených imisemi a energie na obranu proti fytofágům jim nezbývá. Fytofágní druhy hmyzu se živí různými částmi rostlin, listy, květy, semeny, plody, vyžírají chodby ve dřevě nebo poškozují kořeny. Zvláštní skupinu tvoří druhy vytvářející hálky. Hálky vznikají jako reakce rostliny na mechanické a chemické působení hmyzu.

Následky napadení jsou velmi rozmanité. Nejhorší je poškození nebo likvidace meristematických pletiv v rané fázi růstu, které může způsobit úhyn rostliny. Starší rostliny mají škálu kompenzačních možností. Poškození ve fázi těsně před dozráním plodů nemusí přežití ovlivnit vůbec. Samotné množství zkonzumované rostlinné hmoty nebývá rozhodující pro závažnost poškození. Na jedné straně nemusí téměř totální defoliace rostlinu výrazněji poškodit, na druhé straně oloupaný úzký proužek obvodové kůry nebo lýková část vyhlodaná po obvodu kmene může mladý strom silně poškodit nebo zahubit. Napadení rostliny může způsobit poruchy v transportu a rozložení asimilátů. Při odlistění směřuje zvýšený podíl asimilátů přímo do prýtů, při poškození kořenů vede jejich tok naopak k podzemním částem. Defoliace trav zastavuje růst kořenů a vede ke snížení biomasy. Likvidace části květů nebo tvořících se plodů může rostlina kompenzovat větvením a tvorbou nových reprodukčních orgánů nebo zvětšováním hmotnosti zbylých plodů nebo semen.

5.2.3.2 Antagonisté škůdců rostlin

Některé druhy hmyzu působí jako predátoři a parazitoidi přemnožených škůdců. Predátor bývá větší než kořist a konzumuje podstatnou část jejího těla. Obvykle není potravně specializován. V ochraně rostlin jsou ve vhodných prostředích predátoři cíleně využíváni, důležitou roli hrají i přirozeně se vyskytující druhy. Z hmyzu jsou významnými predátory mnozí brouci (střevlíkovití, drabčíkovití, mrchožroutovití, páteříčkovití, slunéčkovití), blanokřídlí (mravenci, vosy, kutilky), dvoukřídlí (dospělci roupcovitých a kroužilkovitých), síťokřídlí (zlatoočky) a ploštice (zákeřnice, hladěnky).

Parazitoid a hostitel bývají velikostně srovnatelní nebo je parazitoid menší. Parazitoidi usmrcují a kompletně spotřebovávají hostitele až na konci svého larválního vývoje. Obvykle jsou úžeji specializovaní a jejich vývojové cykly jsou sladěny s cykly hostitelů. Hostitele vyhledává samička parazitoida při kladení vajíček nebo pohyblivá larva 1. instaru. Odhaduje se, že nejméně 15 % hmyzích druhů jsou parazitoidi, z toho 75 % patří mezi blanokřídlé a většina zbývajících mezi dvoukřídlé. Z blanokřídlých jsou nejvýznamnější lumkovití, lumčíkovití, mšicomarovití, drobněnkovití, mšicovníkovití, poskočilkovití, vejřitkovití a lesknatkovití. Z dvoukřídlých jsou velmi důležití kuklicovití. Každý druh hmyzu na sebe váže různě široké spektrum parazitoidů.

Pro zachování populací predátorů a parazitoidů a podporu jejich aktivity v agroekosystémech je prováděna řada opatření. Jejich diverzitu je možné zvýšit vyčleněním neobdělaných ploch a pěstováním rostlin poskytujících nektar a pyl jako potravu.

5.3 Škodliví činitelé u trávníků a ochrana proti nim

(Ing. Bohumír Cagaš, CSc.)

Travní drn poškozený činností určité choroby nebo škůdce, či abiotickým vlivem, je méně odolný vůči mechanické zátěži, způsobené např. pohybem hráčů nebo různých mechanizmů po hřišti, případně stykem s hracím náčiním. Napadený porost vykazuje rovněž nižší regenerační schopnost, která je u zdravého trávníku (při zachování všech potřebných pěstebních opatření) v průběhu vegetačního období velmi vysoká. Zejména u sportovních trávníků je důsledkem poškození drnu snížení „hrací schopnosti“, což znamená např. u golfových jamkovišť zpomalení rychlosti míčku.

K velmi podstatným následkům napadení patří výrazné zhoršení „zeleného efektu“, tj. příznivého smyslového požitku, který přináší člověku souvislá zelená travnatá plocha.

V důsledku silného napadení travního porostu (např. chorobou houbového původu) dochází většinou k jeho postupnému odumření a spontánní náhradě plevelnými druhy, jak jednoděložnými, tak dvouděložnými. Dochází tak ke kvalitativní změně druhového složení travního drnu, která bývá většinou negativní.

Obecně lze poškození trávníků charakterizovat následovně:

- převažují choroby houbového původu
- k infekci a následnému rozvoji choroby dochází u rostlin s nízkou vitalitou a za podmínek příznivých pro rozvoj onemocnění
- odolnost, náchylnost, resp. tolerance vůči onemocnění je často druhovou, resp. odrůdovou záležitostí
- extrémní teploty a její silné výkyvy způsobují větší vnímavost travního drnu vůči nemocnění
- nedostatek světla (zastínění), je jedním z faktorů, který způsobuje zeslabení rostlin
- nedostatek vody rovněž zeslabuje rostliny, přebytek naopak ovlivňuje negativně kořenový systém
- nedostatek živin a kolísání jejich hladiny rostliny zeslabuje
- přebytek dusíku působí rovněž zeslabení rostlin (nebezpečné jsou zejména vysoké dávky N před zimou)
- dostatečné množství draslа zajišťuje odolnost rostlin vůči chorobám

Rozdělení onemocnění a poškození trávníku vyvolaného abiotickými a biotickými vlivy

Neinfekční onemocnění

Biotičtí původci neinfekčních onemocnění
- Řasy
- Mechy
- Živočišní škůdci

Abiotičtí původci neinfekčních onemocnění

Chemické agens
- Pesticidy
- Zvířecí moč nebo soli
- Hnojiva
- Nedostatek živin (P a K chybí velmi často, někdy je třeba dodat Ca a S aby se udrželo pH 6 – 7)
- Plyny (ozón, ethylen, kysličníky S a další)
- Ostatní užitkové chemikálie (čistící prostředky, mazadla, pohonné hmoty aj.)

Fyzikální agens
- Teplota
- Voda a led
- Mělká půda (zvýšené zahřívání podkladové horniny)
- Půdní zhutnění (vyvolané např. nadměrným zatížením)
- Plsť – vzniká dlouhodobou akumulací odumřelých kořenů, rhizomů, stolonů atd.
- Stromy a keře (konkurence s trávníkem v oblasti vody, výživy a světla)

Fyziologické agens
- Fialovění listů

Mechanické agens
- Poškození sekáním (tupý nůž rotační sekačky trhá list a vytváří tak dobré podmínky pro vstup infekce)
- Poškození skalpováním sekačkou (příliš nízké nastavení nože)
- Poškození listů a pupenů v období dormance (kola vozidel atd.)
- Poškození při sportovním zatížení

Infekční původci onemocnění trávníku
- Viry
- Bakterie
- Houby
- Háďátka

5.3.1 Neinfekční onemocnění

5.3.1.1 Biotičtí původci neinfekčních onemocnění

Řasy
(vláknité řasy a sinice rodů Nostoc, Cylindrocystic, Mesotaenium atd.)

Příznaky poškození

Na půdě se objevuje černý, nebo zelený povlak, nejprve slizovité povahy, který později zasychá a praská, Ten brání průsaku vody a výměně plynů. Kolonie řas se stává výrazným konkurentem travám, navíc produkuje toxické látky, které brání jejich vývoji a růstu. Řasy způsobují výrazné zhoršení kvality trávníku – jak jeho hracích vlastností, tak i

estetického vzhledu. Vyskytují se na všech typech trávníků, stáří, ani druhové, či odrůdové složení nehraje roli.

Vývoj a šíření

Půdní druhy řas jsou většinou jednobuněčné organizmy, které se shlukují v kolonie a mohou vytvářet kolem sebe různé obaly a pouzdra. K rozšíření řas dochází zejména na méně propustných půdách s nízkou úrovní minerální výživy a se sklonem ke kvašení. Výskyt podporuje i nadbytek vody v půdě, vysoká vzdušná vlhkost, stinná poloha i příliš intenzivní seč .

Ochrana

K preventivním ochranným opatřením např. patří: vyhýbat se stinným polohám, umožnit výměnu vzduchu v travním drnu, provádět pískování, zabránit dlouhodobému zamokření, zajistit dobrou drenáž, nesekat příliš nízko a udržovat hustý porost. Pokud už dojde k výskytu řas v trávníku, je třeba stanoviště vysušit, krusty mechanicky narušit a odstranit, holá místa doset travní směsí a lehce pískovat.Z chemických přípravků je deklarována účinnost u fungicidů na bázi chlorthalonilu, mancozebu a dichlorfluanidu, dále síranu měďnatého, chloridu sodného a kvarterních amonných sloučenin. Dobré účinky vykázaly herbicidy s účinnou látkou quinoclamin.

Mechy

Baňatka obecná (Brachythecium rutabulum Hedw), prutník stříbřitý (Bryum argenteum Hedw.), rohozub nachový (Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.), drabík stromkovitý (Climacium dendroides (Hedw.) Web. et Mohr), rokyt cypřišovitý (Hypnum cupressiforme Hedw.), měřík příbuzný (Mnium affine Bland.), ploník chluponosný (Polytrichum piliferum Hedw.),kostrbatec zelený (Rhytidiadelphus squarossus (Hedw.) Warnst.) a další druhy

Příznaky poškození

Mechorosty (Bryophyta) jsou fotoautotrofní rostliny, z nichž zejména zástupci třídy mechy (Bryopsida) se často vyskytují v trávníku a jsou jeho významným konkurentem. Za podmínek příznivých pro jejich rozvoj vytlačují trávy, což vede ke zřídnutí trávníku a zhoršení jeho kvalitativních (nežádoucí změna složení porostu), hracích i estetických vlastností.

Vývoj a šíření

Mechy se šíří vegetativním i generativním způsobem. Jejich výskyt a šíření podporují zejména trvalá vlhkost travního drnu, zastínění, malý přísun živin, nízká seč, nízké pH, nezapojený travní porost a další faktory.

Ochrana

Prioritní je zejména odstranění podmínek, které mechy preferují, tj. odstranění stínu a zlepšení světelných poměrů, provzdušnění utužené vegetační vrstvy trávníku, odstranění travní plsti a zamokření půdy, zvýšení výšky kosení, mechanické vyhrabání a vypichování mechu z trávníku, včetně dosetí holých míst novou travní směsí. Důležitá je též vyvážená minerální výživa a úprava pH (6 – 6,5). K typickým chemickým zásahům patří ošetření přípravky na bazi síranu amonného a síranu železnatého (Antimech), herbicidy s účinnými látkami chloroxuron (Tenoran), quinoclamin (Mogeton), dichlorphen (např. Super Mosstox),mastné kyseliny (Osotex), kyselina octová (Temacid) a další.

5.3.1.2 **Abiotičtí původci neinfekčních onemocnění**

Chemické agens

Pesticidy, zejména však herbicidní přípravky neselektivní i selektivní povahy, mohou vyvolat velmi závažné, mnohdy nevratné poškození trávníku. Podobné, i když ne tak drastické účinky, má i zvířecí moč, po které zůstávají na trávníku drobné vypálené skvrny. Travní drn je velmi náročný na výživu, zejména dusíkem. Nedostatek makroprvků vede nezřídka k nežádoucím, barevným změnám celého trávníku; obecně je podvyživený trávník typický svou světezelenou až nažloutlou barvou. Travní drn však může negativně reagovat i na nedostatek Cu, Mg, Mn a dalších mikroprvků, především světlou barvou. Travní drn je velmi citlivý na většinu užitkových chemikálií, ať už se jedná o čistící prostředky, mazadla, nebo pohonné hmoty. Neopatrné doplňování benzínu na trávníku může vést k úhynu zasažené části, která regeneruje až po dlouhé době.

Fyzikální agens

Dopad extrémních teplot na trávník, tvořený travními druhy mírného pásma, bývá zpravidla nepříznivý. Zejména déletrvající vysoké teploty vzduchu a půdy a nedostatek vláhy vede často ke změně původního složení trávníků a nahrazení původních odrůd plevelnými travami (lipnice roční, ježatka kuří noha, a další). Snad nejvýznamnějším fyzikálním prvkem ve spojení s trávníkem je voda. Důsledky jejího nedostatku byly již ve spojení s vysokými teplotami zmíněny.Její nadbytek a zejména nevhodná distribuce, může vést k řadě negativních jevů (řasy, mechy, houbové choroby, zahnívání). Nepříznivě působí i nízký půdní horizont a nadměrné zatěžování půdy. Významné fyzikální agens představuje travní plsť. Její nadměrné množství vede zpravidla k vyššímu výskytu houbových chorob a stresu, vyvolanému nedostatkem vody. Stromy,keře, případně stavby představují pro trávník značnou konkurenci v oblasti vody, výživy a světla a vytvářejí příznivé podmínky pro rozvoj mechů i výskyt některých chorob v trávníku.

Fyziologické agens

K nejznámějším patří tzv. „fialovění psinečku“, které postihuje všechny pěstované druhy rodu Agrostis. Ke změně barvy odrůd psinečku tenkého, psinečku výběžkatého a psinečku psího, kdy se listové čepele barví do fialova až hněda, dochází zpravidla na konci vegetačního období. Fialovění je zřetelné zejména u málo sekaných psinečkových trávníků; častá a přiměřeně nízká seč tento jev velkou měrou omezuje.

Mechanické agens

Nejčastější, a snad nejméně na prvý pohled patrné, je poškození způsobené tupým nožem, při provádění seče rotační (případně vřetenovou) sekačkou. Příliš nízko posazený nůž může způsobit tzv. skalpování travního porostu, tj. řez velmi nízko nad povrchem půdy. Mezi poškození trávníku mechanické povahy lze počítat i poškození vyvolané tlakem na travní drn v období vegetačního klidu, které se pak projeví zhoršenou regenerací (poškození listových pupenů) a zvýšeným výskytem fuzarióz na jaře i různá poškození trávníku sportovním náčiním či pohybem hráčů.

5.3.2 Infekční onemocnění trávníků

Na vzniku infekčních onemocnění trávníku se podílejí viry, bakterie i houby. Původci houbového původu naprosto převažují. Obecně platí, že k napadení trávníků chorobami houbového původu dochází tehdy, když podmínky pro rozvoj určité choroby jsou výhodnější pro parazita než pro jeho hostitele, tj. pro travní drn. Napadány jsou trávníky s nižší vitalitou,

která je dána např. nedostatkem světla, vody a živin v půdě, přebytkem vody a dusíku, extrémními teplotami apod.

Zahraniční údaje hovoří cca o 50 – 70 významných původcích onemocnění trávníků. V našich podmínkách lze opovažovat za významné 10 – 15 původců onemocnění houbového původu. S rozšiřováním spektra zahraničních odrůd trav, pokládaných travních koberců a s výměnou dalších materiálů (hnojiva, půdní kondicionéry atd.) i se změnou klimatu lze předpokládat rozšíření chorob dosud u nás neznámých.

Za nejvýznamnější onemocnění houbového původu lze považovat v podmínkách ČR tyto choroby:

5.3.2.1 **Sněžná světlorůžová plísňovitost trav**

Monographella nivalis (Schafnit) E. Müller var. *nivalis* (teleom.)
Microdochium nivale (Fr.) Samuels et Hallet 1983 var. *nivale* (anam.)
(pink snov mold)

Příznaky	Skvrny různé velikosti a tvaru, bezprostředně po sejití sněhu pokryté bělavým nebo narůžovělým myceliem.
Rizikové druhy	všechny travní druhy (nízký výskyt u bojínku lučního), k velmi náchylným patří druhy rodů Agrostis a Lolium, dale např. lipnice roční (Poa annua).
Vývoj	Konidie a mycelium přečkává nepříznivé podmínky v půdě a zbytcích rostlin, při teplotách 0 – 10°C dochází k infekci listů a rozvoji choroby.
Ochrana	Nechemická: volba stanoviště, směsi, vyrovnané hnojení, odstraňování nadbytečné vlhkosti, zbytků trabní hmoty, listí atd. Chemická: deklarována účinnost u řady chem.. látek, v ČR registrován Heritage (azoxystrobin).

5.3.2.2 **Sněžná šedobílá plísňovitost trav**

Typhula incarnata Lasch. ex F. 1838
(gray snov mold)

Příznaky	Skvrny různé velikosti a tvaru, bezprostředně po sejití sněhu pokryté bělavým nebo narůžovělým myceliem, odumřelé listy jsou typicky vysušené a mají slámovitou barvu.
Rizikové druhy	všechny travní druhy (nízký výskyt u bojínku lučního), k velmi náchylným patří druhy rodů Agrostis.
Vývoj	Patogen přežívá ve formě sklerocií, která klíčí při teplotách 10 – 18 °C a tvoří mycelium; někdy dochází ke tvorbě sporokarpu a bazidiospór, které infikují za příznivé teploty a vlhkosti zdravé listy trav.
Ochrana	Nechemická: podobně jako u předchozí plísňovitosti Chemická: deklarována účinnost u řady chemických látek, v ČR registrován Heritage (azoxystrobin).

5.3.2.3 **Fusariová spála trávníku**

Fusarium culmorum (W.G.Sm) Sacc 1895
(Fusarium patch, Fusarium foliar blight, Fusarium crown and root rot)

Příznaky	Většinou drobné kulaté skrvny, někdy s tendencí spojovat se. Objevují se na trávníku (na rozdíl od předchozích plísňovitostí) ve vegetačním období.
Rizikové druhy	Především kostřava červená, kostřava ovčí, jílek vytrvalý, lipnice nízká, méně pak ostatní druhy.
Vývoj	Patogen přežívá ve formě výtrusů či mycelia v odumřelé travní hmotě a za příznivých podmínek pro jeho rozvoj napadá trávník. K výskytu onemocnění dochází především při nevyrovnané minerální výživě (nedostatek K), silném oslunění trávníku vyvolávajícím stres a následných srážkách. K výskytu přispívá i vysoká vzdušná vlhkost.
Ochrana	Nechemická: dostatečné zásobení K i v létě, odstranění stresu ze sucha, udržování pH 5,5 – 6,5podobně jako u předchozí plísňovitosti Chemická: deklarována účinnost u řady chem. látek, v ČR registrován Heritage (azoxystrobin).

5.3.2.4 **Červená nitkovitost trav**

Laetisaria fuciformis (McAlp) Burdsall 1979 (teleom.)
Isaria fuciformis Berk. 1872 (anam.)
(red thread)

Příznaky	V době vegetace , především pak na podzim za zvýšené vlhkosti vzduchu se objevují kulaté skvrny různé velikosti (mohou se spojovat ve větší celky), které jsou často doprovázeny chomáčky růžového nebo bílého mycelia.Konce listových čepelí jsou nápadně zúžené a mají červenou barvu.
Rizikové druhy	Především kostřava červená, kostřava ovčí, jílek vytrvalý, ale i ostatní druhy trav využívaných v trávníkářství.
Vývoj	Patogen přežívá nepříznivé podmínky ve formě blízké sklerociím (nitkovité části mycelia), které jsou podobně jako konidiemi přenášeny vodou, větrem a obuví a sportovním náčiním hráčů po hřišti. Výskyt onemocnění je typický pro extenzivně vyživované trávníky. Intenzivní výskyt následuje většinou po déletrvajícím zamokření trávníku.
Ochrana	Nechemická: dostatečné zásobení živinami, odstraňování plsti a optimalizace závlahy. Chemická: deklarována účinnost u řady chem. látek, v ČR registrován Heritage (azoxystrobin)

5.3.2.5 **Čarodějná kruhovitost trávníku**

Marasmius oreades (Bolton: Fr.)Fr. 1838 a další druhy řádu *Agaricales*
(fairy rings)

Příznaky	Pravidelné kruhy různého poloměru, nebo jejich části tvořené buď plodnicemi vyšších hub, tmavě zbarvenou trávou nebo odumřelou travní hmotou. Lze rozlišit typy edafické (původci jsou houby obývající podpovrchovou část trávníku) a lektofilické (houby žijící v travní plsti a stařině.
Rizikové druhy	Vyskytuje se většinou ve starších, extenzivně ošetřovaných trávnících s nedostatečnou úrovní výživy, typ a botanické složení trávníku není podstatné.
Vývoj	Mycelim původců přežívá v půdě nebo travní plsti, k šíření dochází pomocí basidiospór.
Ochrana	Nechemická: mechanické odstranění zeminy „kontaminované“ hyfami původců a náhrada novou, drenáž a následné důkladné zavodnění napadené části trávníku. Chemická: deklarována účinnost azoxystrobinu a flutolanidu, v extrémních případech je doporučována půdní fumigace.

5.3.2.6 **Bronzově hnědá ohniskovitost trávníku**

Gaeumannomyces graminis (Sacc.)v. Arx et Olivier 1952
(take-all patch)

Příznaky	Na intenzivně ošetřovaných trávnících (např. greeny) se objevují kulaté či oválné skvrny různého průměru. Odumřelý travní drn je zabarven většinou do hněda a na jeho místě se časem usídlují dvouděložné plevele, ale i robustnější druhy trav (kostřava rákosovitá, lipnice luční atd.).
Rizikové druhy	Velmi náchylné jsou druhy rodu Agrostis, ale také Festuca a Lolium. K výskytu onemocnění dochází často po delším období sucha, při vyšším pH jak 7 a po neúměrném zhutnění půdního povrchu.
Vývoj	Mycelium patogena přežívá v odumřelé travní hmotě i v živých podzemních orgánech trav. Za chladného počasí prorůstá kořeny a nadzemními částmi a rostlina odumírá. Současně dochází ke tvorbě askospór, které jsou přenášeny mechanicky s posekanou nadzemní hmotou. Ty infikují další rostliny.
Ochrana	Nechemická: vyrovnaná výživa, kontrola úrovně pH půdy, odstranění příčin zhutnění. Chemická: je deklarována účinnost řady chemických látek (azoxystrovin, triadimefon, propiconazole atd.).

5.3.2.7 **Pythiová spála trávníku**

Pythium spp.
(Pythium root rot, snow blight, cottony blight)

Příznaky	Původce způsobuje dva typy poškození: jednak zhoršené vzcházení semen a padání klíčenců, jednak vznik drobných okrouhlých skvrn na trávníku. Za vysoké vzdušné vlhkosti je možno na napadených místech pozorovat jemné bílé mycelium. Rozsáhlejší napadení může připomínat suchou ohniskovitost trávníku.
Rizikové druhy	Napadá všechny druhy trav, větší stupeň odolnosti byl pozorován u lipnice roční a psinečku výběžkatého.
Vývoj	Houby rodu Pythium přežívají v půdě jako saprofyté nebo parazité kořenového systému. Nepříznivé podmínky přežívají ve formě mycelia a oospór v odumřelé travní hmotě nebo v napadených rostlinách. Původce je přenosný semeny, vodou i mechanicky (spóry i mycelium).
Ochrana	Nechemická: odstranění přebytečné a stálé vlhkosti, dostatek K v půdě zabránění zhutnění povrchu. Chemická: je deklarována účinnost azoxystrobinu, chloronebu, pyraclostrobinu a dalších fungicidů.

5.3.2.8 **Suchá ohniskovitost trávníku**

(Dry – patch – symptome)

Příznaky	Často rozsáhlé nepravidelné skvrny na intentivně ošetřovaných trávnících (jamkoviště, dráhy). Travní porost je odumřelý, nereaguje ani na závlahu či hnojení. Typickým znakem je „odpuzování“ vody při zálivce, i to, že ráno není napadené místo pokryto rosou.
Rizikové druhy	Napadá všechny druhy trav.
Vývoj	Pravděpodobnou příčinou výskytu tohoto závažného a velmi rozšířeného onemocnění je nepříznivé složení půdního substrátu v kombinaci s některými druhy půdních hub. To vyvolává hydrofobní vlastnosti napadených míst.
Ochrana	Odstranění rizikových faktorů (plsť, zhutnění, vysoký podíl písku, časté používání fungicidů atd.). Účinné je důkladné zavodnění s pomocí smáčedel nebo totální obnova trávníku, resp. napadené lokality.

5.3.2.9 **Padlí trav**

Blumeria graminis (DC.) Speer 1975
(powdery mildew)

Příznaky	Na svrchní straně listů se objevuje moučnatý, prášivý povlak, dpprovázený často chlorózami a nekrózami. Napadené listy hnědnou a usýchají.
Rizikové druhy	Napadá všechny druhy trav, k velmi náchylným druhům patří lipnice luční
Vývoj	Původce onemocnění přežívá nepříznivé podmínky ve formě mycelia a askospór v napadených listech a odumřelé listové hmotě. Mycelium produkuje za příznivých teplotních podmínek (1 – 30 °C) konidie, které se šíří vzduchem a infikují zdravé listy (nejprve starší, potom i horní listové patro).
Ochrana	Nechemická: výběr odolných odrůd a vhodného stanoviště (vyhýbat se trvalému zastínění. Chemická: Je popisována dobrá účinnost řady fungicidů např.azoxystrobinu, propiconazolu, triadimefonu a dalších.

5.3.2.10 **Travní rzi**

Korunkatá rzivost trav
Puccinia coronata Corda var. *coronata*
(crown rust)

Černá rzivost trav
Puccinia graminis subsp. *graminicola* Urban
(stem rust)

Žlutá válečková rzivost lipnice
Puccinia brachypodii Otth var. *poae-nemoralis* (Otth) Cum. et Greene
(yellow leaf rust)

Rzivost lipnice
Puccinia poarum Nielsen 1877
(leaf rust)

Příznaky	Na svrchní straně listů se objevuje moučnatý, prášivý povlak, doprovázený často chlorózami a nekrózami. Napadené listy hnědnou a usýchají.
Rizikové druhy	Napadá všechny druhy trav, k velmi náchylným druhům patří lipnice luční
Vývoj	Graminikolní druhy rzí přezimují u nás většinou ve formě mycelia a letních výtrusů (urediospór) na listech a stéblech trav. Na jaře se šíří urediospóry a infikují zdravé listy. Rzi dále vytvářejí zimní výtrusy (teliospóry), za určitých podmínek vzniká i třetí typ výtrusů – basidiospóry. Pro úplný vývojový cyklus rzí je nutný mezihostitel (dvouděložné druhy - dřišťál, mahonie, tužebník atd.). Jednotlivé rzi se liší v teplotních nárocích nutných pro klíčení urediospór.
Ochrana	Nechemická: výběr odolných odrůd a vyrovnané hnojení (dostatečné zásobení N). Chemická: Je popisována dobrá účinnost řady fungicidů např.azoxystrobinu, propiconazolu, trifloxystrobinu a dalších. V ČR však není registrován žádný fungicid.

5.3.2.11 **Listové skvrnitosti**

Hnědá skvrnitost trav
Pyrenophora lolii Dovaston (1948) (teleom.), *Drechslera siccans* Shoem. (anam.)
(Drechslera leaf spot, brown blight)

Modrohnědá skvrnitost lipnic
Drechslera poae (Baudyš)Shoem.
(Drechslera leaf spot, melting-out)

Očkovitá skvrnitost bojínku
Cladosporium phlei (C.T.Greg.) de Vries
(Cladosporium eyespot)

Příznaky	Na listových čepelích se objevují většinou na podzim drobné skvrny různého tvaru, často doprovázené chlorózami a nekrózami. Silné napadení vede k zasýchání a ztrátě funkčnosti listů. Silné napadení, především u odrůd lipnice luční a některých dalších druhů (smělek), vede ke vzniku plošných skvrn na trávníku s jeho následným prořídnutím.
Rizikové druhy	K náchylným druhům patří jílek vytrvalý, lipnice luční a bojínek cibulkatý, skvrnitosti rodu Drechslera se však vyskytují i na druzích rodů Agrostis, Koeleria a dalších.
Vývoj	Původce onemocnění se šíří semeny, nepříznivé podmínky přežívá ve formě konidií a mycelia ve tkáních napadených i odumřelých rostlin. Za chladného a vlhkého počasí konidie klíčí na povrchu listů a způsobují tvorbu skvrn. Šíří se pak vodou i vzduchem, případně mechanicky a napadají další rostliny.
Ochrana	Nechemická: výběr odolných odrůd a vhodně volené travní směsi, odstraňování plsti a redukce stálé vlhkosti trávníku. Chemická: Je popisována dobrá účinnost řady fungicidů např.azoxystrobinu, propiconazolu, triadimefonu, pyraclostrobinu a dalších. V ČR není registrován žádný fungicid proti tomuto onemocnění.

5.3.3 Živočišní škůdci (bezobratlí i obratlovci)

Příznaky poškození, původci a ochrana

a) Hmyz: larvy tiplic (*Tipula* spp.), muchnic (*Bibio* spp.) – larvy způsobují požerky na nadzemních i podzemních částech trav. Podobné škody mohou vyvolat drátovci (larvy kovaříka), zejména druhy *Agriotes lineatus* (L.) a *Agriotes obscurus* (L.). Výskyt ponrav – larev chroustů Melontha spp., podobně jako larev chroustků (*Amphimallon* spp.) není v současnosti tak častý. Podobně škodí i osenice polní (*Agrotis segetum* /Schiff./). Na travnatých plochách mohou druhotně škodit ptáci vyhledáváním larev. Ošetření insekticidem se doporučuje provést až po překročení tzv. prahu škodlivosti. U larev tiplic se např. doporučuje nejdříve vyhodnotit množství larev na 1 m2 a teprve po překročení 50 jedinců ošetřit. S ochranným prostředkem biologické povahy přišla firma EUROGREEN; vůči larvám listokaza zahradního (*Phyllopertha horticola* /Linné/ 1758)je možno použít přípravek Nemagreen, který využívá parazitického háďátka *Heterorhabditis bacteriophora*.

b) Ostatní živočišní škůdci: dešťovky (*Allolobophora* spp.) – mohou poškozovat nově založené, mladé porosty trav (použití fungicidů s účinnými látkami benomyl, carbendazim, a thiophanat-methyl je odpuzuje; v Anglii je povolen přípravek na bazi carbendazimu a v USA na bazi bendiocarbu).

c) V předjarním období bývý trávník poškozován myšovitými hlodavci (*Microtus* spp., *Arvicola* spp.) a krtky (*Talpa* spp.)

5.3.4 Zásady integrované ochrany trávníků

Specializované i nespecializované trávníkové choroby výrazně snižují užitnou i estetickou hodnotu trávníku. **Účinná ochrana proti nim musí vycházet z nejen dobrých znalostí rostliny, patogena a vnějšího prostředí, ale především z pochopení interakcí mezi nimi.** K výrazným projevům onemocnění dojde jen tehdy, když podmínky vnějšího prostředí jsou příznivější pro patogena než pro hostitele. Na základě vztahu patogena, hostitele a vnějšího prostředí, lze formulovat čtyři základní strategie ochrany:

a) zabránit patogenu usadit a rozvíjet se v travním drnu
b) zvýšit odolnost hostitele (komponentů trávníku)
c) ovlivnit vnější podmínky tak, aby „nefavorizovaly“ patogena
d) ochránit trávník pomocí komplexu chemických, nebo pěstebních opatření včetně biologické ochrany

Integrovaná ochrana, jejímž hlavním cílem je využít všech možností nechemických ochranných zásahů k zajištění dobrého zdravotního stavu trávníku počítá pochopitelně i se zásahy chemickými, které však musí zůstat v tomto komplexu minoritní. K podstatným **nechemickým ochranným** opatřením patří především:

a) využití odrůd s vysokou odolností vůči vlivu biotického a abiotického stresu (dát přednost odrůdám se známou rezistencí v dané lokalitě, spíše domácím než zahraničním původům, údaje o vysoké m stupni odolnosti v popisu odrůd brát spíše s rezervou atd.)
b) vhodnými pěstebními zásahy ovlivnit jak vnější podmínky, tak aktivitu samotného původce onemocnění (velikost výsevku, výška a frekvence sečí, půdní vlhkost, pH, světlo a zastínění, výživa, plsť, atd.)
c) znalostí z biologické ochrany není zatím plně využito. V praxi je možno se s ní setkat v podobě řady preparátů podporující půdní mikroflóru, či rozvoj některých užitečných

mikroorganizmů (*Trichoderma* spp. aj.). Příkladem je i větší rozšíření odrůd obsahující endofytní houby *Neotyphodium* spp.

Chemická ochrana

Je stále převažujícím prvkem v ochraně trávníků. K jejímu zvýšenému použití dochází zpravidla tam, kde pěstitel nemá dostatek znalostí a praktických zkušeností. V současné době se bez chemické ochrany neobejdeme, rozhodně však není všelékem a řadu problémů spojených s udržením pěkného a zdravého trávníku lze vyřešit i bez ní. Pesticidy zajišťující ochranu proti chorobám zahrnují fungicidy, nematicidy a fumiganty.

a) Fumiganty: půdní fumigace se využívá k ničení nematodů a plevelů. Tento zásah není u nás obvyklý, je možno jej provádět před obnovou poškozeného porostu nebo k odstranění zvýšeného počtu parazitických háďátek
b) Nematicidy jsou speciální přípravky omezující množství půdních háďátek
c) Fungicidy - přípravky, které ničí či potlačují růst hub (mycelium a rozmnožovací částice) lze rozdělit na kontaktní, penetrační a systémové

a) **Kontaktní fungicidy** jsou z vývojového hlediska nejstarší, ničí houbového patogena na povrchu listů, jejich působení trvá do zachování účinné koncentrace na povrchu listu.V ochraně rostlin mají stále své místo (hydroxyd mědi, chloroneb, mncozeb atd.). **Fungicidy s penetračním účinkem** vykazují chemoterapeutickou aktivitu a potlačují růst patogena, který již do rostliny proniknul. Patří sem např. sterolové inhibitory (např. propiconazole, tebuconazole, triadimefon aj.), strobiluriny a další skupiny účinných látek. Jediným skutečně **systémovým přípravkem** pro trávníky je Fosetyl-Al; detailní způsob jeho účinku v rostlině není jasný. Zřejmě vyvolává obranný mechanismus daný stimulací fytoalexinů. Svým účinkem inhibuje vývoj mycelia a klíčení spór.

Používané fungicidy se od sebe liší způsobem účinku. Kontaktní přípravky chrání pouze tu tkáň, se kterou se dostávají do kontaktu. Způsob jejich účinku je nespecifický (non-site-specific); ovlivňují totiž množství biochemických a fyziologických pochodů u hub, takže řada genetických bariér brání vzniku rezistentních biotypů patogena vůči přípravku. Fungicidy s penetračním působením narušují pouze jeden biochemický, či fyziologický proces u houbového patogena (single-site-specific).Tyto fungicidy ovlivňují pouze jeden z tisíců biochemických procesů v těle houby, které jsou řízeny zpravidla jedním genem. Poněvadž se předpokládá existence jakési minoritní „subpopulace“ v populaci patogena, která se začne rozmnožovat po utlumení majoritní části tímto typem fungicidu, je vznik rezistentního biotypu reálný.Nadměrné užívání fungicidů s podobným typem účinku vede ke vzniku kmenů patogena, které jsou vůči této chemikálii necitlivé či dokonce odolné. Tam, kde je prováděna intenzivní fungicidní ochrana, je nutno střídat různé typy přípravků.

Intenzívně využívaný trávník je složitým specifickým ekosystémem s mnoha vazbami v nadzemní i podzemní části. Proto jednoduchý a přitom univerzální návod na ochranu proti chorobám neexistuje. Současná strategie ochrany trávníku nestojí pouze na vysoce účinných, ale přitom zranitelných fungicidech. Ty by se měly stát pouze významnou součástí celého komplexu nechemických pěstebních opatření, vázaných pochopitelně na konkrétní trávník v určitém čase a prostoru. Ti, kdo tuto ochranu zajišťují, by měli být vybaveni hlubokými, průběžně doplňovanými odbornými znalostmi a dlouholetými zkušenostmi.

5.4 Plevele v trávnících

(Ing. Stanislav Hejduk, Ph.D.)

Pod pojmem plevel rozumíme všechny rostliny, které jsou v daném trávníkovém společenstvu nežádoucí. Trávník není většinou monokulturou a podle zařazení do kategorie posuzujeme, zda daná nevysetá rostlina je plevelem či nikoliv. Například sedmikráska chudobka je v reprezentačním trávníku určitě nežádoucím plevelem, v trávníku rekreačním či krajinném může být jeho cennou součástí.

Plevele se do trávníků dostávají z půdní zásoby semen, popř. ze substrátů, jejich semena se mohou šířit větrem z okolních ploch (pampeliška lékařská, pcháč oset aj.), nebo se přenáší na nářadí a strojích, popř. na oděvu člověka (lipnice roční, rosička, béry aj.).

Ve sportovních trávnících plevele snižují kvalitu povrchu pro hru a poškozují estetický dojem homogenní zelené plochy (zejména při TV přenosech zápasů). Plevele se na ploše s trávníkem vyskytují nepravidelně a nahodile. Jejich morfologie a struktura se obvykle výrazně odlišují od trav, kterým konkurují. Vytváří nehomogenní povrch s nepředvídatelnou reakcí míče. Další nevýhodou je, že u řady plevelných druhů během zimy mizí listy z povrchu půdy (jetel plazivý, jitrocel větší). Následkem je mezerovitý trávník, který je velmi náchylný na poškození a zvyšuje se nebezpečí invaze nových plevelných rostlin. Na jaře obrůstají některé plevele mnohem rychleji než trávy a mohou v trávníku rychle převládnout. To je typické zejména pro rdesno ptačí a pro jitrocel větší.

U okrasných a rekreačních trávníků je hlavním kritériem jejich kvality barva a vizuální uniformita. Nicméně preferovaný vzhled v průběhu času podléhá změnám. Někteří lidé dávají přednost trávníkům s výskytem sedmikrásky, pryskyřníku plazivého, jetele plazivého nebo rozrazilů. Je však obtížné udržet v trávníku stabilní rovnováhu mezi travními druhy a dvouděložnými rostlinami. Na půdách se silně kyselou reakcí (pH pod 4,8) jsou zvýhodněny psinečky a úzkolisté kostřavy, které mají mnohem vyšší toleranci ke kyselým půdám a proto zde dvouděložné druhy ustupují. Při pH půdy nad 5,0 je schopno několik dvouděložných druhů při častém a nízkém kosení převládnout. Žížaly, které nesnáší nízké pH zde mohou pomoci rozšiřování plevelů tím, že jejich semena překrývají koprolity nebo je mísí s půdou.

U květnatých, okrasných louček, které se kosí pouze 2 krát ročně je druhová diversita samozřejmě mnohem vyšší, než v často a nízko kosených trávnících. Zejména vyšší druhy bylin zde mohou vysemenit a udržet se v porostu.

5.4.1 Základní skupiny trávníkových plevelů

5.4.1.1 Řasy

Vytváří slizovitý povlak na povrchu půdy, který má často za následek zaplevelení, zejména pokud dojde na jaře k výskytu kaluží v trávníku. Řasy jsou citlivé na vyschnutí a vzhledem k tomu, že nemají kořeny, vyžadují vlhkou půdu a humidní prostředí. Jsou závislé na získání P a dalších živin z půdy. Nejčastější skupina řas v trávnících, které vytváří slizovitý, lepivý povlak černé barvy se objevuje zejména pokud je na povrchu půdy nepropustná, zhutněná krusta, hnojení je dostatečné, závlaha a vlhkost vzduchu jsou vysoké. K dispozici jsou i algicidy, ovšem jejich použití není většinou nutné. Pro eliminaci řas je dostatečné nechat povrch půdy periodicky vyschnout.

5.4.1.2 **Mechy**

(rody *Brachythecium, Bryum, Ceatodon, Climacium, Hypnum, Mnium, Rhytiadiadelphus* aj.)

Jsou to zelené, autotrofní rostliny, které za určitých podmínek silně konkurují trávníkovým druhům. Mechy rostou pomalu a snáší i silné zastínění. Nízké kosení trávníků jim vyhovuje, neboť působí fyziologický stres travám a snižuje jejich konkurenční tlak. Pouze zátěž snáší mechy hůře než většina trávníkových druhů, proto jsou častějším problémem v okrasných, než ve sportovních trávnících. Vertikutace je určitou formou zátěže a účinně snižuje výskyt mechů. Výskyt mechů podporuje nejčastěji nadměrná vlhkost půdy a její zhutnění, nedostatečné osvětlení (blízkost stromů a budov), nedostatečná úroveň hnojení, příliš nízká výška kosení, silně kyselá půdní reakce a celkově nízká péče o trávník. Zcela zásadní pro eliminaci mechů je odstranění podmínek, které mechům vyhovují a trávy oslabují (odstraňování plsti, drenáž zamokřených ploch, zvýšení výšky kosení, zlepšená výživa atd.). Existují různé chemické přípravky pro přímé hubení mechů v trávnících na bázi síranu železnatého (Antimech, trávníkový písek) či jiných sloučenin (Mogeton, Tenoran aj.). Pokud se ale pokud se nezmění nepříznivé podmínky pro růst trav, mechy se za určitou dobu objeví znovu. Popis jednotlivých druhů uvádí Straková et al. (2002).

Hlavní způsoby, jak omezit výskyt mechů jsou následující:

1. Podpořit cirkulaci vzduchu v půdě a omezit retenci vody na povrchu půdy
2. Používat zátěž, ať sešlapáváním a hrou nebo vertikutací a skarifikací
3. Vyhnout se skalpování při kosení, na konci vegetace nekosit příliš často a nízko
4. omezit zastínění, kde je to možné

5.4.1.3 **Vyšší, cévnaté rostliny**

Jednoděložné (trávovité) plevele v nově zakládaných trávnících

Největším problémem jsou teplomilné, jednoleté trávy, z nichž se nejčastěji vyskytuje ježatka kuří noha, béry *(Setaria sp.)* a rosička krvavá *(Digitaria sanguinalis)*. Tyto uvedené trávy patří do skupiny C4 rostlin. Mají proto vyšší nároky na teplotu a intenzitu záření. Mnohem lépe, než trávníkové druhy snáší sucho a horké počasí během letních měsíců. Jejich škodlivost se stále zvyšuje. Účinné herbicidní ošetření není k dispozici, je nutno provést mechanické zásahy.

Vytrvalý pýr plazivý *(Elytrigia repens)* se rozšiřuje pomocí dlouhých rhizomů, vytváří šedozelené široké listy, které kazí vzhled trávníku. Nesnáší časté a nízké kosení a zátěž, proto se ve starších trávnících se neobjevuje.

Jednoděložné (trávovité) plevele ve starších trávnících

Vůbec nejproblematičtějším trávníkovým plevelem ve sportovních a zatěžovaných trávnících je lipnice roční *(Poa annua)*. Je to tráva, která má světlejší barvu listů než trávníkové druhy (ruší estetický dojem), má omezenou vytrvalost (1 – 3 roky) a zejména má slabě vyvinutý kořenový systém, který je citlivý na mechanickou zátěž a na sucho. Tato tráva je velkým problémem na fotbalových, ale i na golfových trávnících (jamkoviště, odpaliště). Rozšiřuje se substráty, sekačkami a také osivem (v lipnici luční). Snadno vysemení i v pravidelně koseném trávníku (i na greenu koseném na 4 mm). Přímá a účinná ochrana v trávnících prakticky neexistuje, rozhodující zůstávají preventivní opatření a zachování hustého drnu.

V některých fotbalových trávnících se objevuje lipnice obecná *(Poa trivialis*), která vytváří kola odlišné barvy. Vytváří agresivní stolony (nadzemní výběžky), kterými vytlačuje okolní druhy. Citlivě reaguje na sucho – rychle zasychá, ale po deštích regeneruje.

Dvouděložné plevele v nově zakládaných trávnících

Patří sem většinou běžné polní plevele (jednoleté i vytrvalé), které mají rychlý vývoj po vzejití a mohou vážně poškodit vzcházející trávník. Příklady druhů: hořčice rolní *(Sinapis arvensis)*, kokoška pastuší tobolka *(Capsella bursa pastoris)*, ptačinec žabinec (*Stellaria media),* rozrazil perský *(Veronica persica),* heřmánkovec přímořský *(Tripleurospermum maritimum),* hluchavka nachová *(Lamium purpureum),* peťour maloúborný *(Galinsoga parviflora)*, merlík bílý (*Chenopodium album*), z vytrvalých druhů pcháč rolní *(Cirsium arvense) a svlačec rolní (Convolvulus arvensis).*

Dvouděložné plevele ve starších trávnících

Jitrocel větší*,* rdesno ptačí (oba druhy indikují zhutněné půdy), pampeliška lékařská*,* černohlávek obecný*,* sedmikráska obecná a pryskyřník plazivý.

5.4.2 Nejvýznamnější plevelné druhy v trávnících

Černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*), čel. hluchavkovité, vytrvalá rostlina, která se šíí krátkými rhizomy. Stonky poléhavé, v nodech zakořeňující. Listy oválné s hlubokým žilkováním. Kvete fialově. Běžný v zatěžovaných trávnících i na pastvinách.

Jetel plazivý, bílý, (*Trifolium repens*), čel. bobovité, vytrvalá rostlina, rozšiřuje se stolony na povrchu půdy, v nodech zakořeňuje. Listy jsou trojčetné s šedou podkovovitou skvrnou na líci čepelí. Květenství je tvořeno bílou hlávkou. Plané formy se šíří v kolech, které narušují vzhled trávníku (tmavší barva). V letním období vytváří velké množství kvetoucích hlávek, které působí rušivě. Vzhledem ke své nenáročnosti je šlechtěn do sídlištních trávníků (microclover). Nové trávníkové odrůdy nevytváří souvislá kola, mají malé listy a málo kvetou. Vzhledem k tomu, že pomocí bakterií na kořenech poutá vzdušný dusík umožňuje pěkný vzhled trávníků i bez dusíkatého hnojení.

Ježatka kuří noha (*Echinocloa crus-gali*), čel. lipnicovité, jednoletá tráva s listovou růžicí přitisknutou k povrchu půdy. Dříve běžná v jen v teplých oblastech, dnes i v nadmožských výškách nad 500 m. C 4 tráva s vysokou tolerancí k suchu a vysokým teplotám.

Jitrocel prostřední (*Plantago media*)*,* čel. jitrocelovité, vytrvalá rostlina, běžný v teplejších oblastech na půdách s vysokou zásobou vápníku.

Jitrocel větší (*Plantago major*), čel. jitrocelovité, vytrvalá rostlina s širokými listy, které vyrůstají z růžice. Listy během zimy odumírají. Velmi běžný na zatěžovaných trávnících se zhutněnou půdou.

Lipnice roční *(Poa annua),* čel. lipnicovité*,* je nejdůležitějším a nejčastějším plevelem sportovních a golfových trávníků. Její hlavní nedostatky jsou světle zelená barva, nízká odolnost k mechanické zátěži, silná náchylnost na plíseň sněžnou a nízká vytrvalost a odolnost vůči suchu. Vytváří jedno- až tříleté formy, je schopna vytvořit klíčivé obilky i na nízce koseném golfovém greenu. Do trávníků se dostává s kontaminovaným osivem lipnice luční, nebo ze substrátu. Pokud se v trávníku objeví, je velmi obtížné ji eliminovat, popř. zabránit jejímu dalšímu rozšiřování. Možnosti ochrany jsou omezené: použití prověřeného osiva, včasné dosévání poškozených míst, použití prutových bran (mělce zakořeňuje), méně častá, ale vydatná závlaha, vytvoření kompaktního drnu. Nově jsou zkoušeny půdní herbicidy, které je nutno aplikovat na starší trávník, a které brání vzcházení semen (např. Stomp). Největší problémy způsobuje na fotbalových hřištích, kde její podíl stoupá se stářím trávníku. Při jejím vysokém podílu je nutno přistoupit k odstranění trávníku včetně drnové vrstvy (zásoba semen) a k založení nového trávníku.

Mochna husí (*Potentilla anserina*), čel. růžovité, vytrvalá rostlina, která se rozšiřuje dlouhými stolony na nichž se vytváří nové rostliny. Listy má lichozpeřené, na rubu stříbrošedě zbarvené. Kvete žlutě na dlouhých stoncích. Preferuje těžké, vlhké a zhutněné půdy dobře zásobené živinami.

Pampeliška lékařská, smetanka (*Taraxacum sect. Ruderalia*), čel. hvězdnicovité, vytrvalý druh, ze silného kůlového kořene vyrůstá listové růžice rozdílné velikosti, listy většinou bez trichomů. Běžná na všech druzích půd, šíří se větrem na velké vzdálenosti ochmýřenými semeny z pastvin. Rychle kolonizuje prázdná místa.

Pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*), čel. pryskyřníkovité, vytrvalá rostlina, která se šíří stolony, na nichž se vytváří nové růžice s kořeny. Kořeny jsou silné a dlouhé (dobře drží v půdě). Výskyt zejména na vlhkých, těžších půdách.

Řebříček obecný (*Achillea millefolium*), čel. hvězdnicovité, šíří se podzemními výběžky, listy 2 – 3 krát peřenosečné, velmi odolný vůči suchu, běžný na chudých půdách s nedostatkem živin.

Rdesno ptačí, truskavec (*Polygonum aviculare*), čel. rdesnovité, jednoletá rostlina, vytváří velké množství poléhavých lodyh, která jsou velice tuhé (jako dráty). Narůžovělé květy vyrůstají ve shlucích z lodyh. Rychle kolonizuje prázdná místa, zejména na vyšlapaných pěšinách a na brankovištích.

Sedmikráska obecná, chudobka (*Bellis perennis*), čel. hvězdnicovité, vytrvalá drobná rostlina vytvářející růžice oválných listů. Kořeny jemně svazčité. Vyhovují jí těžší a vlhčí půdy. Běžná při nízké výšce kosení a nedostatku živin.

Úrazník položený (*Sagina procumbens*), čel. hvozdíkovité, jednoletá až vytrvalá rostlina, vytváří stolony, které kolonizují okolní prostor a vytváří kompaktní růžice nad povrchem půdy. Často se objevuje v nízko kosených trávnících (i na greenech).

5.4.3 Systémový přístup k omezení zaplevelení trávníků

V systému proti zaplevelení trávníků se prolínají preventivní metody nepřímého, dále přímého mechanického a chemického hubení plevelných druhů.

5.4.3.1 **Preventivní opatření**

1. Použití kvalitního osiva s vysokou užitnou hodnotou (čistota a klíčivost) a odpovídající normě z hlediska příměsi semen plevelů („hygiena osiva“). Každý kupující má možnost vyžádat si od prodávajícího doklady o počtu plevelných semen, které byly v daném osivu nalezeny.
2. Využití časného jarního termínu výsevu. Trávy vyseté v tomto termínu mají příznivé podmínky pro vzcházení a snáze odolávají teplomilným plevelům, které vzcházejí později (ježatka kuří noha, béry). Trávovité plevele lze v nově založeném trávníku jen obtížně hubit. Při mechanickém vypichování dochází k vytrhávání mladých rostlinek vysetých trav, při sesekávání jejich poléhavá stébla uniknou nožům sekačky, působí v trávníků rušivě a rychlým vývojem vytlačují žádoucí trávy ve svém okolí.
3. Častým zdrojem zaplevelení bývají i prodávané půdní substráty, proto lze doporučit jejich prověření. Větší květináč naplníme tímto substrátem, zavlažíme a umístíme do místnosti s teplotou kolem 20°C, kde semena plevelů během 10 – 14 dnů vyklíčí. Silně kontaminované substráty nelze pro trávník doporučit.
4. Ve starších trávních je důležité správným ošetřováním, zejména hnojením a kosením, vytvořit hustý a zapojený porost, který zamezuje vzcházení plevelných semen, popř.

silně konkuruje mladým plevelným rostlinám. Na sportovních trávnících, kde dochází k častému poškození drnu je vhodné prázdná místa dosévat.

5.4.3.2 **Mechanické způsoby boje proti plevelům**

a) opakovaná kultivace půdy, respektive vegetačního substrátu před výsevem trávníku s cílem likvidace vzcházejících plevelných rostlin

b) provedení včasné první seče po výsevu trávníku; tímto je likvidována řada jednoletých plevelů, které již neobrůstají

c) vypichování růžic některých plevelů nožem (jitrocele, pampeliška, ježatka aj.) na menších plochách a při nižší intenzitě zaplevelení.

5.4.3.3 **Použití chemických prostředků (herbicidy)**

Neselektivní totální herbicidy (nejčastěji účinné látky *glyphosat* a *sulphosat*)

Aplikace při přípravě plochy **před založením a výsevem trávníku**. Cílem je likvidace vzešlých, zejména vytrvalých plevelů (pýr plazivý, bršlice kozí noha), které mohou silně poškodit či zničit mladý trávník. Tyto herbicidy likvidují všechny zelené rostliny (s několika výjimkami) a proto je nelze použít do založeného trávníku, pokud ho nechceme zlikvidovat. Podmínkou dobré účinnosti těchto přípravků je aplikace na vyvinuté listy plevele z důvodu maximálního přijetí účinné látky rostlinnou. Pro dobrou účinnost (rozvedení herbicidu do všech oddenků a výběžků a do celé kořenové soustavy) je vhodné ponechat přestávku před následnou kultivací půdy alespoň 14 dnů. Jinak hrozí riziko, že části ulomených oddenků budou obrůstat.

Existují odrůdy trávníkových druhů, které jsou vyšlechtěny na odolnost vůči neselektivním herbicidům (*glyphosat*). V zahraničí je registrována odolná odrůda u psinečku výběžkatého.

Použití selektivních herbicidů

Selektivní herbicidy účinkují nejčastěji na dvojděložné plevele, zatímco trávy nepoškozují. U půdních herbicidů je selektivita založena na jiném principu. Z hlediska mechanismu působení se řadí herbicidy používané v trávnících do tří skupin:

a) **půdní herbicidy:** nepůsobí na vzešlé plevele, ale přes půdu zabraňují klíčení plevelů, ale i trav. Patří sem např. Stomp 330 E , Stomp 400 SC. Tyto přípravky aplikujeme zásadně po provedené seči, abychom zajistili jejich maximální průnik na půdu. Bezprostřední déšť po aplikaci nevadí, naopak může zrychlit účinnost.

b) **kontaktní herbicidy**, neboli dotykové: působí zásadně na list a stonek, které v místě zasažení dehydruje a rostlina postupně odumírá. Jejich působení je rychlé, avšak málo působí na vytrvalé plevele, které z oddenků nebo kořenů opět vyraší. Aplikaci těchto přípravků je nutno provádět minimálně týden po seči, další seč je možno provést až po viditelném účinku na plevele. Příkladem herbicidu z této skupiny je Basagran.

c) **herbicidy systemické** tvoří nejrozšířenější a nejčastější skupinu herbicidů používaných v trávnících. Po aplikaci pronikají postupně přes listy vodivými pletivy až do kořenů a oddenků a ničí celou plevelnou rostlinu. Rychlost prostupu závisí na průběhu počasí a na účinné látce. Aplikujeme je na listy, minimálně týden po seči a necháme působit minimálně další týden až 10 dnů.

Některé z těchto herbicidů však působí i částečně přes půdu, zanechávají v půdě rezidua, která znemožňují vyklíčení případných přísevů (např. sulfonylmočoviny).

Zásady pro efektivní použití herbicidů

Vzhledem k tomu, že účinné látky pronikají do plevelů přes listy, je nutno nechat plevele obrůst. Aplikaci herbicidů systemických a kontaktních provádíme při příznivém průběhu počasí. Optimální teplota je v rozmezí 15 - 25 °C. Při vyšších teplotách dochází k fyziologickému poškození trav (popálení). Při nižších teplotách některé herbicidy neúčinkují. Vítr způsobuje úlet aerosolu, který může poškodit okolní vegetaci. Podmínkou dobrého účinku herbicidu je dodržení koncentrace roztoku, ale zejména dávky účinné složky na stanovenou plochu. Přehled registrovaných herbicidů je uveden v tab. 1. Dávka vody na 1 ha se volí v rozmezí 200 -.400 l/ha, pouze u totálních herbicidů je důležité zajistit minimální koncentraci 2% a vyšší dávka vody zde může snižovat účinnost. Nevyužitou jíchu (ředěný přípravek) není vhodné skladovat, neboť během několika dnů ztrácí účinnost. Po aplikaci by nemělo min. 2 – 4 hodiny pršet, aby nedošlo ke snížení účinnosti přípravků.

Míchání herbicidů je možné u herbicidů na bázi účinných látek MCPA, fluroxypyr a clopyralid. Míchání se provádí těsně před vlastním postřikem. Zásadou je, že se nikdy nemíchají koncentráty, ale jednotlivé složky se přidávají do naředěné postřikové jíchy.

Výběr vhodného herbicidu se řídí znalostí o herbicidní účinnosti, t.j. které plevelné rostliny ničí a nebo poškozuje. Dále je nutno znát selektivitu (toleranci, snášenlivost) jednotlivých druhů trávníkových rostlin. Mladé rostlinky trav jsou citlivé na poškození (projevy fytotoxicity) mnohem více, než rostliny dospělé.

Při použití herbicidů dosáhneme nejlepší účinnosti při aplikaci v období intenzivního růstu plevelů. Zároveň jsou okolní trávníkové trávy schopny rychle zaplnit uvolněná místa po odumřelých plevelných rostlinách. Proto je optimálním obdobím pro herbicidní ošetření konec dubna a květen. V některých případech může tento termín kolidovat s obdobím potřeby dosevu prázdných míst vytvořených po zimní zátěži. Problém je, že všechny selektivní herbicidy jsou schopny poškodit vzcházející travní rostlinky. Vzhledem k tomu, že většina selektivních systemických herbicidů účinkuje přes listy, je vhodné jejich aplikaci provést několik dnů před přísevem. V takovém případě je třeba si ověřit, nepůsobí-li reziduálně i prostřednictvím půdy.

Mezi další kritéria rozhodující o použití herbicidu náleží :
- znalost toxicity (jedovatosti) pro faunu, zvláště pro včely a ryby,
- vhodnost či nevhodnost pro využití v pásmech ochrany vodních zdrojů,
- doba reziduálního působení v půdě,
- možnosti míchání herbicidů.

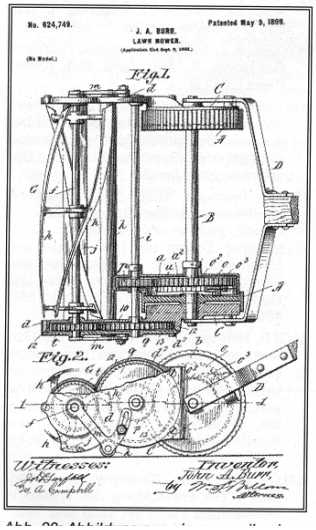
6 MECHANIZACE

(RNDr. Pavel Hrdina)

6.1 Úvod

Kvalitní zdravé trávníky mají velký vliv na naše životní prostředí – zlepšují mikroklima, dýchání, snižují prašnost, erozi, vsakují dešťové vody a kromě těchto ekologických aspektů mají neméně důležitou funkci rekreační a estetickou. Zvyšující se tlak na kvalitu životního prostředí by měl vést logicky i k zkvalitňovaní péče o trávníky.

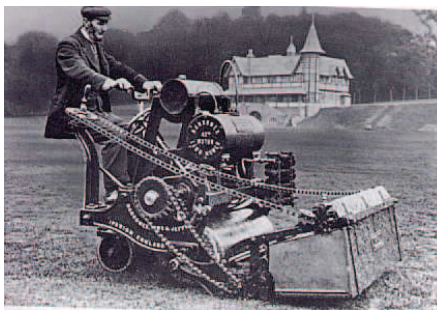
6.2 Historie



Základem péče o trávník je pravidelné sekání. Kosení je nejdůležitější a z hlediska historie bylo první operací prováděnou na trávníku. Stroje na kosení jsou známé již z první poloviny 19.století. První typy kosících strojů byly stroje vřetenové. Začátek mechanických strojů na ošetřování trávníků je spojen s Anglií a s rozvojem tamních parkových ploch a zvláště golfových hřišť.

Vřeteno je nejstarším a nejlepším systémem, který zajistí dostatečnou kvalitu střihu a zdravý trávník. Tento systém má čistý rovný střih a zároveň vysoký pracovní výkon. První vřetenová sekačka byla zkonstruována v Anglii roku 1830 Edvinem Buddingem 1830 a v druhé polovině 19. století komerčně rozšířená firmou RANSOMES. První inspirací pro vřetenový princip sekání prý byly stroje na zpracování vlny. Prvním pohonem sekaček byla lidská posléze pak koňská síla. Součástí výrobního katalogu firmy Ransomes byly i speciální „boty“ pro koně aby se hmotnost koně roznesla na větší plochu a kopyto nepoškodilo trávník.

Třívřetenová tažená sekačka RANSOMES



Jedna z prvních motorových sekaček 1902

V následujících desetiletích se vřetenové sekačky stávaly běžným nástrojem při úpravě trávníků a postupně pomáhaly měnit vzhled a kvalitu trávníků. Obrovský zlom potom nastal v souvislosti s využitím spalovacího motoru. Pokroky v technice pak znamenaly i posun v technologii přenosu síly z energetické jednotky na pracovní ústrojí. Typy přenosu energie - mechanická převodovka od kol, která se roztáčejí pohybem stroje, klínové řemeny, bovdenové lanko, hydraulika, a v poslední době se rozvíjející elektrický přenos energie. Stroje vybaveny zdrojem energie – baterie nebo dynamo se spalovacím motorem a pracovní ústrojí je roztáčeno elektromotorem.

Několik zajímavých mezníků:
1830 – Edvin Buddings patent vřetenové sekačky
1832 – první komerční využití Ransomes
1870 – koňská síla
1902 – první motorová sekačka Ransomes
Začátek 20. století rozvoj trávníkářství v USA (Toro , Jacobsen)
1962 první greenový triplex
1988 první lehká sekačka drah
1996 první komerčně využívaná elektrosekačka
2003 rádiem řízená sekačka český patent!!

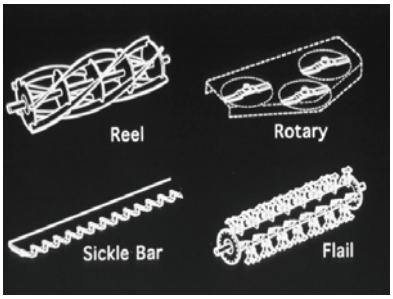
Podobným i když kratším vývojem prošla i další technika například aerifikátory.

Abb. 19: Der Budding-Rasenmäher, ergänzt um eine Auffangvorrichtung für das Mähgut

6.3 Žací stroje

Sečení = primární činnost při údržbě trávníků
Pro výběr žacího stroje je důležité si nejdříve uvědomit několik základních skutečností
Jaký trávník a pro koho budeme připravovat?
Místní podmínky - undulace terénu, travní druhy, závlaha, stavba hřiště, …..?
Zatížení - požadovaný výkon?
Počet pracovníků které máme pro údržbu k dispozici , rozpočet

Typy žacích ústrojí:
Vřetenové - reel
Rotační - rotary
Cepové - flail
Lištové – sickle bar



Výška sečení a četnost sečí

Plocha	**Výška**	**Četnost sečení**
jamkoviště	*3-4 mm*	*denně*
odpaliště	*6-15 mm*	*obden*
dráhy	*10-20 mm*	*obden*
semirafy	*3-4,5 cm*	*2-3x týdně*
udržované rafy	*od 5 cm*	*týdně*
fotbalová hřiště	*2-4 cm*	*2-3x týdně*
baseballová hřiště	*4 cm*	*2-3x týdně*
komunální plochy	*nad 4 cm*	*4-12 sečí za rok*
dostihové závodiště	*12 cm*	*týdně*

Při dodržování zásady snižovat výšku listu o maximálně 1/3 a podle rychlosti růstu trávy (vegetační období, srážky, hnojení,.) dostaneme automaticky potřebný počet sečí. V mnoha našich městech při údržbě parků bohužel vidíme přesně opačný postup.

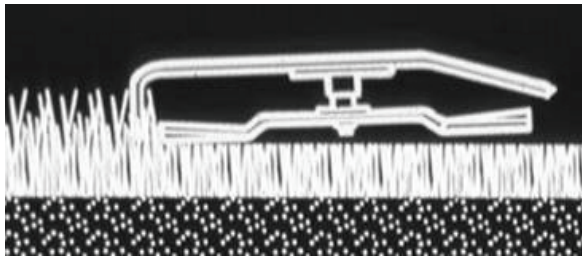
Ekonomický tlak však často správce městské zeleně vede k naprosto opačnému procesu. Snižuje se počet sečí, trávníky nejsou řádně zavlažovány a hnojeny. Výsledkem je řídký a slabý porost, který snadno podléhá mechanické zátěži, chorobám nebo je vytlačen plevely.

Jaká je řešení? Dodržovat základní pravidla. Sekat jen o 1/3 výšky listu a dle rychlosti růstu trávy pak regulovat počet sečí. Častým kosením lze dosáhnout vysokou hustotu trávníku, Takto sečené plochy pak není potřeba sbírat, tráva se může nechat zamulčovat. Díky tomu je každá jednotlivá seč velmi rychlá a efektivní a odpadají problémy s odvozem a kompostováním travní hmoty. V případě potřeby například na jaře nebo na podzim je možné trávník prořezat výkonnými vertikutátory, které zároveň vyčesanou hmotu seberou. Tyto stroje se používají i na sběr listí,…

Velmi důležitým faktorem je i typ kosícího ústrojí – pro nejkvalitnější parkové a sportovní plochy by mělo být vždy vřetenové, na ostatní plochy pak stačí rotační.

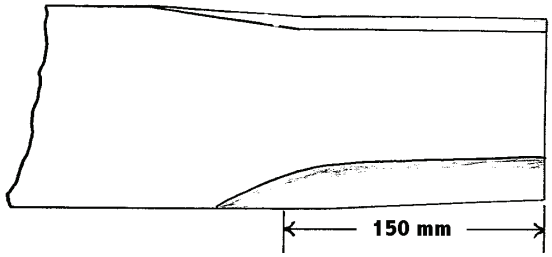
6.3.1 Rotační (srpové) a cepové sekačky

6.3.1.1 Srpové žací ústrojí



Princip - oddělení stébel a listů trávy úderem vodorovně rychle se otáčejícího nože. Při otáčení nože vzniká v prostoru krytu podtlak, jehož účinkem je tráva vytahována nahoru a poté useknuta. Otáčky nože se pohybují v rozmezí od 2400 do 3400 ot. x min^{-1}. Řez je působen úderem a proto dochází k poškození listu trávy v délce několika mm. Tím vzniká velká rána, která je vstupem pro choroby, stéblo zasychá a trávník je nadměrně stresován. Proto není srpové žací ústrojí vhodné pro sečení kvalitních trávníků. První sekačky s ústrojím rotačním nožovým vznikly v třicátých letech 20. století.

Tento princip je v současné době bezkonkurenčně nejrozšířenější a má i velmi široké možnosti využití. Jeho výhodou je možnost sečení vyšší trávy, malá možnost poškození a velmi jednoduchá údržba. To že je údržba jednoduchá vede mnohého uživatele k přesvědčení že se vlastně nemusí provádět údržba žádná. Pravý opak je pravdou. Nůž srpového žacího ústrojí rotuje vysokou úhlovou rychlostí a jeho konec má obvodovou rychlost výrazně přesahující 100 km/hod. Je nezbytně nutné provádět pravidelné kontroly nože aby nemohlo dojít k jeho prasknutí a odmrštění. To by vzhledem k vysokým rychlostem mohlo být velmi nebezpečné.



Mimo bezpečnosti je samozřejmě důležitá i řezná hrana, aby nůž plnil svůj úkol sekat trávu co nejlépe musí být hrana nabroušená. Broušení je třeba provádět co nejčastěji a je

nutné vždy nůž při broušení vyvážit. Nevyvážený nůž způsobuje vibrace a rychlé opotřebení systému pohonu nože (ložiska, hřídele, hydromotory,..)

Možným rizikem při broušení je i vyhřátí materiálu a trvalá změna mechanických vlastností nože.

Základní nevýhodou rotačních sekaček je horší kopírování nerovností, větší stres pro trávník díky úderu nože, a vysoká energetická náročnost.

Typy rotačních žacích strojů

Jednomotorové stroje - žací ústrojím tvoří horizontálně se otáčející nůž nebo nosník, na jehož konci je uchycen nůž pracující na principu srpového kosení. Celé ústrojí je chráněno krytem, na němž je hnací motor (spalovací nebo elektromotor s možností využívání sluneční energie).. Do kategorie těchto strojů můžeme řadit i strunové sekačky, oblíbené pro údržbu hůře přístupných míst, obsekávání kolem stromů a jiných překážek. Tyto stroje využívají setrvačnosti stébel trávy, vystavené úderu kruhově se otáčející nylonové struny. Nylonová struna o průměru 1 - 1,6 mm je navinuta uvnitř rotujícího disku. Konec o délce 20 až 50 cm je z disku bočně vyveden. Rotující struna, které motor udělí rychlost okolo 1200 ot/min je vlastním pracovním ústrojím.

Jednomotorové stroje s pohonem pojezdu elektrické. Benzínové jsou vhodnější pro středně velké a větší zahrady nebo pro větší pracovní plochy. Profesionální benzinové sekačky jsou vybaveny motorovým pojezdem s mechanickým nebo hydrostatickým pohonem zadních kol. V porovnání s benzínovými jsou elektrické sekačky při stejné šíři záběru. Travní sekačky jsou vyráběny z hlediska pohonu jako benzínové nebo podstatně lehčí a levnější, málo hlučné, snadněji se přepravují a vyžadují minimální údržbu. Jsou určeny spíše pro menší plochy. Některé typy strojů jsou vybaveny zásobníkem, kam je pomocí proudu vzduchu, který působí ventilační efekt nožů dopravována posečená hmota. Zajímavé je i srpové žací ústrojí v úpravě jako vznášedlo, kde konstrukční řešení nože při vysokých otáčkách způsobuje vztlak a celý stroj udržuje v malé výšce nad zemí.

Travní malotraktory. Vícenožové sekačky určené pro velké a členité pozemky. Žací ústrojí bývá nejčastěji zavěšeno mezi přední a zadní nápravou a má několikastupňové výškové nastavení. Posečená hmota je dopravována středovým tunelem nebo tangenciálně plastovou rourou do zavěšeného koše nebo přívěsného zařízení. Tyto stroje musí mít velmi dobrou manévrovací schopnost a dobrou průjezdnost terénem. Travní traktory mohou být jak v hobby – jednoduchém a laciném provedení, tak i v provedení profesionálním s hydrostatickým pojezdem a vznětovým motorem. Záběr bývá okolo 120 cm a sběr středovým tunelem je velmi efektivní a stroje dokáží sbírat i velmi vlhkou a vysokou trávu. Typickým představitele této kategorie je třeba stroj SXG. *Obr 1 v příloze – mezinápravová rotační sekačka se sběrem středovým tunelem.*

Profesionální sekačky rotační – s vpředu neseným žacím zařízením – out front mowers. Tří nebo čtyřkolové stroje poháněné vznětovým motorem o výkonu 15-30 kW. Žací ústrojí je nesené vředu díky tomu je střih kvalitní, stroj nejede předními koly po trávě před posekáním. Navíc stroj lépe kopíruje terén a protože má řízenou zadní nápravu je i manévrovací schopnost velmi vysoká. Nevýhodou je poměrně dlouhá cesta pro případný sběr trávy. Sběr trávy pří sekání je proto třeba chápat spíše jako pomocnou funkci a pokud to je možné snažit se spíše o více sečí bez sběru. Stroje tohoto typu mohou být vybaveny speciálními mulčovacími žacími jednotkami, které odřezky trávy dále přesekávají na drobné části, které pak snadno zapadnou do stávajícího porostu. Tento systém je dlouhodobě nejefektivnější i nekvalitnější pro trávník, je ho ale třeba kombinovat s občasným vyhrabáním trávníku, vertikutací a aerifikací. Je to ale jediná správná cesta ke skutečně pěknému trávníku.

Záběr bývá mezi 130- 190 cm a pohon žacího ústrojí zajišťuje mechanický vývodový hřídel a u nejmodernějších strojů je pak pro přenos energie využíván hydraulický systém a to buď přímo – každý nůž má vlastní hydromotor a nebo jsou otáčky hydromotoru roznášeny na nože mechanicky klínovými řemeny. Velkou výhodou hydraulického přenosu energie je velmi nízká hlučnost a malé vibrace a také snadná údržba. Typickým příkladem stroje moderní konstrukce je například sekačka *HR3300. Obr 2 v příloze – rotační vpředu nesená sekačka s kompletně hydraulickým pohonem*, která byla uvedena na trh na podzim 2007.

Profesionální sekačky rotační - s vpředu neseným žacím zařízením a se dvěma bočními žacími jednotkami (bat wing mowers). Jedná se o výkonné stroje pro velké rovnější plochy. Pohonem tady vždy bývá vznětový motor o vysokém výkonu, pojezd je hydraulický a pohon žacích nožů je zajištěn hydraulikou. Pracovní záběr je dle typu stroje se pohybuje od 250 do 500 cm. Jednotky jsou neseny na ramenech tak ,aby vždy došlo k posekání trávy dříve než ji přejedou pojezdová kola. Stroje tohoto typu mohou být vybaveny speciálními mulčovacími žacími jednotkami, které odřezky trávy dále přesekávají na drobné části, které pak snadno zapadnou do stávajícího porostu. Sběr trávy u těchto strojů již není technicky možný a vždy je třeba pokud je to nutné sbírat posekanou trávu speciálním sběračem. Jedná se tedy o vysoce výkonné žací stroje vhodné pro sekání parků, letišť, jezdeckých areálů,.. V ČR se těmito stroji můžete nejčastěji setkat při údržbě golfových hřišť. *Typickým příkladem je stroj HR9610 se záběrem 500cm – Obr 3 v příloze.*

Profesionální sekačky rotační - tří až sedmičlánkové sekačky rotační se zadními opěrnými válci. Velmi zajímavá novinka posledních několika let. Jedná se o stroje s velmi vysokou kvalitou sečení. Základem sekací jednotky je kruhový kryt uvnitř kterého rotuje v jedné ose jeden nebo více nožů, které jsou poháněné hydromotorem. Sekací jednotky jsou zavěšeny samostatně a vpředu vybaveny protiskalpovacími koly, vzadu jedou po opěrném válci podobně jako vřeteno vřetenové sekačky. Díky tomu tento typ stroje ze všech rotačních sekaček nejlépe kopíruje terén a na posečené ploše vytváří ujímaný optický efekt. Tyto typy strojů byly vyvinuty především pro kvalitní střih golfových semirafů a rafů, najdou však uplatnění i při údržbě kvalitních parků a dalších ploch. Jednotky jsou neseny na ramenech tak ,aby vždy došlo k posekání trávy dříve než ji přejedou pojezdová kola. Typickým představitelem je *Obr 4. a 5 v příloze*.

Profesionální sekačky rotační – agregované s traktorem. Nesené čelně nebo vzadu tažené s vlastním koly nebo nesené na tříbodovém závěsu. Záběr těchto strojů může být od 150 až do 500 cm. Kvalita sečení u těchto strojů je samozřejmě nižší než u sekaček jednoúčelových speciálních. Zvláště u sekaček tažených za traktorem kde kola traktoru přejíždějí neposečenou trávu je kvalita střihu výrazně nižší. Pohon je většinou zajišťován mechanickým vývodovým hřídelem nebo hydraulikou. Tam kde traktor nemá dostatečně výkonnou hydrauliku může být sekačka vybavena vlastním hydraulickým systémem který je poháněn vývodem traktoru.

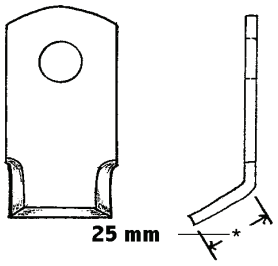
Výhody a nevýhody rotačních sekaček

Rotační (srpové) sekačky jsou v současnosti jistě nejrozšířenější variantou při údržbě trávníků. Je ale třeba si uvědomit že to není možnost ani jediná ani nejlepší. Důvodem oblíbenosti tohoto typu sečení je relativně nízká cena za výrobu stroje, snadná údržba i schopnost useknout vyšší trávu a tedy potřeba užšího počtu sečí. To jsou ale veskrze ekonomické charakteristiky, které mívají negativní vliv na kvalitu trávníku. Z hlediska kvality sečení je bezesporu vhodnější sekačka vřetenová a toto sekání je také méně energeticky náročné, takže nižší spotřeba paliva může kompenzovat o něco náročnější servis. Rotační sekačky je tedy třeba volit tam kde z nějakého důvodu nemůžeme použít sekačky vřetenové. Například při sekání parkových ploch v zahraničí je vřetenové sekání velmi

rozšířené (Anglie, Francie,..) naproti tomu u nás je použití vřetenové sekačky naprostou výjimkou.

Při volbě mezi vřetenovou a rotační sekačkou jsou také důležité ekologické aspekty, které si zatím mnoho zákazníků ne zcela uvědomuje. Vřetenové sekání je méně energeticky náročné a tedy šetří životní prostředí. Vřetenové stroje mají většinou menší hluk vibrace a tedy nezatěžují okolí emisemi hluku a šetří zdraví operátorů. V neposlední řadě mají čistší řez, a tím umožňují rostlině rychleji regenerovat. To může ve svém důsledku vést ke snížení spotřeby chemikálií aplikovaných na trávník.

6.3.1.2 **Cepové žací ústrojí**



Principem tohoto sečení jsou krátké nože volně zavěšené v horizontální rovině rotujícím válci - po roztočení válce se vlivem odstředivé síly dostanou nože do polohy v níž konají žací funkci. Nože mohou mít podle požadované funkce různý tvar a mimo sekání listů trávy se rovný typ nožů může používat i pro vertikutaci. Tvar nožů T, L, Y, I atd. Možné použití cepových žacích strojů – větší výšky sečení od 60 do 150 mm na méně udržovaných plochách, plochy kde hrozí nebezpečí poškození žacích nožů pokud by byl použit jiný systém, vertikutace. Velkou výhodou těchto strojů je možnost kombinace cepového sečení se sběrem. *Obr. 6 v příloze.*

Cepové žací ústrojí může bývá alternativní variantou místo rotační vpředu nesené sekačky a nebo je časté využití tohoto systémů sečení s traktorem ať už ve variantě se sběrem nebo bez. Za zmínku stojí i samostatný samochodný stroj firmy AMAZONE s cepovým žacím ústrojím a velmi zajímavě vyřešeným podáváním posekané trávy. *Obr. 7 v příloze.*

Bubnové a lištové žací ústrojí

Použití na zemědělských plochách. Není vhodné pro pěstování kvalitních trávníků.

6.3.2 **Vřetenové žací stroje**

6.3.2.1 **Vřetenové žací ústrojí**

Základním principem těchto strojů je „nůžkový střih“ mezi spirálovým nožem vřetene a spodním protiostřím (spodním nožem). Díky spirálovité konstrukci nože vřeteno působí v jediném bodě kde vřeteno střihá. Maximální síla a střih je velmi kvalitní a efektivní.

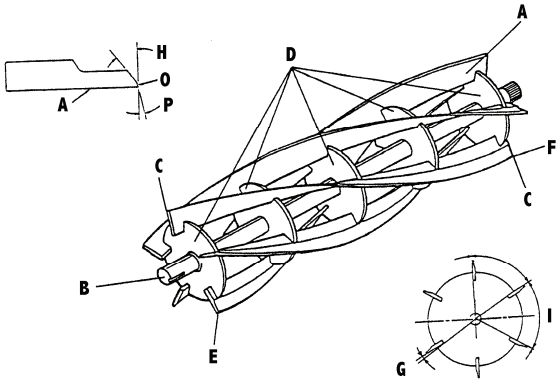
V současné době se používají vřetena s počtem 4 – 11 spirálových nožů kopírujících válcovou plochu vřetene, které se velmi rychle otáčí okolo horizontální osy. Podle aplikace je počet otáček vřetene mezi 400 – 2200 za minutu. Z toho vyplývá, že každý bod spodního nože je až 24.000 x za minutu v kontaktu s nožem vřetene.

Každý výrobce těchto strojů se musí v praxi vyrovnávat z celou řadou potíží a problémů jako například jsou

- výběr optimálně tvrdého materiálu, který nesmí být příliš měkký, ale ani příliš tvrdý
- zabránění vibracím, které se tlumí asymetrickým umístěním nožů na vřetenu
- zabránění přílišnému vývinu tepla - je zcela nutné udržovat mezeru 0.05 mm mezi spodním nožem a listem vřetene

- zabránění poškozování trávníku spodním nožem při extrémně nízkém sečení golfových greenů pomocí speciálně konstruovaných spodních nožů
- maximální využití výkonu motoru optimálním přenosem momentu síly, u většiny kvalitních strojů pomocí hydrauliky
- silný proud vzduchu tvořený vřetenem. Je třeba pečlivě volit sklon nožů na vřetenu tak, aby nože dobře střihaly trávu a zároveň se minimalizoval proud vzduchu

…..

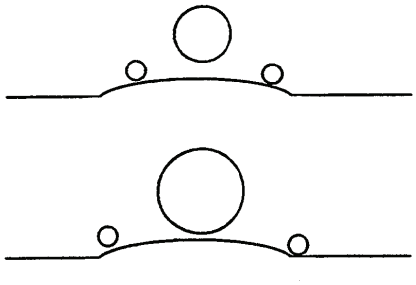


Z výše uvedeného je zřejmé, že jen velmi málo výrobců se dokáže skutečně dobře vyrovnat se všemi problémy tohoto typu sečení a vyplývá z něho i poměrně vysoký podíl vývoje a přesné výroby na ceně vřetenových sekaček.

6.3.2.2 **Srovnání výhod a nevýhod vřetenových sekaček**

Výhody
- naprosto nejvyšší kvalita sečení (čistý střih)
- velký pracovní výkon
- možnost sekat i velmi nízké trávníky
- výborné kopírování terénu
- možnost použít sběrací koše na každé vřeteno

Nevýhody
- vyšší pořizovací náklady
- náročnější údržba



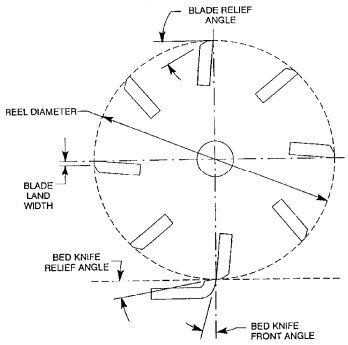
Menší vřeteno lépe kopíruje terén

6.3.2.3 **Použití vřetenových sekaček podle typu trávníku**

Obecně můžeme konstatovat, že pro kvalitní sečení by se vzdálenost jednotlivých seknutí měla přibližně rovnat nastavené výšce sečení. Nastavená výška sečení je vzdálenost roviny určené spodními okraji předního a zadního válce a horní hranou spodního nože. Pro většinu aplikací můžeme nastavenou výšku sečení považovat za skutečnou výšku sečení. Rozdíl je podstatný pouze u sekání velmi nízkých trávníků (pod 5 mm). V případě příliš vysoké frekvence jsou listy trávy stlačeny proudem vzduchu od vřetene dolů a nejsou přesekány. V případě nízké frekvence je na trávníku patrná vlnovka kolmá na směr sečení (marceling).

Výška sečení	Optimální frekvence na 1 m	Typ aplikace
2-5 mm	*nad 200*	*golfové greeny*
8 mm	*nad 120*	*odpaliště*
10-20 mm	*pod 100*	*golfové dráhy*
nad 30 mm	*pod 50*	*semirafy*
nad 50 mm	*pod 30*	*rafy*

Obr 30 v příloze – příklad různých výšek sečení.



Parametry vřetenové sekačky - Základním pracovním nástrojem sekačky je vřeteno, a sekačka je právě tak dobrá a seká právě tak dobře jaké je její vřeteno.

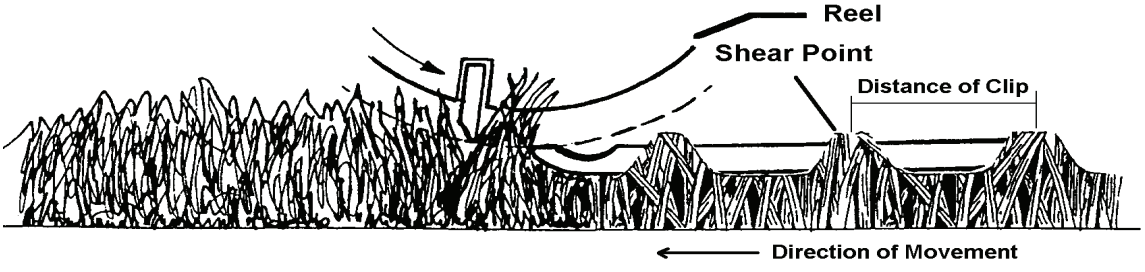
Vřeteno popisujeme rozměry (průměr a šířka) a počtem nožů na vřetenu. Pro volbu vhodné technologie jsou velmi důležité další dva údaje- frekvence sečení (je dána otáčkami vřetene, počtem nožů na vřetenu a dopřednou rychlostí stroje) a vzdálenost vodících válců (schopnost kopírovat vlny terénu). Frekvence sečení vřetenových sekaček má v sobě zahrnutou již složku dopředné rychlosti. Udává se v počtu seknutí (frequency of cut) na jeden metr posekaného trávníku při určité pracovní rychlosti stroje (většinou 6-8 km/hod). Místo frekvence se někdy může udávat také vzdálenost mezi jednotlivými průchody nože vřetene (frequency of clip). Toto je časté hlavně v USA.

Typické greenové vřeteno se otáčí rychlostí 2200 ot/min. Obecně lze říci, že čím menší vřeteno, tím kvalitnější střih. Velká a těžší vřetena jsou vhodná pro méně kvalitní a méně často střihané trávníky.

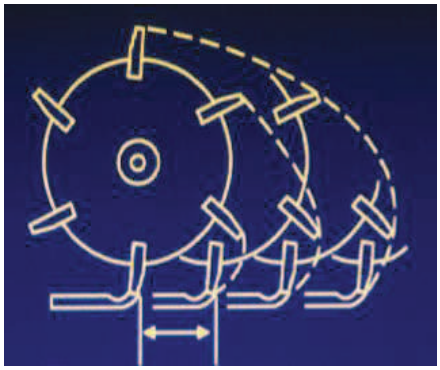
Další pomocné parametry, které nás u sekaček zajímají jsou – tlak na trávník, rozměry stroje pro transport, přepravní rychlost, spotřeba, obratnost, ergonomické řešení,..…

Frekvence sečení

Frekvence sečení a faktory které ji ovlivňují
Otáčky vřetene **(Reel speed)- Rs** (cca 2200/ min)
Počet nožů na vřetenu (**number of blades) N** (5-11)
dopředná rychlost stroje **(working speed) V** (cca 6-8 km/h)
Clip rate Cr - vzdálenost, kterou ujede stroj při dané rychlosti mezi dvěma po sobě následujícími přechody listu vřetene přes spodní nůž cca 4 mm
Frekvence sečení **Cutting frequency Cf** - počet seků na 1 m při dané rychlosti



Příklad
Cuttig frequency činí přibližně Cf = 250 / 6 km/h pro sekačku greenů a můžeme ji spočítat následujícím způsobem



Cutting frequency
Cr = N * Rs / V
N = 11 nožů
Rs = 2200 otáček /min
V = 6 km/hod = 100 m/min
Cr = 11 * 2200 / 100
Cr = 242 „seků“ za metr při 6km/h

Clip rate
Cr = 1 / Cf
Cr = 1 / 242 = 0,0041 m = 4,1 mm
Z výše uvedených skutečností vyplývá, že Frekvence sečení nezávisí na průměru vřetene !!!!!

Frekvence sečení musí být vždy přizpůsobená výšce sečení. Pokud je frekvence sečení nízká vznikají vlnovky v literatuře označované jako Marcelling, Washboarding. Mimo otáček vřetene podobné chyby může způsobovat i rychlá jízda, případně typ zavěšení vřeten nebo špatný stav stroje ložiska válců,..)
Pokud je frekvence vysoká tráva list trávy je jen stlačen dolů ale není přeseknut.

Rozhodující parametry vřeten jsou dané jeho konstrukcí

- sklon spodního nože
- závěs vřetene
- vzdálenost válců a způsob nastavení
- šířka vřetene
- průměr vřetene

Moment síly M přenášený hydraulikou stroje

M = FxR (N m)
R - poloměr vřetene (metr)
F síla kterou působí v daném okamžiku nůž vřetene na list trávy (Newton)
F = M/R kde M je dané konstrukcí stroje a úměrné spotřebované energii
Čím je větší poloměr tím je menší síla !!!!

Velké vřeteno nebo malé vřeteno – při rozhodování této otázky musíme mít výše uvedený princip vždy na paměti. Malé vřeteno má při stejné spotřebě energie větší účinnost nebo naopak při použití větších vřeten budeme mít vyšší spotřebu energie (kterou většinou získáváme spalováním fosilních paliv) než u menších vřeten.

Velká vřetena najdou uplatnění na novém trávníku díky odolnosti a menší možnosti poškození, a tam kde předpokládáme potřebu vyšší délku useknutého listu (méně časté seče).

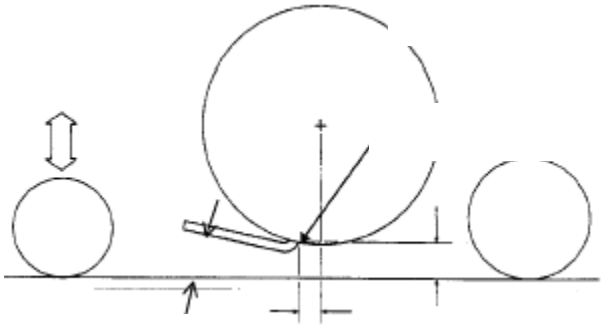
6.3.2.4 **Výška sečení**

Nastavená výška sečení na lavici versus Skutečná výška sečení

Kvalita sečení a výkon vřetenové sekačky jsou závislé na správném sestavení vřetene a jeho správném nastavením.

Již při chybě 0,25 mm ve stranovém nastavení výšky sečení na vřetenu, nebo při odlišném nastavení výšky u jednotlivých vřeten, dochází k vytváření **pruhů či schodů** na greenu. Jde o dosti častý problém.

Pro přesné nastavení vřetene jsou nezbytné : rovná podložka nebo stůl, správná měrka nastavení výšky, odpovídající nářadí a hlavně znalosti zásad a metody nastavení výšky sečení u vřeten.



Nastavení výšky sečení na vřetenu – na lavici

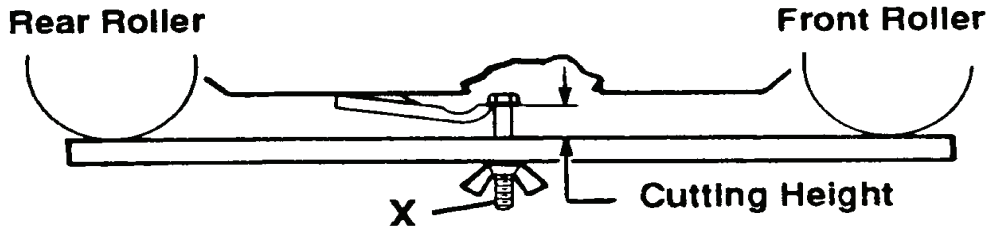
Před započetím práce musíme vědět co udává tato nastavená výška a jak se nastavuje. Výšku měříme pomocí měrky přiložené ke spodním válečkům. Toto je nastavení zvané na „ lavici „.

Tato výška je zvolená dle našich zkušeností a požadavků na trávník. Je závislá na vlastnostech porostu, sezónních změnách a požadavků na hru (rychlost atd.).

Pamatujte, že dvě podobná vřetena od stejného či různého výrobce mohou být nastaveny úplně stejně, **ALE skutečná výška sečení může být odlišná**. A to vlivem rozdílné konfigurace vřetene (geometrie vřetene, pozice spodního nože, rozdílná hmotnost, válečky, Turfgroomer, atd.)

Nastavení výšky střihu

Nastavení výšky střihu se provádí zvednutím nebo spuštěním předních a zadních opěrných válců. Změnou výšky pouze jednoho válce se změní úhel spodního nože – protiostří.



Skutečná výška sečení

To je konkrétní výška, kde je tráva useknutá.

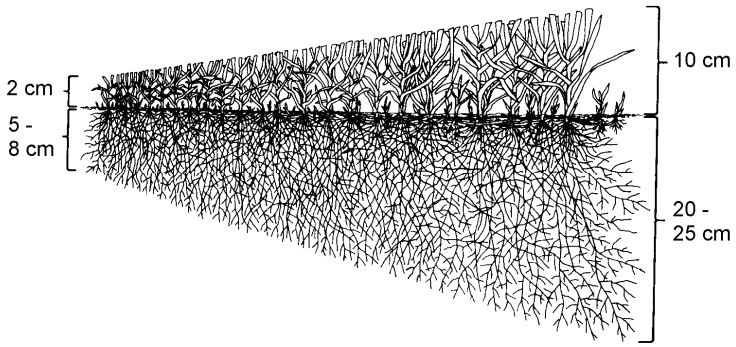
Přesné měření této výšky je velmi problematické. Půdní povrch je nepravidelný a různorodý. Dále nerovnost povrchu s holými místy či rozdílnou hustotou porostu nám může dát rozdílnou barvu travního porostu. To je způsobeno zejména příliš nízkou výškou sečení pro daný stav porostu trávníku.

Pro odstranění těchto problémů bychom měli:

- změnit techniku pěstování trávníku
- konfiguraci vřetene (válečky, Turfgroomer atd.)

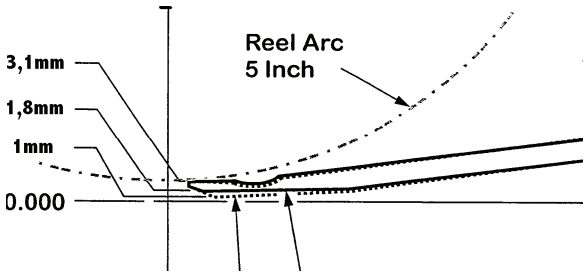
- zvýšit výšku sečení

Výška sečení by měla odpovídat přibližně clip rate (vzdálenosti jednotlivých seků)



Pozor: Čím nížeji chceme sekat tím pravidelnější a hladší musí být povrch greenu.

Někteří výrobci uvádějí ve svých materiálech „ jakési ideální nebo teoretické minimální výšky sečení 0.5 – 1,5 mm toto je ovšem v praxi velmi obtížně dosažitelné. Vždy (i při agresivním sklonu nože pracujeme s nějakou nenulovou tloušťkou protiostří a nenulovou tloušťkou listu trávy. Díky tomu je při těchto „rekordních“ minimálních výškách sečení tráva poškozována otěrem a spíše ničena než kosena. Každý výrobce má ve své nabídce speciální „ turnajové „ spodní nože pro kvalitní sekání na nízkou výšku grenu, ale i tyto velmi tenké nože mají své limity. Mnohem účinnější metoda jak zrychlit green než sekání na příliš nízkou výšku je dvojí přesekání. Toto se běžně praktikuje například na turnajích PGA a na zcela nejšpičkovějších greenech se dokonce seká i čtyřikrát za sebou. Při turnajovém sekání je také nutné velmi často měnit spodní nože sekačky.



Vřetenová sekačka – kvalitní sečení ?

Mnoho faktorů může ovlivnit kvalitu sečení, některé z nich jsou vlastnosti travního porostu. Problémy v porostu jako, silná vrstva plsti, holá místa, pokus o odseknutí příliš velké délky trávy najednou atd. nemusí být vždy překonány pomocí nastavení sekačky. Důležité je, abychom si pamatovali, že čím je nižší výška sečení tím rizikovější jsou tyto faktory, které ovlivňují výslednou kvalitu trávníku. Mějme na vědomí, že skutečná výška sečení je závislá na různých faktorech, hmotnost vřetene, příslušenství vřetene, vlastnosti travního porostu. Skutečná výška sečení bude odlišná od nastavené výšky na vřetenu.

Faktory ovlivňující kvalitu

- Tlak v pneumatikách
- Otáčky motoru
- Ložiska vřeten a válečků
- Ostrost vřetene a spodního nože
- Rovnoběžnost spodního nože a vřetene

- Nastavení spodního nože a vřeten
- Úhel spodního nože
- Válečky - rovnoběžné s vřetenem
- Výška sečení
- Správný spodní nůž
- Válečky a stav ložisek válečků
- Otáčky vřetene
- Rychlost pojezdu při sečení
- Rychlost spouštění vřeten a správná sekvence (časování spouštění zadního vřetene)
- Vyváženost vřetene a přítlak na půdu

Všechny tyto faktory a vlivy musíme vzít v úvahu, pokud hodnotíme kvalitu sečení. Zejména pokud se snažíme odstranit nějaký problém.

6.3.2.5 **Nastavení vřetenové sekačky**

Nastavení mezery mezi noži vřetene a protiostřím:

Vždy je třeba udržovat minimální mezeru mezi vřetenem a spodním nožem Mezera mezi spodním nožem a vřetenem by měla být v rozmezí od 0,01 do 0,05mm, nikdy nesmí být kontakt kov na kov. Tato mezera se měří různými způsoby. Ideální je pomocí profesionálních měrek, často se však používá i obyčejný kancelářský papír. Pokud pásek papíru vložíme vodorovně mezi vřeteno a protiostří a pootočíme vřetenem, papírek by neměl být ustřihnut. Pouze by na něm mělo vzniknout zřetelné otlačení stiskem nože a protiostří tzn. Pokud papírek vložíme kolmo na protiostří (tzn. tak jak roste tráva) papírek by měl být při pootočení ustřihnut.

Důležité je zejména při primárním nastavení změřit tuto mezeru na všech nožích vřetene a to vždy na jednom okraji uprostřed a na druhém okraji. Toto měření nám pomůže odhalit nedostatky jako např. ohnutý nůž na vřetenu, nesprávně nastavenou rovnoběžnost vřetene s protiostřím, opotřebená ložiska vřetene, špatně nabroušené nože vřetene apod.
Pokud se budou nože vřetene příliš dotýkat protiostří, vřeteno se začne při sečení zahřívat, při zahřátí zvětší svůj objem a kontakt nože vřetena a protiostří bude ještě silnější. Následkem toho se nože vřetena budou rychleji opotřebovávat a otupovat při zvýšené spotřebě pohonných hmot.

Naopak pokud bude mezera příliš velká, tráva nebude ustřižena, ale spíše užmoulána. Plocha řezu bude větší.

Tráva musí být čistě uříznuta podobně jako u nůžek
Zbývá více energie na sekání
Jednotky jsou chladnější, menší opotřebení.
Menší spotřeba paliva, namáhání stroje,…

Význam podbrusu u vřeten

Podbrusem se nazývá zúžení sekajícího konce vřetene. Toto zúžení používá většina výrobců vřetenových sekaček. Jaký je jeho význam?

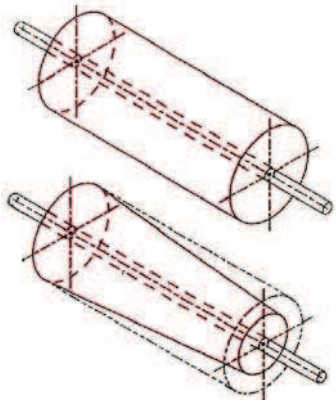
1. Výrazně snižuje energetickou náročnost sekání. Podbrus byl zaveden již v době kdy vřetena tahali koně. V době spalovacích motorů někteří výrobci zkoušeli podbrus vynechat, ale po zkušenostech z praxe se opět k této praxi vrátili.
2. Díky podbrusu si může každý zákazník sekačku snadno naostřit zpětným pohybem vřeten- tzv. backlapping.

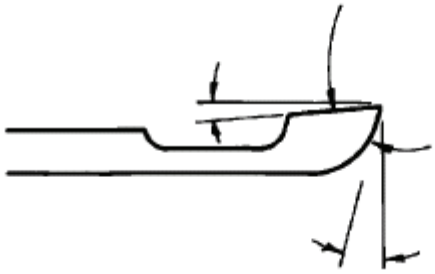
BACKLAPPING

- základní naostření ztupených řezných hran t tzv. backlapping – lapování nožů vřetene.

Jak se lapování provádí?

Vřeteno se otáčí proti směru otáčení při sečení. Na nože vřetene je pomocí štětce s dlouhou rukojetí nanášena směs brusiva s mazlavým mýdlem. Mýdlo se používá z toho důvodu, že jej lze snadno opláchnout vodou. Doporučená velikost zrn by měla být okolo 180 mikrometrů. Otáčky vřetene musí být při zpětném zabrušování mnohem nižší, než při sečení. Pokud jsou hrany nožů příliš opotřebené a zakulacené, je třeba vřeteno nabrousit.

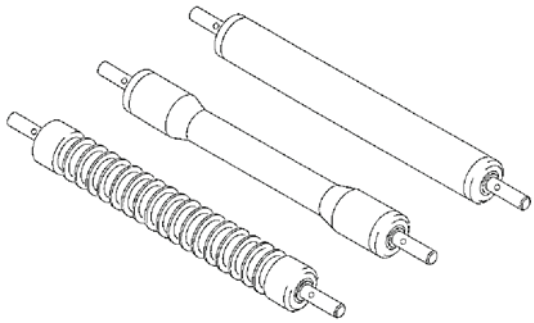




Broušení vřeten se provádí na speciálních bruskách. Mimo naostření řezných hran je při broušení důležité obnovit původní tvar válcové plochy. Obrobně musíme obnovit původní úhly a hrany na spodním noži – protiostří.

Obr 8 v příloze – Zajímavá novinka uchycení protiostří permanentními magnety výrazně šetří práci a zvyšuje kvalitu i odolnost sekačky.

Přední a zadní opěrné válce



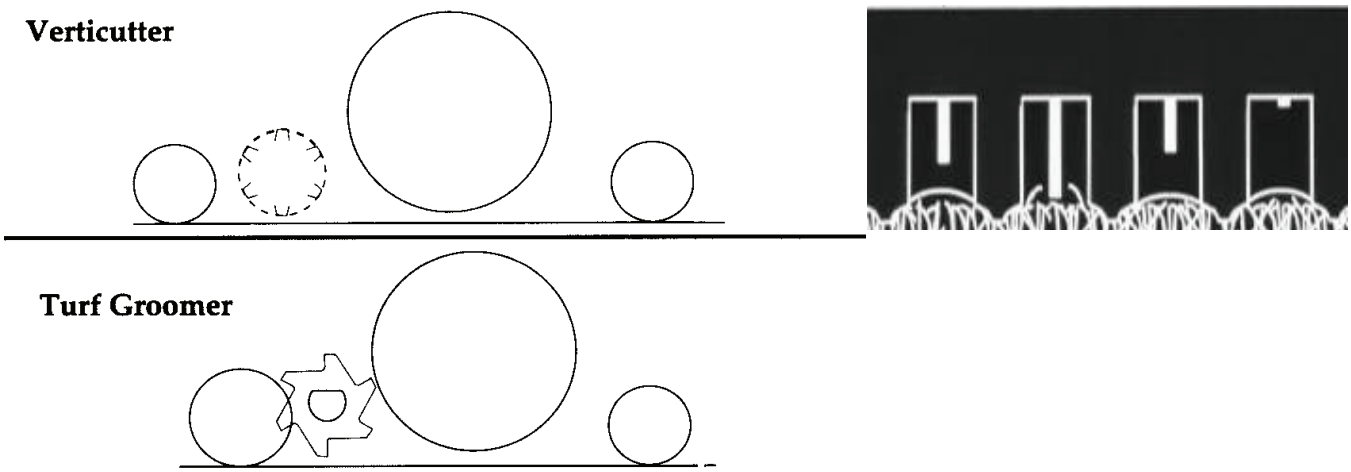
Zadní válce bývají hladké, pro zachování konstantní výšky sečení by měly být vybaveny stěrači aktivními nebo pasivními. Přední válce jsou podle typu aplikace buď plné hladké nebo rýhované pevné nebo segmentované. Správnému výběru předního válce je třeba věnovat velkou pozornost protože zvláště u nízko střižených trávníků můžeme válci zásadně ovlivnit charakteristiky sekačky.

Zlatá pravidla pro vřetenové sekačky

1. **Nikdy nesekejte vyšší rychlostí než 11 km/hod**
2. **Maximální výška sečené trávy musí být rovna polovině průměru vřetene + výšce sečení**
3. **Je třeba přizpůsobit výšku sečení a frekvenci sečení - zvláště pro aplikace pod 15 mm.**
4. **Frekvence sečení závisí na třech faktorech**
   - **pracovní rychlosti stroje**
   - **rychlosti otáčení vřetene**
   - **počtu nožů na vřetenu**

Třídimenzionální sekání

Moderní stroje pro greeny mohou být vybaveny **zařízením pro 3D sekání**. Tedy sekání i pod nastavenou výškou sečení. Tento systém nazývaný TURF GROOMER (travní pročesávač) se stává naprostou nezbytností pro sekání moderních greenů. Rýhovaný válec nadzdvihne horizontálně rostoucí listy trávy a ty jsou přeseknuty ve vertikální rovině rotujícími hvězdicovými noži. Výsledkem je výrazně kvalitnější sečení bez stresu, zdravější a homogennější trávník a vyšší rychlost greenu bez nutnosti snižovat výšku sečení.



Pozor nezaměňovat s vertikatem, který pracuje v kořenové vrstvě. Rozteč nožů u TURFGROOMERU je 7 mm. (Poznámka: Na špičkových drahách se začíná také používat stejný systém 3D sekání s roztečí 12 mm.) *Obr 9 v příloze – Turfgroomer.*

6.3.2.6 **Typy vřetenových sekaček**

Obr 10 v příloze – ECLIPSE – Hybridní jednovřetenová sekačka s plně plovoucím vřetenem.

Ručně vedené jedno vřetenové sekačky

– jsou používány pro sekání menších ploch a podle frekvence sečení je jejich určení prohrčeny (golfové, bowlingové,..) nebo pro špičkové parkové trávníky. Ruční sekačky jsou nutné tam, kde je třeba dosáhnout maximální kvality, jsou vhodné pro nové a velmi měkké greeny, umožňují nejpřesnější a nejkvalitnější způsob údržby.

Typický stroj pro green má záběr okolo 55 cm, průměr vřetene 12,5 cm, 11 nožů na vřetenu, frekvence sečení cca 250 seků na metr.

Pro speciální aplikace existují také ruční sekačky s menším záběrem (45cm), stroje s částečně nebo plně plovoucím žacím ústrojím, stroje s elektro pohonem pro práci poblíž obytných budov. Při rozhodnutí o použití jen ručních sekaček pro greeny je vždy třeba vyřešit dopravu sekaček a pracovníků po areálu. Na jednu (max. dvě) sekačky by měl být k dispozici užitkový vozík s malým podvalníkem na přepravu strojů i posekané trávy. Pro dopravu na krátké vzdálenosti bývají tyto stroje vybaveny pojezdovými koly, které se pro vlastní sekání odpojují.

V Anglii jsou velmi oblíbené velké jedno vřetenové sekačky se záběrem okolo 100 cm pro sekání fotbalových hřišť.

Obr 11 v příloze – Mastiff. Obr 11A v příloze – Ewalk.

Více vřetenové samochodné sekačky

Obr 12 v příloze – Eplex – plně elektrická vřetenová sekačka

Počet vřeten na stroji tři pět nebo sedm. Vřetena jsou uspořádána tak aby vždy byla tráva posekána před pojezdovými koly. Ideální uspořádání je takové, kdy krajní vřetena jsou vpředu v zorném poli operátora. Tak je možné přesně sledovat kontury sekaných ploch a maximálně efektivně stroj využívat.

Energetickou jednotkou vřetenových sekaček je vznětový motor o výkonu 15 – 40 kW. Pohon vřeten je v současnosti u většiny strojů hydraulický. Novinkou je pohon vřeten elektrický na sekačkách které jsou plně elektrické (zatím jen u třívřetenových sekaček greenů) a nebo hybridní v kombinaci se spalovacím motorem.

Typický záběr u třívřetenové sekačky je 150-210 cm, u pětivřetenové sekačky 200-300 cm a u sedmivřetenových sekaček bývá záběr 300- 400 cm.

Obr. 13 a 14 v příloze.

Sestavy vřeten tažené traktorem

V minulosti velmi oblíbené, stroje které najdou široké uplatnění i dnes všude tam kde je třeba rychlé, levné a kvalitní časté sekání parkových či sportovních ploch. (Letiště, dostihové areály, parky,..)

Vřetena jsou sestavena do sestav po 3,5,7 9, kusech a tažena traktorem s travními koly. Pohon vřeten zajišťuje většinou mechanická převodovka od pojezdových kol a nebo hydraulický systém pomocí hydromotorů.

Výhodou vlečených vřetenových sekaček je velká produktivita a relativně nízké náklady. Nevýhodou je obtížné manévrování, garážování stroje a samozřejmě i fakt že vřetena sekají až za traktorem.

Obr.15 v příloze – sestava vřeten vlečená traktorem.

Další operace prováděné pomocí vřetenových sekaček. Velkou výhodou vřetenových sekaček je, že mohou být vřetena krátkodobě nahrazena jiným pracovním nástrojem a celý stroj se pak mění na univerzální regenerační prostředek. Náhradní kazety umožňují několik typů operací, které jsou důležité zvláště u nízce střižených trávníků. (Vertikutace, skarifikace, spiking, aerifikace, kartáčování, ….)

Obr. 16 v příloze – systém regeneračních kazet.

Pro zajímavost uvádíme doporučený seznam vybavení typického 18-ti jamkového hřiště sekací technikou

Greeny: výška sečení 2,5 –6 mm, plocha cca 1,5 ha sekáno denně

5-6 ručních jednovřetenových sekaček, s 11 nožovými vřeteny a Turfgroomerem.
nebo
1 samojízdná třívřetenová sekačky , 11 nožová vřetena, Turfgroomer, kartáč, spiker, verticut a 3 ruční jednovřetenové sekačky, s 11 nožovými vřeteny a Turfgroomerem
nebo
2 samojízdné třívřetenové sekačky , 11 nožová vřetena, Turfgroomer, kartáč, spiker, verticut

Okolí greenů (Collars, aproaches), odpaliště. – výška sečení 6-11 mm, plocha cca 2-3 ha, sekání obden

3-4 ruční jednovřetenové sekačky 7-11 ti nožová vřetena
nebo
1 třívřetenová sekačka (greenový typ) 7 až 11 ti nožová a 2 ruční sekačky
nebo
2 třívřetenové sekačky (greenový typ) 7 až 11 ti nožová

Semiraf (okolí greenů. bunkrů, drah..) - okolo 25- 45 mm, plocha cca 10ha, sekáno 2 x týdně

1 plně hydraulická třívřetenová sekačka se sedminožovými vřeteny a 1 rotační sekačka (pětičlánková případně tříčlánková)
nebo
2 plně hydraulické třívřetenové sekačky se sedminožovými vřeteny
nebo
2 rotační sekačky (pětičlánkové případně tříčlánkové)

Dráhy - výška sečení 10-20 mm, plocha okolo 20 ha, sekáno obden

2 lehké plně hydraulická třívřetenová sekačky záběr 250 – 300 cm

Často sekaný raf - výška sečení 40-70 mm, sekáno 1-2x týdně

1 plně hydraulická pěti vřetenová sekačka se záběrem 300 cm
nebo
1 plně hydraulická rotační sekačka se stranovým odhozem nebo mulčovací. se záběrem 300-350 cm
nebo
1 traktorem tažená vřetenová sekačka pětičlánková (resp. sedmičlánková)

Těžký, málo sekaný raf – sekání několikrát za rok

1 robustní rotační sekačka se záběrem okolo 1,8 -3,5 m
nebo
1 rotační sekačka, nesená traktorem, pohon PTO 1,8 – 2,1 m

6.4 Stroje pro regeneraci trávníků

Kvalitní travní porost se neobejde bez pravidelné péče. Vedle sečení jsou dnes běžnou součástí technologických postupů při pěstování trávníků další pracovní operace.
Vertikutace (Skarifikace)- prořezání
Aerifikace - provzdušnění
Topdressing – pískování
Aplikace chemikálií – postřik a rozmetání hnojiv
Výsev a dosev
Kartáčování a smykování,...

6.4.1 Stroje pro povrchové mechanické zásahy

Hlavním úkolem prořezávání je rozrušení zplstnatělé travní vrstvy a nakypření svrchních vrstev půdního profilu do hloubky přibližně několika milimetrů. Tento zásah umožňuje rostlinám lepší příjem živin, zasakování vody a přístup vzduchu ke kořenům. Podle místních podmínek se provádí jednou až desetkrát za vegetaci v době, kdy je travní porost v plném růstu.

6.4.1.1 **Vertikutace – prořezání**

Tato operace je prováděna vertikálními prořezávači – vertikutátory, jejichž pracovním ústrojím jsou ploché trojúhelníkovité, hvězdicové nebo volně uchycené nože z tvrzené oceli upevněné na horizontálně se otáčejícím hřídeli. Protisměrnou rotací vniká pracovní ústrojí do hloubky několika milimetrů a nařezává travní drn ve vzdálenosti 5 – 10 mm od sebe podle konstrukce nožového hřídele. Pracovní záběr strojů se pohybuje u ručně vedených strojů mezi 0,4 až 0,7 m. Pro větší plochy se využívají stroje s větším záběrem vertikutátory nesené traktorem nebo adaptéry k vřetenovým sekačkám.

Většina strojů dnes umožňuje plynulé nastavení pracovní hloubky s milimetrovou přesností, která přizpůsobuje práci stroje různorodým podmínkám travního porostu a zajišťuje kvalitní provedení této operace, při níž dochází k rozrušení travní plsti.
Obr 17 v příloze – traktorem nesený vertikutátor.

6.4.1.2 **Skarifikace – prořezání**

Tímto názvem je nazývána hloubková vertikutace prováděná většími noži s větší roztečí, která může zasahovat hlubší vrstvy 5-20 mm a nakypřuje i svrchní vrstvy půdního profilu. Při obou těchto operacích je vyčesaná hmota sbírána přímo do koše nebo ponechána na ploše a následně sebrána sběračem, sekačkou se sběrem.

6.4.1.3 **Grooming**

velmi lehké prořezání prováděné buď samostatně nebo před sekáním pracovní hloubka je 0 mm a používá se pro přerušení odnožovacích kořenů u výběžkatých trav, odstranění plevelných trav (Lipnice roční),..

6.4.2 Stroje pro podpovrchové mechanické zásahy - aerifikaci

Stroje pro aerifikaci plnými a dutými hroty (coring), hloubkové provzdušňovače, vodní a vzduchové injektory. Hlavním cílem těchto stojů je uvolnit zhutnělou vegetační vrstvu trávníku, umožnit přístup vzduchu, živin a vody ke kořenovému systému. Tato operace urychluje rozklad organických zbytků, působí příznivě také na oteplování vrchní půdní vrstvy, což umožňuje travám hlubší zakořeňování a podporuje odnožování.

Aerifikace je údržbovou pracovní operací, při níž se mechanicky propichuje půda přibližně do hloubky 50 až 150osmdesát milimetrů, s četností 300 až 500 otvorů na 1 m2 . Průměr otvoru je dán typem pracovního ústrojí a pohybuje se nejčastěji v rozmezí 6 – 25 mm.

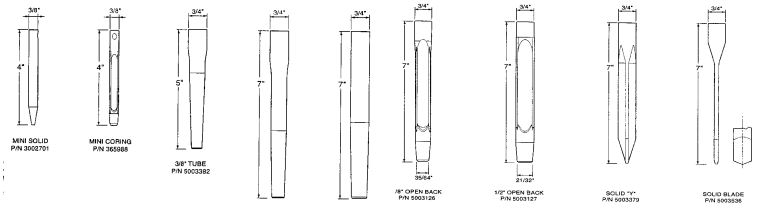
6.4.2.1 **Valivé aerifikátory**

Stroje využívané k provzdušňování jsou označovány jako provzdušňovače – aerifikátory. Pracovní ústrojí těchto strojů mohou být rozdílné konstrukce. Jednodušší variantu představují ježkové válce opatřené po obvodu delšími plnými nebo dutými hřeby. Nevýhodou těchto strojů utužení půdy v okolí vpichu a ovalicita otvoru. Hloubka těchto strojů je maximálně 100 mm. Na valivém principu pracují také hloubkové pasivní prořezávače

s trojúhelníkovými noži. Pracovní hloubka tohoto stroje může být až 20 cm. Vždy se jedná o adaptéry tažené traktorem s travními koly.
Obr 18 v příloze – valivý aerifikátor.

6.4.2.2 **Vbíjecí aerifikátory**

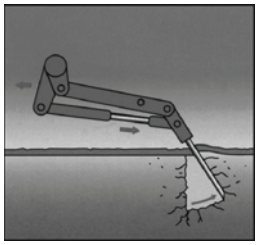
Nože – trny jsou vbodávány do trávníku kolmo za současného dopředného pohybu stroje. Vbíjení zajišťuje klikový mechanizmus, který je poháněn spalovacím motorem u malých samochodných aerifikátorů nebo vývodovým hřídelem traktoru u nesených strojů. Díky klikovému mechanismu vniká hrot aerifikátoru kolmo do země a po aerifikaci zůstanou v trávníku téměř kulaté otvory. U většiny těchto strojů je možné měnit hroty podle toho, jaký typ trávníku provzdušňujeme. Rozteč otvorů závisí na typu trávníku a může být podélně 40 mm - 150 mm a příčně 30 mm - 81 mm. Pracovní hloubka klasických vbíjecích arifikátorů je mezi 60 -120 mm



Pro aeriifkaci se používají různé typy nožů – plné trny o průměru 6-24 mm nebo duté trny o průměru 6 -32 mm. Plné se používají při letní aerifikaci (odventilování trávníků). Nejčastější je použití dutých nožů, které umožní částečnou (1-5%) výměnu vegetační vrstvy a tím se trvale mění fyzikální i chemické složení (v kombinaci se zapískováním). Tato praxe je velmi častá například na golfových greenech. Při použití dutých trnů zůstávají na povrchu trávníků půdní zátky, které jsou následně sbírány sběrači nebo kartáčovými nástavci vřetenových sekaček. Pro větší plochy jako jsou třeba golfové dráhy se často tyto zbytky po aerifikaci nechávají rozpadnout a pak se zasmykují zatahovací sítí nebo kartáči.
Obr 19 v příloze – aerifikátor ručně vedený.
Obr 20 v příloze – aerifikace dutými hroty.

6.4.2.3 **Hloubkové aerifikátory Verti- Drain**

Používání aerifikátorů s dutými hroty je běžná praxe už více jak 100 let. Dlouhodobé použití těchto užitečných nástrojů do hloubky cca 10 cm vytvoří pod touto hloubkou zhutněnou vrstvu půdy. Pro správnou funkci vegetačního substrátu a drenáže je nutné tuto vrstvu odstranit. Další zhutnění samozřejmě vzniká i provozem na trávníku (sekačky, sportovci,.) Velký problém se zhutněním (kompakcí) můžeme sledovat třeba na fotbalových hřištích kde v kombinaci s deštěm může zhutnění změnit charakter hry i kde může dojít k velkému poškození trávníku. Řešení tohoto problému se objevilo před cca 20 lety. Aerifikátory s hloubkovým uvolněním drnu na principu zakopávání. *Obr 31 v příloze – měření zhutnění.*



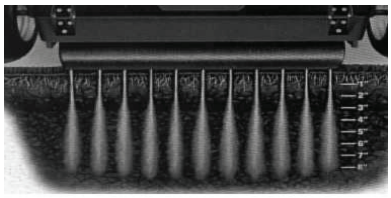
Jedná se o unikátní patentovanou technologii - stroj nesený na tříbodovém závěsu traktoru, který dokáže penetrovat půdní profil do hloubky až 40 cm a v nejhlubší úvrati nože díky paralelogramovému uspořádání ramen tlumič aktivně zatlačí na nůž a ten nadzdvihne celý půdní profil. Díky tomu je vytvořen prostor pro kořenový růst a průchod vody do drenážního systému.

Záběr těchto strojů se pohybuje od 100 do 260 cm. Stroje musí pronikat do velké hloubky i za velmi těžkých podmínek. Proto je důležitá hmotnost stroje, počet ramen úhel pod kterým působí síla nože na trávník (snaha eliminovat horizontální

složku která způsobuje rázy na traktor). Velkou roli hraje také umístění těžiště stroje rozložení části hmoty do stran stroje kde hraje tato hmota roli závaží na páce a přispívá ke stabilizaci aerifikátoru při práci v náročných podmínkách.

Vzhledem k tomu že stroj Verti – Drain mohou být použity i s dutými hroty pro mělkou aerifikaci, jedná se o velmi univerzální stroj, který je v profesionální péči o trávník naprosto nepostradatelný.
Obr 21 a 21A v příloze – plné hroty se používají většinou po zapískování

6.4.2.4 **Vodní aerifikátory – injektory**

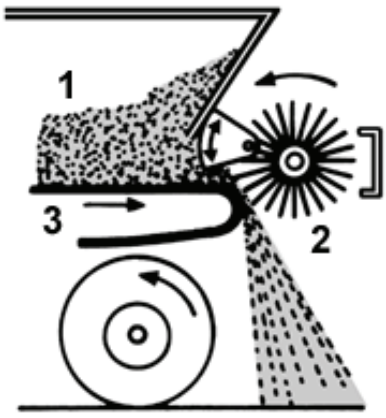


Hydrojet - jedná se o velmi zajímavý princip, kde je aerifikace prováděna proudem vody která je pod vysokým tlakem vstřikována do trávníku. Výhodou tohoto stroje je naprostá neporušenost trávníku, Nevýhodou je naopak neexistence otvoru který bychom mohli vyplnit pískem a vytváření zhutněné vrstvy pod hloubkou dosahu těchto strojů. Na rozdíl od nožů, které působí jen bodově, vodní paprsek se rozpíná na všechny strany a zhutnění je několikrát rychlejší. Je tedy nutno tento systém využívat vždy v kombinaci s ještě jiným strojem na mechanickou aerifikaci. Někteří výrobci používají vodní injektáž i k dodávání chemikálií do kořenového sytému.

6.4.3 Stroje pro Topdressing – pískování

Pískovače – stroje na precizní distribuci písku a jiných materiálů na trávník. Tato operace se provádí v kombinaci s aerifikací pro vyplnění aerifikačních otvorů, nebo v kombinaci se scarifikací a nebo samostatně pro srovnání povrchu a doplnění písku do vegetačního substrátu. V moderním greenkeepingu je běžné provádět lehký topdressing greenů po 2-3 týdnech a proto musí být stroje na tuto práci přesné i výkonné zároveň.

Typy pískovačů podle rozmetacího zařízení



Kartáčové pískovače. *Obr.22 v příloze.* Písek je podáván širokou štěrbinou s hradítkem pro nastavení množství písku ke kartáči, který písek vmetá do trávníku. Výhodou tohoto systému je možnost dávkovat naprosto precizní množství písku, a možnost aplikovat i velkou vrstvu při poměrně vysoké pracovní rychlosti. Nevýhodou je omezený záběr daný šířkou zásobníku a kartáče. Objem zásobníku O,5 – 4 m^3 a záběr 70 do 200 cm.

Diskové pískovače. *Obr. 23 v příloze.* Písek je rozmetán do šířky dvěma protiběžnými disky šířka rozmetání může být až 12 metrů. Výhodou těchto strojů je vysoký pracovní výkon, což je výhoda hlavně u lehkých a častých aerifikací. Nevýhodou je pak fakt že písek není prudce vmetán do trávníku ale dopadá na povrch, mírná nerovnoměrnost aplikace a vyšší nároky na kvalifikaci obsluhy.

Zásobník pískovače je vybaven podávacím pásem a může být u malých strojů vybaven vlastním podvozkem s motorem a stroj pracuje vedený operátorem. Nebo se používají nástavby na užitková auta, případně závěs traktoru. Největší pískovače pak jsou přívěsy tažené traktorem a jejich pohon zajišťuje hydraulika. Velké pískovače mohou být vybaveny pásovými dopravníky a používají se i na doplňování písku do golfových bunkrů, pro zásobování malých pískovačů,... *Obr 23A v příloze.*

V posledních letech se topdressery používají i na aplikace gumigranulátu do umělých trávníků třetí generace.

Zajímavostí jsou i samonakládací pískovače, které se samy sklopí a mohou být naloženy bez nutnosti použití nakladače. Díky tomu stačí na práci s nimi jen jeden pracovník. Podmínkou ovšem je aby sklad písku nebyl příliš daleko od pískované plochy. Tyto pískovače najdou uplatnění hlavně na menších plochách jako je fotbalové hřiště. Na golfu vzhledem k velké vzdálenosti je třeba vyřešit dopravu písku jiným způsobem.
Obr 24 v příloze – samonakládací pískovač

6.4.4 Secí a dosévací stroje

Secí stroje. Jejich úkolem je zapravit rovnoměrně osivo do hloubky 5 – 10 mm. Podávání osiva na výsevní jednotku zajišťují pryžové nebo gumové kartáče, které osivo rovnoměrně vyhrnují. Regulace výsevku se provádí změnou velkosti vyhrnovacích otvorů. Půda před setím je upravována pomocí mřížovaného nebo cambridžského válce. Po setí je osivo zapraveno zadním válcem, který půdu utuží a zajistí lepší klíčivost. Ručně vedené sečky mají záběr 50-100 cm, traktorem tažené mohou mít záběr až několik metrů.

Stroje pro přísev. Setí se prování do již vzrostlého trávníku, úkole těchto strojů je tedy připravit secí lůžko prořezáním nebo vbodnutím trnu do trávníku. Podle tohoto principu dělíme dosévací stroje na hrotové a diskové.

Hrotové sečky jsou jednodušší, a mohou být použity i pro výsev nových trávníků. Pomocí jednoho či dvou válců s kuželovými hroty vytváří 1000 – 2000 otvorů na m2 a přes ně vysévají osivo. Následně osivo do otvorů zasmykují kartáč. Hroty sečky jsou na rozdíl od válcového aerifikátoru kuželové. *Obr 25 v příloze.*

Diskové sečky sejí do drážek, které jsou vyřezány diskovým nožem. Jejich výhodou je stoprocentní účinnost, nevýhodou je řádkový charakter výsevu, který je na trávníků dlouhou dobu patrný. Jsou také pomalejší a náchylnější na poškození v obtížných podmínkách.

Obr 26 v příloze.

6.4.5 Stroje pro aplikaci chemikálií

Pro aplikaci kapalin na trávník se používají postřikovače. Pro malé plochy se používají ruční postřikovače, pro větší trávníky pak výkonné postřikovače tažené nebo nesené traktorem nebo užitkovým vozíkem.

Postřikovač se skládá z nádrže čerpadla, postřikovacích ramen a trysek. Součástí plastové nádrže je i míchací zařízení,které zabraňuje sedimentaci chemikálie. Samozřejmou součástí postřikovače by měly být i nádrže na čistou vodu sloužící k proplachování stroje a umývání obsluhy.

Objem nádrže mívá většinou několik set litrů v závislosti na typu nosiče. Záběr ramen pevných je 2 – 12 m a plovoucích nad 10 m. Plovoucí ramena mají pomocná kola která zabraňují poškození ramen při práci v terénu.

Trysky jsou velmi důležitou součástí postřikovače je třeba volit trysky podle typu aplikace kterou chceme provádět. Kvalitnější postřikovače mívají tři a více tryskové držáky, aby bylo možné snadno trysky měnit podle typu aplikace.

Pohon čerpadla je u moderních strojů zajišťován hydraulikou, u starších pak mechanickým pohonem. Důležitá je tlakový regulátor pro nastavení tlaku a průtoku v závislosti na pojezdové rychlosti stroje.

Ovládání postřikovače ruční pomocí manuálního ventilu kterým je pouštěna kapalina do trysek při předem nastaveném tlaku průtoku a konstantní rychlosti vozidla. Abychom věděli jaké množství postřikovač dává je ho vždy třeba pro daný typ trysek a chemikálií kalibrovat.

Ovládání postřikovače elektronické které pomocí elektroventilů řídí podle rychlosti jízdy vozidla. Rychlost jízdy je sledována podle otáček motoru a nebo měřena přímo radarem. Tento způsob ovládání je samozřejmě přesnější a umožňuje lepší přizpůsobení aplikace terénu.

Další vybavení postřikovače. Hadice s postřikovací pistolí pro postřik míst kam nemůžeme technikou, pěnový značkovač, odstavný rám, který je schopen unést plný postřikovač je také velmi důležitý pro případ, že máme namíchanou kapalinu a změní se náhle počasí. Postřikovač je pak ideální odstavit plný bez přečerpávání chemikálie. *Obr 27 v příloze.*

6.4.6 Rozmetadla průmyslových hnojiv

Ručně vedená- štěrbinová nebo rotační, vždy je třeba řádně kalibrovat na daný typ hnojiva a pojezdovou rychlost.

Nesená – disková nebo hubicová – pohon většinou hydraulikou. *Obr 28 v příloze.*

Při údržbě trávníků se samozřejmě používá mnoho dalších specializovaných strojů, příkladem je například slupovač drnů RYAN *Obr 29 v příloze*.

6.5 Moderní trendy

Mezi zajímavé trendy při vývoji mechanizace pro ošetřování trávníků patří již zmíněné alternativní pohony – akumulátory, LPG. Testování probíhá i s vodíkovými palivovými články. Novinkou jsou i hybridní stroje s kompletně elektrickým pohonem, kde zdrojem energie je spalovací motor. Testují se dálkové způsoby ovládání, technologie GPS,.. Mezi nejdůležitější však patří ekologie a ekonomika provozu. Ekologie se promítá především do snižování emisí škodlivých plynů, používání biologicky odbouratelných náplní hydrauliky. Výrazný je i tlak na snižování hluku a vibrací strojů, proto se u moderní technologie stále více prosazuje hydraulický a nebo elektrický pohon pracovních orgánů na místo mechanického.

6.6 Index servisovatelnosti

Je důležitý parametr, kterým lze relativně objektivním způsobem charakterizovat náročnost nebo naopak snadnost servisu. Je jasné že snadno servisovatelné stroje budou dlouhodobě v mnohem lepším stavu, i že se snížení provozních nákladů promítne do efektivity stroje a výsledně i do zdraví trávníků. Příklad najdeme na *Obr. 32 v příloze*, kde je příklad rotační sekací jednotky v poloze kde je údržba nožů velmi snadná.

7 KRAJINÁŘSTVÍ

(Ing. Naděžda Sochorová a Ing. Jiří Šindelář)

7.1 Úvod

Cílem předmětu krajinářství **je rozšířit a sjednotit znalosti** cílové skupiny v oblasti zahradní a krajinářské architektury a managementu zahradních a krajinářských úprav.

Teoretické základy oboru krajinářství:

a) **biologické** (botanika, ekologie, dendrologie, apod.)
a) **umělecké** (dějiny umění, dějiny zahradní a krajinářské architektury, Florentská charta, apod.)
a) **technické** (výtvarná tvorba, zahradně architektonická tvorba, stavby a architektura, urbanismus, krajinné plánování, použití rostlin apod.).

7.2 Základy krajinářství

„Umění tvorby zahrad, parků a skladby krajiny patří k těm oborům lidské činnosti, které se snaží uspořádat a dotvářet vnější svět pro blaho člověka, pro zajištění jeho správných životních funkcí v jednotě s pohodou duševní…“
Ivar Otruba

Inspiračním základem a východiskem pro krajinářství jsou:

- **PŘÍRODA**
  Prvotní základy krajinářství vychází z přírodních podmínek v daném území (původní vegetace, morfologie terénu, klimatické podmínky…)

a

- **LIDSKÁ ČINNOST**
  Významná složka značně ovlivňující vzhled a funkčnost krajiny (obdělávání polí, budování infrastruktury, hospodaření v lesích, lomech…)

Cílem kvalitního krajinářství je skloubení obou těchto zdánlivě neslučitelných faktorů.

Bílé Karpaty - příklad sloučení přírody a lidské činnosti

7.2.1 Základní pojmy

Krajina – je výsledkem činnosti člověka a přírodních procesů

Krajinná architektura – proces, jež od nepaměti zasahoval do tvarování a aranžování prostoru krajiny.

Obor krajinné architektury - je uměleckou a technickou disciplinou; obsahuje nejen díla zahradní, parkové a krajinářské architektury, ale také zasahuje do urbanismu a projevuje se v rámci kultivování celého krajinného prostředí.

Kulturní krajina – krajina, která je ovlivněna pozitivně, či negativně lidskou činností (sídla, domy, cesty, zahrady).

Historická kulturní krajina – krajina, jejíž jednotlivé prvky, či jejich seskupení jsou význačné z historického hlediska. Historický charakter krajiny je dán existencí historických prvků, ať již jsou přítomny na povrchu, či pod povrchem země. Spolu pak vytváří charakter dané krajiny.

Genius loci – duch nebo osobnost místa; vnímáme ho všemi smysly zrakem, sluchem, čichem, chutí i hmatem.

Krajinný ráz – je přírodní, kulturní a historická charakteristika určitého místa, či oblasti. Je chráněn před činností snižující jeho estetickou a přírodní hodnotu.

7.2.2 Směry krajinářství

Mezi základní směry krajinářství patří:

- Spoluvytváření, dotváření a ochrana základních krajinných celků a urbánních prostorů.
- Spoluvytváření a dotváření parkových systémů měst – sídelní park by měl vycházet z okolní krajiny a zároveň do ní vstupovat jak svým kompozičním uspořádáním, tak i druhovým složením zeleně
- Začleňování obytných zón do městského prostoru - vznik obytných čtvrtí, a jejich zapojení do struktury městské a krajinné zeleně

Podstata moderních a kvalitních pracovních výstupů spočívá v týmové práci a v „umění“ spolupráce. Celkový krajinářský výstup je vždy výsledkem práce více odborných pracovníků:

- urbanista,
- dopravní inženýr
- umělec
- architekt
- botanik
- geolog
- historik…..

7.2.3 Inspirační zdroje

PŘÍRODA - veškeré dokonalé tvary, barvy, přizpůsobení rostlin a živočichů abnormálním podmínkám vychází z přírody a jejich zákonů.

UMĚNÍ - abstraktní tvary, snové vize, jiné prostory - tím vším nás může inspirovat umění.

SENSITIVITA JEDINCE - Každý z nás vnímáme krajinu zcela jinak. Její objektivní a subjektivní vnímání je pro krajináře velmi důležité, obzvlášť při dotváření určitého krajinného celku.

MYTOLOGIE - pro tvorbu krajiny je také velmi důležité znát její příběhy, legendy a pověsti, ve kterých je možno nalézt odpovědi na určité nejasnosti v utváření krajinného prostoru. I v této oblasti je důležitým pomocníkem při návrhové části terénní průzkum.

NÁBOŽENSTVÍ - pochopit náboženství, či duchovní život lidí v daném okolí znamená tuto krajinu z 50% poznat.

7.2.4 Krajinná typologie

Krajina silně pozměněná civilizačními zásahy – antropogenizovaná - zde převažuje TVORBA KRAJINY

Krajina s vyrovnaným vztahem mezi člověkem a přírodou – harmonická - zde se uplatňuje OCHRANA A TVORBA KRAJINY

Krajina s nevýraznými civilizačními zásahy – relativně přírodní – zde převažuje OCHRANA KRAJINY.

Krajina bez civilizačních zásahů – přírodní – tato krajina v našich podmínkách téměř neexistuje.

7.2.5 Krajina a člověk

Za první a nejstarší architektonické dílo člověka v krajině můžeme považovat cestu. Zprvu byla základní spojnicí mezi zdrojem obživy (voda, zvěř) a úkrytem. Vše bylo obklopeno volnou „divokou“ přírodou. Tak vznikl základní vztah – vztah mezi OBŽIVOU (pramenem) a BYDLENÍM (jeskyně).

Později se směr cesty rozšiřuje o další prvek – BOD POSVÁTNOSTI (bohové, přírodní živly). Člověk hledá v krajině místo, které uctívá – palouk, horu, strom, skálu…Zde vzniká vertikální osa, spojnice nebe a země, později ztvárněná do pyramid, věží.

Vzniká tak základní trojúhelník: PŘÍRODA – OBYDLÍ – BOŽSTVO. Celek je opět obklopen volnou přírodou.

Vznik první stezky je již dán funkcí krajiny – stává se součástí krajiny i života. Vzniká tak základní kompoziční princip – OSA. Člověk již nebloudí krajem, jde systematicky od místa k místu a posvěcuje je potřebou, užíváním – vtiskuje UŽITNOU HODNOTU. Na stezku se napojuje jeskyně – nejprve útvar krajiny – později DOMOV. Místo, kde člověk přebývá či bydlí, je důvod k OCHRANĚ = člověk si začíná vážit krajiny!

Pro své potřeby si člověk začíná uspořádávat okolí = záměrná kultivace.
Vzniká hájený - ohražený prostor – ohrada – posléze ZAHRADA.

Z přechodného místa pro bydlení, obživu a božstvo vznikají nové krajiny:

- KRAJINA BYDLENÍ
- KRAJINA OBŽIVY
- KRAJINA IDEÍ

Úkolem tvůrce (krajináře) je tak krajinu vytvářet, zušlechťovat a podporovat.

Nejprve sice člověk tvoří s využitím prvků a daného prostředí – v souladu s ním. Podřizuje se běhu dějů, je pokorný. Později mu již nestačí jen krajinu zpřístupnit, člověk chce brát a znásilňovat… Potřebuje stále víc a levněji. Člověk stále více nezapadá do soukolí s krajinou!

Cílem soudobého krajinářství není vytvářet krajinu původní, ortodoxní – před příchodem člověka. Je potřeba skloubit zájmy techniky, biologie, etiky a estetiky. Je třeba stavět na takových kompromisech, které jsou opravdovou dohodou mezi člověkem a krajinou. Kde hledat inspirace? Právě v přírodní krajině, jejich prvcích – živých i neživých…Zkusme si subjektivně zodpovědět na následující otázky:

- Je voda bez života?
- Je půda mrtvá?
- Je kámen neživý?

V krajinném prostředí i bez vlivu člověka najdeme:

- kompozici
- rovnováhu
- dynamiku
- hru tvarů
- hru barev
- hru obrazů

Člověk tak všechny estetické, skladebné ale i technické a technologické principy získává poznáním z krajiny. Jak vypadá inspirace pro krajináře?

- Převislé větve = altán
- Spadlý strom = pergola
- Krtinec = terénní modelace
- Jezero = vodní pítko

7.2.6 Ochrana krajiny

Základní nástroje ochrany přírody jsou:

- **krajinné plánování**
- **územní plánování**

Z hlediska ochrany krajiny jsou zákonem vyhlášeny:

- **velkoplošně chráněná území**
- **maloplošně chráněná území**

Mezi velkoplošně chráněná území patří:

- **národní parky**
- **chráněné krajinné oblasti**
- **přírodní parky**
- **krajinné památkové zóny**
- **ÚSES**
- **lokality NATURA 200 - Evropsky významných lokality a Ptačí oblasti**

Mezi maloplošně chráněná území patří:

- **přírodní památky**
- **přírodní rezervace**
- **památné stromy a parky**
- **významné krajinné prvky**

Další důležité legislativní nástroje pro ochranu a využívání krajiny

- **Zákon o ochraně přírody a krajiny**
- **Zákon o státní památkové péči**
- **Listina základních práv a svobod (právo na přístup ke kulturnímu bohatství)**
- **Benátská charta 1964**
- **Florentská charta 1981**
- **Stavební zákon (ochranná pásma)**
- **Úmluva o ochraně světového kulturního a přírodního dědictví**
- **Úmluva o ochraně architektonického dědictví**
- **a další**

7.3 Historický vývoj zahradní a krajinářské architektury ve světě a u nás

Zahradní architektura se zrodila s nejstarším osídlením krajiny.

„ …První a nejstarší potravou bývaly plody země, a tedy první prací Adamovou bylo zahradnictví. Zahradník v zahradě ryje rýčem nebo kope motykou a dělá záhony a řádky, do nichž seje semena a sází sazenice. Sadař v sadu sází stromy a štěpuje rouby na pláňky. Zahradu člověk ohrazuje zdí nebo lepenicí nebo tyčkami nebo ohradou z prken nebo plotem z tyček a proutí, nebo je zahrada ohrazena od přírody křovím a trním. Ozdobena bývá promenádami a besídkami. Zalévá se z kašen kropící konví…“

Jan Amos Komenský

7.3.1 Neolit a megalitická kultura

Člověk v té době již praktikuje zemědělský způsob obživy. Neolitický člověk si již dokáže vyrobit nářadí jak pro svou potřebu, tak svede výrobu i jiných předmětů, určených především ke své potěše – keramika, tkané oděvy, šperky… Neolitický člověk se začíná zajímat o duchovní svět - svět mrtvých. V této době vznikají monumentální megalitické stavby pro zemřelé. Jedná se o kamenné stavby z obrovských kusů kamenných kvádrů, které se skládaly dle určitého řádu:

- **dolmeny** (domy mrtvých, byly stavěny většinou do kruhu – sledování východu a západu Slunce, určování ročních období a jejich aplikace v zemědělství)
- **menhiry** (útočiště duší, volně stojící kameny stylizující ženskou a mužskou postavu)

Největší koncentrace těchto megalitických staveb je v oblasti Středozemního moře, Španělska, Portugalska, na britských ostrovech a ve Skotsku.

V naší kultuře je v této době uplatňován tzv. „kult uctívání kamenů“. Tento kult se projevuje v uctívání menhirů, viklanů, skalních výchozů atd. Také nesmíme opomenout na velký význam uctívání pramenů a studánek, a také kult uctívání stromů. U nás se těchto památek dochovalo poskrovnu. Nejčastěji je jejich vznik přisuzován době keltského osídlení naší krajiny. Příklady v ČR: Kamenný muž u Klobuk, Kounovské řady…

Stonehange 1800 p.ř.n.l. zasvědcený kultu slunce, je výrazem organizovaného lidu sžitého s prostředím.

Kamenné aleje v Carnaku (Francie), délka 1km - MENHIRY

7.3.2 Doba bronzová

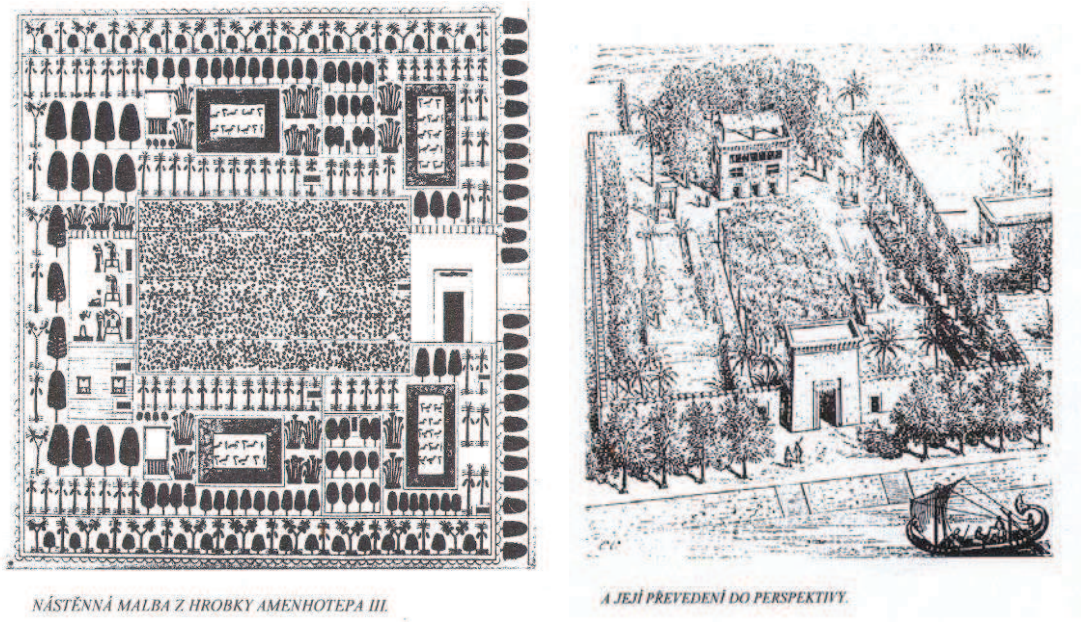
V této době k nám již proudí vliv antické Evropy. To znamená, že se aristokratická rodová vrstva se odděluje od prostého lidu. Buduje si izolovaná sídla na vyvýšených místech, opevněné hrady, hradiště…Silně se rozvíjí obchod a obchodní stezky. S tím souvisí i rozmístění stavěných hradišť, které se budují především na přehledném místě, kde je možno sledovat pohyb obyvatel a kupců v celé krajině. Stavba těchto sídel začala velmi ovlivňovat krajinu (kácení lesů, vznik nových krajinných dominant). V Čechách v té době již existuje silná kulturní oblast. Právě do tohoto období můžeme zařadit vznik slova a snad i jeho významu **„zahrada**“.

Dle archeologických nálezů není pochyb o existenci posvátných míst vymezených plotem, ohradou, či příkopem. Výraz zahrada značí právě takovýto ohražený, zahražený prostor - od slovesa zahradit. Často se jednalo o prostor s uctívaným stromem, sloupem, či posvátným hájem (např. keltské uctívání bohů dubu a buku a boha šesti stromů).

Posvátná místa často souvisela s pohřby a naopak, pohřeb mohl dát vznik posvátnému místu.

7.3.3 Zahrady Egypta

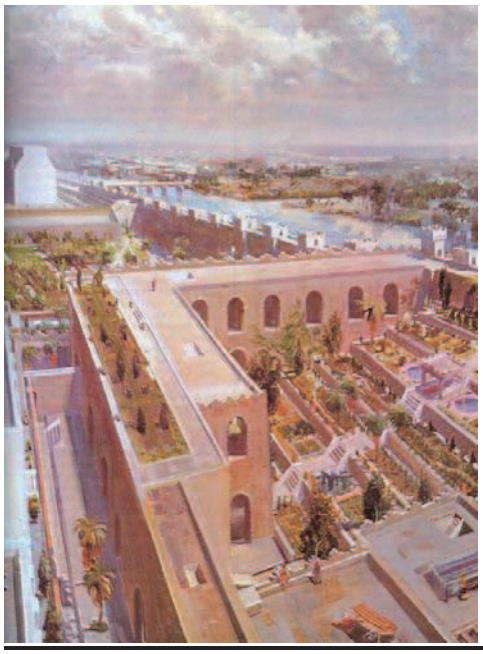
Zde vznikají pravidelné, ohrazené zahrady. Samotná stavba je obklopena zahradním prostorem. Bylo to jakési útočiště opevněné proti vnějšímu světu. Její přesné geometrické uspořádání bylo i symbolem představy uspořádaného obrazu světa. V zahradách se často objevují stínící prvky (loubí, rozložité stromy, vodní prvky). Vše je odvozeno od tamějšího podnebí – nehostinná, sluncem vysoušená krajina. Dokonalé symetrické úpravy prostoru i samotného díla můžeme sledovat na Pohřebním chrámu královny Hathepsut.

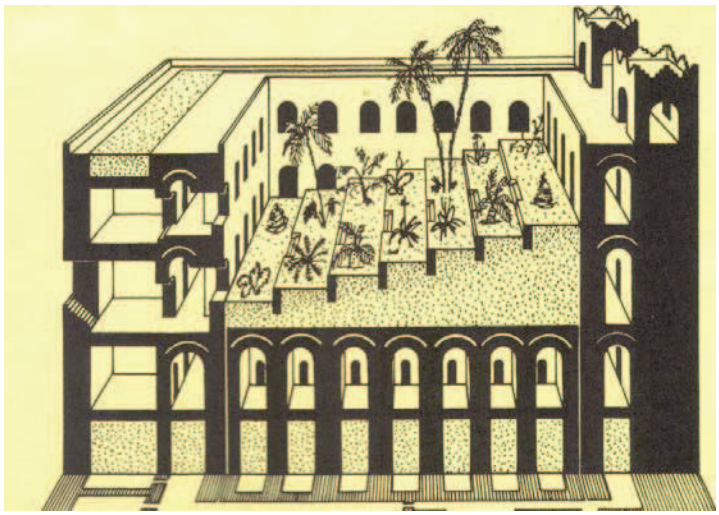


Příklady zahrad Egypta

7.3.4 Zahrady v Mezopotámii

V Mezopotámii byla funkce útočiště, ohrazeného prostoru, doplněna o další prvky. Vznikají zde zahrady sbírkové, botanické zahrady, arboreta. Jedny z nejznámějších jsou Visuté zahrady královny Semiramis.





Visuté zahrady královny Semiramis

7.3.5 Perská zahrada

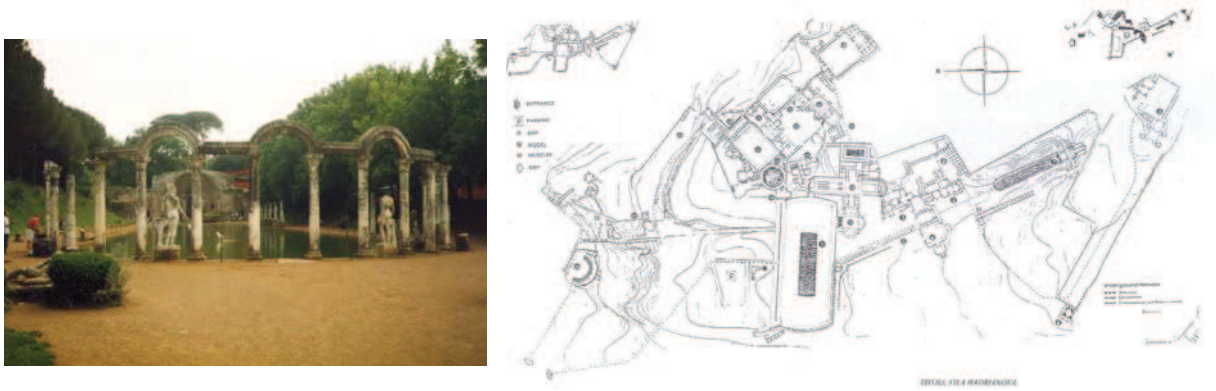
Perská zahrada je zahrada založena na principech vody, stromoví a pravidelnosti. Je tvořena jako představa Ráje. Zahrada je dělena na čtyři pravidelné části, které symbolizují rozdělení světa čtyřmi vodními toky. Zahrada symbolizuje nalezený ráj uprostřed pouště.

7.3.6 Zahrady antického Řecka

Zahrady antického Řecka byly zpočátku budovány jako zahrady užitkové, zahrada byly vázány na dům. Také zde ale známe zahrady posvátné, zasvěcené božstvům. Velký význam zde měly stromy a háje (zřejmě z hlediska poskytování stínu). Později byly nahrazovány sloupy a chrámy. Četné stavby divadel, chrámů a hrobek vypovídají o velkém citu Řeků vhodně umístit stavbu do krajiny a respektovat její morfologii.

7.3.7 Zahrady Říma

V antickém Římě byl největším posvátným místem divoce rostoucí les. Zde sídlila různá božstva. Později se rozvíjí tvorba honosných zahrad. Zahrada se stává neoddělitelnou součástí domu. Velmi důležitou roli zde hrála voda. Ta byla centrální částí pravidelně řešeného zahradního prostoru. Prostor byl také členěn pomocí pergol, sloupořadí a tvarovaných živých plotů.



Hadriánova vila

7.3.8 Čínské a japonské zahrady

V Číně a Japonsku vznikají překrásná zahradnická díla, vycházející z okolní přírody. Ve východních zahradách můžeme obdivovat do dnešních dob cit zahradních mistrů nenásilně a přirozeně včlenit nově vytvořený prostor do okolní krajiny. Jsou zde využívány přírodní biotické (rostliny především bonsajovitého vzrůstu) i abiotické prvky (kameny, písek, štěrk, voda). Je zde kladen důraz na detail a symboliku daných předmětů.

7.3.9 Středověké zahrady

Ve středověku způsob života v těsném sepětí s přírodou téměř vymizel. Krajinu ovládnul strach z divokých zvířat, loupeživých rytířů, válek a nemocí. Sídla a města měly kolem sebe mohutná opevnění. Pozornost tehdejšího člověka byla obrácena k duchovnu. Stavěly se křesťanské svatyně a katedrály, které ohromovaly svými rozměry. Vznikaly tak klášterní zahrady a rajské dvory.

Byly to nevelké pravidelné geometrické záhony, které byly zakládány především jako užitkové. Stejně tak zahrady uvnitř hradeb hradů sloužily jako užitkové. Vznikaly zde bylinné zahrádky, kde se pěstovaly léčivé byliny sloužící pro ozdravné lektvary, zeleninové zahrádky, kde se pěstovala užitková zelenina (cibule, česnek, pór, koriandr, mák, řepa aj.), sady (slivoně, jeřabiny, ořešáky, kdouloně, lísky, jedlé kaštany, jabloně, hrušně aj.) a květiny k řezu, které sloužily na výzdobu oltářů (lilie, růže, karafiáty, fialky aj.). Pro svoje malé prostory, zde našly své místo popínavé rostliny (např. popínavé růže, vinná réva). Tyto rostliny pro svůj růst potřebovaly opěrné prvky – treláže, pergoly. Jako odpočinkové místo v zahradě sloužila tzv. drnová lavice, která byla vytvořena z navršené zeminy a byla porostlá travou.

7.3.10 Renesanční zahrady

V renesanci se stávají uzavřená sídla otevřenější. Lidé se již neuzavírají do svých prostorů. Vzniká zde významná proměna, kdy je jasný a záměrný vzájemný vztah sídla a krajiny. Renesanční zahrady sloužily převážně k družné zábavě a společenskému životu.

Hlavní znaky renesanční zahrady:

- pravidelnost (je přejímána ze středověkých zahrad)
- symetrie
- přehlednost
- osovost
- jednoduché vodní prvky
- pravidelně tvarované dřeviny
- letohrádky, altánky

Příklady renesančních zahrad u nás: Bučovice, Ostrov nad Ohří

Renesanční zahrada v Bučovicích

7.3.11 Barokní zahrady

V zahradních kompozicích se již začínají uplatňují dálkové pohledy a na vhodných místech je utvářena i celá krajina.

Tepelsko – pozůstatky barokních krajinných úprav

Barokní zahrada byla vnímána všemi smysly (zrak, sluch, chuť, čich a hmat).
Zahradní prostor není již tak otevřený a přehledný jako u renesanční zahrady:

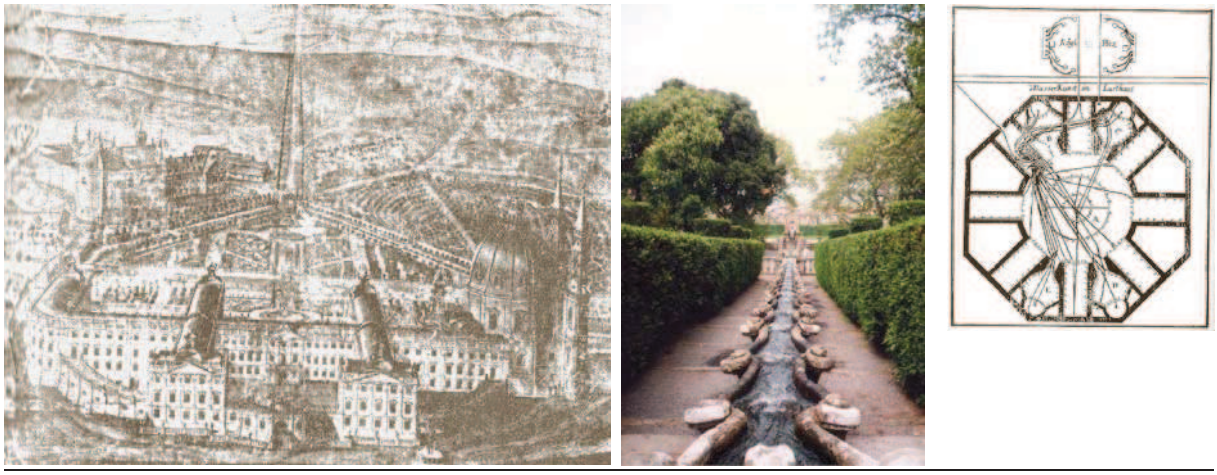
- vznik intimních zákoutí
- altánky, besídky
- užití konstrukčních prvků pro popínavé rostliny
- hlavní dominantou se stává voda (vodní hříčky, vodní divadlo, kaskády)
- významné terénní modelace
- menažérie (zvěřince)

V barokních zahradách je zavedeno používání nových materiálů – např. cihlová drť, barevné sklo, škvára, kamínky.

Vznik nových barokních forem zeleně jakými je brodérie (tvarovaný ornamentální záhon) či boskety (tvarované stromové lesíky). V barokních zahradách jsou v hojném počtu využívány domácí dřeviny.

Příklady barokních zahrad v Evropě: villa Garzoni v Collodi (Itálie), Isola Bella (Itálie).

Příklady barokních zahrad u nás: Valeč, pražské palácové zahrady



Příklady prvků barokních zahrad

7.3.12 Francouzská zahrada

Francouzská zahrada zažívá rozkvět v 17. století za vlády Ludvíka XIV. Zahrada je budována pro dvorní slavnosti k ohromení návštěvníků.

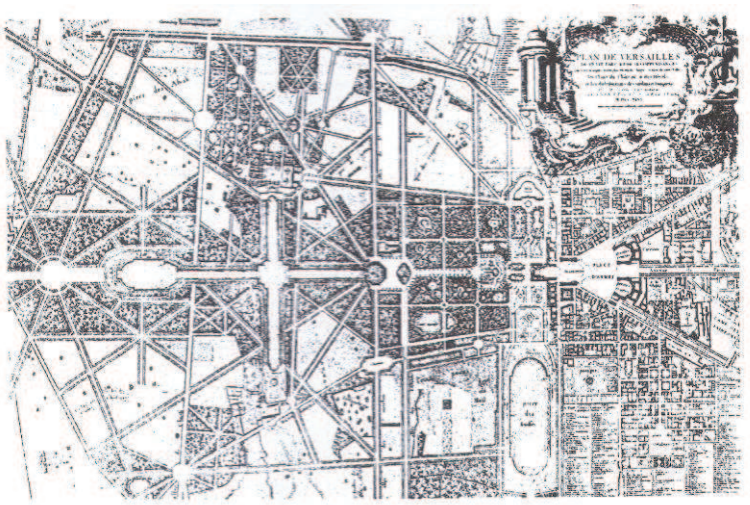
Charakteristické prvky:

- pravidelně tvarovaná zeleň
- nekonečné průhledy do krajiny
- rozsáhlá vodní díla
- terénní modelace

Zahrada je navrhována mimo měřítko, vše působí dojmem nekonečna.

Příklady francouzské zahrady v Evropě: Versailles (Francie), Blois (Francie)

Příklady francouzské zahrady u nás: Milotice, Holešov



VERSAILLES, DELAGRIVEOVA RYTINA ZACHYCUJE STAV Z ROKU 1746.

Versailles – plán francouzské zahrady

7.3.13 Anglický park

Počátkem 18. století se v Anglii formuje nový zahradní styl - anglický park**.** Jedná se o úplně nové pojetí zahradní architektury. Anglický park vychází z přírody. Kompozice anglického parku je obdobná kompozici okolní anglické krajiny. Vychází z tzv. principu HA – HA!

Charakteristické prvky:

- solitérní stromy
- průhledy, které jsou zakončeny architektonickým prvkem či výtvarným dílem
- přírodní vodní prvky, snaha o přirozenost
- uplatnění trvalkových záhonů
- ovce (dokonale udržují trávník)

PLÁN SOUČASNÉHO STAVU PARKU VE STOWE.

Příklady anglického parku v Evropě: Blenheim (Anglie), Stowe (Anglie)

Příklady anglického parku u nás: Lednice

7.3.14 Zahrady 19. století

19. století přináší jiný náhled na zahradní architekturu. Městské hradby byly odstraněny a místa po nich jsou zastavována či upravována jako prstence městské zeleně. Začíná století městských parků.Toto období nemá svůj vyhraněný styl. Architektura je historizující (vychází z různých historických období), výrazný a z hlediska krajinářství významný je rozkvět lázeňských měst (např. Mariánské Lázně, Luhačovice).

Charakteristické prvky:

- vznik sbírkových zahrad (botanické zahrady, arboreta, rozária)
- uplatnění dekorativismu
- litinové prvky
- letničkové i trvalkové záhony

Příklady parku 19. století v Evropě: Regents park (Anglie), komplex městské zeleně ve Vídni (zrušení městského opevnění)

Příklady parku 19. století u nás: Plzeň, Mariánské Lázně, Brno

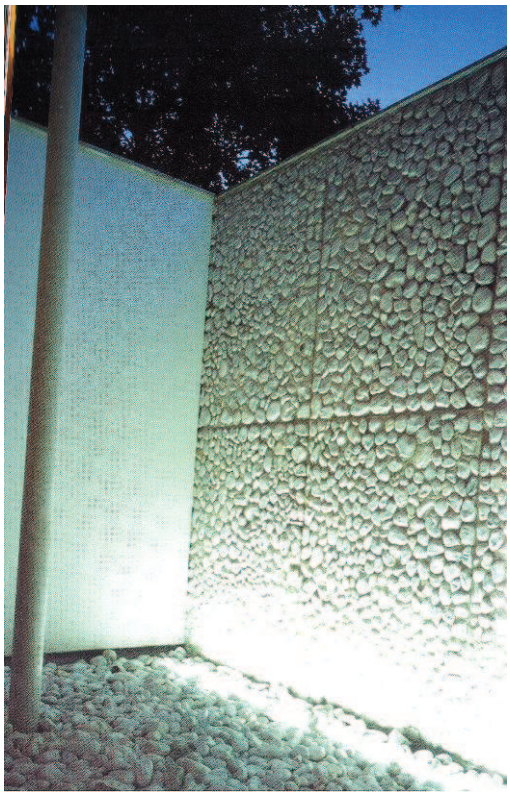
7.3.15 Moderní zahrady 20. století

Zahradní a krajinářská tvorba 20. století je charakterizována těmito směry:

- zahrada pokračování obytného prostoru
- zahrada v domě
- zahrada pro pohled z výšky
- zahrada v přírodním prostředí
- parky a náměstí

Charakteristické prvky:

- využití zcela nových technických materiálů (sklo, nerezová ocel, beton)
- využití zcela nových technických konstrukcí
- strohé geometrické tvary
- jednoduchost
- využití barev



Příklady moderních zahrad ve světě: Citroen park v Paříži, Central park v New Yorku

Příklady moderních zahrad u nás: arboretum Brno (Ivar Otruba)

7.4 Soustava zeleně sídla

V soustavě zeleně sídla jsou používány prvky živé i neživé přírody za přispění umělých výtvorů – stavebně technických a uměleckých. Výsledkem je více či méně upravený výsek přírodní části životního prostředí. Tím, že jde i o uměleckou činnost, podléhá výsledné dílo názorovým změnám, pramenícím z filozofie a ekonomiky toho kterého časového období.

Mezi základní prvky soustavy zeleně sídla patří:

- ULICE
- ZAHRADA
- PARK
- HISTORICKÁ ZAHRADA
- BOTANICKÁ ZAHRADA
- ZOOLOGICKÁ ZAHRADA
- LÁZEŇSKÉ MÍSTO
- HŘBITOV

Základními a rozhodujícími prvky při tvorbě parků jsou:

- rostliny (keře, trvalky, letničky, stromy, trávník)

- terén (jeho skladba, utváření)
- stavby (architektonická díla)
- výtvarná díla (sochy, kašny, sedadla)

Nejvýraznějším prvkem systému zeleně sídla je **park** ve všech svých variantách a formách. Každý vytvořený park je originálním řešením zahradního architekta. Tento veřejný prostor může mít v každém místě odlišnou funkční náplň, a také jeho celkové kompoziční uspořádání musí vycházet vždy z konkrétního příkladu, např.:.

- park navazující bezprostředně na historické jádro města (historické prvky)
- moderní park (moderna, dětské prvky)
- park navazující na sportovní areály (sportovní vyžití)
- park navazující na volnou krajinu (přírodní prvky, sport)

Dalším z výrazných prvků systému zeleně jsou i **sbírkové a botanické zahrady**. Jejich význam tkví nejen v taxonomické hodnotě, ale především v jejich relativní nedotknutelnosti v systému zeleně. Málokde a málokdy se stává aby botanická zahrada ustoupila, na rozdíl od některých parků, urbanizačnímu tlaku.

Sbírkové a botanické zahrady jsou místa, kde dochází k záměrnému a soustředěnému pěstování rostlin za účelem jejich studia a poznání v jejich individuálních vlastnostech i ve vztahu k prostředí, v němž rostou jako jedinci i jako součást určitého společenství.

Ve sbírkových zahradách se záměrně shromažďují rostliny:

- domácí
- exotické
- ohrožené taxony

Botanické zahrady byly již v historických dobách pečlivě zakládány jak z hlediska výzkumného, praktického, tak i estetického.

Nejstarší botanické zahrady:

- Itálie: Padova (1545), Pisa (1547)
- Německo: Lipsko, Norimberk, Heidelberk,
- Anglie: Oxford, Cambridge
- Rusko: Moskva, Petrohrad
- Čechy: Angelova zahrada (Angello z Florencie, osobní lékař Karla IV.)
  Zahrada Univerzity Karlovy v Praze (1775)

Poslání botanické zahrady:

- vědecké
- kulturně výchovné
- pedagogické

Uspořádání botanické zahrady:

- z hlediska taxonomického
- estetického
- zahradně - krajinářského

Důležitým funkčním prvkem sbírkových a botanických zahrada je orientační systém, který má za cíl orientovat návštěvníka v prostoru. Orientační systém se dělí na:

- vnější - označení přístupových tras, navedení z dopravní struktury urbánního celku na areál, rozdělení vstupů na příjezdové, pro pěší…
- vnitřní - obrazové schéma prostoru, vyznačení tras, pěších cest, materiálů…

Dalším prvkem systému sídelní zeleně bývají i **zoologické zahrady** a zoo koutky.

Jedná se o prostor, do kterého jsou seskupovány úseky a expozice se zvířaty, v převážné míře za účelem naučným. V dané oblasti se shromažďují zvířata:

- domácí
- exotická
- ohrožené druhy

Členění zoologických zahrad:

- drobné útvary
- specializované areály

Zásady řešení zoologických zahrad:

- provoz
- hygiena
- oddělení návštěvníků od exponátů pomocí bariér (vegetace, terén, stavební prvky)
- doplňkové služby pro návštěvníky
- tématické výstavy
- orientační a informační systém
- krajinářské propojení

Výraznými komplexy sídelní zeleně jsou **lázeňská místa**. Důvodem proč vznikaly a vznikají lázně a lázeňství, bylo poznání, že určité části přírody - její „produkty“, mají blahodárný vliv na pocity a zdraví člověka. Lázně jsou také středisky společenského ruchu a kulturního vyžití klientů.

Rozdělení lázeňské zeleně dle využitelnosti, druhové a prostorové skladby, kompozičního záměru:

- zeleň intravilánu
    - zeleň lázeňského centra
    - lázeňské parky
- zeleň extravilánu (zpravidla v rozsahu ochranných balneologických pásem)
    - lázeňský les
    - parkový les
    - krajinný park

Místem s nejintenzivnějším provozem a tím danou nejintenzivnější údržbou je zeleň lázeňského centra. Jedná se o plochy, které se bezprostředně přimykají k urbanistickým celkům. Jsou zatíženy provozem, slouží ke shromažďování a občas i ke společenským událostem. Zde se výrazně uplatňují:

- pravidelné výsadby dřevin
- tvarované formy zeleně
- výtvarná díla
- drobná architektura

Na zeleň lázeňského centra navazuje **zeleň lázeňského parku**. Jedná se o plochy, zeleně, které logicky navazují na centrum města a tvoří jeho obal. Zde klademe důraz především na:

- rozložení světla a stínu
- cestní síť (vytvářena balneology)
- taxonomická skladba rostlin (vesměs autochtonní druhy)
- kompozice (volná, krajinářská)
- procházkové trasy (různá fyzická námaha)
- odpočívadla, altány, lavičky
- louky, porosty, skupiny, solitéry
- sportovní aktivity (golf, cyklistika, jezdectví)
- dětské atrakce (hřiště, naučné prvky)

Plošně významným prvkem sídelní zeleně je **zeleň hřbitovů**.
„Hřbitov je zahrada posledního bytí, zahrada a krajina věčnosti.“

Umístění hřbitova ovlivňují tato hlediska:
- vazba na infrastrukturu (dobrá dopravní obslužnost, dostatek parkovacích ploch)
- hledisko hygienické (vzdálenosti od zástavby, zdroje pitné vody)
- hledisko krajinářsko – kompoziční (prvky terénu, pohledy, vazba na sídelní celek)
- zachovat a respektovat Genius loci

Typy hřbitovů z hlediska členění prostoru:
- architektonické (výtvarně architektonické řešení, pracuje s architektonickými prvky, architektizované porosty…)
- parkové (řeší areál na způsob klasické parkové úpravy, prostor je modelován vysokou zelení, součástí jsou i doplňková zařízení…)
- lesní (využívá stávající krajinu, včetně původních dřevin)

Typy hřbitovů z hlediska zvláštností:
- pietní památky
- vojenské hřbitovy
- pietní místa zvláštního určení
- venkovské((„lidové“) hřbitovy, horské…

7.5 Funkční a estetické formování prostorů sídel a krajiny

Mezi **funkční prvky krajiny** patří:
- **zeleň**, kterou můžeme dále členit

dle uskupení:
- solitérní (hraniční stromy, domovní stromy

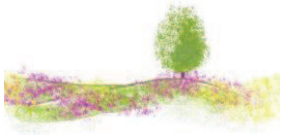
- stromořadí (výrazné liniové prvky v krajině)

- skupiny (významný prvek hmoty v krajině)

dle výškového členění

- vysoká – stromy, keře

- střední – trvalky, letničky



- nízká – trávník

dle tvaru

- přirozeného tvaru

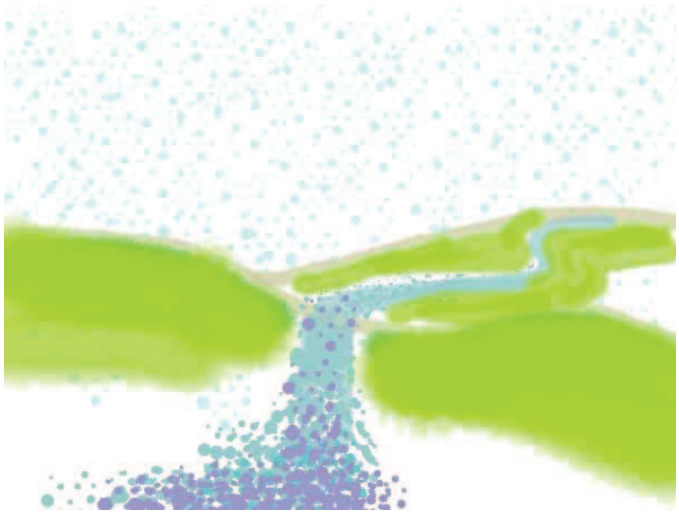
- umělého tvaru

- **voda**, kterou můžeme dále členit

  dle dynamiky

  - klidná – jezero, rybník

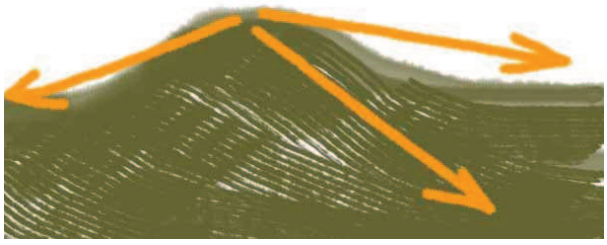
  - dynamická – vodopád, potok, déšť



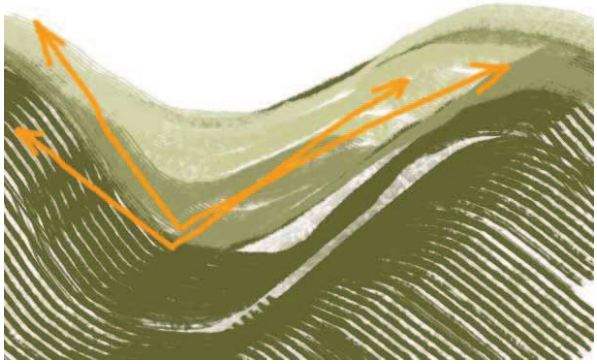
- **terén:**

  dle tvaru a výškového členění

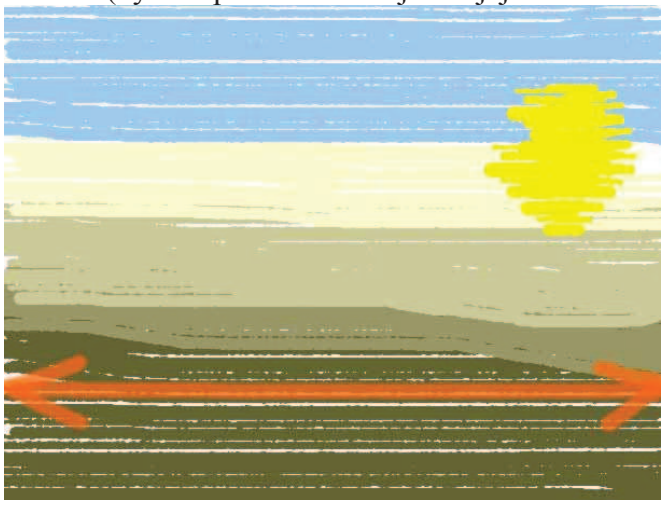
  - kopec (uplatňování pohledů do krajiny)
  - hora



- údolí (pocit uzavřenosti, ochrany, bezpečí)
- strž
- kaňon (pozorování přírodních sil, pochodů)



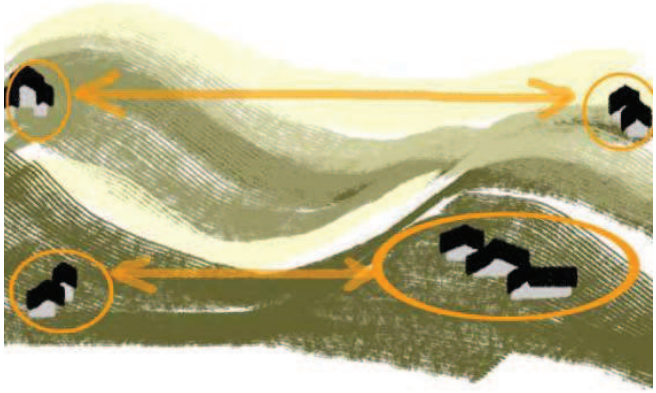
- rovina (využití průhledů v krajině a jejich osobité zakončování)



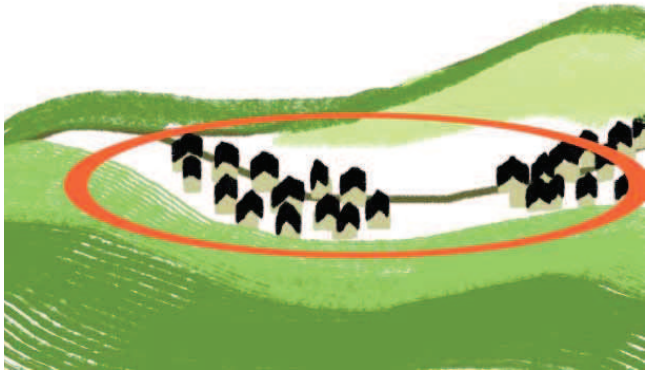
- **architektura:**

  dle uskupení

  - samoty (umístění v souladu s morfologií terénu)

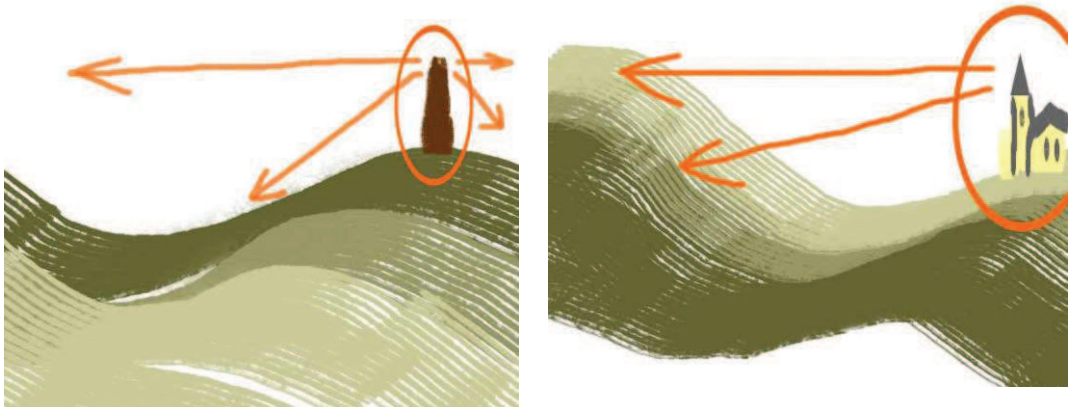


- vesnice



dle výškového členění (výrazné krajinné dominanty)

- kostely
- rozhledny
- vysílače
- a další

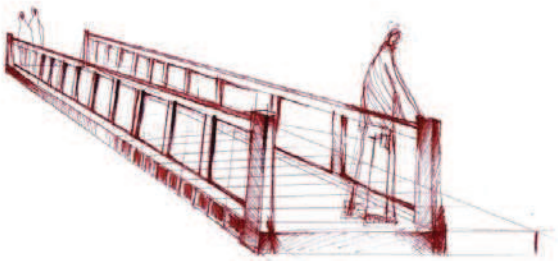


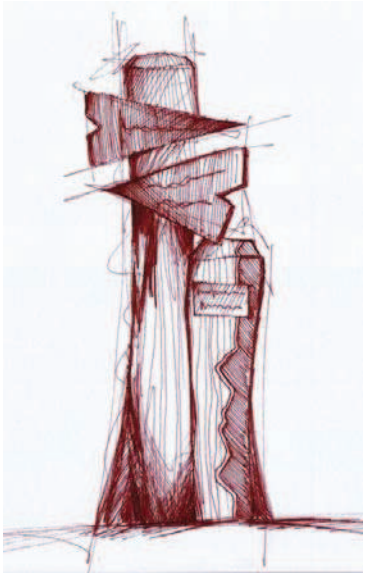
dle tvaru střech

- stavby se sedlovou střechou (udávají charakter sídelním architekturám)
- stavby s rovnou střechou

dle prostorové hmoty
dle materiálu
dle barevnosti
dle rozmístění oken

- **cestní síť**





- **účelové prvky**
    - dětská hřiště
    - naučné stezky
    - cyklostezky
    - fit stezky
    - golfová hřiště

- **drobná architektura:**
    - odpočívadla
    - altány
    - zastávky
    - přístřešky
    - lavice
    - rozcestníky

7.6 Současné trendy krajinářství

Hlavními trendy dnešní doby jednak z hlediska krajinářství tak i údržby zeleně patří **intenzifikace** a **extenzifikace.** Zcela jednoznačná je nutnost využití nových vědeckých poznatků v oblasti krajinářství včetně potřeby využít a zdokonalit řemeslné dovednosti a znalosti při zakládání vegetačních prvků.

Jak toho docílíme a co je důležité v takovýchto krajinářských úpravách?

- účelnost úprav
- estetičnost úprav
- logičnost úprav
- racionálnost úprav
- efektivnost úprav

Vegetační prvky mají zásadní význam pro krajinářství (všichni uznávají…), ale ne všichni respektují specifičnost těchto prvků, často se setkáme se stínomilnými druhy na slunci, s málo bujnými rostlinami na místech silného provozu, apod.

Jak na to?

- účelně uspořádat prostoru
- účelně uspořádat funkční prvky
- využít vhodnou mechanizaci
- využit nové doplňkové materiály
- zvolit různou potřebu údržby
- upřednostňovat „přírodě blízké“ vegetační prvky
- využívat přírodní procesy, především ekologickou sukcesi
- využívat stávající přírodní, přirozené, polopřirozené vegetační prvky
- minimalizovat prvky bránící průchodu vody, vzduchu a organismů
- zachytit dešťové srážky na daném prostoru
- vytvářet biotopy a jejich prvky na stavbách
- vytvářet propojení na další plochy zeleně

Příklady možného snížení potřeby finančních nákladů a snížení potřeby nákladů na údržbu vegetačních prvků, při zajištění dostatečně kvalitního vzhledu.

- Přeměna letničkových výsadeb na výsadby trvalkové
  Klady:
  - minimální údržba
  - druhy zvolíme dle podmínek stanoviště
  - možnost použití domácích druhů rostlin
  - větší výskyt živočišných druhů na stanovišti

  Zápory:
  - není tak intenzivní kvetení
- Výměna šlechtěných trvalkových kultivarů za domácí trvalky
  Klady:
  - minimální údržba
  - druhy zvolíme dle podmínek stanoviště
  - možnost použití domácích druhů rostlin
  - větší výskyt živočišných druhů na stanovišti

  Zápory:
  - není tak intenzivní kvetení

        - někdy budí pocit neudržovanosti

- Výměna ploch trávníků za domácí půdopokryvné trvalky
    Klady:
        - maximální náhrada trávníku
        - minimální údržba
        - druhy zvolíme dle podmínek stanoviště
        - možnost použití domácích druhů rostlin
        - větší výskyt živočišných druhů na stanovišti
    Zápory:
        - někdy ne tak intenzivní zapojená plocha
        - někdy budí pocit neudržovanosti

- Záměna trávníků s intenzivní sečí za trávníky s extenzivní sečí
    Klady:
        - minimální údržba
        - větší výskyt živočišných druhů na stanovišti
        - přirozenost extenzivních ploch
    Zápory:
        - někdy budí pocit neudržovanosti

- Záměna mlatových cest za trávnaté cesty
    Klady:
        - minimální údržba
        - přirozenost extenzivních ploch
    Zápory:
        - někdy budí pocit neudržovanosti

- Změna střešních zahrad s intenzivní péčí za střešní zahrady s extenzivní péčí
    Klady:
        - minimální údržba
        - druhy zvolíme dle podmínek stanoviště
        - možnost použití domácích druhů trvalek
        - větší výskyt živočišných druhů na stanovišti
        - přirozenost extenzivních ploch
    Zápory:
        - někdy budí pocit neudržovanosti

- Změna intenzivních keřových a bylinných porostů za extenzivní porosty
    Klady:
        - minimální náklady na údržbu (omezení zálivky, samovolné vysemeňování, minimální hnojení)
        - větší výskyt živočišných druhů na stanovišti (úkryt pro drobné živočichy)
        - přirozenost extenzivních ploch (potrava a zázemí pro drobné živočichy v zimních měsících)
    Zápory:
        - někdy budí pocit neudržovanosti

Další trendy současného krajinářského managementu:

- užití ekologických posypových materiálů
- ochrana kořenového systému vegetačních prvků

- ekologizace péče o vegetační prvky
- zavedení extenzivní údržby vegetačních prvků - listí není shrabáváno, větve jsou ponechány k tlení
- omezení chemických postřiků
- změny způsobu údržby stávající zeleně
- úspory nákladů – zlevnění vykonávaných pracovních operací (efektivnější organizace práce a nasazení mechanizace, snižování režijních nákladů)
- transformace správy zeleně
- řešení problému komunálních rozpočtů (omezení ploch zeleně)
- plány údržby zeleně (pasportizace)
- zapojení obyvatelstva do procesů plánování
- změny charakteru objektů zeleně

7.7 Regionální tématika oboru

Jižní Čechy

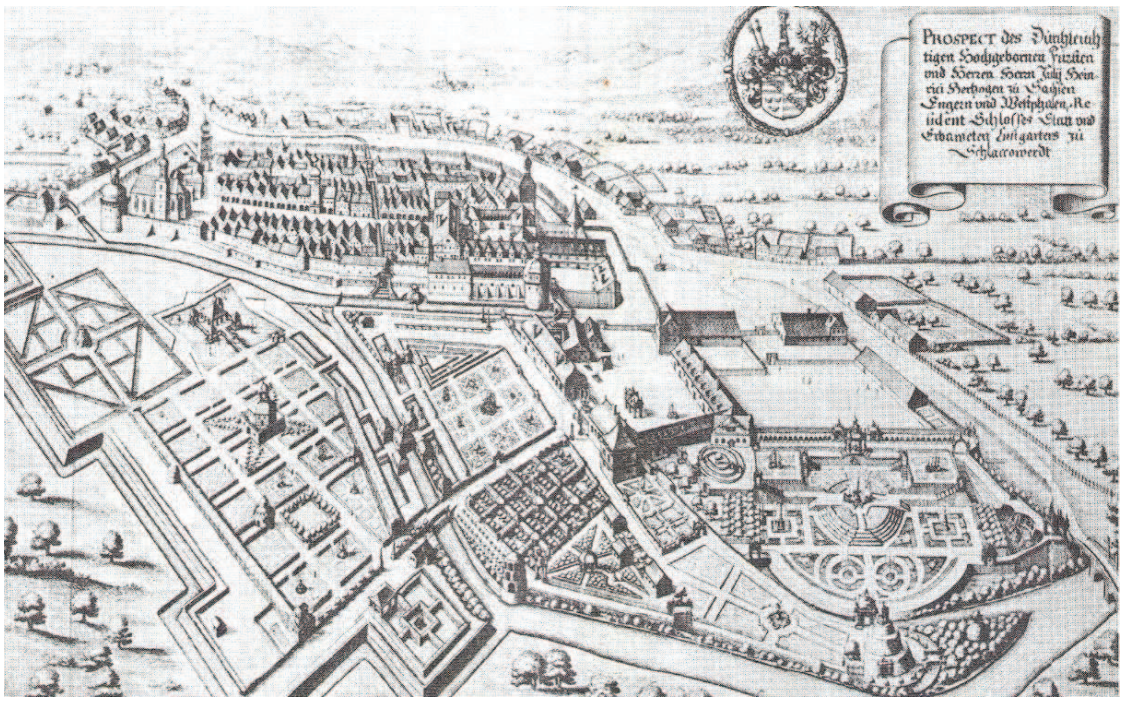
- BLATNÁ
- ČERVENÁ LHOTA
- ČESKÝ KRUMLOV
- ČIMELICE
- CHOTOVINY
- JEMČINA
- KAMENICE NAD LIPOU
- KRATOCHVÍLE
- LIBĚJOVICE
- LNÁŘE
- HLUBOKÁ N. VLTAVOU
- NOVÉ HRADY
- OHRADA
- ŠTĚKEŇ

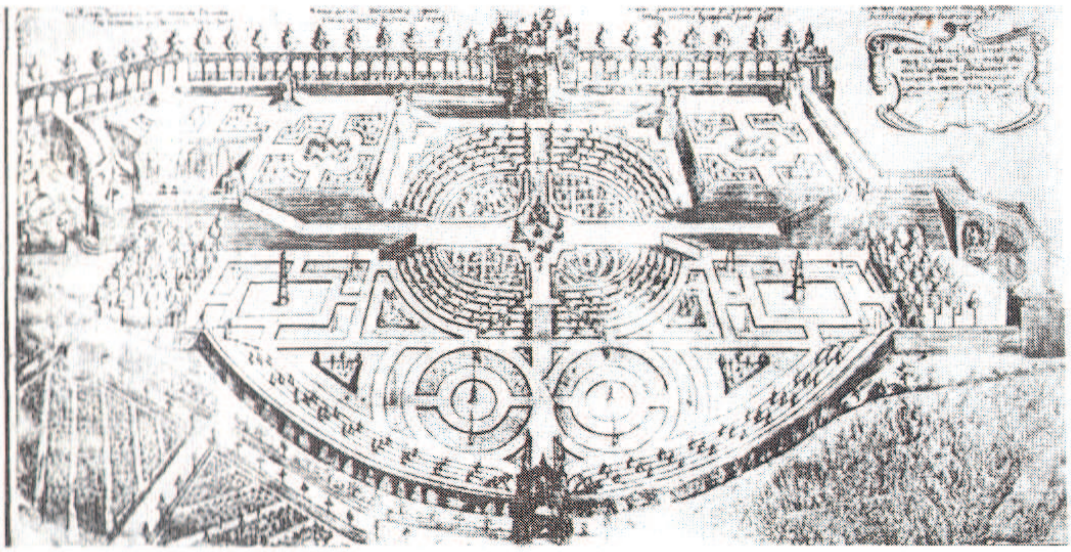
Západní Čechy

Zámecké zahrady a parky

- BEČOV
- DALOVICE
- FAVORIT
- HARTENBERG
- HORNÍ HRAD
- CHÝŠE
- JINDŘICHOVICE
- KACÉŘOV
- KLADSKÁ
- KOSTELNÍ BŘÍZA
- KOSTRČANY
- KYNŽVART
- MOSTOV

- LIBÁ
- LUBY
- OSTROV NAD OHŘÍ
- SOKOLOV
- STRUŽNÁ
- ŠTĚDRÁ
- TOUŽIM
- VALEČ
- VELICHOV
- ZLATÁ





333. Ostrov nad Ohří — částečný plán úpravy z r. 1642

Ostrov nad Ohří

Valeč

Bečov nad Teplou

Městské parky a ulice

- AŠ
- KARLOVY VARY
- SOKOLOV
- HORNÍ SLAVKOV

- OSTROV
- CHEB
- MARIÁNSKÉ LÁZNĚ
- a další

Lázeňské parky a lesy

- FRANTIŠKOVY LÁZNĚ
- MARIÁNSKÉ LÁZNĚ
- KARLOVY VARY
- LÁZNĚ KYNŽVART
- KYSELKA

Klášterní zahrady

- SOKOLOV
- CHEB – Františkánská zahrada
- TEPLÁ – Klášter premonstrátů

Hřbitovy

- MARIÁNSKÉ LÁZNĚ – vojenský hřbitov
- TEPLÁ – premonstrátský hřbitov
- POUTNOV – symbolický hřbitov

Golfová hřiště

- CIHELNY
- HÁJE
- HÁZLOV
- KARLOVY VARY
- LUBY
- MARIÁNSKÉ LÁZNĚ
- SOKOLOV
- TEPLÁ

Botanické zahrady

- BEČOV NAD TEPLOU
- DALOVICE
- HORNÍ HRAD

Literatura

Bärtels, Andreas: Enzyklopädie der Gartengehölze: Tabellen – Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, 2001; ISBN 3-8001-3198-6

Blažek, Bohuslav: Venkovy – anamnéza, diagnóza, terapie, ERA, Brno 2004; ISBN 80-86517-90-X

Bloom, Alan: Stauden – Pracht der Gärten, Verlag Willy F.P. Fehling GmbH, 3000 Hannover, 1960; ISBN 3-921144-08-6

Brickell, Ch. a kol: Velká encyklopedie květin a okrasných rostlin, Príroda, Bratislava 1993; ISBN 80-07-00579-X

Brooks, John: Všechno o zahradě, Fortuna Print, Praha 1995; ISBN 80-85873-31-1

Časopis SZKT: Zahrada – park – krajina, Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, Praha; ISSN 1211-1678

Časopis SZUZ: Inspirace, Svaz zakládání a údržby zeleně, Brno

Dokoupil, Zdeněk; Neumann, Pavel; Riedl, Dušan; Veselý, Ivan: Historické zahrady v Čechách a na Moravě, Praha 1957; ISBN neuvedeno

Hendrych, Jan: Tvorba krajiny a zahrad. Historické zahrady, parky a krajina, jejich proměny, kulturně historické hodnoty, význam a ochrana, Vydavatelství ČVUT, Praha 2000; ISBN 80-01-02230-7

Hieke, K.: České zámecké parky a jejich dřeviny, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1984; ISBN 07-036-84

Hieke, K.: Lexikon dřevin, Nakladatelství HELMA, Praha 1994; ISBN neuvedeno

Hieke, K.: Moravské zámecké parky a jejich dřeviny, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1985; ISBN 07-107-85

Hošťálková - Pacáková, Božena; Petrů, Jaroslav; Riedl, Dušan; Svoboda, Marián Antonín: Zahrady a parky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku, Libri, Praha 1999; ISBN 80-85983-55-9

Kolektiv autorů ÚZPI: Zahradnický slovník naučný 1-5, ÚZPI, Praha 1994; ISBN 80-85120-51-8

Kolektiv teNeues: Garden/Garten/Jardins/Jardines – design, Anman Grafiques del Valles, Španělsko 2003; ISBN 3-8238-4524-1

Lešinská, Ľubica: Moderní zahrada, Jaga group, Bratislava 2004; ISBN 80-88905-94-X

Mareček, Jiří: Zahrada, Noris, Praha 1992;ISBN 80-900908-1-8

Neufert, Peter – Neff, Ludwig: Dobrý projekt. Správná stavba. Dům, byt, zahrada. Jaga group, Bratislava 2002; ISBN 80-88905-75-3

Otruba, I.: Zahradní architektura. Tvorba zahrad a parků. ERA, Brno 2002; ISBN 80-86517-13-6

Otruba, Ivar: Krásy anglických zahrad, ERA, Brno 2005; ISBN 80-7366-030-X

Otruba, Ivar: Krásy italských zahrad, ERA, Brno 2003; ISBN 80-86517-66-7

Otruba, Ivar: Zahradně architektonická tvorba. Význačné zahradní a parkové celky, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno 2000; ISBN 80-7157-461-9

Pijoan, José: Dějiny umění 1-12, Knižní klub, Praha 2002; ISBN 80-7176-764-6

Piro, B.: Zakládání a údržba zeleně – I., Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno 1984; ISBN 17-182-84

Sborník konference: Ochrana krajinného rázu, Vydavatelství Naděžda Skleničková, Praha 2006; ISBN 80-903206-7-8

ÚRS Praha: Katalog popisů a směrných cen stavebních prací, Praha 2006; ISBN neuvedeno

Wagner, B.: Sadovnická tvorba 1+2, SZN, Praha 1989, ISBN 80-209-0031 (I.), ISBN 80-209-0112-4 (II.)

8 DENDROLOGIE

(Ing. Naděžda Sochorová a Ing. Jiří Šindelář)

8.1 Úvod

DENDROLOGIE = nauka o stromech a keřích

Dendron = strom

Vědní disciplína vznikla vyčleněním ze speciální botaniky v 19. století.
Důvodem byl rozvoj lesnictví a zahradní a krajinářské architektury.

Propagátoři u nás: Camilo Schneider a A.E. Silva Tarouca

Teoretickým základem pro studium dendrologie jsou předměty:

a) **biologické** (botanika, ekologie, apod.)
a) **umělecké** (dějiny umění, dějiny zahradní a krajinářské architektury, Florentská charta, apod.)
a) **technické** (výtvarná tvorba, zahradně architektonická tvorba, stavby a architektura, urbanismus, krajinné plánování, použití rostlin apod.).

Základy nomenklatury:
Čeleď – čeleď obsahuje jeden rod nebo několik příbuzných rodů
Rod – rod obsahuje jeden druh nebo několik příbuzných rodů
Druh – druh je jedna jednotka, označuje jednu určitou rostlinu
Poddruh – poddruh je vetší oddíl druhu
Varieta a forma – varieta (var.) a forma (f.) jsou menší oddíly druhu
Kultivar – kultivar je forma vybraná a pojmenována pro svou hodnotu

8.2 Základy morfologie, anatomie a architektury dřevin

Pojem „DŘEVINA“ – dřeviny jsou zvláštní typy rostlin, které se od ostatních odlišují tím, že vytváří vytrvalé dřevnaté stonky s obnovovacími pupeny, které v nepříznivých ročních obdobích neodumírají.Většina našich dřevin tvoří letokruhy (druhotné tloustnutí stonku) s tvorbou kůry a borky. Výjimku tvoří jednoděložné dřeviny – např. bambusy.

8.2.1 Členění dřevin dle charakteru nadzemní části

STROM *(arbor)* – v dolní části přímý nevětvený kmen, v horní části koruna

KEŘ *(frutex)* – stonek rozvětvený zpravidla od země

KEŘÍČEK *(fruticulus)* – max. 20-30 cm

POLOKEŘ (suffrutex) – stonek dřevnatý, zbytek bylinný (šalvěj, levandule)

LIÁNA *(liana)* – stonek není natolik pevný aby rostl bez opory vzpřímeně

8.2.1.1 Morfologie dřevin

Dřeviny se skládají z těchto částí:

- **KOŘEN**
- **STONEK – nese pupeny, listy, květy a plody**

Kořen

Kořen je podzemní orgán bez listů.
Kořen přijímá vodu s živinami a upevňuje rostlinu v zemi.
Slouží jako zásobní orgán a jako orgán syntetický.
Kořen je odkázaný na přesun asimilátů z nadzemní části rostliny.

TYPY KOŘENOVÝCH SYSTÉMŮ

- **kůlovitý** – kůlový kořen i vedlejší kořeny pronikají hluboko do půdy (např. jasan - *Fraxinus,*ořech - *Juglans,* borovice - *Pinus,* modřín - *Larix,* jedle - *Abies,* hrušeň - *Pyrus,* dub - *Quercus)*
- **srdčitý** – kůlový kořen krní nebo odumírá, tvoří se však srdčité kořeny, rostoucí šikmo a hluboko do země (např. javor - *Acer,* jírovec - *Aesculus,* habr - *Carpinus,* tis - *Taxus,* lípa - *Tilia,* buk -*Fagus)*
- **plochý** – kořeny rozprostřeny těsně pod povrchem (např. olše - *Alnus,* bříza - *Betula,* smrk - *Picea,* vrba - *Salix,* topol - *Populus)*

Stonek

Stonek je nadzemní část dřeviny.
Na stonku vyrůstají pupeny, listy, květy a plody.
Stonek tyto orgány nese a dále od nich nebo k nim vodí vody, živiny, asimiláty a další produkty rostlinného metabolismu.
Stonek slouží rovněž jako zásobní orgán.

STONEK – dělení:

- **Kmen**
- **Větve**
- **Výhony (nejmladší stonky - letošní = letorosty)**
- **Listy**

Stonek je možno dále charakterizovat podle způsobu a charakteru větvení.

Druhy VĚTVENÍ:

- **MONOPODIUM - hroznovité větvení** – silná vrcholová dominance – stonek z vrcholového pupenu je vždy delší a silnější než postranní (např. jehličnany, buk - *Fagus*, javory – *Acer sp.*, duby – *Quercus sp.*)
- **SYMPODIUM - vrcholíkovité větvení** – zeslabená vrcholová dominance – pokračováním mateřského stonku se stává stonek z postranního pupenu:
  - **vstřícné** (dichasium) – (např. šeříky – *Syringa sp.*, javor mléč – *Acer pseudoplatanus*, jmelí – *Viscum*)
  - **střídavé** (monochasium) – (např. lípa - *Tilia*, jilm - *Ulmus*, habr – *Carpinus*)

Listy jsou postranní orgány stonku, obvykle do plochy rozšířené, omezeného růstu, složené z **pochvy, řapíku a čepele** (některé části mohou chybět). Dřevinám slouží především k asimilaci, disimilaci, výdeji vody a výměně plynů.

Dle doby existence dělíme listy na:

- opadavé (jedna vegetace)
- polostálezelené (déle než jedna vegetace)
- stálezelené (déle než jeden kalendářní rok)

Druhy LISTŮ – podle tvaru a postavení:

- čárkovitý
- kopinatý
- vejčitý
- obvejčitý
- celistvý
- laločnatý
- dlanitě složený
- peřenoklaný
- peřenodílný
- peřenosečný
- vstřícný
- střídavý
- přeslenitý
- sudozpeřený
- lichozpeřený
- dvakrát zpeřený
- dvouřadý
- všestranný

Druhy LISTŮ – podle okrajů listů:

- celokrajný
- pilovitý
- zubatý
- vroubkovaný
- vykrajovaný

8.2.2 Architektura dřevin

Architektura dřevin je výslednicí diferenciace a větvení stonku. Na architektuře dřevin se podílí i odnože a kořenové výmladky.

K hlavním znakům architektury dřevin, které nám ji udávají patří:

Přítomnost a charakter kmene:

- zda-li je kmen součástí koruny
- jaký je průběh kmene v koruně
- jaký je charakter větvení koruny, tzn.:
  - jaký je počet řádů větví a výhonů
  - jaký je počet a vzájemný poměr počtu větví a výhonů jednotlivých řádů
  - jaká je tloušťka a vzájemný poměr tloušťky větví a výhonů jednotlivých řádů

Postavení větví a výhonů v koruně:

- jaký je úhel větvení (pod kterým vyrůstají z kmene nebo mateřské větve či výhonu)
- jaký je úhel sklonu (který svírá jejich střední část s vertikálou)
- jaké je množství a rozmístění výhonů a větví výmladkového původu na kmenu a větvích
- jaká je tvorba odnoží a kořenových výmladků

Architektura dřevin se mění s jejich věkem a dále je ovlivňována řadou vnějších faktorů, např.:

- abiotické a biotické faktory stanoviště
- způsob množení a způsob pěstování sazenic (např. tis – *Taxus* – stromová či keřová forma)
- způsob pěstování na trvalém stanovišti

Znalost **architektury dřevin** je v péči o zeleň a v zahradní a krajinářské architektuře důležitá pro:

- určení dřeviny (taxonomické skladby objektu)
- bioindikaci charakteristik stanoviště (např. tzv. „vlajkové“ stromy na větrných stanovištích)
- zhodnocení vitality dřeviny
- uplatnění dřeviny v krajinářské kompozici
- hodnocení kvality sazenic před výsadbou
- pěstební péči na trvalém stanovišti a její hodnocení (řez, probírky, zápoj)
- obnovu dřevin (kořenová a pařezová výmladnost)

8.3 Základy fyziologie dřevin – obranné mechanismy

Při narušení celkové fyziologické stability dřevin nastupují obranné mechanismy, které mají za úkol narušenou rovnováhu vrátit do stabilizovaného stavu.

Dlouhověkost dřevin je podmíněna obrannými a ochrannými mechanismy, které se u nich během jejich fylogeneze vyvinuly. Ve vztahu k řezu jsou důležité především ty mechanismy, které reagují na poranění dřeva.

Obrana je dynamický a nespecifický proces vedoucí ke vzniku ochranných zařízení, reagující na biotické a biotické nebezpečí a události, které ohrožují přežití.

Ochrana je stálý stav, mající za úlohu zabránit nebo zmírnit poškození a z něho vyplývající negativní důsledky. Od obrany, která je následnou reakcí jedince na poranění nebo infekci, se tento stav liší tím, že je vytvářen jako ochrana před možným poraněním nebo infekcí.

K nejdůležitějším obranným mechanismům dřevin, reagujících na poranění nebo infekci dřeva, patří především:

- tvorba kalusu a ránového dřeva
- zalití rány pryskyřicí
- kompartmentalizace
- výmladnost
- tvorba reakčního dřeva
- adaptivní růst

Reakci stromů na vnější poranění nazýváme zkratkou **CODIT** – *Compartementalization of decay in trees* = odizolování hniloby ve stromech.

Při poranění dřeviny začne působit tzv. oddělovací proces = **kompartmentalizace**. Je to obraný proces stromu, při němž jsou vytvářeny hranice proti šíření patogenních organismů. Tímto je chráněn transportní systém, prostor pro uskladnění zásobních látek a mechanický podpůrný systém stromu.

Celý proces kompartmentalizace má dvě části:

1. vytvoření tzv. reakční zóny

Jedná se o vytvoření tří prvních hranic ve dřevě, které existuje v době vzniku poranění nebo průniku infekce.

Stěna 1: brání svislému proniknutí (směrem nahoru a dolů) patogennímu organismu

Stěna 2: brání průniku přes letokruhy směrem k jádru
Stěna 3: zabraňuje bočnímu průniku podél hranic letokruhů – nejsilnější stěna reakční zóny

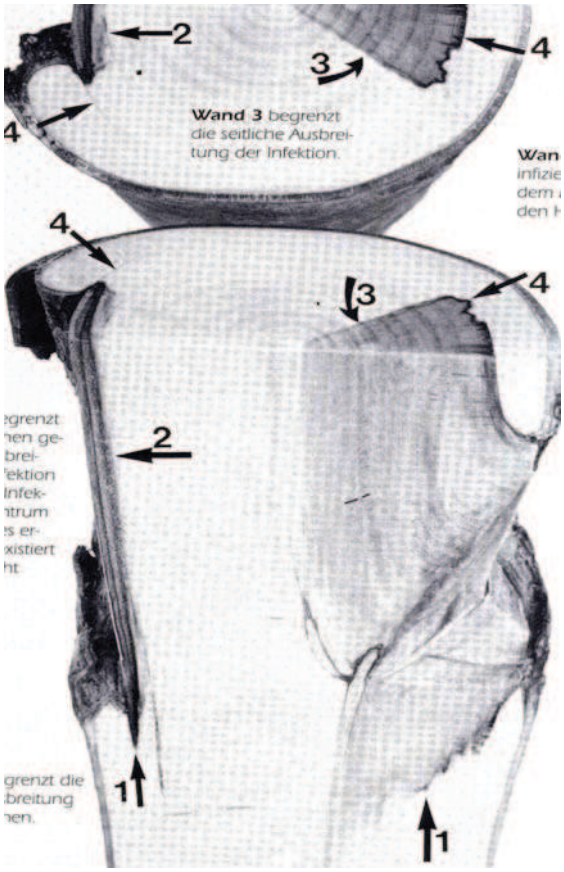
Úkolem reakční zóny je zadržet průnik patogena na ohraničeném, co nejmenším prostoru. Pokud se to nepodaří, dochází k prolomení těchto hranic a časem ke vzniku dutiny. Pokud se patogennímu organismu nepodaří prorazit bariérovou zónu, vzniká centrální dutina, bez rozhodujícího vlivu na statiku či průběh nejdůležitějších životních procesů stromu.

2. vytvoření tzv. bariérové zóny

Vzniká činností kambia po vzniku poranění či průniku infekce. Jedná se o nejsilnější hranici. Leží až na hranici letokruhu nově vytvářeného po poranění. Ve většině případů u vitálních jedinců nedochází k jejímu prolomení.

Hojivé pletivo dřevin se nazývá **KALUS**. Úkolem a funkcí kalusu je zakrýt poraněné místo.

U jehličnanů vyvinuto zalití rány pryskyřicí.



Grafické znázornění procesu kompartmentalizace

8.4 Vlastnosti dřevin významné pro zahradní a krajinářskou tvorbu

8.4.1 Délka života dřevin

OBECNĚ: Dlouhověkost a dosahované rozměry dřevin jsou základním biologickým prvkem zahradní a krajinářské tvorby. Dřeviny ve většině případů (mimo např. vodní, trvalkové zahrady či některé zahrady symbolické) jsou kosterním prvkem celé kompozice.

Je nutno si uvědomit, že při každé obnově solitery, porostu, nebo skupiny dochází na určitou dobu k výraznému snížení nebo i úplné ztrátě dané funkce.

Ukončení života dřeviny je způsobeno navzájem souvisejícími faktory:

- fyziologickými (např. stárnutí pletiv, poruchy metabolismu)
- statickými (např. vyvrácení, rozlámání)

Délka života je dána:

- geneticky – druhovou vlastností
- vnějším prostředím – např. místním klimatem, větrnými či půdními apod.. Důležité je si uvědomit, že údaje z původních stanovišť nelze mechanicky přenášet jinam!

Dle věku, kterého se v České republice dřeviny v optimálních podmínkách dožívají je dělíme na:

- velmi dlouhověké – nad 500 let
- dlouhověké – 200 – 500 let
- středněvěké – 100 – 200 let
- krátkověké – 50 – 100 let
- velmi krátkověké – do 50 let

Dlouhověké dřeviny (200 - 500 let) - příklady:

- javor klen - *Acer pseudoplatanus*
- kaštanovník setý - *Castanea sativa*
- buk lesní - *Fagus sylvatica*
- dub letní - *Quercus robur*
- lípa srdčitá - *Tilia cordata*
- jilm horský - *Ulmus glabra*
- jedle bílá - *Abies alba*
- tis obecný - *Taxus baccata*
- modřín opadavý - *Larix decidua*
- borovice limba - *Pinus cembra*

Středněvěké dřeviny (100 – 200let) - příklady:

Listnaté dřeviny:

- javor mléč - *Acer platanoides*
- jírovec maďál - *Aesculus hippocastanum*
- olše lepkavá - *Alnus glutinosa*
- habr obecný - *Carpinus betulus*
- lirovník tulipánokvětý - *Liriodendron tulipifera*
- platan javorolistý - *Platanus acerifolia*
- dub červený - *Quercus rubra*
- trnovník akát - *Robinia pseudoacacia*

Liány:

- břečťan obecný - *Hedera helix*

Jehličnaté dřeviny:

- jedle obrovská - *Abies grandis*
- jinan dvoulaločný - *Ginkgo biloba*
- smrk pichlavý - *Picea pungens*
- smrk omorika (Pančičův) - *Picea omorika*
- borovice černá - *Pinus nigra*

- borovice lesní - *Pinus sylvestris*
- zerav západní - *Thuja occidentalis*
- jedlovec kanadský - *Tsuga canadensis*

Keře jehličnaté:
- jalovec obecný - *Juniperus communis*
- jalovec chvojka - *Juniperus sabina*
- borovice kleč - *Pinus mugo*

Krátkověké dřeviny (50 – 100 let) - příklady:

Listnaté dřeviny:
- javor stříbrný - *Acer saccharinum*
- bříza bělokorá - *Betula pendula*
- toplo osika - *Populus tremula*
- vrba bílá - *Salix alba*
- jěřáb ptačí - *Sorbus aucuparia*

Jehličnaté dřeviny:
- jedle balzámová - *Abies balsamea*
- jedle stejnobarvá - *Abies concolor*
- cypřišek Lawsonův - *Chamaecyparis lawsoniana*
- zerav východní - *Thuja orienatlis*

Keře listnaté:
- javor tatarský - *Acer tataricum*
- líska obecná - *Corylus avellana*
- brslen evropský - *Euonymus europaeus*
- šeřík obecný - *Syringa vulgaris*
- *+ další vitální keře*

Velmi krátkověké (do 50 let) - příklady:
- ořechoplodec - *Caryopteris x clandonensis*
- plamének - *Clematis*
- levandule - *Lavandula*
- růže - *Rosa (záhonové)*
- janovec - *Sarothamnus scoparius*
- *+ další choulostivé taxony, především keříčky a polokeře*

8.4.2 Rychlost růstu

Rychlost růstu je vztahována k:
- výšce
- šířce
- tloušťce
- biomase dřeviny

Výškový přírůst

Po krátkém období počátečního pomalejšího růstu (zakořeňování) následuje fáze nejintenzivnějšího zvětšování, která je u stromů obvykle mezi 10 až 30 rokem, u keřů mezi 3 až 10 rokem. Pak se přírůst do výšky postupně zmenšuje, až nakonec v období dožívání jedince zcela ustává.

Nejobjektivnější ukazatel rychlosti růstu je **roční přírůstek**:
- velmi rychle rostoucí – nad 1 m

- rychle rostoucí – do 1 m
- středně rychle rostoucí – do 0,5 m
- pomalu rostoucí – do 0,25

Velmi rychle rostoucí dřeviny (přírůstek nad 1m) - příklady:

- pajasan - *Ailanthus*
- paulovnie - *Paulownia*
- topol - *Populus*
- vrba - *Salix*
- komule - *Buddleja*

Rychle rostoucí (přírůstek do 1 m) - příklady:

- javor jasanolistý - *Acer negundo*
- olše lepkavá - *Alnus glutinosa*
- bříza - *Betula*
- jasan - *Fraxinus*
- ořešák - *Juglans*
- jedle - *Abies*
- modřín - *Larix*
- smrk obecný - *Picea abies*
- borovice lesní - *Pinus sylvestris*
- líska obecná - *Corylus avellena*
- svída bílá - *Cornus alba*
- zimolez tatarský - *Lonicera tatarica*
- štědřenec převislý - *Laburnum anagyroides*

Středně rychle rostoucí (přírůstek do 0,5 m) - příklady:

- javor babyka - *Acer campestre*
- javor mléč - *Acer platanoides*
- javor klen - *Acer pseudoplatanus*
- jírovec - *Aesculus*
- habr - *Carpinus*
- buk - Fagus
- lípa - *Tilia*
- jedle stejnobarvá - *Abies concolor*
- cypřišek Lawsonův - *Chamaecyparis lawsoniana*
- smrk pichlavý - *Picea pungens*
- borovice černá - *Pinus nigra*

Pomalu rostoucí (přírůstek do 0,25 m) - příklady:

- javor japonský - *Acer japonicum*
- jeřáb ptačí – *Sorbus aria*
- dub pýřitý - *Quercus pubescens*
- jalovec čínský - *Juniperus chinensis*
- borovice limba - *Pinus cembra*
- tis obecný - *Taxus baccata*
- zimostráz - *Buxus*
- vilín - *Hamamelis*
- mochna - *Potentilla*
- jalovec obecný - *Juniperus communis*
- mikrobiota - *Microbiota decussata*
-

Velmi pomalu rostoucí (přírůstek do 0,1 m) - příklady:

- zakrslé odrůdy a kultivary:
  - zakrslý smrk - *Picea abies 'Pumila'*
  - dřišťál Thunbergův - *Berberis thunbergii ‚Nana'*
- keříčky:
  - vřes - *Calluna vulgaris*
  - vřesovec - *Erica carnea*

8.4.3 Velikost dřevin

Velikostí dřevin rozumíme rozměry dosahované v dospělosti – velikost je ale nutno chápat jako výslednici výšky, šířky a tvaru jedince, tedy není rozhodující jen výška. Při charakteristice velikosti rostlin je významným aspektem i tloušťka kmene. Velikost je vlastnost úzce spjatá s rychlostí růstu.

Velikost v zahradní a krajinářské architektuře ovlivňuje:

- možnou funkci a možné uplatnění dřeviny
- zakládání skupin a porostů dřevin
- péči o dřeviny, jejich skupiny a porosty

Dělení dřevin podle velikosti:

- **STROMY**
  - Stromy vysoké – nad 20 m
  - Stromy středně vysoké – do 20 m
  - Stromy nízké – do 10 m
- **KEŘE**
  - Keře vysoké – do 8 m
  - Keře středně vysoké – do 3 m
  - Keře nízké – do 1 m
  - Keříčky – do 0,3 m

8.4.4 Tvar dřevin

Tvar dřeviny je velmi důležitou prostorovou a kompoziční charakteristikou, která je důležitá nejen pro zakládání zeleně, ale i pro její údržbu.

U stromů rozlišujeme dle tvaru koruny :

- **Kulovitá -** výška = šířce – např. ořešák – *Juglans sp.*, dub – *Quercus sp.*, pajasan – *Ailanthus sp.*
- **Ploše kulovitá** – např. kulovitý javor mléč – Acer platanoides ‚Globosum', kulovitý akát – *Robinia pseudoacacia ‚Umbraculifera'*
- **Deštníkovitá –** např. borovice hustokvětá – *Pinus densiflora*, korkovník – *Phellodendron amurense*
- **Oválná** – např. buk – *Fagus sp.*, javor mléč – *Acer platanoides*, borovice limba – *Pinus cembra*
- **Vejčitá** - např. líska turecká – *Corylus colurna*, lípa – *Tilia sp.*
- **Opakvejčitá** – např. dřezovec – *Gleditsia triacanthos*, jilm – *Ulkus sp.*
- **Kuželovitá –** např. smrk ztepilý – *Picea abies*
- **Válcovitá** – např. sloupovitý topol – *Populus nigra ‚Italica'*, jedle – *Abies sp.*
- **Nepravidelná** (fáze dožívání) – např. akát – *Robinia sp.*, dub – *Quercus sp.*
- **Nálevkovitá** – např. třešeň pilovitá ´Kanzan´ - *Prunus serrulata*
- **Smuteční** – např. odrůdy ´Pendula´, ´Inversa´

U keřů rozlišujeme tvar:

- **Kulovitý –** např. dřišťál – *Berberis sp.*
- **Polokulovitý** – např. zlatice – *Forsythia sp.*, kalina tušalaj – *Viburnum lantana*, svída – *Cornus sp.*
- **Oválný** – např. ibišek - *Hibiscus*, jalovec obecný – *Juniperus communis*
- **Vejčitý –** např. komule – *Budleia sp.*, šeřík – *Syringa sp.*, pustoryl – *Philadelpus sp.*
- **Opakvejčitý** – např. růže šípková – *Rosa canina*, jalovec čínský – *Juniperus chinensis*
- **Metlovitý** – např. janovec – *Cytisus sp.*, brslen evropský – *Euonymus europaeus*, štědřenec – *Laburnum sp.*
- **Sloupovitý** – např. jalovec obecný ´Hibernica´ - *Juniperus communis ‚Hibernica‘*, jalovec skalní ´Skyrocket´ - *Juniperus scopulorum ‚Skyrocket‘*
- **Kuželovitý** – např. cesmína - *Ilex*
- **Nálevkovitý** – např. vilín - *Hamamelis*
- **Polštářovitý** – např. jalovec polehlý – *Juniperus horizontalis*, barvínek – *Vinca minor*

8.4.5 Textura dřevin

Textura dřevin je dána charakterem povrchu dřeviny, výslednicí tvaru a velikostí listů, vlastností povrchů jednotlivých částí dřeviny, uspořádáním větví, květů, plodů. Hodnocení textury dřevin je v mnoha případech subjektivní.

U stromů rozlišujeme:

- **Hrubá textura -** pevná, tvrdá, velké listy pevně nasazené na řapících – např. jírovec – *Aesculus sp.*, paulovnie – *Paulovnia tomentosa*
- **Jemná textura -** měkká, jemné drobné listy, pohyblivé, šupinaté listy – např. bříza – *Betula sp.*, tamaryšek – *Tamarix sp.*, osika – *Populus tremula*
- **Těžká textura** - nahuštěná, pevně a hustě postavené listy – např. zerav – *Thuja sp.*, cypřišek – *Chamaecyparis sp.*, borovice – *Pinus sp.*
- **Lehká textura** - řídce postavené listy, dlouhý lehký řapík

Protože hodnocení textury u dřevin je poměrně náročné je nutno si uvědomit, že při hodnocení dřevin se jednotlivé druhy textur seskupují. Textura se mění i se vzdáleností pozorovatele.

Jehličnany

- **Jemná a těžká textura** – např. cypřišek – *Chamaecyparis sp.*, zerav – *Thuja sp.*, jedlovec – *Tsuga sp.*
- **Jemná a lehká textura** – např. cedr – *Cedru sp.*, modřín – *Larix sp.*, tisovec – *Tsuga sp.*
- **Hrubá a těžká textura** – např. jedle stejnobarvá – *Abies concolor*, smrk pichlavý – *Picea pungens*, mladé borovice – *Pinus sp.*
- **Hrubá a lehká textura -** borovice těžká – *Pinus ponderosa*, borovice Jeffreyova – *Pinus jeffreyi*

Listnaté stromy

- **Hrubá a těžká textura** - např. kulovitý javor mléč – *Acer platanoides ‚Globosum‘*, jírovec – *Aesculus sp.*, platan – *Platanus sp.*
- **Hrubá a lehká textura** - např. katalpa - *Catalpa*, paulovnie – *Paulovnia*
- **Jemná a těžká textura –** např. zimostráz – *Buxus sp.*, převislý buk – *Fagus sylvatica ‚Pendula‘*, převislý jerlín – *Sophora japonica ‚Pendula‘*
- **Jemná a lehká textura** – např. tamaryšek – *Tamarix sp.*, bříza – *Betula sp.*, vrba – *Salix sp.*, jeřáb – *Sorbus sp.*

Textura je dále ovlivněna:

- **barvou -** světlé listy, lesklé listy, stříbrná spodní část listu – dojem lehčí textury
- **druhem -** jehličnany x listnáče

8.4.6 Barva dřevin

Barva rostlin je jednou z nejvýznamnějších vlastností dřevin využívaných v zahradní a krajinné architektuře. Změny barevnosti jsou výraznější u listnatých dřevin. Barevnost záleží i na klimatických podmínkách.

Změna vzhledových vlastností dřeviny v průběhu času:

- **Změna barvy během života** – nejedná se o změny cyklické, změny jdou jedním směrem, velkou proměnlivost mají mezi jehličnany např. cedr – *Cedrus sp.*, borovice – *Pinus sp.*, jedlovec – *Tsuga sp.*, modřín – *Larix sp.*; a u listnatých dřevin např. buk – *Fagus sp.*, jírovec – *Aesculus sp.*, habr – *Carpinus sp.*
- **Změna barvy během roku** – jedná se o cyklické změny: barevnost, charakter plodu, listu, borky. Listnaté dřeviny s výraznou proměnou – např. javor – *Acer sp.*, plamének – *Klematis sp.*, růže – *Rosa sp.*, třešeň – *Prunus sp.*, jabloň – *Malus sp.*

Většina stálezelených dřevin má jen velmi málo výraznou barevnou proměnu – např. zimostráz – *Buxus sp.*, zerav – *Thuja sp.*, cypřišek – *Chamaecyparis sp.*.

8.5 Ekologické vlastnosti rostlin

8.5.1 Přesazovatelnost dřevin

Přesazovatelnost dřevin je jejich schopnost zakořenit a pokračovat v růstu po přesazení. Pro naše praktické využití je především důležitá znalost dřevin, které patří mezi obtížně přesazovatelné.

K **obtížněji přesazovatelným** patří dřeviny s následujícími vlastnostmi:

- taxony se stálezelenými listy, transpirující vodu i v období vegetačního klidu
- taxony s kůlovitým kořenem – např. ořešák – *Juglans sp.,* hrušeň – *Prunus sp.,* dub – *Quercus sp.,* borovice – *Pinus sp.*
- taxony s tlustými kořeny, jen málo odolné vůči ztrátě vody a snadno napadány hnilobami – např. plamének – *Clematis sp.,* dřín – *Cornus sp.,* šácholán – *Magnolia sp.,* jinan - *Ginkgo sp.*
- obvykle suchovzdorné taxony s rozsáhlým kořenovým systémem – např. skalník – *Cotoneaster sp.,* čilimník – *Cytisus sp.,* kručinka – *Genista sp.,* tamaryšek – *Tamarix sp.,* jalovec – *Juniperus sp.,* borovice – *Pinus sp.*
- taxony s malou regenerační schopností – např. vilín - *Hamamelis sp.*

Dále mezi obtížně přesazovatelné patří:

- např. bříza – *Betula sp.,* habr – *Carpinus sp.,* kaštanovník – *Castanea sp.,* líska turecká - *Corylus colurna,* buk – *Fagus sp.,* javor japonský - *Acer japonicum,* komule - *Buddleia sp.* z listnatých,
- např. jedle – *Abies sp.,* cedr - *Cedrus sp. z* jehličnatých,
- např. podražec - *Aristolochia sp.,* trubač – *Campsis sp.,* hortenzie – *Hydrangea sp.,* vistárie – *Wisteria sp.* z popínavek

8.5.2 Výmladnost dřevin

Výmladnost je schopnost dřevin vytvářet ze spících a náhradních pupenů nové výhonky.

Tato schopnost je především v mládí více vyvinuta u listnáčů. Vznik výmladků je vždy důsledkem narušení hormonálního systému, který celistvost řídí. Výmladnost je současně projevem procesu obnovy celistvosti dřevin.

Výmladnost dělíme podle místa:

- kořenová
- pařezová
- kmenová
- korunová

Kořenová výmladnost

- **žádoucí:**
  - při regeneraci výrazně poškozených jedinců a jejich porostů
  - jako náhrada sazenic na extrémních a těžko přístupných stanovištích
- **nežádoucí:**
  - komplikace pěstebních zásahů v porostech
  - ztěžování obnovy prostřednictvím sazenic
  - nežádoucí šíření do okolí
  - obtížné odstraňování dočasně použitých dřevin

Výmladnost kmenová a korunová

- **žádoucí**
  - následná obnova koruny při redukci v porostním zápoji
  - následná obnova v případě poškození a redukci koruny, případně i části kmenu řezem nebo jiným mechanickým poškozením (vítr, sníh, námraza, blesk)

8.5.3 Poškozování dřevin

Poškozování dřevin je způsobováno:

- abiotickými faktory (faktory neživé přírody)
- biotickými faktory (faktory živé přírody)

8.5.3.1 Abiotičtí škodliví činitelé

Abiotičtí škodliví činitelé jsou neživé složky přírody negativně ovlivňující životní funkce dřevin.

K abiotickým faktorům patří zejména:

- **faktory klimatické** (teplota, srážky, vlhkost, proudění vzduchu, světelné podmínky)
- **faktory pedologické** (fyzikální a chemické vlastnosti půdy)
- **faktory hydrologické** (kolísání hladiny podzemní vody)
- **faktory antropogenní** (nejrůznější činnosti člověka zahrnující např. průmyslovou výrobu, vodohospodářské úpravy, kácení lesů apod.).

Faktory klimatické

Postupné oteplování klimatu a pozvolný úbytek srážkové vody podporuje u dřevin vývoj nejrůznějšího **dřevokazného hmyzu** (včetně kůrovců) a s tím i **tracheomykózních hub**, které jsou hmyzem často přenášeny.

V důsledku nedostatečného množství srážek se v půdě snižuje obsah přístupné vody, což má za následek odumírání životně důležitých vlásečnicových kořínků zajišťujících výživu dřevin. Současně dochází také k omezení spektra mykorrhizních hub.

Na území naší republiky se vlivem oteplování klimatu dostávají noví škůdci, kteří zde nalézají optimální životní podmínky (např. klíněnka jírovcová, která je původem z Balkánského poloostrova)

Faktory pedologické a hydrologické

K neméně významným abiotickým faktorům ovlivňujícím kondici dřevin bezesporu patří také fyzikální a chemické vlastnosti půdy, obsah vody a živin v půdě a kolísání hladiny podzemní vody. Právě **kolísání hladiny podzemní vody** a dlouhodobější **přemokření** lokality způsobují často u dřevin odumírání kořenového systému a rozvoj patogenů (např. chřadnutí olší).

Faktory antropogenní

Faktory antropogenní představují soubor škodlivých vlivů, který ve spojení s přirozenými abiotickými a biotickými faktory zapříčiňují zhoršování zdravotního stavu dřevin.

K rozhodujícím činnostem člověka ničícím a poškozujícím dřeviny patří:

- odlesňování
- budování měst, komunikací a inženýrských sítí,
- meliorace,
- těžba nerostných surovin,
- vodohospodářské úpravy a výstavba přehrad,
- zakládání skládek a výsypek,
- používání umělých hnojiv, herbicidů a pesticidů,
- doprava
- a další

V důsledku antropogenní činnosti tak druhotně dochází ke změnám stanovištních podmínek:

- pokles hladiny podzemní vody,
- zvyšování koncentrací solí (zasolování) v půdě (resp. podzemní vodě),
- změny pH půd,
- kontaminace přírodních složek toxickými látkami (imisemi) a jejich deponaci v rostlinných pletivech (resp. živočišných tkáních)

8.5.3.2 Biotičtí škodliví činitelé

Biotičtí škodliví činitelé jsou živé složky přírody negativně ovlivňující životní funkce živých organismů.

K biotickým faktorům patří zejména:

- **živočišní škůdci**
- **dřevokazné houby**
- **mikroskopické houby**
- **bakterie**
- **virové choroby**
- **parazitické rostliny**

Živočišní škůdci

Živočišní škůdci jsou velmi významnou skupinou patogenních organismů, velké škody působí zejména tam, kde je větší koncentrace jejich hostitelské dřeviny (důležité je stáří hostitele, stejná nebo podobná genetická výbava, stejný fyziologický stav); ve spojitosti s

exogenní vlivy (např. klimatické faktory) mohou způsobit kalamitu (viz např. kůrovec na Šumavě).

Negativní význam těchto patogenů vzrůstá tím, že často přenášejí mikroskopické patogeny - houby, baktérie a viry.

Jako příklady z posledních let lze jmenovat různé brouky – lýkohuby (*Blastophagus* sp.) na borovicích, bělokazy (*Scolytus* spp.), kozlíčky (*Saperda* spp.) a polníky (*Agrilus* spp.) na některých listnáčích, nejrůznější mšice, ploštice, křísy a roztoče na listnáčích i jehličnanech, obaleče na širokém spektru dřevin a nesytky (*Aegeria apiformis*) na topolech.

Dřevokazné houby

Tyto organismy mají velký význam jak v lesních ekosystémech, tak na dřevinám mimo les. Velmi dobře se šíří. Jejich rozvoj je urychlen stresem hostitele za zhoršených faktorů prostředí. Dřevokazné houby jsou výbornými rozkladači dřevní hmoty čímž narušují mechanickou stabilitu stromů.

Velmi často jsou vstupní branou infekce dřevokaznými houbami mechanické rány na kmenech, ať už způsobené hmyzem, ptáky, okusem zvěří nebo člověkem (častá a velmi závažná poranění bází kmenů), místem vstupu infekce jsou rovněž často pahýly větví.

Dřevokazná houba po infekci řadu let žije skrytě ve formě mycelia v dřevní části kmene, které postupně rozkládá bez jakýchkoliv vnějších příznaků na hostiteli. Parazit se většinou očividně projevuje až po řadě let tvorbou makroskopických plodnic na oslabených hostitelích nebo na odumírajících či mrtvých větvích. Závažnost poškození se pak většinou projeví při silných větrech, kdy dochází k odlamování poškozených větví, rozlamování korun stromů či přímo k vyvrácení či zlomení stromu.

Jako závažné dřevokazné patogeny patří:

- rezavec - *Inonotus* spp.,
- ohňovec - *Phellinus* spp.,
- dřevomor kořenový - *Ustulina deusta*,
- lesklokorka ploská - *Ganoderma applanatum*,
- sírovec žlutooranžový - *Laetiporus sulfureus*,
- troudnatec kopytovitý - *Fomes fomentarius*,
- kořenovník vrstevnatý - *Heterobasidion annosus*,
- troudnatec pásovaný - *Fomitopsis pinicola*,
- pevník krvavějící - *Stereum sanguinolentum*,
- václavka smrková - *Armillaria ostoyae*

Mikroskopické houby

Význam mikroskopických hub tkví zejména v tom, že se velmi rychle a dobře šíří vzduchem i na velké vzdálenosti a dlouhou dobu jejich napadení může unikat pozornosti správce dřevin do doby dokud nenastanou příhodné podmínky pro jejich rozvoj. Mikroskopické houby jsou velmi často závislé na fyziologickém stavu hostitele, na stavu parazitace ze strany dalších organismů a ostatních abiotických faktorech (viz. výše).

Jako příklady je možno jmenovat:

- *Ophiostoma ulmi* - grafióza jilmů
- *Ceratocystis fimbriata* - způsobující podobné onemocnění na platanech
- *Phytophthora* spp. - chřadnutí olší.

Z dalších, které v posledních sezónách způsobily značné poškození dřevin v závislosti na podmínkách prostředí na našem území lze jmenovat:

- *Apiognomonia tiliae* - listové choroby lip
- *Diplodina acerina* - listové choroby javorů
- *Venturia* spp. - choroby a chřadnutí výhonů topolů a vrb
- *Cryptodiaporthe populea* - rakovina větví topolů
- *Melampsora larici-populina* - rez na listech topolů

Baktérie

Bakterie se přenáší dobře větrem i vodou, častá je i zoochorie (spojení s živočichy), důležitá jsou též mechanická poranění jako brána infekce.

Nejdůležitějšími baktériemi ovlivňující dřeviny jsou:

- *Erwinia amylovora* - způsobující spálu růžovitých
- *Xanthomonas populi* - způsobuje zejména nádory na větvích a kmenech topolů
- *Pseudomonas syringae* - působí korové nekrózy a listovou skvrnitost javorů, jilmů a olší
- *Agrobacterium tumefaciens* – způsobuje nádory na kořenech a bázích kmenů listnáčů.

Málo známou skupinou jsou **mykoplazmy**, které způsobují ucpávání cévních svazků ve větvích a výhonech jilmů a jasanů. Různé druhy baktérií způsobují mízotok na řadě druhů stromů.

Virové choroby

Virové choroby způsobují nejčastěji **chlorózy, nekrózy a svinování listů**. Škody působí především oslabováním hostitele (snížená asimilační plocha). Choroba se může rychle rozšířit do celé rostliny. Oslabení hostitele často zvyšuje citlivost k dalšímu patogenu nebo stresu prostředí. Vyskytují se na většině druhů hostitelů, škody působí např. na topolech, dubech a jasanech.

Poloparazitické rostliny

Poloparazitické rostliny způsobují škody spíše lokální a menšího rozsahu. U nás se vyskytují pouze dva druhy - ochmet evropský - *Loranthus europaeus* - parazitující na dubech v nejteplejších oblastech a jmelí bílé - *Viscum album*, které v několika subspeciích parazituje na borovicích, jedlích, dubech, topolech a dalších dřevinách. Poloparazit odčerpává vodu s roztokem minerálních látek z cév hostitele, při silnějším napadení hostitele oslabuje a může být příčinou jeho prosychání. Na jedlích může být příčinou vyholování vršků stromů.

Chřadnutí stromů s nejasnými příčinami.

Toto chřadnutí je známo zejména u dubů a bříz a lokálně může způsobovat výraznější škody. Jedná se o **komplexní působení faktorů** prostředí, živočišných škůdců, mikroskopických a dřevokazných hub, přičemž často spouštěcí mechanismus není znám. Např. u dubů – *Quercus sp.* - často participuje stres ze strany bazického podloží (u některých druhů), nedostatku vody, napadení hmyzem (např. *Agrilus* spp.), nebo mikroskopickými a dřevokaznými (např. václavka) houbami. U bříz – *Betula sp.* - má největší význam kolísání nebo nedostatek podzemní vody a dále spolupůsobící baktérie a mikroskopické houby.

Další biotičtí činitelé

Z hlediska poškozování biotickými činiteli je nutno připomenout pro úplnost ještě další organismy, které způsobují poškození rostlin. Významné jsou škody způsobené **okusem zvěří**, zejména u mladých výsadeb. **Poškození datlovitými ptáky** má spíše význam v rozšiřování infekcí a otvíráním míst infekce. Na zdravotním stavu nelesní zeleně se také výrazně podepisují **výsadby nevhodných taxonů** dřevin na neodpovídající stanoviště.

Dalším důležitým momentem je **zavlékání cizích patogenních organismů**, proti kterým autochtonní populace dřevin často nemají vytvořeny obranné mechanismy.

8.5.4 Negativní působení dřevin na člověka

Vedle kladných účinků mohou být dřeviny i zdrojem určitých zdravotních rizik:

- **alergenita**
- **jedovatost**
- **trny a ostny**
- **křehké dřevo ve vyšším věku** (např. javor – *Acer sp.*, olše - *Alnus sp.,* dřezovec - *Gleditsia sp.,* vrba - *Salix sp.*, a další)
- **květy přitažlivé pro včely**
- **květy přitažlivé pro včely a vosy**

Výše uvedená rizika se nesmí podceňovat, ale ani přeceňovat!

Alergenitu dřevin na člověka je možno rozdělit na:

- **kontaktní alergeny**
- **inhalační alergeny**

Kontaktní alergie způsobuje u nás jen velmi málo druhů, které navíc nejsou často rozšířené ani významné – např. škumpa – *Rhus toxicodendron.* Méně nebezpečná je routa – *Ruta graveolens.* Další dřeviny způsobují podráždění až poškození pokožky jen u malého počtu citlivých osob (většinou musí přijít pokožka přímo do styku s buněčnou šťávou či latexem). Do této skupiny patří např.:

- jalovec chvojka – *Juniperus sabina*
- jalovec rozprostřený – *Juniperus horizontalis*
- zerav – *Thuja sp.*
- cypřišek – *Chamaecyparis sp.*
- ruj vlasatá – *Cosinus coggygria*
- škumpa ocetná – *Rhus typhina*
- břečťan – *Hedera helix*
- plamének – *Clematis vitalba*
- lýkovec obecný – *Daphne mezereum*

Inhalační alergeny tvoří především pyl různých druhů dřevin. Respirační potíže mohou vyvolávat i silné vůně – pustoryl (*Philadelphie sp.)*, trnovník (*Robinia sp.)*, lípa (*Tilia sp.).* Dřeviny které vyvolávají největší počet pylových alergií:

- bříza – *Betula sp.*
- habr – *Carpinus betulus*
- líska – *Corylus avellana*
- bez – *Sambucus nigra*
- vrba – *Salix caprea*
- jasan – *Fraxinus excelsior*
- trnovník – *Robinia sp.*
- lípa – *Tilia sp.*
- topol – *Populus sp.*
- javor – *Acer sp.*
- dub – *Quercus sp.*
- jírovec – *Aesculus sp.*
- ořešák – *Juglans sp.*
- borovice – *Pinus sp.*

Některé dřeviny obsahují jedy, tj. látky, které již v malém množství poškozují zdraví, popřípadě mohou způsobit i smrt, např.:

- čilimník – *Cytisus sp.* – celá rostlina
- lýkovec – *Daphne sp.* – celá rostlina
- brslen – *Euonymus sp.* – celá rostlina
- břečťan – *Hedera sp.* – celá rostlina
- cesmína – *Ilex sp.* – plody
- jalovec obecný – *Juniperus communis* – celá rostlina
- jalovec chvojka – *Juniperus sabina* – celá rostlina
- štědřenec – *Laburnum anagyroides* – celá rostlina
- trnovník – *Robinia sp.* – celá rostlina
- tis – *Taxus sp.* – celá rostlina
- zerav – *Thuja sp.* – celá rostlina
- kalina – *Viburnum sp.* - plody

8.5.5 Introdukce a aklimatizace dřevin

Introdukce je záměrné zavedení taxonu do kultury na území mimo oblast jeho přirozeného výskytu.

Důvody k introdukci:

- rozšíření nabídky škály vlastností dřevin využitelných v zakládání a údržbě zeleně a v zahradní a krajinné architektuře
- sběratelské důvody
- vědecké důvody
- důvody hospodářské
- působení jiných kultur (nájezdníci, cizí kultury)
- změna klimatu

V případě rozšíření nabídky škály vlastností dřevin využitelných v zahradní a krajinářské architektuře je důraz a potřeba kladena na:

- vlastnosti růstové a vzhledové (barva, tvar, apod.)
- vlastnosti ekologické (imisní zatížení, zasolení, extremní stanoviště měst, chudé půdy,apod.)
- vlastnosti pěstitelské (dřeviny pro živé ploty, rekultivace, apod.)

Úspěšná introdukce a aklimatizace dřevin je dána **rajonizací** – tedy teoretickým zatříděním druhů do určitých oblastí vhodných pro pěstování dle různých principů. V popředí jsou **klimatické podmínky** (nesporně hlavní limitující faktor). Dle klimatických podmínek rozdělujeme oblasti na tzv. **výrobní typy:**

- **Kukuřičný**
- **Řepařský**
- **Bramborářský**
- **Horský**
- **Vysokohorský**

Dalším aspektem rajonizace je **poloha:**

- **rovinné nížiny se suchým vnitrozemským podnebím**
- **rovinné a mírně zvlněné polosuché krajiny**
- **zvlněné kopcoviny se středně vlhkým podnebím**
- **hory a pahorkatiny s vlhkým podnebím**
- **vysoké hory s velmi vlhkým podnebím**

Pro lepší identifikaci polohy je nutná znalost **nadmořské výšky:**

- **do 200 m**
- **200 – 350 m**
- **350 – 500 m**
- **500 – 800 m**
- **nad 800 m**

K bližší specifikaci konkrétního stanoviště pak náleží **půdní druhy a charakteristiky:**

- **kyselá půda pH 4 – 6**
- **vápenitá půda pH 6,5 – 7,5**
- **písčité půdy**
- **těžké půdy**
- **apod.**

8.6 Základní charakteristika jehličnatých dřevin

Jehličnany a jejich příbuzní jsou klasifikováni jako nahosemenné rostliny – rostliny s nahými semeny nejsou ponořeny do semeníku.

Listy jehličnatých dřevin

Většina jehličnanů je stálezelených, tj. i v době vegetačního klidu si ponechávají své listy. Některé druhy jsou opadavé, tj. každoročně své listy obnovují. Listy jsou obvykle úzké s ostrou špičkou nebo malé a šupinovité. Jsou často aromatické.

Květy

Květy jehličnanů jsou samčí nebo samičí. Rostou na téže nebo rozdílných rostlinách. Nemají korunní lístky. Samičí květy mají často jasně zbarvené šupiny, samčí uvolňují práškovitý pyl.

Plod

Plodem většiny jehličnanů je šiška, často složená z dřevnatých šupin a zbarvená do hněda. Jalovce (*Juniperus sp.*) mají dužnaté šupiny, takže plod připomíná peckovici.

8.6.1 Taxonomický seznam

Blahočetovité

- blahočet (*Aruacaria sp.*)

Hlavotisovité

- hlavotis (*Cephalotaxus sp.*)

Cypřišovité

- pazerav (*Calocedrus sp.*)
- cypřišek (*Chamaecyparis sp.*)
- cypřiš (*Cupressus sp.*)
- jalovec (*Juniperus sp.*)
- zerav (*Thuja sp.*)
- zeravinec (*Thujopsis sp.*)

Jinanovité

- jinan (*Ginkgo sp.*)

Borovicovité

- cedr (*Cedrus sp.)*
- jedle (*Abies sp.*)
- modřín (*Larix sp.*)
- smrk (*Picea sp.*)
- borovice (*Pinus sp.*)
- pamodřín (*Pseudolarix sp.*)
- douglaska (*Pseudotsuga sp.*)
- jedlovec (*Tsuga sp.*)

Tisovité

- tis (*Taxus sp.*)
- torea (*Torreya sp.*)

Tisovcovité

- kryptomerie (*Cryptomeria sp.*)
- ostrolistec (*Cunnighamia sp.*)
- metasekvoje (*Metasequoia sp.)*
- pajehličník (*Sciadopitys sp.)*
- sekvoja *(Sequoia sp.)*
- sekvojovec *(Sequoiadendron sp.)*
- tisovec *(Taxodium sp.)*

8.7 Základní charakteristika listnatých dřevin

Listnaté dřeviny jsou rostliny krytosemenné – vajíčka jsou ponořeny do semeníku. Po úspěšném oplodnění se vajíčka vyvinou v semena.

Listy jehličnatých dřevin

Listnaté dřeviny jsou stálezelené nebo opadavé. Listy jsou jednoduché nebo složené, obvykle zploštělé a mají nápadnou síť jemných nervů. Mají mnoho různých tvarů.

Květy

Květy listnatých dřevin jsou obvykle oboupohlavné – samčí i samičí části jsou na témže květu. Oddělené samčí a samičí květy se rodí buď na téže nebo na různých rostlinách. Oba typy mají obvykle korunní lístky a jsou často vonné. Mohou být malé nebo velké.

Plod

Plody listnatých dřevin mají mnohem více rozdílných druhů než většina jehličnanů a mají také mnoho forem. Mohou to být peckovice, žalud, tobolka, oříšek nebo lusk; dřevnatý, s dužnatou slupkou nebo suchý; ostnatý hrubý nebo hladký; nejedlý či jedlý; a jakékoli barvy, když dozraje.

8.7.1 Taxonomický seznam – listnaté stromy a keře

Javorovité

- javor (*Acer sp.*)

Ledviníkovité

- ruj (*Cotinus sp.*)
- škumpa (*Rhus sp.*)

Cesmínovité

- cesmína (*Ilex sp.*)

Aralkovité

- aralia (*Aralia sp.*)

Břízovité

- bříza (*Betula sp.*)
- olše (*Alnus sp.*)
- habr (*Carpinus sp.*)
- líska (*Corylus sp.*)
- habrovec (*Ostrya sp.*)

Trubačovité

- katalpa (*Catalpa sp.)*

Zimostrázovité

- zimostráz (*Buxus sp.)*

Jesencovité

- brslen (*Euonymus sp.)*

Zmarličníkovité

- zmarličník (*Cercidiphyllum sp.*)

Svídovité

- svída a dřín (*Cornus sp.*)

Hlošinovité

- hlošina (*Elaeagnus sp.*)
- rakytník (*Hippophae sp.)*

Vřesovcovité

- pěnišník (*Rhododendron sp.*)

Gumojilmovité

- gumojilm (*Eucommia sp.*)

Bukovité

- kaštan (*Castanea sp.*)
- buk (*Fagus sp.*)
- dub (*Quercus sp.*)

Leguminosae

- zmarlika (*Cercis sp.*)
- křehovětvec (*Cladrastis sp.*)
- dřezovec (*Gleditsia sp.*)
- nahovětvec (*Gymnocladus sp.)*
- štědřenec (*Laburnum* sp.)
- trnovník (*Robinia sp.)*
- jerlín (*Sophora sp.*)

Olivovité

- jasan (*Fraxinus sp.*)
- ptačí zob (*Ligustrum sp.)*

Platanovité

- platan (*Platanus sp.*)

Řešetlákovité

- řešetlák a krušina (*Rhamnus sp.*)

Růžovité

- muchovník (*Amelanchier sp.*)
- hloh (*Crataegus sp.*)
- jabloň (*Malus sp.*)
- mišpule (*Mespilus sp.*)
- třešeň, slivoň,myrobalán (*Prunus sp.*)
- hrušeň (*Pyrus sp.*)
- jeřáb (*Sorbus sp.*)
- skalník (*Cotoneaster sp.*)
- tavoník (Spiraea)
- růže (*Rosa sp.*)
- kdoule (*Cydonia sp.)*

Routovité

- korkovník (*Phellodendron sp.*)
- křídlatec (*Ptelea sp.*)

Vrbovité

- topol (*Populus sp.*)
- vrba (*Salix sp.*)

Mýdelníkovité

- svitel (*Koelreuteria sp.*)

Krtičníkovité

- paulovnie (*Paulownia sp.*)

Simarubovité

- pajasan (*Ailanthus sp.*)

Lípovité

- lípa (*Tilia sp.*)

Jilmovité

- břestovec (*Celtis sp.*)
- jilm (*Ulmus sp.*)
- vejda (*Zelkova sp.*)

Morušníkovité

- fíkovník (*Ficus sp.*)
- maklura (*Maclura sp.*)
- morušovník (*Morus sp.*)
- broussonetie (*Broussonetia sp.)*

Šácholánovité

- lirovník (*Liriodendron sp.*)
- šácholan (*Magnolia sp.*)

Jírovcovité

- jírovec (*Aesculus sp.)*

Ořešákovité

- ořechovec (*Carya sp.*)
- ořešák (*Juglans sp.*)
- pterokárie (*Pterocarya sp.*)

Aralkovité

- Aralie (*Aralia sp.*)

Vilínovité

- parrotie (*Parottia sp.*)
- vilín (*Hammamelis sp.*)

8.7.1 Taxonomický seznam – pnoucí dřeviny

Pnoucí dřeviny - liány *(liana)* – stonek není natolik pevný aby rostl bez opory vzpřímeně.

Členění pnoucích dřevin dle způsobu uchycení:

- **VZPĚRNÉ** – přichycují se bočními výhony (růže rolní), ostny (ostružiník), trny (kustovnice)
- **OVÍJIVÉ** – přichycují se ovíjením stonku kolem opory (zimolez kozí list, wistárie)
- **ÚPONKATÉ** – přichycují se úponky (réva, loubinec, plamének)
- **PŘÍČEPIVÉ (KOŘENUJÍCÍ)** – přichycují se příčepivými kořínky (břečťan, hortenzie)

8.8 Inventarizace a klasifikace zeleně

„Největším bohatstvím, které v krajinářské praxi v současné době máme, jsou vzrostlé porosty dřevin.“

Miloš Pejchal

Vývoj dřevin (hlavně stromů) je otázkou dlouhé řady let a nedá se důsledně nahradit žádnými, byť pracovně i finančně náročnými pěstebními opatřeními. I přesadby vzrostlých dřevin jsou možné jedině za toho předpokladu, že vzrostlá dřevina byla předem na původním stanovišti dlouhodobě připravována. Z uvedeného vyplývá, že nejen sadovnicky a krajinářsky upravené plochy zeleně, ale **jakákoliv vzrostlá zeleň,** potencionálně využitelná pro sadovnické a krajinářské účely **je prakticky nenahraditelná**, resp. je nahraditelná pouze ve velkém časovém odstupu, rovnajícím se řádově několika desítkám let. Proto je velmi důležité, aby existující vzrostlá zeleň, a především na plochách výhledově určených k sadovnickému a krajinářskému využití, byla v maximální možné míře zachována.

Nejde tu však **o zachování za každou cenu**, ale o **rozumovost výběru**, aby se existující zeleň stala základem budoucích kvalitních a trvale udržitelných sadovnických a krajinářských úprav. Tam, kde se jedná o zeleň k těmto úpravám již přináležející, je nezbytné, aby byly zachovány a rozvíjeny všechny její účelové funkce.

Aby bylo možno do porostů kvalifikovaně zasahovat, je nezbytné tyto porosty dokonale znát...

Tomuto účelu slouží sadovnická **inventarizace a klasifikace dřevin a jejich porostů**. Podle místa, výhledového i současného poslání porostů, podle jejich stavu i dalších kriterií, je možno shrnout celkové funkční poslání inventarizace a klasifikace dřevin a jejich porostů do těchto bodů:

- **stanovení základních směrnic pro údržbu a výchovu takových porostů**
- **vytvoření podkladů u takových sadovnických a krajinářských úprav, které mají být adaptovány pro jiné účely, něž ke kterým až posud sloužily**
- **vytvoření podkladů pro rekonstrukce přestárlých parkových porostů**
- **u porostů, které až dosud sloužily jiným než sadovnickým, resp. krajinářským účelům získat informace o možnostech jejich účelové přestavby**

- **vytvoření podkladů pro objektivní ekonomické ohodnocení takových porostů,které jsou z různých, celospolečensky odůvodnitelných příčin určeny k likvidaci**
- **vytvoření předpokladů pro ekonomické hodnocení porostů pro účely finančního plánování, pro plánování nákladů na údržbu, rekonstrukce apod.**

Jako základ inventarizace slouží:

- **průzkum taxonomického složení**
- **zaměření a zakreslení exemplářů do mapového podkladu**

TAXONOMICKÉ SLOŽENÍ je možno určovat na základě:

- větviček v bezlistém stavu
- olistění a počtu a charakteru jehlic
- květů (vůně)
- plodů
- borky (kůry)

TAXONOMICKÉ SLOŽENÍ:

- **rodové a druhové** určení
- ve výjimečných případech není možno druh určit (je buď unikátní, nebo inventarizace probíhá v období, kdy jej není možno bezpečně rozlišit), označí se alespoň rodově s přívlastkem **sp.** (species)
- **kultivary** se označují přesným názvem kultivaru (někdy je možno určit jen kultivar určitého typu, např. sloupovitý, převislý atd.)
- u porostů se zachycuje procentické zastoupení všech druhů
- pro hodnocení dřevin a jejich porostů, je třeba je v terénu fixovat, t.j. zaměřit a přenést do příslušné mapy nebo plánu.
- jako výchozí podklad jsou vhodné katastrální mapy (měř. 1 : 2000 či 1:1000, resp. staré v měř 1 : 2880
- nejlepší je geodetické zaměření – přesnost, podklad pro další softwarové zpracování pro doměření map a plánů je možno využít:
    - dálkoměr
    - pásmo
    - krokmetr
    - krokování

Při zaměřování je nezbytné stanovit nejdříve míru přesnosti.

- Geometricky řešené sadovnické úpravy je třeba zaměřovat poměrně přesně t.j. chyba by neměla přesáhnout +- 100 mm.
- Při zaměřování okrajů porostů je zase třeba počítat s tím, že tu žádné přesné rozmezí prakticky neexistuje a vzhledem k růstu a vývoji dřevin je tato hranice značně proměnlivá. Proto postačí, když volně rostoucí porosty jsou zachycovány s přesností +- 1 m.

PRACOVNÍ PLÁN:

- nejlépe v měřítku 1 : 500
- u méně komplikovaných situací vyhovuje i měřítko 1 : 1000
- u situací velmi komplikovaných (např. se spoustou vzácných taxonů menších rozměrů) je třeba použít měřítko 1 : 200

Po přípravě pracovního plánu:

- **stanovit stupeň podrobnosti** (tj. jak vysoký podíl dřevin bude zaměřován a inventován jednotlivě a jaký podíl bude zahrnut do porostů).

Je třeba se držet zásady, že počet položek jednotlivě evidovaných dřevin na jednom plánu by neměl být vyšší než 500 a počet samostatně evidovaných porostů by neměl přesáhnout 50 (výjimečně 100), protože při příliš vysokých počtech se stávají plány nepřehledné a špatně čitelné.

Při inventarizaci je třeba:

- stanovit směr postupu při zaměřování a vyhodnocování dřevin a jejich porostů
- stanovit hranice jednotlivých měřených záběrů

Se zaměřováním se určují i druhy, resp. kultivary měřených dřevin a všechny ostatní dendrometrické hodnoty (pozn. náročné, vyžaduje již určité zkušenosti).

Na základě inventarizace je možno v dalších průzkumech navrhnout příslušná pěstební opatření, včetně stanovení dřevin určených k odstranění (ODS).

Odstranění dřevin je určováno jednak na základě:

- aktuálního pěstebního stavu,
- předpokládaného pěstebního stavu po provedení arboristických zásahů
- zvoleného kompozičního záměru

Ukázka zaměření a zakreslení stávajících dřevin (rozlišeny listnaté a jehličnaté dřeviny)

8.8.1 Hodnocené údaje inventarizace a klasifikace

A. IDENTIFIKACE

1. Číslo – tj.pořadové číslo exempláře – v textové i mapové části vyjádřeno arabskou číslicí

2. Vědecký název dřeviny

3. Národní (Český) název dřeviny

4. Parcelní číslo - umístění vegetačního prvku na příslušné pozemkové parcele

5. Postavení vegetačního prvku v kompozici:

- SO – solitéra
- RS – rozvolněná skupina stromů
- ORS – okraj rozvolněné skupiny stromů
- ZS – zapojená skupina stromů
- OZS – okraj zapojené skupiny stromů
- RP – rozvolněný porost
- ORP – okraj rozvolněného porostu
- ZP – zapojený porost
- OZP – okraj zapojeného porostu
- ST - stromořadí

6. Průměr kmene (cm) – měřeno pásmem ve výšce 130 cm od paty kmene, případně dle umístění jednotlivých kmenů

7. Obvod kmene (cm) – měřeno matematickou metodou

8. Výška (m) – měřeno odhadem

9. Šířka (m) – šířka koruny v metrech, hodnota měřena kolmým průmětem koruny na zem

10. Nasazení koruny (m) – nasazení koruny nad zemí v metrech, za bázi koruny se počítají zemi nejblíže se nacházející živé výhony, nebo místo nasedání nejníže postavené větve

11. Stáří – v letech, stanovováno odhadem, exempláře řazeny do následujících kategorií vycházejících z jednotlivých etap vývoje objektu:

1 – více jak 190
2 – 190-140
3 – 140-80
4 – 80-50
5 – 50-35
6 – 35-15
7 – méně jak 15

12. Vývojové stádium:

1 – nová výsadba (převládají znaky a projevy ujímání)
2 – ujatá výsadba (vyžadují ještě intenzivní péči)
3 – stabilizovaný dospělý jedinec (období intenzivního růstu)
4 – dospělý jedinec (ukončil období intenzivního růstu, plně vyvinutý, s charakteristickými znaky taxonu)
5 – přestárlý jedinec (zřetelné známky chátrání)

13. Sadovnická hodnota – (v grafické části vyjádřena barevnou značkou):

1 – dřeviny velmi hodnotné – typický habitus (neovlivněný zápojem ani jinak), již vzrostlé, zcela zdravé a nepoškozené, plně vitální a dlouhodobě perspektivní. Kompozičně i pěstebně nejvýznamnější jedinci. Tyto dřeviny by měly být zachovány ve všech případech, resp. mělo by dojít ke všem možným ochranným opatřením.

2 – dřeviny průměrně hodnotné – určité nedostatky, které však významněji nesnižují jejich hodnotu; alespoň polovičních rozměrů dosažitelných na stanovišti, dlouhodobě perspektivní; plně vitální, zdraví jedinci velmi dobře odpovídající pěstebním a kompozičním potřebám. Tyto dřeviny mohou být odstraňovány pouze ve výjimečných případech.

3 – dřeviny průměrně hodnotné – habitus se může i významně odchylovat od normálu (v důsledku zápoje, apod.), případné poškození nebo výskyt chorob a škůdců podstatně neovlivňuje jejich vitalitu, střednědobě až dlouhodobě perspektivní; řazeny i mladé rostliny plně vitální s typickým habitusem, které zatím nedosáhly polovičních rozměrů dosažitelných na stanovišti. Do této kategorie patří dřeviny, které mohou mít typický habitus poškozený například výrazným větvením, s výraznou výmladností, dřeviny ale tvarově a vzhledově typické.

4 – dřeviny podprůměrně hodnotné – v důsledku stáří, chorob, škůdců nebo poškození podstatně snížená vitalita, pravděpodobná jen krátkodobá existence (do 25 let) v přijatelném stavu; často velmi vysoce vyvětvené, bez předpokladu obrůstání po prosvětlení a s neschopností regenerace koruny. U těchto dřevin je počítáno s postupným odstraněním nebo časově omezeným ponecháním na stanovišti (do doby než odrostou nově vysazené dřeviny). Do této kategorie ovšem mohou patřit jedinci mimořádné kompoziční, estetické či dendrologické hodnoty, které se ponechají na dožití.

5 – dřeviny málo hodnotné - v důsledku stáří, chorob, škůdců nebo poškození natolik snížená vitalita, že chybí předpoklady byť jen krátkodobé existence; do této kategorie řazeny i exempláře, které je třeba okamžitě odstranit z bezpečnostních a fytopatologických důvodů (nebezpečné infekční choroby).

Sadovnická hodnota uceleně zahrnuje všechny kvality dřevin, které se obtížně vyjadřují dendrometrickými, tj. měřitelnými hodnotami. Sadovnická hodnota posuzuje v komplexu zdravotní stav jedince, habituální vzhled, vztah ke kompozici daného místa (prvek kompozice) a krajinného prostředí (prvek krajinného rázu). Snahou je snaha o souhrnné vyjádření kompoziční, estetické a pěstební kvality dřeviny a perspektivu jedince do budoucnosti.

14. Vitalita – hodnocena byla především vitalita biomechanická; tj. odolnost vůči vývratu a zlomu. :

1 – optimální – stromy bez poškození, nebo s jen nepatrnými odchylkami od normálu

2 – mírně snížená, vykazující mírné odchylky od normálu, předpoklad dlouhodobé existence

3 – středně snížená, stromy výrazně poškozené, výrazné odchylky od normálu

4 – silně snížená – stromy velmi silně poškozené, velmi silné odchylky od normálu

5 – žádná – stromy bez projevů fyziologické vitality, popřípadě vyvrácené nebo zlomené

15. Zdravotní stav:

1 – jedinec zdravý

2 – jedinec částečně poškozený

3 – jedinec značně poškozený

16. Historická hodnota

Historická hodnota udává, zda je z památkového hlediska daná dřevina nebo skupina dřevin pro kompozici důležitá. Při hodnocení je brán ohled na celistvý vývoj zahrady.

1 – kladná

2 – neutrální

3 – záporná

Historická hodnota je označena i graficky barvou:

1 – kladná - zelená

2 – neutrální - žlutá

3 – záporná - červená

17. Původnost

Původnost je určována na základě příslušnosti exempláře k původní kompozici, resp. zvolené vývojové fázi parku.

1 – nepochází určitě
2 – nepochází pravděpodobně
3 – pochází možná
4 – pochází pravděpodobně
5 – pochází určitě

Původnost je označena i graficky barvou:

1 – nepochází určitě - červená
2 – nepochází pravděpodobně – žlutá
3 – pochází možná - hnědá
4 – pochází pravděpodobně - modrá
5 – pochází určitě - zelená

18. Doporučený zásah – upřesnění navrhovaných pěstebních zásahů

- ODS – odstranění dřeviny z důvodu pěstebního stavu či kompozičního záměru
- ŘU – řez udržovací
- ŘZ – řez zmlazovací
- KO – konzervační opatření
- B – bezpečností řez
- TR – tvarovací řez

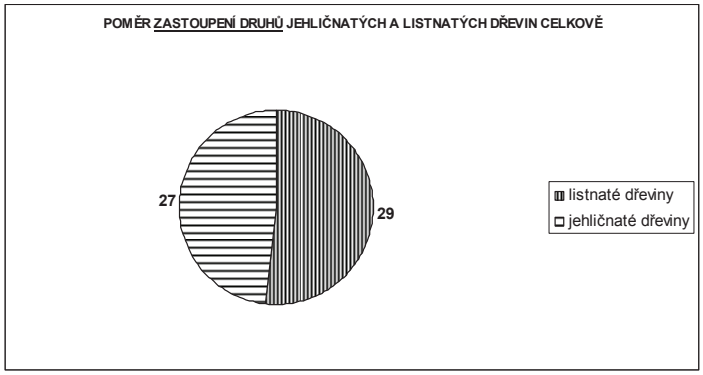
19. Poznámka – slovní doprovod inventarizační tabulky

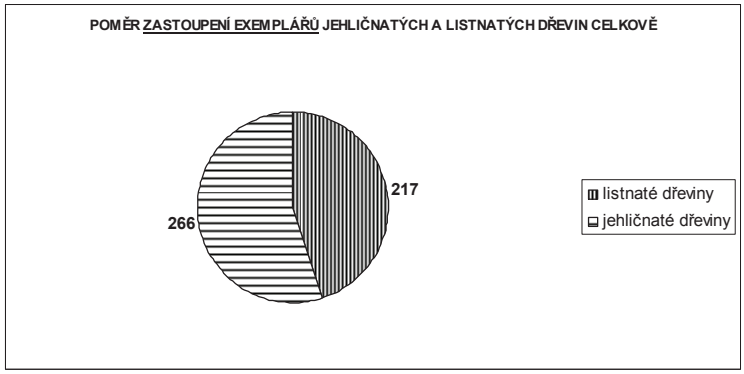
Příklad inventarizační tabulky:

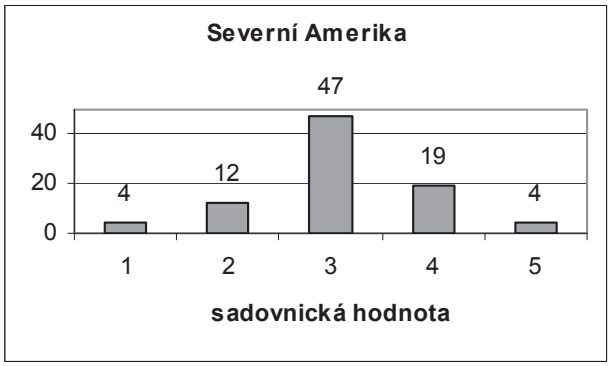
Inventarizační tabulka

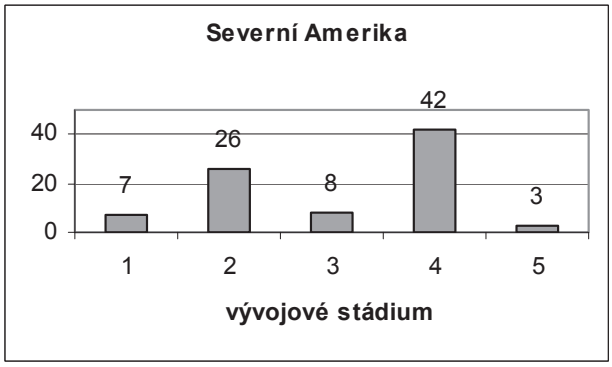
Číslo	Vědecký název	Národní název	Parcelní číslo	Vegetační prvek	Obvod kmene [cm]	Průměr kmene [m]	Výška [m]	Šířka [m]	Nasaz. kor. [m]	Stáří	Věkové stádium	Sadov. hodnota	Vitalita	Zdrav. stav	Doporučený zásah	Poznámka
1	Abies grandis	jedle obrovská	5047	SO	15	0,05	0,35	0,21	0	7	1	3	1	1	ODS	Nevhodné kompoziční začlenění
2	Fraxinus excelsior	jasan ztepilý	5047	RS	110	0,35	1,28	1,06	2,5	5	4	2	1	1		
3	Sambucus nigra	bez černý	5047	RS	80	0,25	1,08	0,84	5	6	5	4	3	3	ODS	Suché větve
4	Corylus colurna	líska turecká	5047	RS	65	0,21	1,09	0,81	2	6	2	3	1	1	Ořez suchých větví	
5	Acer pseudoplatanus	javor klen	5047	SO	87	0,28	1,18	0,67	3	6	3	3	2	2	Ořez suchých větví	Dvoják
6	Crataegus laevigata	hloh obecný	5047	RS	45	0,14	0,42	0,25	1	6	3	3	3	3	ODS	
7	Acer pseudoplatanus	javor klen	5047	RS	142	0,45	1,18	0,73	4	5	4	3	2	2	Ořez suchých větví	Dvoják

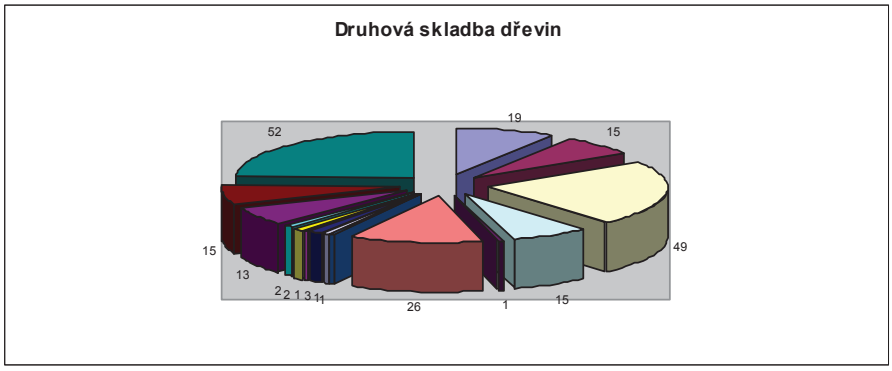
Příklady analytické části inventarizace, která slouží k další práci s dřevinami:

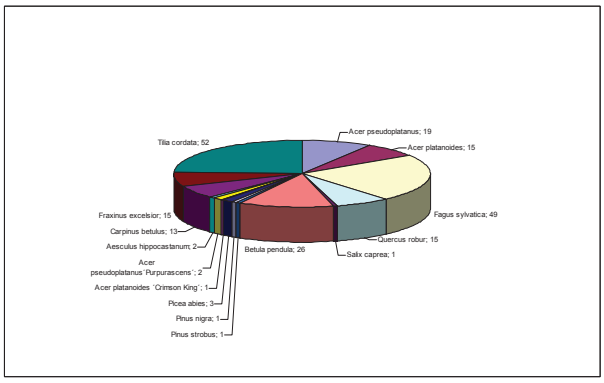










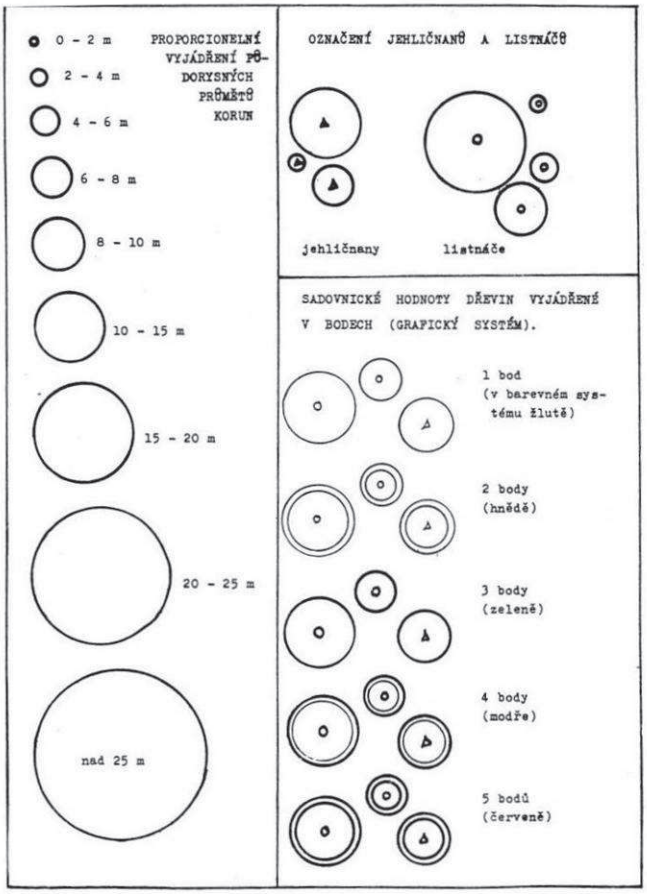


GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ INVENTARIZACE:

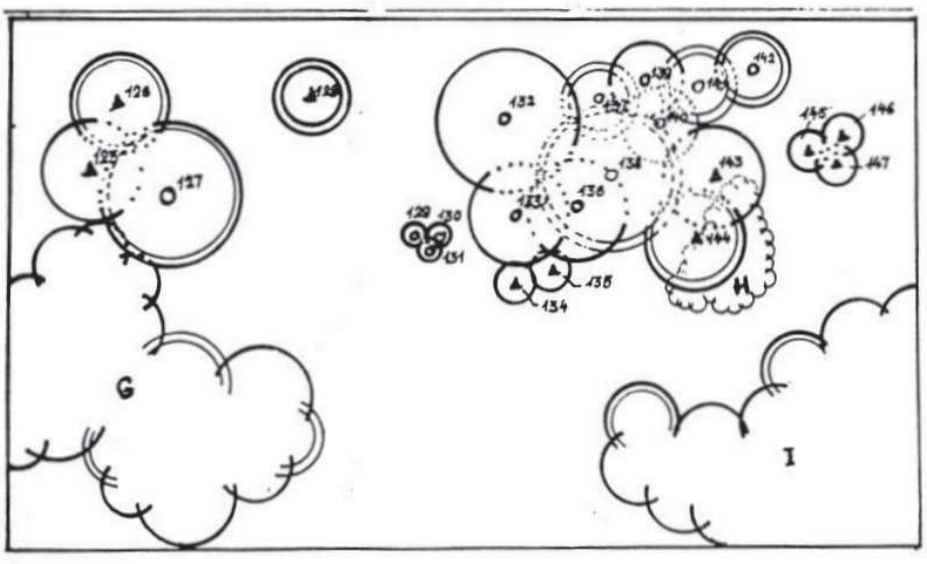
Střed kmene zakreslen na základě geodetického zaměření, resp. u chybějících dřevin odhadem a pásmem. Šířka koruny zakreslena na základě matematického výpočtu průměru dvou na sebe kolmých měření průměrů koruny

Sadovnická hodnota je vyjádřena pomocí barev:

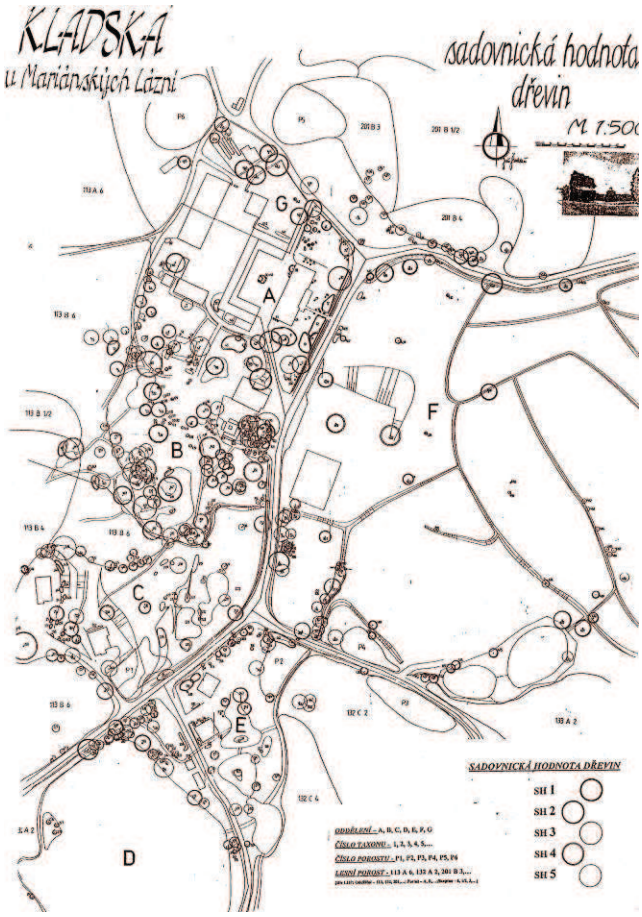
SH 1 – červená
SH 2 – modrá
SH 3 – zelená
SH 4 – hnědá
SH 5 – žlutá



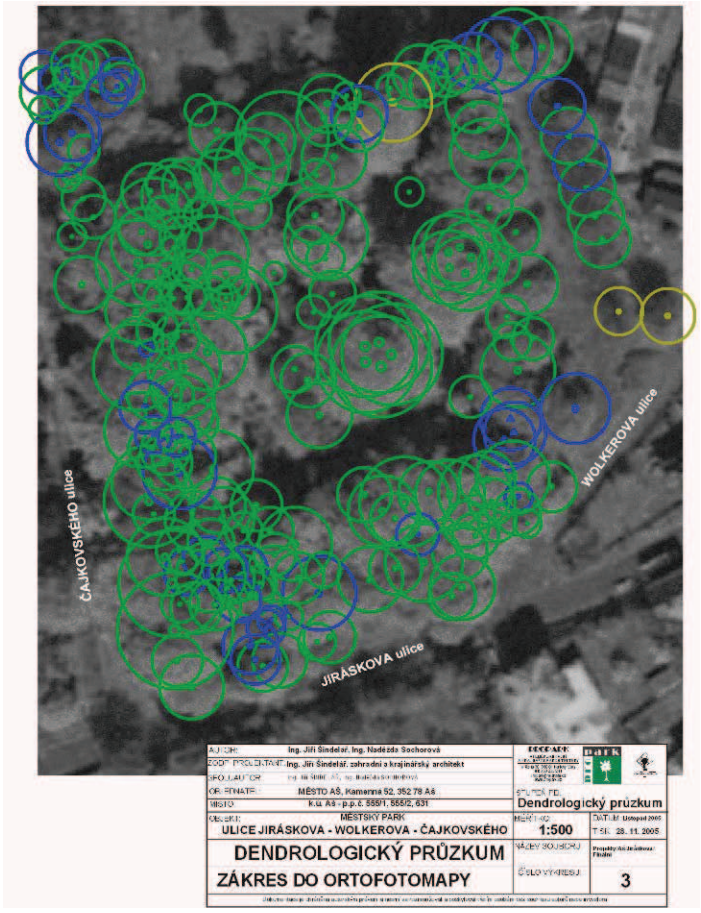
Ukázka možného grafického znázornění inventarizace



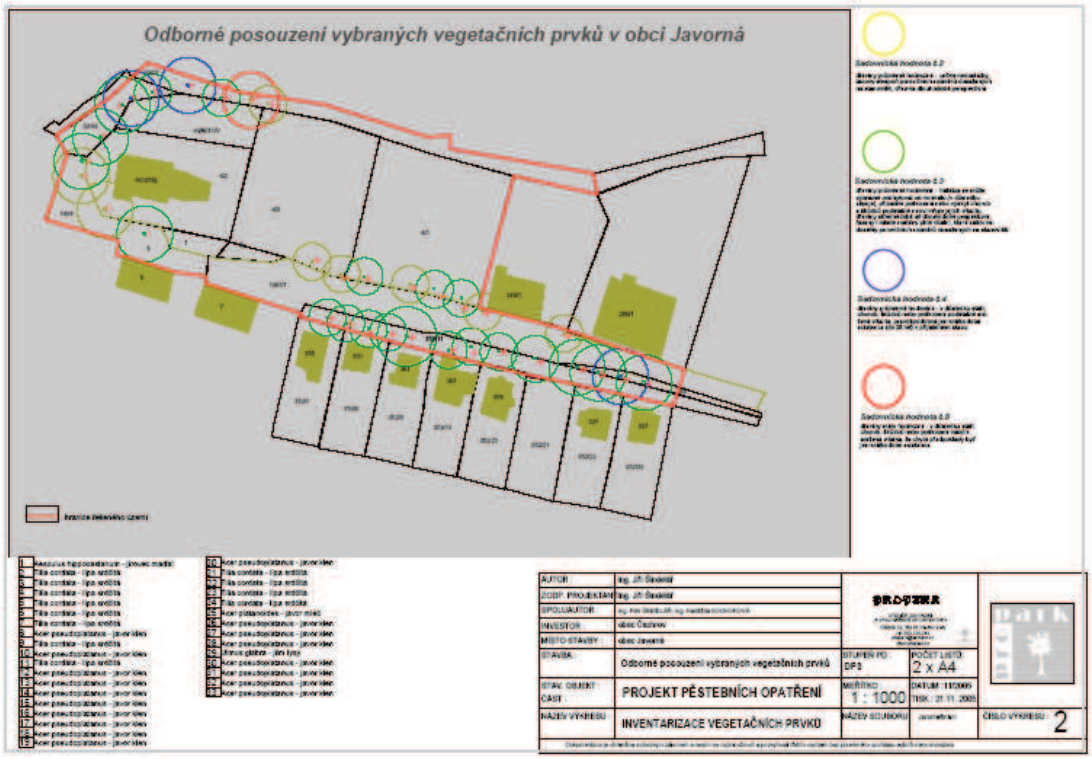
Příklad inventarizačního plánu



Příklad inventarizace sadovnických hodnot (SH) v černobílé variantě



Příklad inventarizace sadovnických hodnot (SH) v barevné variantě



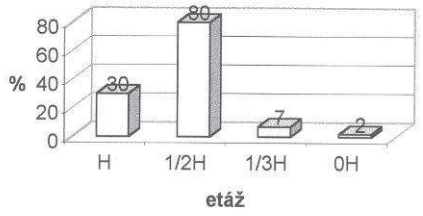
Příklad inventarizace sadovnických hodnot (SH) v barevné variantě

POROST č. 8 - U naučné stezky
LHP: oddělení 133, porost A, č.3,5

Charakteristika: Smíšená porostní skupina
Stanoviště: Podmáčené, zrašelinělé, rovinné
Plocha porostu: 520m2
Lesní typ: 7R2
Lesní typologie: VS bukosmrkový, trofická řada rašelinná

STÁVAJÍCÍ STAV	NAVRHOVANÝ STAV
Stávající kompoziční stav: Porostní skupina bránící pohledům na Jezero, historicky nepodložená	**Navrhovaný kompoziční stav:** Z kompozičních důvodů redukce porostu a vytvoření průhledu, uvolnění soliter
Porostní struktura: Smíšená stromová skupina se zapojeným nekrytým porostním okrajem	**Porostní struktura:** Smíšená stromová skupina s rozvolněným porostním okrajem krytým
Pěstební stav: smíšený, vertikálně diferencovaný porost	**Pěstební cíl:** smíšený, vertikálně diferencovaný porost, bez zdravotně a esteticky záporně působících exemplářů, krytý rozvolněný porostní okraj podsadbou, uvolněné solitery
Hospodářský tvar lesa: vysoký	**Hospodářský tvar lesa:** vysoký
Zastoupení dřevin:	**Navrhovaná druhová skladba:** Picea abies 3, Betula pendula 5, Alnus glutinosa1, Sorbus aucuparia1, Salix cinerea, Salix caprea
Sadební materiál: místní provenience, z osiva pocházejícího z nejbližší oblasti	
Kvalita sazenic: I. jakostní třída, sazenice s balem, sazenice Salix prostokořené	
Obnova porostu: pro potřeby trvalého půdního krytu použít formu podrostní	
Hospodářský způsob: výběrný	**Převod:** les pasečný na les parkový
Hospodářská forma: skupinová	**Přeměna:**
Obnovní postup: nepřetržitá obnovní doba, obnova sadbou	

etáž	taxon	%	kmen(cm)	výška(m)	stáří	P%	SH
H	Picea abies	100	60-100	25-30	90-105	30	2 3
1/2H	Betula pendula	70	30-40	15-20	50-70	70	2 3
	Picea abies	30	30-40	15-20	50-70	10	3
1/3H	Betula pendula	80	15-25	5 10	20-30	5	3
	Alnus glutinosa	20	20-30	5 10	20-30	2	4
0H	Picea abies	100	5 10	0-5	0-10	2	3



Pěstební opatření:
1. Odstaranění poškozených dřevin
2. Odstranění kompozičně nevhodných dřevin
3. Dosadba keřového patra
4. Ošetření kultur proti buření a zvěři
5. Výchovný řez
6. Postupné kroky

Výchova porostů:
1. Výchova cílového zastoupení dřevin
2. Tvorba zvoleného prostorového rozmístění
3. Tvorba porostního okraje
4. Zdravotní výběr
5. Výchova perspektivních náletů
6. Modelační probírka

Příklad inventarizace porostu

8.8.2 Pasport zeleně

Jedním z nejdůležitějších koncepčních dokumentů týkajících se údržby a rozvoje veřejné zeleně je **pasport zeleně.**

Zeleň je z hlediska tohoto dokumentu chápána jako **soubor neživých** (mobiliář, umělecká díla, atd.) a **živých** složek (soliterní dřeviny, stromořadí, travnaté plochy, květinové záhony, atd.) celého systému veřejných prostranství.

Pasport zeleně je základním nástrojem pro efektivní a racionální management údržby veřejné zeleně. Je nástrojem řízení. Pro správce zeleně specifikuje naprosto přesně:

- Finanční náročnost údržby
- Personální náročnost údržby
- Postup práce

Pro správce zeleně jasně definuje druh vegetačního prvku, potřebné pracovní operace, počet opakování v roce, skutečnou měrnou jednotku (např. počet m2 v majetku obce), počet potřebných normohodin i spotřebu materiálu (např. hnojiva, herbicidy, apod.).

Správce zeleně tak naprosto jednoznačně zná finanční potřeby na rok, má orientační představu dle jednotlivých měsíců, může maximálně efektivně úkolovat své pracovníky, kontrolovat jejich práci, plánovat a především svoji práci odvádět odborně!

„Správce ví kde, kdy, kolik lidí, jaké množství materiálu, za jak dlouho a za kolik“.

Pasport zeleně se skládá z části:

Písemné , kterou tvoří údaje zapsané v patřičných formulářích, její součástí jsou různé písemné doklady a zápisy o jednání, právních řízení a záznamy změn evidovaných údajů

Grafické, kterou tvoří situační plán ve vhodném měřítku, se zakreslenými základními prvky a jejich výměrami, hranicemi a čísly parcel, inženýrskými sítěmi, které plochou zeleně procházejí.

1.Jednotky evidence a pasportizace zeleně

Základní evidovanou jednotkou v pasportu je ucelená plocha zeleně (sadovnický objekt), která je tvořena jednou nebo i více parcelami. Ucelená plocha zeleně je v půdorysu určena geometrickým obrazem pozemku se sadovnickou úpravou. Sadovnický objekt, evidovaný jako základní jednotka, může pro potřeby evidence představovat i několik menších samostatných sadovnicky upravených ploch (záhonů), vyskytující se na jedné parcele.

Někdy je také vhodné evidovat samostatně jako ucelené plochy logické celky tj. části sadovnických ploch, které jsou vymezeny obslužnými komunikacemi, pěšími chodníky nebo oplocením.

Jednotkou zeleně – sadovnickým objektem jsou při pasportizaci i samostatná stromořadí v ulicích, skupina dřevin nebo i samostatně rostoucí dřevina (solitéra), které nemůžeme určit výměrou půdorysu sadovnicky upraveného pozemku; proto u nich evidujeme počty dřevin v kusech a číslo parcely, na které se vyskytují.

2.Podklady pro evidenci a pasportizaci zeleně

Mapové podklady:

- orientační mapy (v mapách zpravidla vyznačeny plochy zeleně, kulturní i hospodářské zastavěné plochy, ulice, náměstí, vodní ploch aj.)
- podrobné mapy
- pozemkové (1:1000) obsahují zakreslené základní situace pozemku, hranice a čísla parcel, hranice a názvy katastrálních území
- technické (1:500) zakresleny přesné situace pozemků, inženýrské sítě a jejich příslušenství
- projekty – všechny dostupné projekty sadovnických úprav

Letecké snímky:
Rozbor kvalitních leteckých snímků je jednou z metod zjišťování ploch zeleně a jejich výměru a složení.

Písemné doklady

- stávající pasporty
- výpisy z registru evidence nemovitostí
- protokoly o převzetí plochy zeleně do užívání nebo správy, hospodářské smlouvy o realizaci či rekonstrukci plochy, různá správní rozhodnutí

3.Výklad pojmů používaný při evidenci a pasportizaci zeleně

- Plocha zeleně (základní evidovaná jednotka) – se skládá ze sadovnických prvků, vyjádřitelných výměrou nebo počtem kusů
- Sadovnický prvek – je základní složka sadovnického objektu např. trávník, záhon růží, záhon letniček, skupina keřů, cesta, bazén, pískoviště…dělíme je na biologické a technické

- Doplňky – tvoří vybavení plochy přenosnými nebo i stabilními předměty např. mobilní nádoba, klepadla, závlaha, sušáky…

Intenzitní třídy údržby – intenzita třídy údržby je přesně určena četností prací při údržbě základních sadovnických prvků za celý kalendářní rok.

- I. intenzitní třída představuje nejintenzivnější údržbu reprezentačních ploch zeleně.
- II. intenzitní třída představuje intenzitní třídu silně zatěžovaných ploch zeleně.
- III. intenzitní třída údržby představuje extenzivní údržbu okrajových a méně význačných ploch zeleně
- IV. intenzitní třída představuje údržbu příměstských, rekreačních lesů a lesů tzv. zvláštního určení. V této třídě je i zahrnuta údržba stromořadí podél silnic mimo zastavěné území obcí a měst.
- V. intenzitní třída zahrnuje plochy neudržované zeleně, nebo plochy udržované jen příležitostně

Druhy zeleně – třídění zeleně do jednotlivých kategorií se vzájemně liší podle třídících hledisek. Např. dle charakteru celkového řešení plochy, dle charakteru výsadeb, dle majetkoprávních vztahů atd…

- park – souvislá sadovnicky upravená plocha o minimální výměře 0,5 ha a minimální šířce 25 m. Za součást parku se považují kromě prvků biologických (trávníky, stromy) také prvky technické (cesty, odpočívadla) . Do výměry nezahrnujeme stavební objekty a zařízení jiného určení. Do plochy nezahrnujeme také plochy výrobní (zásobní zahrady, zahradnictví).
- sadovnicky upravené plochy zeleně – plocha nemající charakter parku. Do výměry nezahrnujeme stavební objekty a zařízení jiného určení. V této skupině zachycujeme také plošně evidovatelnou liniovou zeleň např. aleje, stromořadí, dětská hřiště, okrasné plochy před veřejnými budovami apod.
- sídlištní zeleň – sadovnicky upravené plochy zeleně starších i nových obytných souborů, využívané převážně obyvateli sídliště. Do výměry nezahrnujeme jiné druhy zeleně (účelové zahrady, obvodové parky).
- hřbitovy – plochy tradičních hřbitovů, lesních hřbitovů, urnových hájů apod. Do výměry se zahrnuje celá plocha hřbitovů včetně účelových staveb.
- botanické zahrady, arboreta, zoologické zahrady – nevýrobní plochy zeleně se společensko výchovným nebo výzkumným zaměřením. Evidujeme celkovou výměru.
- zahrady individuální zástavby – okrasná nebo užitková zeleň u rodinných domků. Do výměry se nezapočítává zastavěná plocha, uvažuje se plocha včetně předzahrádek, bez ohledu na oplocení. Zařazujeme sem i nezastavěné parcely a zahrady u chat, pokud jsou součástí území s individuální zástavbou.
- zahrádkové a chatové osady – sdružené plochy užitkových a okrasných zahrad bez obytné zástavby. Zjišťujeme celou výměru, včetně společenských zařízení.
- lesy – evidují se všechny kategorie lesů, ale odděleně (lesy hospodářské, ochranné a lesy zvláštního určení).
- stromořadí, aleje – souvislé liniové výsadby stromů, které nejsou součástí jiných druhů zeleně. Plošné údaje jsou těžko zjistitelné, a proto vykazujeme délku, kterou zjišťujeme s vynecháním výrazných mezer (nad 2-3 stromy). Travnaté pásy mezi dopravními pruhy a podél chodníků se zařazují k bodu 2.
- rozptýlená zeleň – jednotlivé stromy, keře a drobné skupiny dřevin v „nezelených“ plochách. Do tohoto druhu zeleně patří solitéry, stromové, keřové a smíšené skupiny, remízky apod.

- hospodářská zeleň – plochy výrobních a zásobních zahrad, školky, plochy se zemědělskými plodinami, ovocné sady, vinice, chmelnice apod.
- neupravené plochy zeleně – plochy zeleně dosud sadovnicky neupravené.

STANDARTNÍ ÚROVEŇ ÚDRŽBY

PASPORT ZELENĚ - *STÁVAJÍCÍ STAV*

standartní úroveň údržby

Kladská u Mariánských Lázní 2000

I. intenzitní třída

poř.č.	vegetační prvek	měsíc a dekáda provádění prací																											
		I.			II.			III.			IV.			V.			VI.			VII.			VIII.			IX.			X.			XI.			XII.		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.	ROZVOLNĚNÁ SKUPINA STROMŮ SMÍŠENÁ S PODROSTEM TRÁVNÍKU																																				
	Průklest stromů (koeficient 0,05 dle přepočtu průměru koruny)																																				
	Odstranění výmladků																																				
	Vyhrabání listí z trávníku s uložením shrabků na hromady, odvoz do 20km																																				
2.	ROZVOLNĚNÁ SKUPINA STROMŮ SMÍŠENÁ S PODROSTEM KEŘŮ																																				
	Průklest stromů (koeficient 0,05 dle přepočtu průměru koruny)																																				
	Zmlazení keřů																																				
	Odstranění nevhodných dřevin (prostřihávka v nárostu)																																				
	Vyhrabání listí z interiéru skupiny s uložením shrabků na hromady, odvoz do 20km																																				
3.	ZAPOJENÁ SKUPINA STROMŮ SMÍŠENÁ S PODROSTEM TRÁVNÍKU																																				
	Průklest stromů (koeficient 0,05 dle přepočtu průměru koruny)																																				
4.	ROZVOLNĚNÁ SKUPINA STROMŮ LISTNATÁ S PODROSTEM KEŘŮ																																				
	Průklest stromů (koeficient 0,05 dle přepočtu průměru koruny)																																				
	Odstranění výmladků																																				
	Vyhrabání listí z interiéru skupiny s uložením shrabků na hromady, odvoz do 20km																																				
	Vypletí																																				
5.	ROZVOLNĚNÁ SKUPINA STROMŮ LISTNATÁ S PODROSTEM TRÁVNÍKU																																				
	Průklest stromů (koeficient 0,05 dle přepočtu průměru koruny)																																				
	Odstranění výmladků																																				
	Vyhrabání listí z trávníku s uložením shrabků na hromady, odvoz do 20km																																				

	pozn.	Termíny provádění prací představují ideální stav údržby zeleně

Příklad harmonogramu provádění pracovních opatření vycházejících z pasportu zeleně

PROJEKT PĚSTEBNÍCH OPATŘENÍ

PĚSTEBNÍ OPATŘENÍ

I. etapa

Kladská u Mariánských Lázní

popis plochy	plochy kolem zámečku, vnitřní nádvoří	PLOCHA A

poř.č.	pracovní operace (specifikace) + spotřeba materiálu	Inten-zitní třída	počet opakování v roce	měrná jednotka m.j.	počet m.j.	počet NH/m.j.	počet NH celkem	cena práce za 1hod/Kč,-	cena za m.j. (Kč,-)	CENA CELKEM (Kč,-)
1.	**Pokácení stromu s rozřezáním a odstraněním větví a kmene, s naložením na dopravní prostředek, v rovině**									
	listnatý strom o průměru kmene 70 - 80 cm, s podrostem trávníku			ks	1				5.060,-	5.060,-
	listnatý strom o průměru kmene 100 - 110 cm, s podrostem trávníku			ks	1				8.110,-	8.110,-
	jehličnatý strom o průměru kmene do 20 cm, s podrostem trávníku			ks	14				107,-	1.498,-
2.	**Odstranění pařezu, se zasypáním jámy, doplněním zeminy, zhutněním a úpravou terénu, v rovině**									
	průměr pařezu na řezné ploše 70 - 80 cm			ks	1				4.100,-	4.100,-
	průměr pařezu na řezné ploše 100 - 110 cm			ks	1				6.890,-	6.890,-
	průměr pařezu na řezné ploše do 20 cm			ks	14				270,-	3.780,-
3.	**Výsadba stromu**									
	hloubení jamek s výměnou půdy na 50%, objem 0,05 - 0,125 m3			ks	5				63,-	315,-
	výsadba dřeviny s balem 40 - 50 cm se zalitím			ks	5				141,-	705,-
	kotvení dřeviny 3 kůly s ochranou proti poškození kmene			ks	5				101,-	505,-
	mulčování výsadbové mísy			ks	5				17,-	85,-
	zálivka (100 l/strom)			ks	5				185,-	925,-
	ošetření vysazených dřevin			ks	5				28,5	142,5
4.	**Výsadba keře**									
	hloubení jamek s výměnou půdy na 50%, objem 0,01 - 0,02 m3			ks	12				11,1	133,2
	výsadba keře s balem 10 - 20 cm se zalitím			ks	12				26,-	312,-
	mulčování výsadbové mísy			ks	12				1,-	12,-
	zálivka (100 l/keř)			ks	12				1,-	12,-
	ošetření vysazených dřevin			ks	12				2,-	24,-
5.	**Speciální pěstební opatření**									
	OP -ošetření běžných poranění			ks	2				150,-	300,-
	VY - vázání koruny			ks	1				800,-	800,-
	OS - odstranění suchých větví			ks	3				700,-	2.100,-
	ON - odstranění náletu			ks	4				350,-	1.400,-
	OŠ - ošetření větších poranění			ks	1				600,-	600,-
6.	**Spotřeba materiálu**									
	dřevěný kůl (+zpevnění, úvazek, hřebíky)			ks	15				60,-	900,-
	mulč			m2	11				70,-	770,-
	juta			ks	5				40,-	200,-
	listnatý strom s balem (12-14cm)			ks	5				3.500,-	17.500,-
	pásinník (výška 0,5m)			ks	6				500,-	3.000,-
	keř s balem			ks	6				40,-	240,-
			CELKOVÉ NÁKLADY							**60.418,70**

Příklad zastoupení jednotlivých prvků zeleně a sestavení nutných pracovních operací

8.8.3 Péče o dřeviny

Stromy přinášejí významný užitek pro naše domovy i města. Avšak v případech, kdy ohrožují lidské životy nebo majetek, stávají se nebezpečnými.

Příkladnou péčí o stromy ochráníme svůj majetek a současně prodloužíme jejich životnost.

Pravidelná péče o stromy pomůže předcházet vzniku rizika a identifikovat potencionálně nebezpečné stromy zavčas. Je-li již jednou riziko rozpoznáno, mohou následovat další kroky ke snížení pravděpodobnosti pádu a jeho následků.

Jak rozpoznat rizikový strom

Zodpovězte si tyto otázky...

1. Vyskytují se na stromě velké odumřelé větve?
2. Visí na stromě ulomené větve?
3. Vyskytují se na kmeni nebo hlavních větvích stromu velké dutiny nebo ztrouchnivělé dřevo?
4. Jsou na bázi kmene stromu přítomny plodnice hub?
5. Jsou na kmeni nebo v místech rozvětvení trhliny nebo praskliny?
6. Spadly již některé velké větve ze stromu?
7. Spadly nebo odumřely ji. sousedící stromy?
8. Je strom silně nakloněn?
9. Vyrůstá většina hlavních větví z jediného místa kmene?
10. Byly kořeny poraněny, ulomeny nebo zničeny v důsledku snížení okolního půdního povrchu, např. z důvodu založení chodníku nebo kopání příkopů?
11. Bylo stanoviště nedávno ovlivněno stavbou, zvýšením povrchu půdy nebo založením trávníku?
12. Byly odstraněny stromy z těsného okolí hodnoceného stromu(ů)?
13. Byl stromu odřezán vrchol nebo došlo k značnému odvětvení?

Péče o rizikové stromy

Způsobů jak správně snížit reálná rizika je více a každý arborista tj. specialista na péči o stromy může navrhnout minimálně jedno z následujících řešení:

1. Odstranění ohroženého cíle. Přestože nelze přemístit domy ani elektrické vedení, můžeme přesunout zahradní posezení, parkování pro auta, doplňky zahradní architektury apod. tak, abychom se vyhnuli případnému poškození při pádu větve stromu.

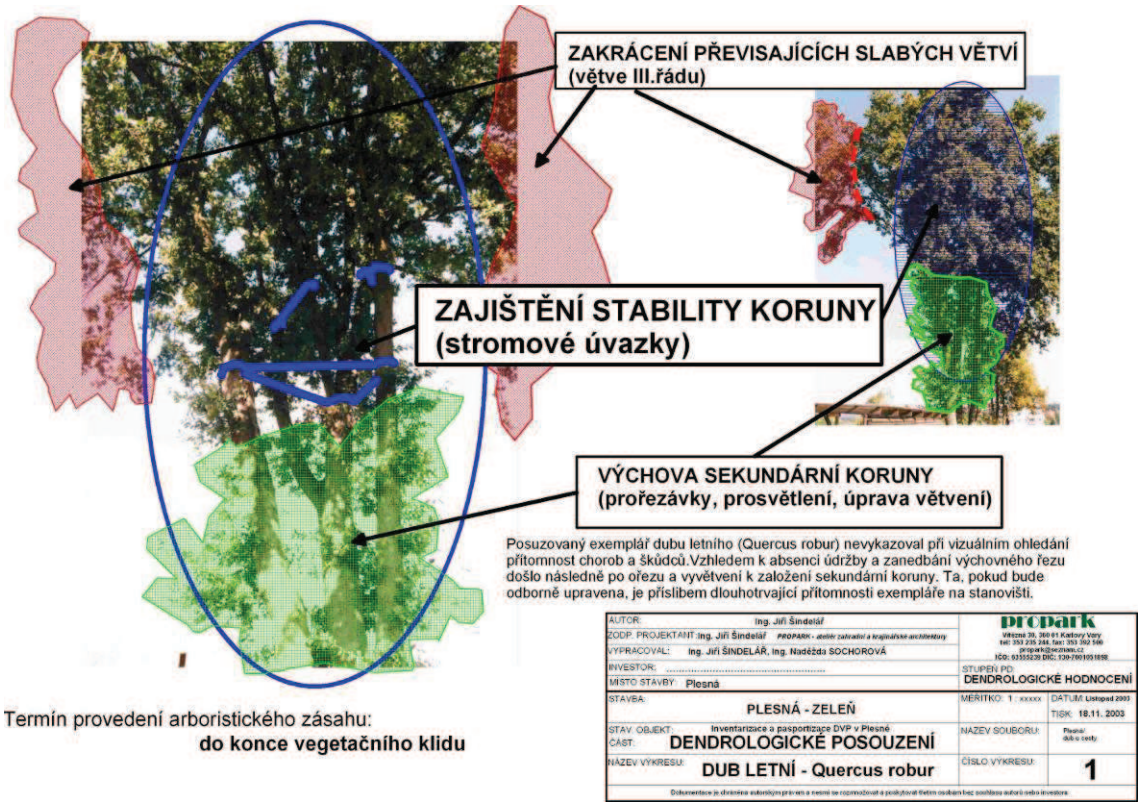
2. Řez stromu. Odstranění vadných a suchých větví. Nadměrné odstranění živých větví však může vést k oslabení stromu a situaci jen zhoršit , pro větší zásahy je tedy třeba vždy povolat na pomoc kvalifikovaného arboristu.

3. Zabezpečení koruny stromu bezpečnostní vazbou. Toto opatření zahrnuje jakoukoli fyzickou podporu pro oslabené větve a kmeny ke zvýšení jejich stability.

4. Běžná péče. Dospělé stromy vyžadují celoroční péči zejména v podobě dodávek vody, mulčování, je-li třeba i přihnojení. Jednou za několik let je vhodné odborné firmě zadat provedení zdravotního řezu stromů a jeho celkovou inspekci.

5. Odstranění stromů. Některé rizikové stromy je nutné po pečlivém zvážení odstranit.

Rozpoznání a snížení rizika u stromů nezvyšuje pouze bezpečí majetku a osob, ale zlepšuje také odolnost stromů a zvyšuje jejich dlouhověkost !



Příklad posouzení pěstebního stavu dřeviny a návrh pěstebních opatření

PROPARK - atelier zahradní a krajinářské architektury

Odborné posouzení vybraných vegetačních prvků MĚSTO NEJDEK - LEDEN 2001

NÁMĚSTÍ PŘED HORALEM

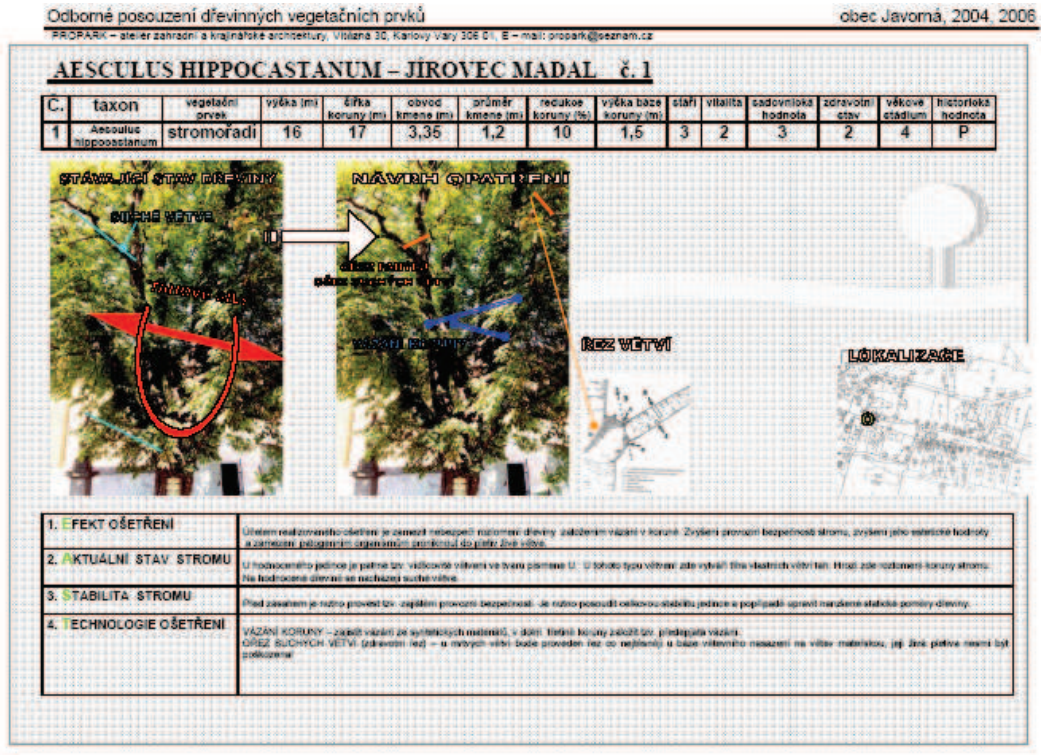
Taxonomické složení:		Počet ks	Výška (m)	VT (cm)	Funkční typ DVP
odborný název	český název				
Tilia cordata	lípa srdčitá	2	5 - 7	40 - 45	stromořadí (funkční)
Acer platanoides	javor mléč	2	5 - 6	35 - 40	
Výsledky terénního průzkumu	Biotechnické hledisko: **ohrožující**	Estetické hledisko: **negativní**	Perspektiva: krátkodobá		
Používaný řez:	V minulosti řezáno na hlavu, nejdříve u lip bylo přikročeno k řezu na čípek poté i u javorů, ponechané tažně se nechaly růst a teprve, U nedávno byly zakráceny.				
Popis stávajícího stavu:	Ve výšce 3m řezáno na hlavu, poté ponechány 2-4 tažně. Absencí tvarovacího řezu tažně značně zesílily. Ve výšce 5m nedávno tažně zakráceny, nyní s obrostem větví.				
Popis nálezů:	stromy napadeny dřevokaznými houbami, patrné hniloby, poranění kmene suché větve v koruně, stromy silně stresovány dopravou (a jejími doprovodnými jevy)				
SHRNUTÍ: **ohrožení provozní bezpečnosti, negativní vizuální vzhled,** **do budoucna finančně náročný prvek zeleně bez reprezentativního efektu**					

FOTODOKUMENTACE
(leden 2001)

CELEK

DETAIL

Příklad posouzení pěstebního stavu dřeviny a návrh pěstebních opatření



Příklad posouzení pěstebního stavu dřeviny a návrh pěstebních opatření

Důležitým aspektem pěstebních opatření je řez stávajících dřevin, který je z hlediska činnosti péče o stromy nejdůležitějším opatřením. Jeho cílem je zajištění provozní bezpečnosti a dlouhověkosti na stanovišti.

Cílem techniky řezu je volba způsobu provedení řezu ve správný čas a na správném místě a v neposlední řadě i vhodné ošetření řezných ran.

Typologie řezů

ŘEZ UDRŽOVACÍ

Provádí se u vzrostlých (dospělých) jedinců, kteří jsou za obdobím intenzivního růstu. Cílem je zajistit dlouhodobou funkčnost a omezit na minimum jejich případné negativní působení na okolí, v němž se nacházejí.

Běžné udržovací řezy:

- řez zdravotní
- řez bezpečnostní
- řez prosvětlovací
- řez redukční
- řez symetrizační

Místo a vedení řezu:

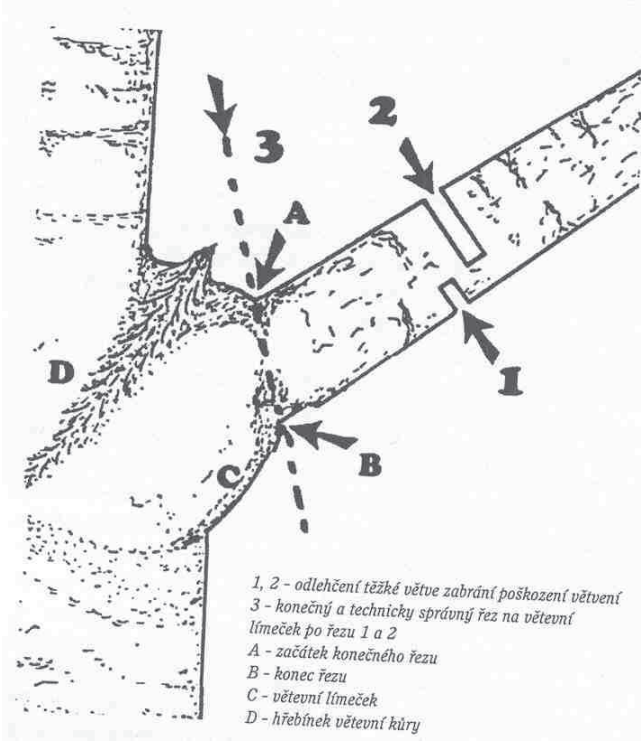
A. Zkrácení větví živých

Při řezu větví živých je veden tak, aby se strom s jejich ztrátou a se vzniklým poraněním dovedl co nejrychleji a nejefektivněji vyrovnat. Řez je proveden se zřetelem na podporu přirozeného obranného systému a ochranné zóny větve. Řez do živého dřeva představuje zátěž energetického systému stromu, neboť je spojen s redukcí energii produkující asimilační plochy a s poraněním, které vyvolává obranné reakce energii spotřebovávající. Dceřinné větve jsou odstraňovány tak, aby nedošlo k poranění větevního

límečku větví mateřských! Obranná zóna a ochranná zóna větve zabrání průniku patogenů – zejména dřevokazných hub – kteří osidlují čerstvá poranění. Dojde-li k poranění mateřské větve (při řezu za větevní límeček), ochranná zóna jeho větevního nasazení už na aktivní obranu nestačí a strom musí aktivovat méně efektivní obranné mechanismy.

U jedinců, u kterých se budou muset odstranit dvě větve rostoucí těsně u sebe, popř. vyrůstající ze stejného místa, se v žádném případě nesmí větve odstranit společně. Každá z větví bude odstraněna samostatně na větevní límeček, čímž zůstane část mateřské větve neporušena. Vytvoří se tak mezi těmito dvěma poraněními tzv. korní můstek, jenž urychlí zavalení způsobených ran.

Tam, kde budou redukovány silnější větve, nesmí se řez učinit najednou. Při řezu by mohlo dojít k odtržení kůry či dokonce dřeva větve mateřské, čímž by bylo poškozeno či zničeno místo, ve kterém dochází k tvorbě ochranné zóny větve. Také by mohlo dojít k mechanickému poškození dřeva větve, jenž je vystaveno vysokému infekčnímu tlaku patogenů. Používán bude zásadně **trojitý řez.**



1,2 – odlehčení těžké větve zabrání poškození větví
3 – konečný a technicky správný řez na větevní límeček po řezu 1 a 2.

A – začátek konečného řezu
B – konec řezu
C – větevní límeček
D – hřebínek větevní kůry

PŘÍKLADY NESPRÁVNÉHO OŠETŘENÍ DŘEVINY:

- řez u listnatých dřevin, zasahující až za větevní límeček (velmi často i za korní hřebínek), který poraňuje i dřevo větve, kterou chceme zachovat. Ta je pak vystavena negativnímu působení vnějšího okolí a infekčnímu tlaku patogenů (ŠPATNĚ !)

- řez, u něhož nebyla zcela odstraněna dceřinná větev a její větší či menší část zůstává a brzdí tak úspěšné zavalení rány ránovým dřevem větve mateřské. Takovýto „věšák“ je velmi vhodným místem pro průnik patogenů (ŠPATNĚ !)

B. Zkrácení větví mrtvých (suchých)

Větve u určených dřevin jsou řezány co nejtěsněji u okraje živého pletiva na bázi větevního nasazení větve mateřské. Její živá pletiva nesmí však být v žádném případě poškozena. Zával v okolí větevního nasazení se nijak neformuje ani neupravuje, ať vypadá jakkoliv či je jakkoliv vzdálen od místa větevního nasazení. Odstranění suchých větví v koruně stromů je pro jejich celkový biotechnický stav velmi důležité:

- zvýší se provozní bezpečnost
- zvýší se jejich estetická hodnota
- bude odstraněna zásobárna živin pro patogenní organismy, jejichž možnost průniku do pletiv živé větve skrz větev mrtvou je jeho odstraněním omezena

Termín řezu

Obecně je **nejlepší** dobou **pro řez** většiny stromů první polovina vegetačního období – **od března do června**.

V této době je strom v období nejvyšší aktivity a může **nejlépe** reagovat na vzniklá poranění. V tomto období je **nejefektivnější schopnost kompartmentalizace, tvorba kalusu a ránového dřeva.** Tato pletiva zavalují ránu a výrazným způsobem napomáhají hojení rány. Zavalování je proces dlouhodobý (tj. úspěšnost zavalení rány se snižuje se zvyšující se velikostí rány). U příliš velkých ran nemusí k zavalení vůbec dojít, protože obranné mechanismy v poraněném dřevě často selhávají a tvoří se tak otevřené dutiny, které neposkytnou pletivu oporu k zavalení.

Řez **během zimních měsíců** (vegetačního klidu) není zcela **ideální**, protože:

- až do doby probuzení kambia v pozdním jaru dochází k vysychání ran a k odumírání parenchymatických buněk i kambia samotného (tedy toho co tvoří základ obranného systému stromu)
- zatímco spory dřevokazných hub nalétávají a klíčí již při minimálních vzestupech teploty vzduchu, strom k probuzení meristematických pletiv a plné aktivaci obranného mechanismu potřebuje delší období teplých dnů. (Stromy poraněné v zimě jsou proti sporám patogenů v silné nevýhodě)
- **Nejhorší** období pro řez stromu **je období od listopadu do prosince**.
- Stromy **nelze ošetřovat** (po několik dní) **v době tvorby** (rašení) **a opadu nových listů** (v těchto okamžicích je zásoba vysoce energeticky bohatých organických látek nejnižší. Strom musí svou energii vložit do tvorby nových listů na jaře či do tvorby obranných korkových vrstev v místě napojení řapíku listů při opadu listů na podzim. Ihned po vytvoření listového aparátu či hned po opadu listů je možno přistoupit k řezu stromů.

Ošetření řezných ran - rána při řezu musí být hladká, bez zatržených částí dřeva a kůry. Povrch rány po řezu bude začištěn ostrým zahradnickým nožem. Hladký povrch rány snižuje bezprostřední odumírání kambia po řezu na minimum a urychluje překrytí povrchu rány ránovým dřevem. Hladký povrch též mírně znesnadňuje usídlení mikroorganismů na ráně. Důležité je kvalitní nářadí v perfektním stavu. Chemické ošetření rány není nutné!

Technologie řezu - technologie řezu rozhodují jak o provedení řezu s ohledem na druh, věkové stadium a vitalitu stromu, tak i o požadované funkci, jenž od stromu očekáváme a která lze řezem docílit. Je nutno konstatovat, že technologie řezu je zcela specifická pro

každý jednotlivý strom. Velmi důležitá je při řezu dřeviny zkušenost, pečlivost a citlivost realizátora u každého stromového jedince!

Cílem pěstebních opatření je zajistit dlouhodobou funkčnost a omezit na minimum jejich případné negativní působení na okolí, v němž se nacházejí. Dále je cílem zabezpečení dlouhodobě vysoké funkčnosti stromu a keře při udržení co nejlepšího zdravotního stavu, vitality a provozní bezpečnosti.

Nejčastější důvod řezu stromů a jejich částí:

- suché, mechanicky poškozené, zlomené či jinak provozně nebezpečné
- odumírající, napadené chorobami a škůdci
- navzájem se křížící a které o sebe třou, zahušťující korunu a nevhodně postavené
- konkurenční a tlaková větvení
- části dřevin se silně sníženou vitalitou
- pahýly, větve v souběhu, výmladky z podnoží

Literatura

Bärtels, Andreas: Enzyklopädie der Gartengehölze: Tabellen – Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, 2001; ISBN 3-8001-3198-6

Bloom, Alan: Stauden – Pracht der Gärten, Verlag Willy F.P. Fehling GmbH, 3000 Hannover, 1960; ISBN – 3-921144-08-6

Brickell, Ch. a kol: Velká encyklopedie květin a okrasných rostlin, Príroda, Bratislava 1993; ISBN 80-07-00579-X

Coombes, Allen J.: Stromy – pouhým okem, Vydavatelstvo Osveta, Martin 1996; ISBN 80-88824-16-8

Hieke, K.: České zámecké parky a jejich dřeviny, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1984; ISBN 07-036-84

Hieke, K.: Lexikon dřevin, Nakladatelství HELMA, Praha 1994; ISBN neuvedeno

Hieke, K.: Moravské zámecké parky a jejich dřeviny, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1985; ISBN 07-107-85

Curych, V.: Sadovnictví 2. Okrasné dřeviny. 1 ed. Praha 1985

Chmelař, J.: Dendrologie s ekologií lesních dřevin. 1. ed. Praha 1981

Kolektiv autorů ÚZPI: Zahradnický slovník naučný 1-5, ÚZPI, Praha 1994; ISBN 80-85120-51-8

Kremer, Bruno: Stromy – průvodce přírodou, Knižní klub, Praha 1995; ISBN 80-7176-184-2

Machovec, J.: Sadovnická dendrologie. 1. ed. Praha 1982

Martinovský, Jan; Pozděra, Miloš: Klíč k určování stromů a keřů, SPN, Praha 1987; ISBN 14-507-87

Nekolová, Radka: Listnaté dřeviny od A do Ž I.+ II. díl, Mgr. Libuše Kumpánová, Praha 2002, 2004, ISBN neuvedeno

Pejchal, M: Sadovnická dendrologie. Návody do cvičení – jehličnany, skripta, Vysoká škola zemědělská v Brně, ISBN neuvedeno

Pilát, A.: Jehličnaté stromy a keře našich zahrad a parků, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1964; ISBN – 21-077-64

Sochorová, Naděžda; Šindelář, Jiří: vlastní poznámky, průzkumy a projekty

Svoboda, Marián Antonín: Introdukce okrasných jehličnatých dřevin, Academia Praha, Praha 1976

ÚRS Praha: Katalog popisů a směrných cen stavebních prací, Praha 2006; ISBN neuvedeno

Vaněk, Vlastimil: Trvalky v zahradě, SZN, Praha 1973; ISBN 07-061-73

9 OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ

(Ing. Naděžda Sochorová a Ing. Jiří Šindelář)

9.1 Úvod

Cílem předmětu okrasného zahradnictví **je rozšířit a sjednotit znalosti** cílové skupiny v oblasti zahradní a krajinářské architektury a managementu zahradních a krajinářských úprav.

Teoretické základy oboru krajinářství:

b) **biologické** (botanika, ekologie, dendrologie, apod.)
b) **umělecké** (dějiny umění, dějiny zahradní a krajinářské architektury, Florentská charta, apod.)
b) **technické** (výtvarná tvorba, zahradně architektonická tvorba, stavby a architektura, urbanismus, krajinné plánování, použití rostlin apod.).

9.2 Trvalky

Trvalky jsou rostliny, které v našich podmínkách za normálních okolností přezimují ve volné půdě. Jsou to rostliny tzv. zapojených formací, což znamená, že trvale pokrývají určité plochy půdy na svém stanovišti.

9.2.1 Základní vlastnosti trvalek:

- trvalky pocházejí z velmi pestré škály stanovišť, proto i jejich nároky, vlastnosti a produkce semen je závislá na jejich domovině
- téměř všechny druhy se vyznačují nízkou energií klíčivosti
- charakteristickým útvarem je zapojená formace
- nástup do vegetace je postupný, proto je i kvetení postupné
- trvalky mají velmi dobrou schopnost regenerace , tzn. že i po dlouhém strádání se rostlina dokáže natolik vzchopit, že je její vývoj nenarušený
- v období plného růstu vyžadují rostliny plný přísun vody a živin
- nároky na světlo se řídí vývojem na původním stanovišti

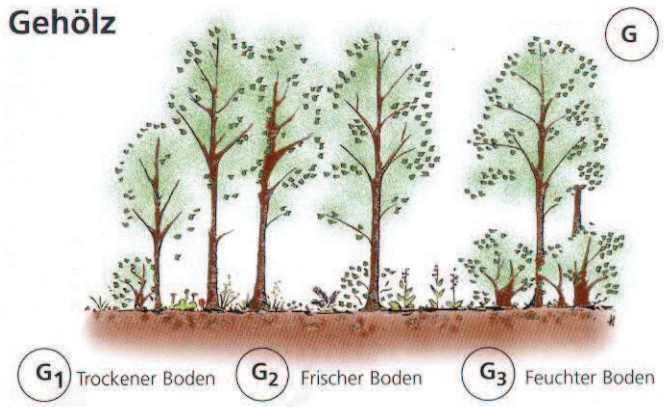
9.2.2 Stanovištní okruhy trvalek

Prof. Dr. Josef Siebert z Weihenstephanu rozdělil trvalky do osmi základních skupin - stanovištních okruhů (*Lebensbereiche*). Toto dělení má napomáhat přesnějšímu používání trvalek s ohledem na správný výběr pro dané stanoviště. Nutno říci, že tento systém však nemůže nahradit odborné znalosti projektanta o trvalkách, měl by mu pouze napomoci ke správnějšímu výběru a kombinacím.

I. Stanovištní okruh "DŘEVINY" (Gehölz) - G

Ve světlém stínu a nebo polostínu stromů se daří mnoha trvalkám rostoucím v lese.

Tlející listí stromů je potřebné pro humózní čerstvou půdu, která obsahuje až triliardy mikroorganismů.



Zdroj: Baumschulen Lapen

Mezi trvalkami stanovištního okruhu "dřeviny" lze nalézt:

- **domácí plané rostliny rostoucí v lese**,

které dobře vegetují pod stromy s půdou bohatou na humus. Tyto trvalky jsou v tomto prostředí pro nápadné květy a bujný vzrůst velmi působivé, ale jsou zároveň náročné na půdu a péči. Na jaře se tyto rostliny náhle objevují, ale zrovna tak náhle zatahují - při olistění stromů rostoucích nad nimi (tzv. *jarní efemery).*

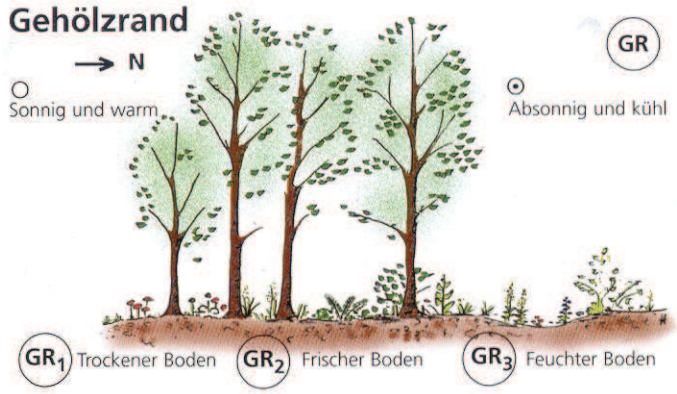
Na zahradách u domů lze tyto druhy použít k výsadbám na zastíněných stranách domů nebo zdí.

Mezi typické jarní efemery využívající pozdního rašení stromů patří tyto druhy:

- *Leucojum vernum ,*
- *Pulmonaria officinalis – plicník,*
- *Asarum europaeum – kopytník,*
- *Hepatica nobilis – jaterník,*
- *rod Primula – prvosenka,*
- *rod Anemone – sasanka aj.*

II. Stanovištní okruh "POROSTOVÝ OKRAJ DŘEVIN" (Gehölz-rand) - GR

Na okraji porostů stromů a keřových skupin se v humózní půdě daří četným druhům trvalek a nacházejí zde své optimální stanoviště.



Zdroj: Baumschulen Lapen

Za povšimnutí stojí, že některé druhy rostou lépe na:

- **otevřeném, slunném a teplém porostovém okraji,**
- jiné druhy prospívají lépe v **chladném polostínu** nebo střídavém zastínění.

Trvalky v tomto stanovištním okruhu jsou v přímé kořenové konkurenci s dřevinami. Dřeviny především odejímají trvalkám vodu a nutí je přizpůsobovat se tomu. Příkladem jsou cibulnaté a hlíznaté rostliny, které v létě odpočívají. Příbuznost mezi těmito trvalkami a dřevinami nalézáme v jejich společných nárocích na půdu. Díky každoročnímu opadu listí je na porostovém okraji dřevin dobře provzdušněná, humózní a na živiny bohatá půda - to jsou podmínky, které rostliny potřebují pro svůj rozvoj.

Druhy světlých stanovišť na okraji porostů:

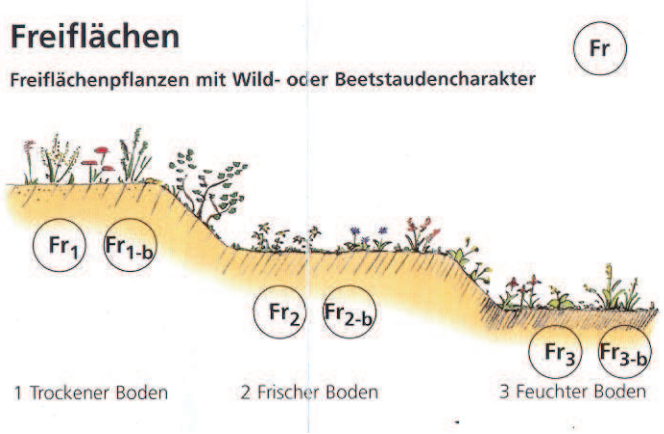
- *Euphorbia polychroma – pryšec,*
- *Dictamnus albus – třemdava,*
- *Lychnis chalcedonica - kohoutek,*
- *Paeonia – pivoňka,*
- *Teucryum chamaedrys – ožanka,*
- *Pulmonaria angustifolia – plicník aj.*

Druhy mírně přistíněných stanovišť na okraji porostů:

- *Aquilegia vulgaris – orlíček,*
- *Convallaria majalis – konvalinka,*
- *Rod Lamium – hluchavka,*
- *Campanula persicifolia – zvonek,*
- *Rod Geranium – kakost,*
- *Rod Cyclamen – brambořík aj.*

III. Stanovištní okruh "VOLNÉ PLOCHY" (Freiflächen) - Fr

Kromě stanoviště pod stromy a keři, existuje mnoho dalších situací, ve kterých mnoho trvalek najde své příznivé životní podmínky.



Zdroj: Baumschulen Lapen

Stanovištní okruh 'volné plochy' má rozmanité formy vegetace:

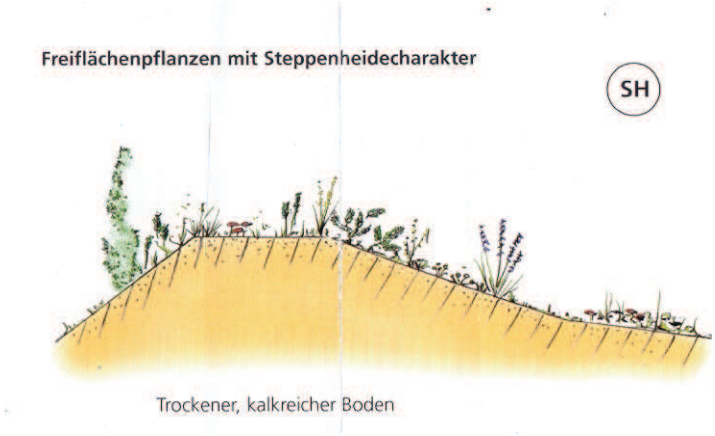
- trvale zamokřené louky
- trávníkové plochy
- stepní vřesoviště aj..

Podle nároků na vlhkost půdy a obsah vody se tyto trvalky dělí na:

- druhy pro teplé, plně osluněné stanoviště s propustnou, suchou půdou (**Fr 1)**
- trvalky pro mírně suchou až kyprou půdu (**Fr 2)**
- tvalky pro vlhké půdy (**Fr 3)**

Četné rody a druhy trvalek pro volné plochy mají růstový charakter trvalek vhodných i pro záhonový způsob výsadeb.

Pro velmi teplé a slunečné plochy se suchou vápenitou půdou se dané rody přiřazují k takzvaně stepně vřesovištním trvalkám (SH - Steppen - Heide Pflanzen).

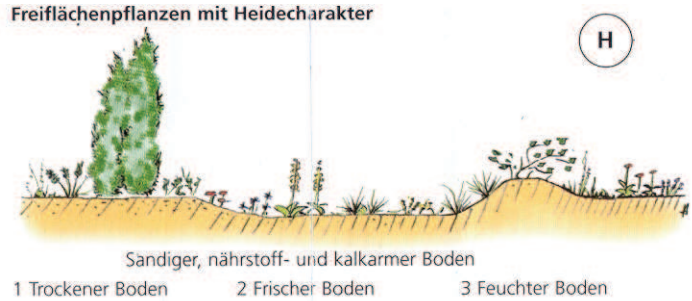


Zdroj: Baumschulen Lapen

Do této skupiny můžeme zařadit tyto druhy:

- *Aster amellus – hvězdnice,*
- *Festuca glauca – kostřava,*
- *Adonis vernalis – hlaváček aj.*

Na méně živné půdy s kyselejším pH jsou vhodné trvalky vřesovištního charakteru (H – Heidepflanzen).



Zdroj: Baumschulen Lapen

Do této skupiny můžeme zařadit tyto druhy:

- *Luzula luzuloides – bika,*
- *Dianthus carthusianorum hvozdík,*
- *Epimedium grandiflorum – škornice,*
- *Trientalis europaea,*
- *Deschampsia flexuosa – metlice,*
- *Luzula sylvatica – bika,*
- *Polypodium vulgare – osladič*

Tato skupina trvalek obsahuje takové druhy, které najdou velmi dobré uplatnění v městské zeleni. Tyto rostliny se využívají při výsadbách zelených ploch v obytných čtvrtích a zahradách, kde péče nemusí být tak intenzivní, např. náspy, doprovodná zeleň na ulicích a okrajích cest. Tyto typy výsadeb se mohou zakládat i výsevem.

Velkoplošné výsadby trvalek se záhonovým charakterem vyžadují druhy, které se dobře šíří a jsou poměrně bujné.

Jako půdopokryvné trvalky se doporučují:

- *Aster dumosus - hvězdnice,*
- *Erigeron hybr.,*
- *Rudbeckia sullivanti 'Goldsturm' - třapatka,*
- *Coreopsis verticillata - krásnoočko,*
- *Lamium maculatum – hluchavka,*
- *Alchemilla mollis – kontryhel aj.*

Tyto druhy se časem rozrostou do silných koberců. U velkoplošných a hustých výsadeb se počítá se 7 - 9 kusy na m^2.

Na jih orientovaná stanoviště, propustné půdy, na osluněné terasy a střešní zahrady jsou vhodné výsadby mediteránního anebo stepního charakteru. Mnoho trvalek zde najde své působivé uplatnění.

Použitelné pro tyto typy výsadeb jsou :

- *Acaena buchananii - plazilka,*
- *Hieracium aurantiacum - jestřábník,*
- *Teucrium chamaedrys - ožanka,*
- *Thymus sp. - mateřídouška,*
- *Antennaria dioica - kociánek aj.*

Pro velmi teplá, exponovaná místa, která udržujeme pouze extenzivním způsobem, lze doporučit např.:

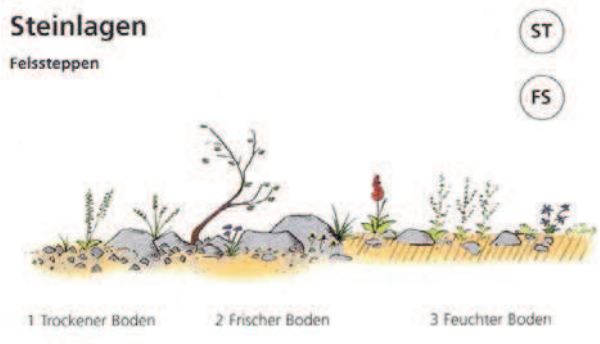
- *Sedum acre – rozchodník,*
- *Sedum album – rozchodník,*
- *rod Sempervivum – netřesk aj.*

Vyšší, sucho snášející druhy jsou:

- *Asphodeline lutea,*
- *Eremurus hybr.*
- *Stipa sp..*

IV. Stanovištní okruh "STANOVIŠTĚ SE ZÁKLADY KAMENŮ" (Steinanlagen) - St

Mnoho rodů trvalek prospívá velmi dobře v okolí kamenů.
Některé trvalky jsou citlivé na vlhkost, a proto rostou nejlépe ve štěrku, skalních drtích a ve vodopropustných půdách, skalních stepích. Tento druh trvalek označujeme **- skalní stepi - Fels - Steppen FS.**

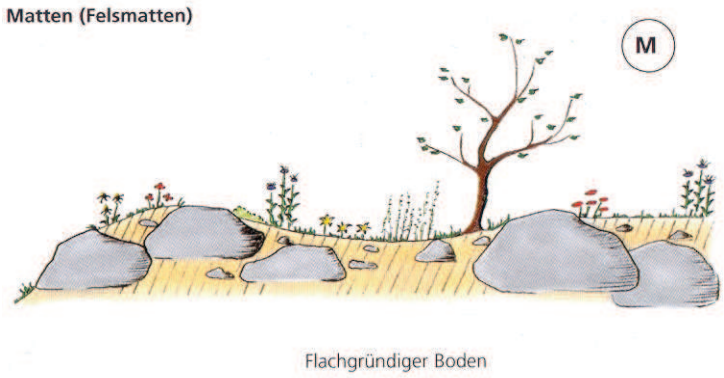


Zdroj: Baumschulen Lapen

Do této skupiny můžeme zařadit tyto druhy:

- *Achillea tomentosa – řebříček,*
- *Carex buchananii – ostřice,*
- *Phlox subulata – plamenka,*
- *Origanum vulgare – dobromysl,*
- *Sedum telephium – rozchodník,*
- *Santolina x virens – svatolína aj.*

Jiné trvalky rostou na rovinatých půdách přes skály nebo velké kameny.
Tento druh trvalek označujeme - **kamenité rohože - Matten - M.**.



Zdroj: Baumschulen Lapen

Do této skupiny můžeme zařadit tyto druhy:

- *Aceana buchananii – plazilka,*
- *Gentiana acaulis – hořec,*
- *Sagina subulata – úrazník,*
- *Thymus x citriodorus – mateřídouška,*
- *Leontopodium alpinum – protěž aj.,*

Jiné prosperují ve skalních štěrbinách, spárách. Tento druh trvalek označujeme **- skalní štěrbiny - Steinfugen SF.**

Do této skupiny můžeme zařadit tyto druhy:

- *Alyssum saxatile ´Compactum´- tařice,*
- *Sedum acre – rozchodník,*
- *Geranium dalmaticum – kakost,*
- *Campanula carpatica – zvonek,*
- *Corydalis lutea – dymnivka aj.*

V. Stanovištní okruh "ALPINUM' (Alpinum) – A

Některé půvabné, ale zároveň náročné, často konkurence neschopné rostliny, nacházejí své nejlepší stanoviště v alpinu, kde na malém prostoru mohou být vytvořeny rozličné stanovištní podmínky.

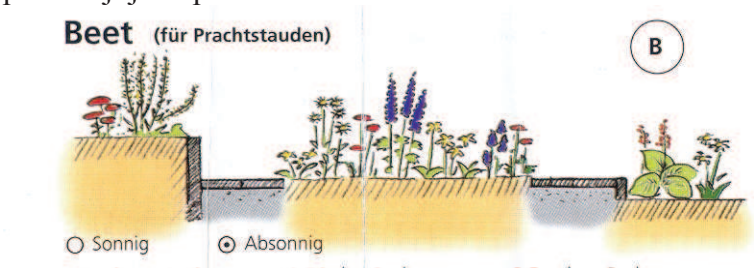
Zdroj: Baumschulen Lapen

Do této skupiny můžeme zařadit tyto druhy:

- *Alyssum montanum – tařice,*
- *Primula auricula – prvosenka,*
- *Sedum albm – rozchodník,*
- *rod Lewisia – levisie,*
- *Arabis caucasica – huseník,*
- *rod Iberis – iberka aj.*

VI. Stanovištní okruh "ZÁHON" (Beet) - B

V zahradě jsou trvalky nejčastější na záhoně. Vhodné jsou trvalky se statným habitem a výraznými květy. Vyžadují humózní a na živiny bohatou, kyprou půdu. U trvalek tohoto stanovištního okruhu nacházíme nejenom dominantní rody, ale také druhy, které se používají jako podsadba.



Zdroj: Baumschulen Lapen

Trvalky dominantní (výška nad 100 cm):

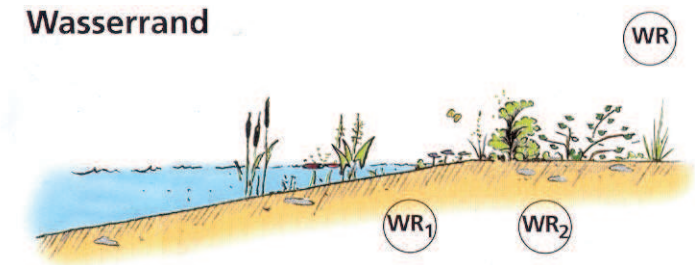
- *Achillea filipendulina – řebříček,*
- *Althea rosea – slézová růže,*
- *Delphinium x cultorum – ostrožka,*
- *Rudbeckia purpurea – třapatka*
- *Iris sibirica – kosatec*
- *Monarda x hybrida - rozvinutka*

Trvalky nízké (do 40 cm):

- *Aster dumosus – hvězdnice*
- *Doronicum caucasicum – kamzičník*
- *Geum coccineum ´Borisii´- kuklík*
- *Stachys grandiflora – čistec aj.*

VII. Stanovištní okruh "OKRAJ VODY" (Wasser – Rand) - WR

K okrajům rybníčků a potůčků jsou vynikající některé rody trvalek, které potřebují vysokou půdní vlhkost. Tento okruh obsáhne zónu vlhké až bažinné půdy a zónu mělké vody.



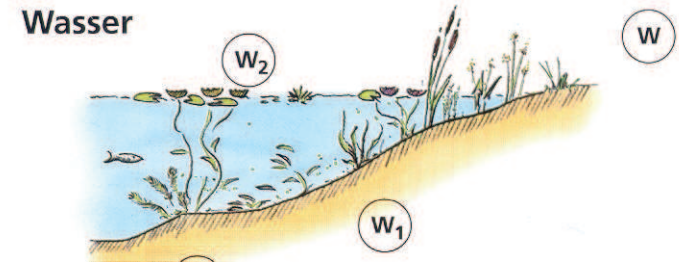
Zdroj: Baumschulen Lapen

1. bažinná zóna – Sumpfzone - **WR1**
2. zóna rákosí – Rohrichtzone – **WR2**

VIII. Stanovištní okruh "VODA" (Wasser) - W

Pro různé typy vodních nádrží s různou hloubkou vody jsou vhodné vodní rostliny. Podle růstových forem se mohou vodní rostliny rozdělit do těchto skupin:

1. vodní rostliny kořenící v půdě, listy prorůstají až nad povrch vodní hladiny - W1
2. vodní rostliny, které koření v půdě, ale listy mají pouze na vodní hladině – rostliny plovoucí W2
3. submerzní, ponořené rostliny - W3



Zdroj: Baumschulen Lapen

Sortiment trvalek stanovištního okruhu W1

W1

Název rostliny	Výška	Doba květu	Barva květu
Alisma plantago - aquatica	70	VII - IX	bíločervená
Butomus umbellatus	80	VII - VIII	růžová
Hippuris vulgaris	40	VII - VIII	
Orontium aquaticum	30	V - VI	žlutá
Pontederia cordata	100	VII - VIII	modrá
Pontederia lanceolata	90	VI - VIII	modrá
Sagittaria sagittifolia	50	VII - VIII	bílá
Scirpus lacustris	100	VI - VIII	hnědá

Tabulka dle Ing. Kamily Hroníkové

Sortiment trvalek stanovištního okruhu W2

W2

Název rostliny	Výška	Doba květu	Barva květu
Aponogeton distachyos	70	VI - VIII	bílá
Nuphar lutea	50-150	VI - VIII	žlutá
Nymphaea x hybrida	30-100	VI -IX	bílá,růžová,žlutá
Nymphaea odorata	60	VI - IX	bílá
Nymphoides peltata	20-60	VI - VIII	žlutá

Tabulka dle Ing. Kamily Hroníkové

Sortiment trvalek W 3 - submerzní, ponořené rostliny

W3

Název rostliny	Výška	Doba květu	Barva květu
Ceratophyllum demersum	30	VII - VIII	bílá
Hydrocharis morsus - ranae	5	VII - VII	bílá
Stratiodes aloides	40	VI - VII	bílá

Tabulka dle Ing. Kamily Hroníkové

9.3 Letničky

Základní charakteristikou této skupiny rostlin je skutečnost, že jsou to rostliny otevřených půd. To znamená, že na jejich původním stanovišti se každoročně půda měnila (působením větru, vody), docházelo zde k pravidelné půdní erozi.

Základní vlastnosti letniček

- vysoká produkce semen
- vysoká energie klíčivosti
- dlouhodobé přežívání v podobě semen
- rychlý a jednotný růst
- nepříznivé vlivy prostředí (rychlé nasazování reprodukčních orgánů)
- velká potřeba vláhy a živin
- vysoké nároky na světlo

Pěstební nároky letniček

- výsev semene nutno provést v pravý čas
- nesmí dojít k zpomalení tempa růstu

- nutnost udržování stejnoměrné teploty
- záhony musí být kvalitně připraveny (zemina, závlaha, hnojivo)
- nutná údržba záhonů v bezplevelném stavu

Výčet základních čeledí letniček

- ***Čeleď Asteraceae***

Ageratum (starček),
Bellis (sedmikráska),
Calendula (měsíček),
Coreopsis (krásnoočko),
Centaurea (chrpa),
Chrysanthemum (kopretina),
Tagetes (afrikán),
Rudbeckia (třapatka),
Zinnia (cinie) aj.

- ***Čeleď Amaranthaceae***

Althenantera,
Amaranthus (laskavec),
Celsia (nevadlec),
Gomphrena (věkostráz)

- ***Čeleď Malvaceae***

Althea (slézová růže),
Hibiscus (Ibišek) aj.

- ***Čeleď Ranunculaceae***

Delphinium (otrožka),
Nigella (černucha) aj.

Rozdělení letniček dle výšky

- **Letničky vysoké (120cm)**

Althea (slézová růže),
Digitalis (náprstník),
Papaver (mák),
Lathyrus (hrachovec),
Tropaeolum (lichořeřišnice) aj.

- **Letničky středně vysoké 50 – 100cm**

Amaranthus (laskavec),
Calendula (měsíček),
Campanula (zvonek),
Delphinium (ostrožka),
Petunia (petunie),
tabák aj.

- **Letničky nízké 30 - 50cm**

Nigella (černucha),
Verbena (sporýš),
Dianthus (hvozdík),
Begonia (begonie),
Tagetes (afrikán) aj.

- **Letničky plazivé do 30 cm**

Bellis (sedmikráska),
Tagetes (afrikán),
Begonia (begonie)…

9.4 Dvouletky

Tyto rostliny v průběhu celého života vytvoří semena jen jednou, avšak dovedou v podobě již vzrostlých rostlin přezimovat.

Základní pěstební vlastnosti dvouletých rostlin:

- vysoká produkce semen
- semena se značnou energií klíčivosti
- nepříznivé období je překonáváno ve formě semen, chladné období pak v podobě vyvinutých rosetovitých rostlin
- pro přechod do fáze kvetení je nutná déle trvající nízká teplota (pod 13°C), která musí působit na vegetativně vyspělou rostlinu.
- v době plného růstu vyžadují rostliny dostatek vláhy a výživy
- většina druhů vyžaduje světlé stanoviště

Pravé dvouletky:

Tyto rostliny pocházejí nejčastěji ze Středozemí, žijí na původním stanovištích v řídkých zápojích. Jsou to místa, kde je půda občas zčásti obnažována větrem nebo vymíláním vodou. Tyto rostliny jsou většinou světlomilné, vyžadující hlubší výživné půdy.
Typickými představiteli jsou:

- *Campanula medium* (zvonek prostřední),
- *Althea rosea* (slézová růže),
- *a další*.

Nepravé dvouletky:

Rostliny patřící do této skupiny se v podstatě svými pěstebními vlastnostmi shodují s předešlou skupinou. Mají však podstatně širší areál původního rozšíření a to jak ve smyslu geografickém, tak i ve smyslu ekologickém. Nepravé dvouletky vyžadují pro svůj zdárný vývoj systematicky obdělávané půdy. Plně vzhledné jsou pouze druhým rokem po výsevu, dalšími roky pak ztrácí na svém vzhledu.

Typickými představiteli nepravých dvouletek:

- *Viola x witrockiana* (maceška),
- *Bellis perennis* (sedmikráska)
- *a další*.

Použití dvouletých rostlin:

Dvouleté rostliny se vysazují na záhony po likvidaci letniček (v období koncem září do 1./2 října). Rostliny se musí vysazovat tak, aby byly schopné do zimy zakořenit. Dvouletky se také mnohdy kombinují s výsadbami cibulovin, hlíznatých rostlin, ale i trvalek.

Typická kombinace, která je velmi osvědčená a barevně vhodná je např:

- *Wiola x witrockiana* (maceška),
- *Bellis perennis* (sedmikráska),
- *Myosotis sylvatica* (pomněnka),

s kombinací cibulovin:

- *Tulipa* (tulipán),
- *Narcissus* (narcis),
- *Hyacinthus* (hyacint).

Tyto druhy rostlin se většinou vysazují jako letničky na záhony u reprezentativních ploch, také se velmi často používají do mobilních nádob, závěsných květináčů a truhlíků.

9.5 Cibuloviny

Charakteristické znaky cibulovin a hlíznatých rostlin:

- nápadné podzemní orgány
- schopnost překonávat období sucha
- schopnost přechovávání v podobě zásobních orgánů (cibule, hlízy)
- možnost výsadby silných rostlin bez složitého předpěstování

Cibuloviny dle areálu rozšíření:

- **Stepi a polopouště**

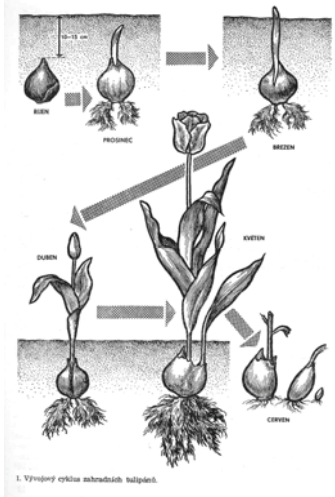
  Základní charakteristika původního stanoviště:

  1. extrémně nízké teploty
  2. výrazné letní sucho (to způsobilo vznik kořenů, které umožní, cibuli zatáhnutí do jakékoliv hloubky)
  3. oblast bez dřevinných porostů (není zde žádné konkurenční působení jiné vegetace, rostliny mají maximální přísun světla)
  4. půda je v létě silně prohřívaná
  5. vláha přichází až na podzim (počátek vlastní vegetace cibule)

  - *cibule jsou úplně uzavřené*

typický rod TULIPA (tulipán)

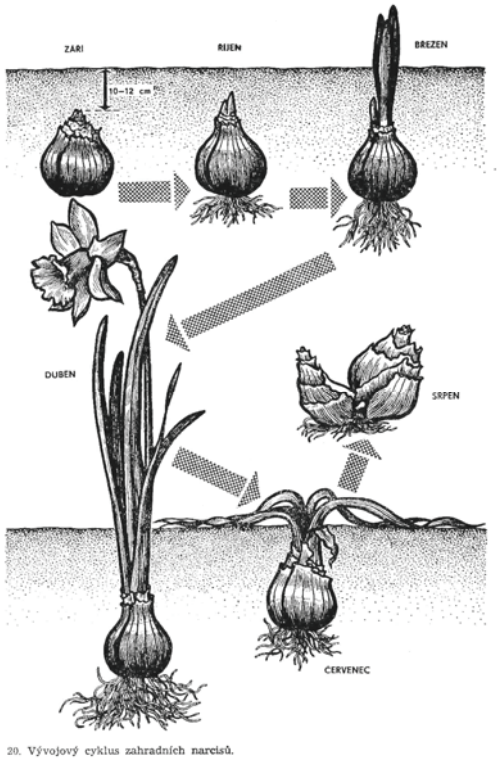
TULIPÁN – vývojový cyklus říjen - červen



- **Přímořské oblasti**
  Základní charakteristika původního stanoviště:
  1. extrémní rozdíly mezi denními a nočními teplotami
  2. výrazné letní sucho (cibule však mají jen omezenou schopnost se pomocí kořenů zatáhnout do jakékoliv hlouby)
  3. oblast bez dřevinných porostů, či jen ojedinělý výskyt dřevin (není zde žádné konkurenční působení jiné vegetace, rostliny mají maximální přísun světla)
  4. půda není v létě extrémně prohřívaná (je zde vzdušná vlhkost)
  5. vláha přichází až na podzim (počátek vlastní vegetace)
  - *cibule nejsou zcela uzavřené*

typický rod NARCISSUS (narcis), HYACINTHUS (hyacint)

NARCIS – vývojový cyklus září - srpen



20. Vývojový cyklus zahradních narcisů.

- **Efemerní cibulnaté rostliny** - jarní efemery – využívají krátké období, kdy dřeviny jsou v bezlitém stavu
  Základní charakteristika původního stanoviště:
  1. poměrně malé teplotní výkyvy

2. letní sucho překonávají cibuloviny olistěným dřevinám, které poskytují stín
3. svrchní vrstva půdy má vysoký obsah humusu
4. půda není v létě extrémně prohřívaná (je zde patrná vzdušná vlhkost)
5. vlastní vegetace začíná časně na podzim
6. Vývoj nadzemní části probíhá někdy i pod sněhem

• *cibule nejsou zcela uzavřené*

typický rod LADOŇKA, MODŘENEC, KŘIVATEC, SNĚŽENKA…

- **Cibulnaté rostliny travnatých luk a řidších hájů...**
  Základní charakteristika původního stanoviště:

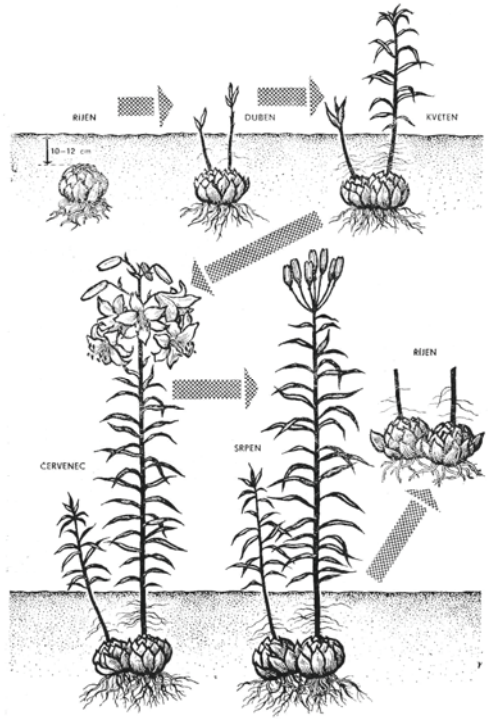
1. rozdílné letní a zimní teploty
2. suché období se projevuje především v pozdějším létě
3. výskyt vyšších dřevinných porostů, je zde konkurence jiné vegetace
4. půda nebývá přehřívána
5. deště a vláha poměrně chybí

• báze cibule má živé kořeny (1,5 roku)
• cibule šupinaté
• vývoj nadzemní části je poměrně dlouhý

typický rod LILIUM, FRITILLARIA…

U těchto rodů probíhá dlouhý vývoj cibulí, proto nesmí být často přesazovány. Na zimu je nutná ochrana cibulí. Cibule musí být při skladování zabezpečeny proti vyschnutí rašelinou, či pilinami. Výsadba – časný podzim.

LILIE – vývojový cyklus říjen - říjen



44. Vývojový cyklus lilií.

9.6 Hlíznaté rostlin

Charakteristika hlíznatých rostlin dle pěstitelských nároků**:**

- **Druhy snášející dlouhodobé sucho**
  - každoročně vytvářejí nové hlízy
  - při přechovávání v suchu vyžadují nízké teploty (10-14°C)
  - výsadba – konec léta

typický rod CROCUS

- **Druhy snášející dlouhodobé sucho**
  - každoročně vytvářejí nové hlízy
  - při přechovávání v suchu vyžadují nízké teploty (5-9°C)
  - výsadba – časný podzim.

typický rod GLADIOLUS, FRAESIA

- **Druhy vyžadující pěstování v trvale vlhčích podmínkách**
  - vytvářejí výlučně kořenové hlízy
  - při přechovávání v suchu vyžadují nízké teploty (5-9°C)

- výsadba – časný podzim.

typický rod PIVOŇKA, JIŘINA

- **Druhy vlhkých až bažinných stanovišť**
  - vytvářejí výlučně kořenové hlízy, hlízovité oddenky
  - vyžadují živné, dobře zásobené půdy
  - při přechovávání v suchu vyžadují nízké teploty a světlo(5-10°C)
  - výsadba – časný podzim.

typický rod KOSATEC, CANNA

Literatura

Bärtels, Andreas: Enzyklopädie der Gartengehölze: Tabellen – Stuttgart (Hohenheim): Ulmer, 2001; ISBN 3-8001-3198-6

Blažek, Bohuslav: Venkovy – anamnéza, diagnóza, terapie, ERA, Brno 2004; ISBN 80-86517-90-X

Bloom, Alan: Stauden – Pracht der Gärten, Verlag Willy F.P. Fehling GmbH, 3000 Hannover, 1960; ISBN 3-921144-08-6

Brickell, Ch. a kol: Velká encyklopedie květin a okrasných rostlin, Príroda, Bratislava 1993; ISBN 80-07-00579-X

Baumschulen Lapen

Brooks, John: Všechno o zahradě, Fortuna Print, Praha 1995; ISBN 80-85873-31-1

Časopis SZKT: Zahrada – park – krajina, Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, Praha; ISSN 1211-1678

Časopis SZUZ: Inspirace, Svaz zakládání a údržby zeleně, Brno

Hošťálková - Pacáková, Božena; Petrů, Jaroslav; Riedl, Dušan; Svoboda, Marián Antonín: Zahrady a parky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku, Libri, Praha 1999; ISBN 80-85983-55-9

Kolektiv autorů ÚZPI: Zahradnický slovník naučný 1-5, ÚZPI, Praha 1994; ISBN 80-85120-51-8

Kolektiv teNeues: Garden/Garten/Jardins/Jardines – design, Anman Grafiques del Valles, Španělsko 2003; ISBN 3-8238-4524-1

Lešinská, Ľubica: Moderní zahrada, Jaga group, Bratislava 2004; ISBN 80-88905-94-X

Machovec, Jaroslav: Květinářství

Mareček, Jiří: Zahrada, Noris, Praha 1992;ISBN 80-900908-1-8

Otruba, I.: Zahradní architektura. Tvorba zahrad a parků. ERA, Brno 2002; ISBN 80-86517-13-6

Otruba, Ivar: Zahradně architektonická tvorba. Význačné zahradní a parkové celky, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, Brno 2000; ISBN 80-7157-461-9

Piro, B.: Zakládání a údržba zeleně – I., Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno 1984; ISBN 17-182-84

Průcha, Jaroslav: Cibuloviny

Stanovištní okruhy trvalek: Ing. Kamila Hroníková, firma Jena

Studijní materiál MZLU – květinářství

ÚRS Praha: Katalog popisů a směrných cen stavebních prací, Praha 2006; ISBN neuvedeno

Wagner, B.: Sadovnická tvorba 1+2, SZN, Praha 1989, ISBN 80-209-0031 (I.), ISBN 80-209-0112-4 (II.)

10 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE

(Mgr. Vladimír Zicha)

10.1 Úvod

Součástí výukových modulů je i modul informačních a komunikačních technologií. Hlavním cílem výuky v modulu je zdokonalit možnosti zpracování informací pomocí výpočetní techniky pro potřeby sebevzdělávání a organizování následné vzdělávací činnosti, zdokonalit dovednosti při vyhledávání a zpracování informací z internetu a v neposlední řadě získat základní dovednosti při tvorbě prezentací pomocí prezentačního softwaru. Hlavním cílem následujícího textu bude shrnout přednášky spojené s praktickou výukou informačních a komunikačních technologií v rámci vzdělávacího kurzu. Text nemůže respektovat rozdílnou počítačovou gramotnost a zkušenost všech účastníků kurzu a tak si klade za dílčí cíl připomenout základní prvky při vyhledávání informačních zdrojů na internetu, základní zásady při psaní textů, tvorbě tabulek a prezentací.

V této souvislosti stačí připomenout pojem počítačová gramotnost. Zjednodušeně lze říci, že jde o schopnost uživatelsky využívat informačních a komunikačních technologií bez toho, že člověk nemusí vědět a znát, jak to v počítačích po technické stránce probíhá. Počítačově gramotný člověk je schopen pracovat s nejčastěji využívaným programovým vybavením, je schopen používat internet ke komunikaci, k vyhledávání a zpracovávání informací, je schopen využívat služeb a možností, které mu tyto technologie nabízejí, a ví k čemu a jak je může efektivně využít. Počítačová gramotnost je potom pouze jedním z předpokladů či podmínek dobré informační gramotnosti. Informační gramotnost pak není záležitostí výuky v nějakém zvláštním modulu (předmětu), ale jedná se o dovednosti, které je třeba pěstovat a utvářet i při práci bez využití počítačů.

Na začátku je rovněž nutné připomenout, že základní prostředky pro tvorbu textů, tabulek, prezentací, zpracování digitálních fotografií, komprimační prostředky a další pomocné nástroje (např. komunikační programy, grafické programy) lze pro nekomerční účely získat téměř zcela zdarma (zpravidla většina uživatelů počítačů využívá operační systém MS WINDOWS s implementovaným prohlížečem Internet Explorerem – ten se musí koupit, nejlépe ihned při koupi nového počítače; existuje i operační systém zdarma – např. LINUX – viz. http://www.linux.cz/zdarma-a-legalne/ (je poměrně málo rozšířen; může vzniknout problém u některého aplikačního softwaru). Základní kancelářský software lze zdarma (tedy opět pro nekomerční účely) získat z kancelářského balíku OPENOFFICE.ORG (www.openoffice.cz). Další software zdarma lze například získat na následujících internetových stránkách: http://freeware.legalne.net/start.php; http://www.stahuj.cz/; http://www.zadarmo.cz/; http://www.slunecnice.cz.

10.2 Možnosti vyhledávání informací na internetu

Jedna z definic internetu říká, že „***Internet*** *je celosvětová počítačová síť, která spojuje jednotlivé menší sítě pomocí sady protokolů IP. Název pochází z anglického slova network (síť), podle něhož tradičně názvy amerických počítačových sítí končily „-net“, a mezinárodní (původně latinské) předpony* ***inter-*** *(mezi), vyjadřující, že internet propojil a vstřebal různé starší, dílčí, specializované, proprietární nebo lokální sítě. Internet slouží k přenášení informací a poskytování mnoha služeb, jako jsou elektronická pošta, chat, www stránky, sdílení souborů, on-line hraní her, vyhledávání, katalog a další“ (Zdroj http://cs.wikipedia.org/wiki/Internet).* Pro prohlížení internetových stránek potřebujeme tzv. **prohlížeče**. *„Webový prohlížeč je počítačový program, který slouží k prohlížení World Wide Webu (WWW), a to buď graficky nebo textově. Textové prohlížeče zobrazují stránky jako text,*

obvykle velmi jednoduše formátovaný. Grafické prohlížeče umožňují složitější formátování stránky včetně zobrazení obrázků. Mezi nejznámější webové prohlížeče patří grafické Internet Explorer, Mozilla Firefox, SeaMonkey, Opera a Safari a textové Links a Lynx.“ (Zdroj: http://cs.wikipedia.org).

Pro ucelený pohled na internet bychom se museli zabývat problematikou nastavení a možnostmi daného prohlížeče, zobrazením zvláštních součástí stránky, jako jsou flashové animace nebo javové applety apod., legislativou pro přebírání informací (zejména pak autorským zákonem, pravidly pro citování odkazů atd.). K tomu všemu není prostor.

Všechny příklady budou v textu uvedeny v prostředí operačního systému MS WINDOWS XP s prohlížečem Internet Explorer (ve verzi 7.0).

Významným doprovodným a pomocným textem by pro čtenáře těchto textů měl být **Manuál pro internetové stránky projektu**, který řeší na konkrétních příkladech zejména způsoby zpracování získaných informačních zdrojů (kopírování; ukládání ve formě souborů, odkazů, hypertextů apod.).

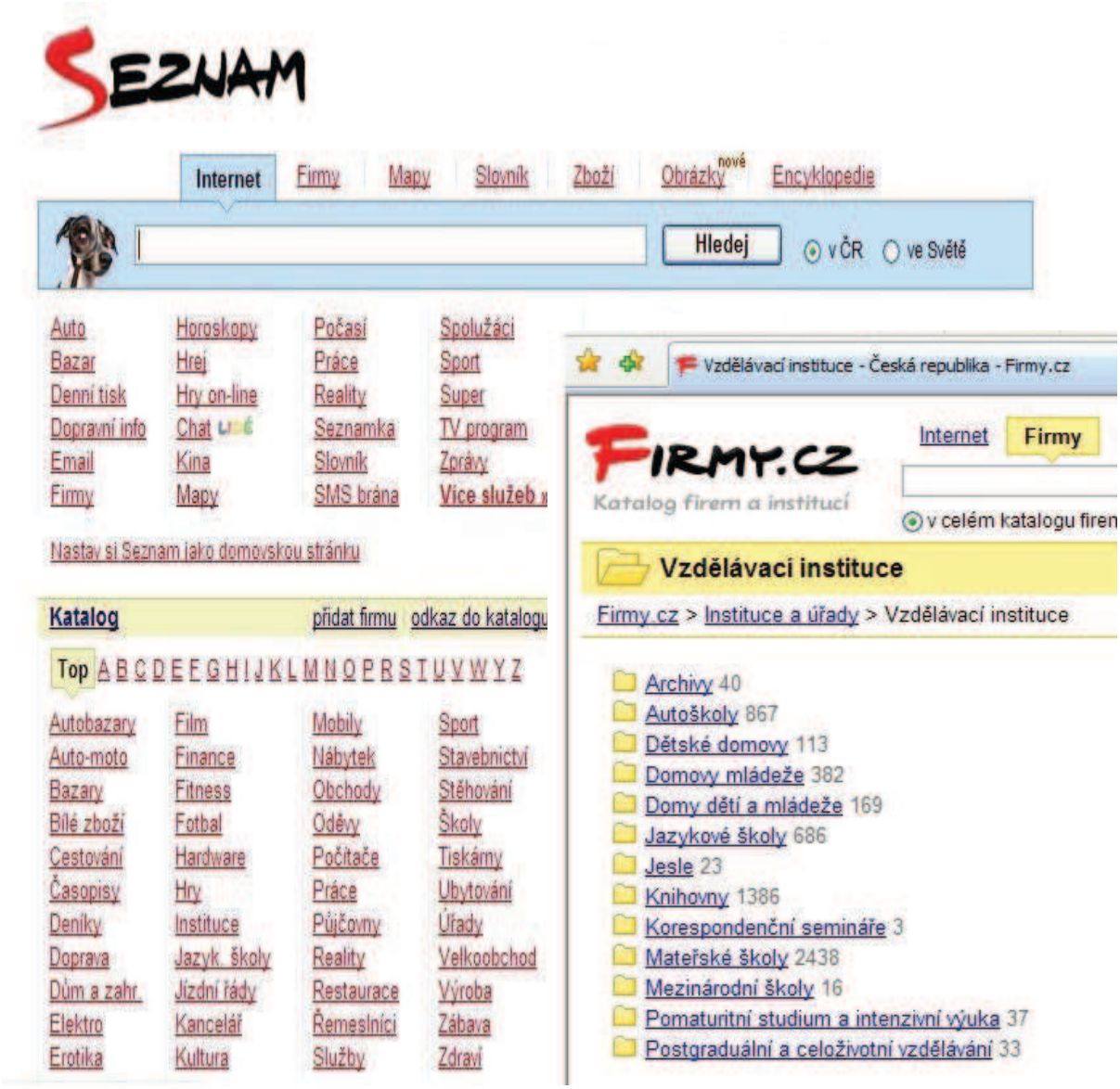
Na internetu vyhledáváme informace pomocí dvou základních nástrojů: tzv. **vyhledávačů** a **katalogů**.

Vyhledávače (např. Gogole, AltaVista, Ask Jeeves, Dogpile, msn.search, Yahoo) jsou servery, které mají velkou databázi stránek s informacemi o tom, která stránka internetu obsahuje jaké slovo. Protože takové vyhledávače umějí hledat v celém textu stránek, říká se jim fulltextové.

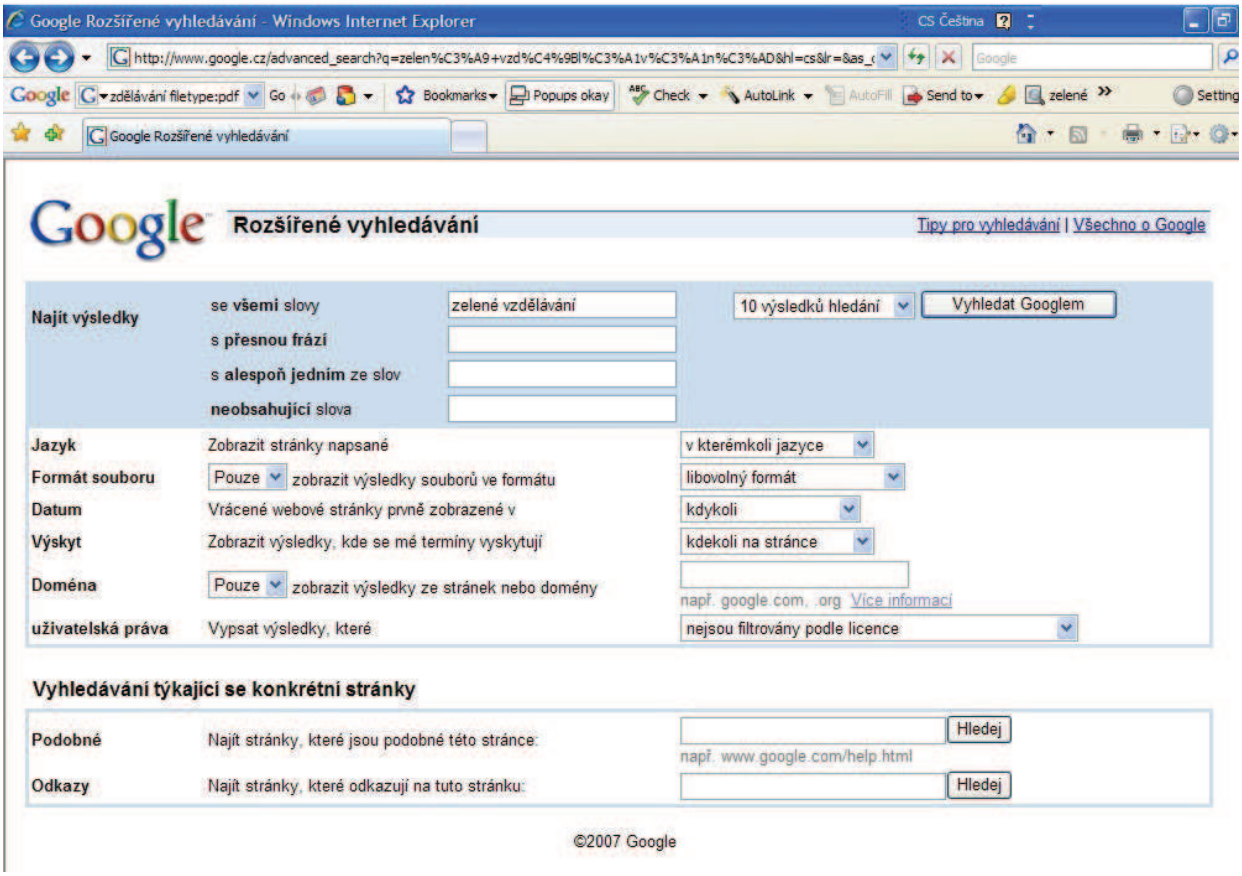
Katalogy (např. katalog Seznamu nebo Atlasu) mají velkou databázi odkazů do celého internetu uspořádanou do stromové struktury. Katalogy především umožňují:

- procházet stromovou strukturou sekcí podle oborů
- prohlížet odkazy
- vyhledávat odkazy podle určitého slova

- přidávat odkazy do databáze.



Prim mezi vyhledávači si drží GOOGLE:



Vyhledávání informací na internetu se může řídit základními principy:

Víme, co hledáme:
- proč informace hledáme a k čemu je budeme potřebovat
- formulujeme přesná klíčová slova (je to zčásti i věcí autorů webů)

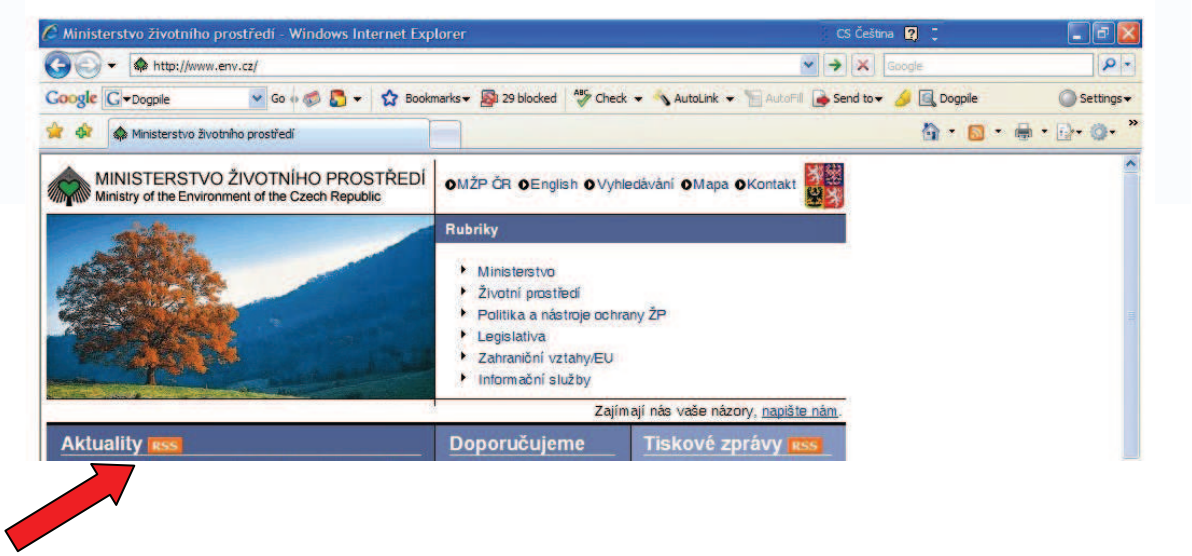
Bádáme, zkoušíme
- používáme obecné fráze a termíny

Nevíme, co bychom měli vědět
- typický příklad je třeba přihlášení k odběru RSS - uživatel očekává, že dostane nové informace z oboru, které by jej však nenapadlo vyhledávat.

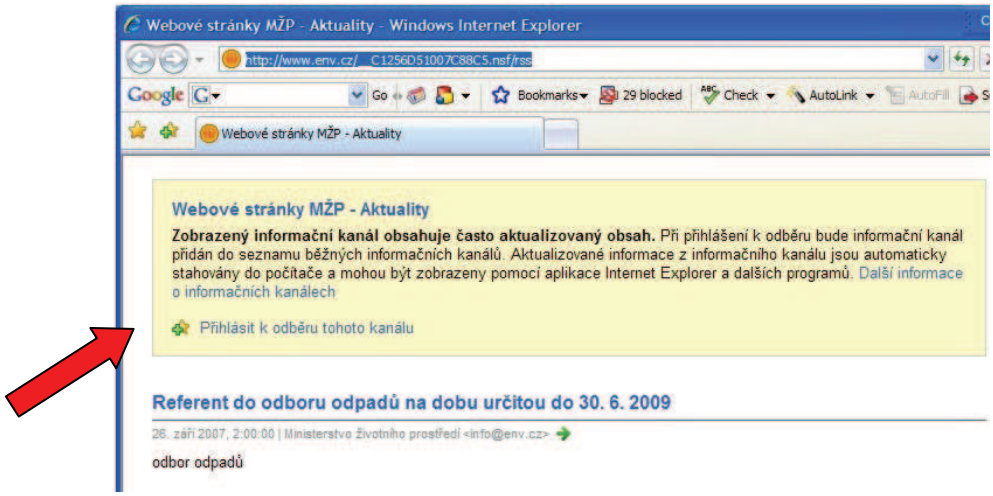
Technologie RSS *umožňuje uživatelům internetu přihlásit se k odběru novinek z webu, který nabízí RSS zdroj (RSS feed, též RSS kanál, RSS channel). Tento zdroj se většinou vyskytuje na stránkách, kde se obsah mění a přidává velmi často (například zpravodajské servery). určený k práci s RSS kanály se označuje jako RSS čtečka. Může se jednat o samostatný specializovaný program, o plugin do jiného programu (typicky webového prohlížeče či programu pro instant messaging), tato funkce může být v jiném programu rovnou vestavěna, případně se může jednat o webovou aplikaci poskytující tuto funkčnost (např. Google Reader). Pokud některý webový server nabízí RSS kanály, obvykle to indikuje ikonkou, která vede přímo na URL příslušného zdroje, který uživatel zadá do čtečky a ta poté zobrazí seznam všech takto zpřístupněných článků (či jiných odkazů). Čtečka pak pravidelně kontroluje toto URL a zobrazuje nové položky". (Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/RSS)*

Příklad přihlášení k odběru RSS kanálu je uveden na následujícím příkladu z www.env.cz (ministerstvo životního prostředí):

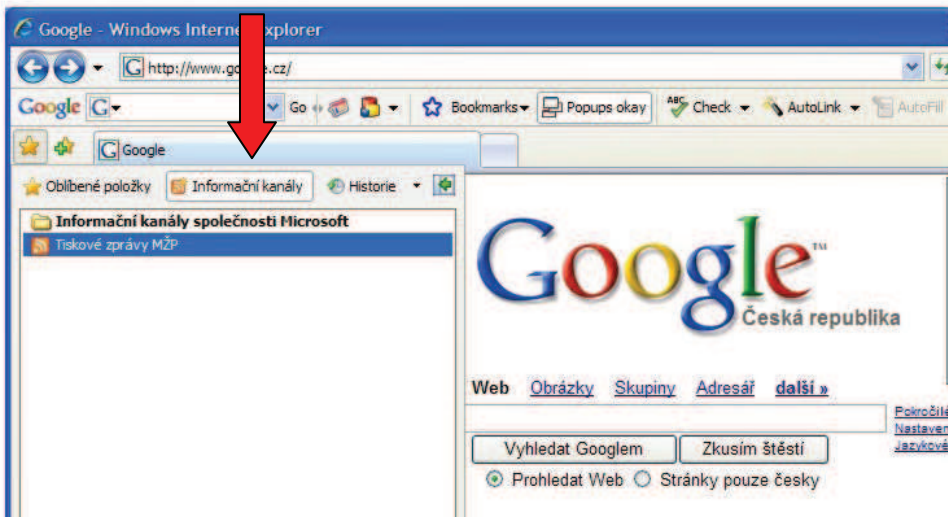
1. vybereme si server, který poskytuje RSS kanál:



2. přihlásíme se k odběru RSS kanálu:



3. při spuštění prohlížeče a **Oblíbených položek** je aktivní tlačítko **Informační kanály** (se soupisem všech přihlášených RSS kanálů k odběru) – vybereme požadovaný zdroj

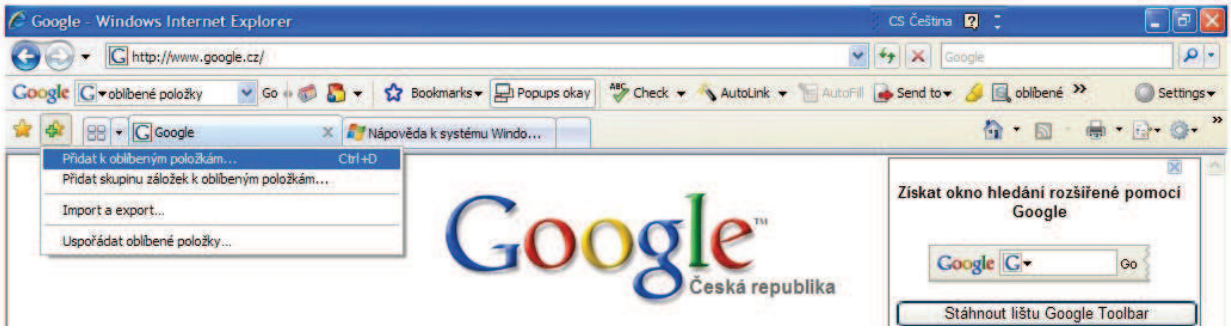


Hledáme již nalezené

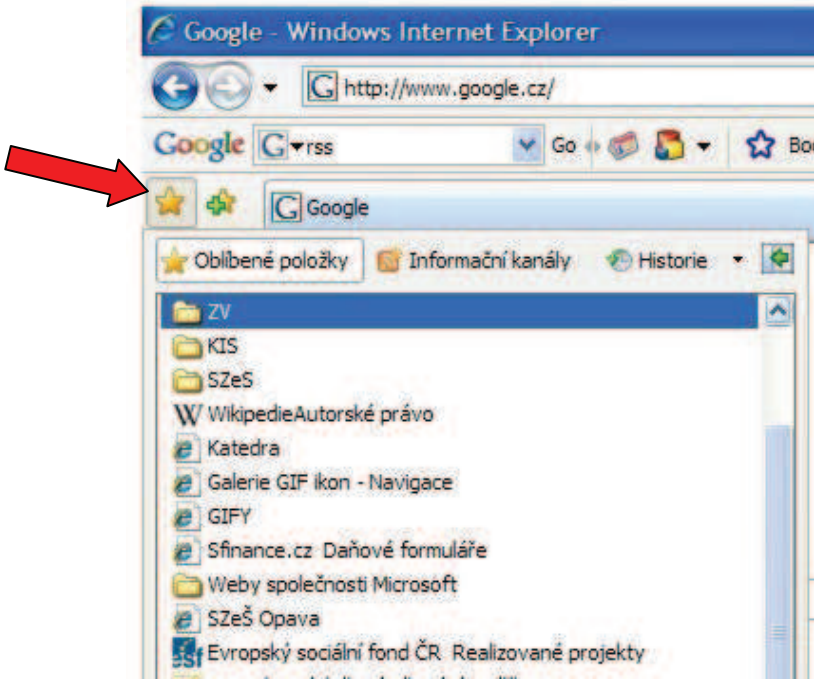
- nevyužíváme tzv. OBLÍBENÝCH POLOŽEK , HYPERTEXTOVÝCH ODKAZŮ

Vyhledané informace lze uchovávat několika způsoby (např. tiskem; kopírováním do aplikačních programů – textových editorů apod.; ukládáním ve formě souborů různého typu; využíváním tzv. oblíbených položek, tj. jakousi úschovnou nalezených odkazů – URL adres; kopírováním tzv. hypertextových odkazů např. do textových dokumentů apod.). Každý z nás preferuje svůj styl práce s jistými výhodami a nevýhodami.

Zastavme se u často nedoceněných **Oblíbených položek**. Chceme-li uchovat nalezený informační zdroj (URL adresu), klikněte na tlačítko **Přidat k oblíbeným položkám**, zadejte název odkazu (zdroje) a stiskněte klávesu ENTER.



Pro přístup na uložený odkaz již stačí v otevřeném prohlížeči stisknout tlačítko **Oblíbené položky** a vybrat odkaz:



Pokud bychom tímto způsobem postupovali neustále, seznam odkazů by nám „nepřehledně“ rostl. Proto je žádoucí tyto oblíbené položky uspořádávat do skupin podobně, jako seskupovat soubory v rozhraní **Tento počítač** nebo prostřednictvím nějakém diskovém manažeru.

Jiným způsob, jak uspořádat oblíbené položky (převzato z *Nápovědy systému MS WINDOWS XP*):

1. Spusťte aplikaci Internet Explorer.

2. Klepněte na tlačítko Přidat k oblíbeným položkám a potom klepněte na příkaz Uspořádat oblíbené položky.

3. V dialogovém okně Uspořádat oblíbené položky se zobrazí seznam oblíbených stránek a složek. V tomto okně lze provádět tyto akce:

• Otevírat složky: Klepnutím na složku ji otevřete a zobrazíte seznam odkazů, které obsahuje.

• Vytvářet nové složky: Klepněte na tlačítko ***Nová složka***, zadejte název nové složky a stiskněte klávesu ENTER.

• Přesouvat oblíbené položky: Vyberte odkaz nebo složku a potom ji přetáhněte na jinou pozici nebo do jiné složky. Položky lze také přesunout, pokud vyberete odkaz nebo složku, klepnete na tlačítko ***Přesunout*** a potom zvolíte složku, do které chcete položku přesunout.

• Přejmenovat odkazy nebo složky: Vyberte požadovaný odkaz nebo složku a klepněte na tlačítko ***Přejmenovat***. Zadejte nový název a stiskněte klávesu ENTER.

• Odstranit odkazy nebo složky: Klepněte na odkaz nebo na složku, klepněte na tlačítko ***Odstranit*** a potom je odstraňte klepnutím na tlačítko ***Ano***.

4. Po uspořádání oblíbených odkazů klepněte na tlačítko ***Zavřít***.

Složky umožňují uspořádat oblíbené odkazy do skupin, které pro vás mají smysl. Můžete například vytvořit jednu složku pro odkazy na finanční instituce a jinou složku pro odkazy na oblíbené webové deníky.

Jak používat složky?

1. Spusťte aplikaci Internet Explorer klepnutím na tlačítko ***Start*** a potom klepnutím na příkaz Internet Explorer.

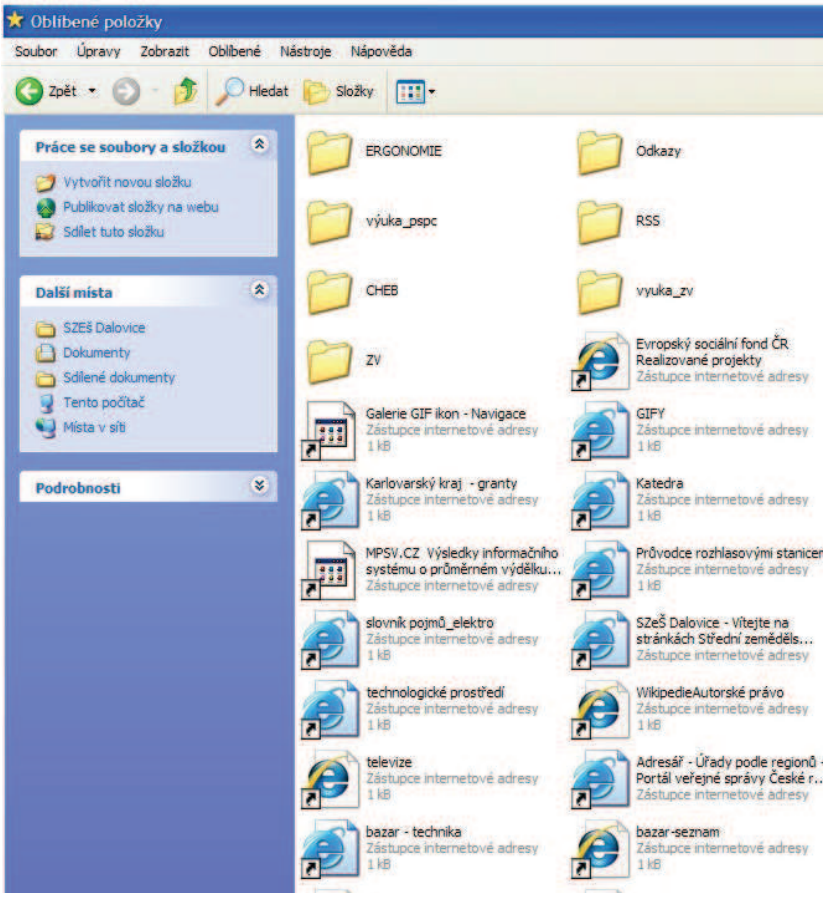
2. Klepněte na tlačítko ***Přidat k oblíbeným položkám*** a potom na příkaz ***Uspořádat oblíbené položky***.

3. V dialogovém okně ***Uspořádat oblíbené položky*** klepněte na tlačítko ***Nová složka***, zadejte název nové složky a stiskněte klávesu ENTER. Opakujte tento krok, dokud nevytvoříte požadovaný počet složek.

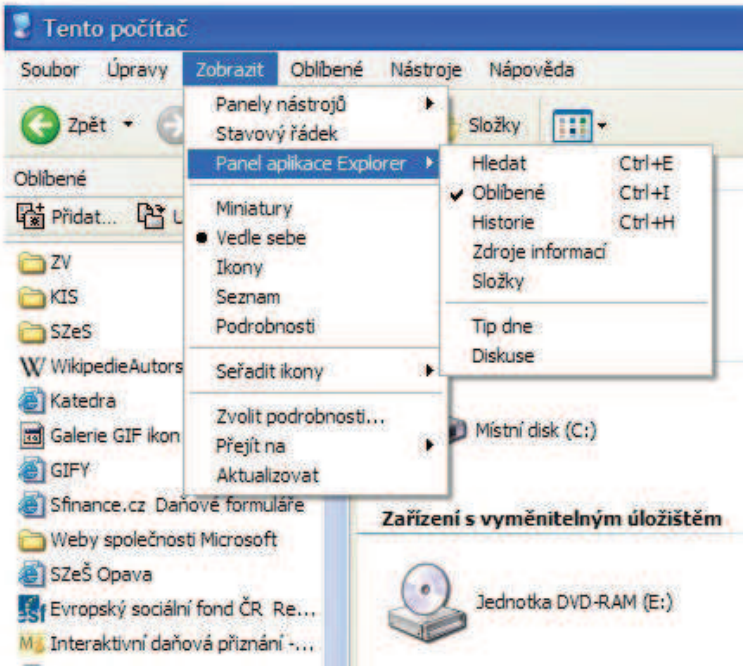
4. Přetáhněte odkazy ze seznamu oblíbených položek do odpovídajících nových složek. Přetažením jedné složky do jiné lze vytvořit i vnořené složky.

5. Po vytvoření a uspořádání složek klepněte na tlačítko ***Zavřít***.

Na následujícím obrázku je zřejmé, že souhrn **Oblíbených položek** (již pro své vlastnosti) se chová jakou souhrn zástupců souborů.



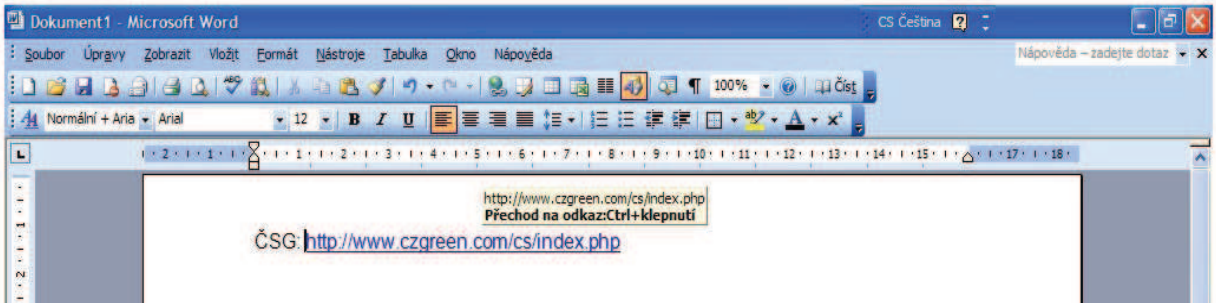
Se složkou **Oblíbených položek** můžeme přímo pracovat rovněž přímo v rozhraní ***Tento počítač***



Význam oblíbených položek se zvyšuje i tím, že je lze zálohovat, přenášet z počítač do počítače (exportovat a importovat – detail naleznete opět v *Nápovědě MS WINDOWS XP* nebo mechanickým kopírováním, jak jsme zvyklí z práce se soubory a

složkami např. v rozhraní *Tento počítač* nebo prostřednictvím *Průzkumníka*). Oblíbené položky můžeme používat rovněž přímo z výměnného média (flash disku, CR-ROM apod.), lze je zkomprimovat a poslat e-mailem.

Hypertextové odkazy (odkaz na jiné dokumenty (hypertextové odkazy); odkaz se specifikuje prostřednictvím URL) lze kopírovat z adresního řádku prohlížeče např. do textového dokumentu (např. http://www.czgreen.com/cs/index.php). Z textového dokumentu (např. MS WORD) se pak aktivují stisknutím tlačítka ***Ctrl+kliknutím myši na odkaz***



Dobrá strategie je základ úspěšného vyhledání potřebných informací:

- formulujte slovy co hledáte, jak moc má být informace aktuální, jak informaci ověřit (kompendia, encyklopedie, jiné zdroje), pro koho ji hledáte (profesionál, laik), jazykové omezení, geografické určení ...
- správně zvolte klíčová slova a fráze (použijte odbornou terminologii)
- používejte i synonyma, příbuzné výrazy, různé pravopisné tvary slov (vyhledávácí nástroje pracují s informacemi v přirozeném jazyce)
- zkontrolujte pravopis klíčových slov
- zvolte vhodný typ vyhledávače (každý z vyhledávačů může mít různé nalezené odkazy a dokumenty)
- seznamte se s nápovědou (help) zvoleného vyhledávače
- sestavte dotaz pomocí klíčových slov a operátorů
- využijte možnost rozšířeného hledání
- vyhodnoťte vyhledaný výsledek
- zpřesněte formulaci nebo zkuste formulovat dotaz pomocí jiných klíčových slov a operátorů

Základní operátory

- systém podporuje základní logické operátory AND, OR, NOT (defaultním operátorem je AND). Logické operátory musí být zapisovány velkými písmeny, jinak je systém bude považovat za hledaná slova! Systém nehledí na velikost písmen (CHEMICKÁ = chemická). Můžeme rozlišit vyhledávání s diakritikou (přepínač na stránce pokročilého hledání)
  příklad: *ochrana rostlin* = *ochrana* AND *rostlin*
- slovní spojení můžeme vyhledat s pomocí uvozovek
  příklad: „*ochrana rostlin*“ ➔ dokumenty, kde se tato slova vyskytují těsně za sebou
- výrazy můžeme seskupovat i pomocí závorek pro určení priority operátorů
  příklad: (*přístupnost* OR *použitelnost*) AND *školení*

Pokročilé operátory

- +slovo
  = slovo musí být ve výsledku obsaženo
  příklad: *OCHRANA OR ROSTLIN +školení* = hledáme informace, kde bude *OCHRANA* nebo *ROSTLIN*, ale musí se tam zároveň mluvit o *školení*
- -slovo
  = slovo nesmí být ve výsledku obsaženo
  příklad: *OCHRANA ROSTLIN –chemická* = hledáme informace o *OCHRANĚ ROSTLIN*, ale nechceme texty, kde se mluví o chemických

Možnosti specifikace nekončí

- znaky * a ? fungují jako „zástupní žolíci“
  * = libovolný počet znaků
  příklady:
  *1. optimal** najde texty se slovy *optimalizace, optimalizovaný i optimalizovat*
  2. *ad*ords* najde *adwords* i *advords*
  ? = právě jeden znak
  příklad: *disku?e* najde *diskuze* i *diskuse*

V teoriích vyhledávání na internetu nalezneme i další specifikace a jejich kombinace (např. vyhledávání v nadpisech (*title:“PPC“*) a perexu (upoutávce) (*perex:"SEO"*); zvýšený důraz na slovo (*studie^prostředí*); fuzzy vyhledávání (vzdáleně podobná slova *padák~0.3*); proximity vyhledávání *("studie adwords"~2*); specifické znaky (pro hledání znaků *+ - & | ! ( ) { } [ ] ^ " ~ * ? : * před ně musíte přidat obrácené lomítko (např. *C++ = C\+\+*); stop-words (neindexují se spojky, předložky …)).

Poznámka k ověřování informací

Při hodnocení nalezených informačních zdrojů je třeba rovněž brát do úvahy několik prvků pro jejich hodnověrnost:

KDO je autorem dokumentu a jaká je jeho odborná způsobilost;

zda-li to, CO jsme vyhledali, může autor dokázat, potvrdit praxí apod.;

KDE jsme dokument nalezli (rozdíl bude například mezi univerzitními nebo volnými internetovými stránky);

KDY byl dokument uveřejněn či aktualizován.

Další otázky bychom mohli přidávat (např. JAK a PROČ), ale při současném tempu vývoje, resp. aktualizace informací musíme být schopni rychle se rozhodovat o využitelnosti informačních zdrojů.

Navíc bychom měli čas od času zkoušet jiné vyhledávače, jiná klíčová slova resp. jiné podmínky pro vyhledávání informačních zdrojů, abychom nesklouzli do stereotypu.

Pokud nebudeme mít na mysli alespoň většinu výše uvedených zásad a principů, pak nás bohužel oblíbená fráze "to si najdeš na internetu“ (bez přesného určení URL) často zklame.

10.3 Poznámky k tvorbě textů

Hlavním cílem je napomoci optimalizovat naši práci z metodického pohledu. Pro většinu z nás to budou samozřejmosti, nad některými by mohla vzniknout diskuse. Vše je dáno zkušeností a množstvím napsaných odborných nebo metodických textů.

Psaní textu prochází následujícími etapami:

1. Musíme mít o čem psát (cíl)
   Předpokladem dobrého odborného textu je:
   - myšlenka (proč to napsat),
   - znalost toho, co chceme sdělit (odbornost).
2. Musíme vědět, pro koho bude text určen (cílová skupina)
   - vytváříme si poznámky sami pro sebe,
   - jinak uspořádáváme výzkumnou zprávu, vědeckou práci, článek do novin nebo odborného tisku, jinak píšeme přednášku,
   - jasně si stanovíme rozsah informace a míru detailů (technické možnosti apod.).
3. Musíme si promyslet obsah (osnova)
   Výsledkem této etapy je osnova textu, kterou tvoří sled hlavních myšlenek a mezi ně zařazené detaily (rozvržení látky - logicky přesný a psychologicky stravitelný celek; jasné souvislosti; organizace látky - hlavní kapitoly, podkapitoly a vztahy mezi nimi - příliš mnoho podrobností může čtenáře právě tak odradit jako žádné detaily).
4. Musíme psát strukturovaně
   V této etapě vznikne první koncept, kde zaznamenáváme všechny své myšlenky a názory, vztahující se k jednotlivým částem textu. Je zřejmé, že zde nachází své místo zpracování textů pomocí textového editoru s využití vlastností aplikací (styly, formátování, hypertexty, propojování aplikací …).

Formální stránka psaného textu (typografické zásady) na počítači se řídí ČSN 01 6910 (např. rozměr stránky – okraje; velikost písma; řádkování; odstavce; zarovnání textu; začlenění obrázků a tabulek; jazykové obraty - cizí slova, pravopis; atd.). Z praktického pohledu je nutné připomenout, aby tabulky a grafy měly tzv. vypovídací schopnost, tzn., že čtenář je schopen přesně číst data – rozměry, veličiny, jednotky, označení a popis os v grafu apod.

Svá specifika může mít i každá organizace, škola nebo společnost. V rámci kurzu budou dány požadavky na formální úpravu závěrečné práce.

10.4 Počítačová prezentace

Významným nástrojem pro předávání nových poznatků je počítačová prezentace. Prezentace je sada graficky ztvárněných snímků (obrazovek), které mohou být doplněny různými prvky (animacemi, triky, multimediálními prvky a doplňky). Hlavní použití nalezneme při doplnění výkladu přednášejícího, testování posluchačů díky možnosti časování přechodu snímků, představení firmy, společnosti, služby nebo produktu.

Prezentace v klasickém slova smyslu je výstup před publikem, kdy řečník pro zvýšení pozornosti a posílení účinku svých slov promítá na **zpětném projektoru průsvitné fólie**, které si vytvořil (např. ručně kreslené, zkopírováním na speciální fólie pomocí kopírky nebo na počítači).

V modernější podobě pak **počítačová prezentace** představuje promítání takových snímků přímo na obrazovce počítače nebo prostřednictvím **dataprojektoru**, čímž může být obohacena o různé obrazové a zvukové efekty.

Mezi programy označované jako **prezentační aplikace** patří např. ***MS Power Point*** nebo ***OpenOffice.org Impress.***

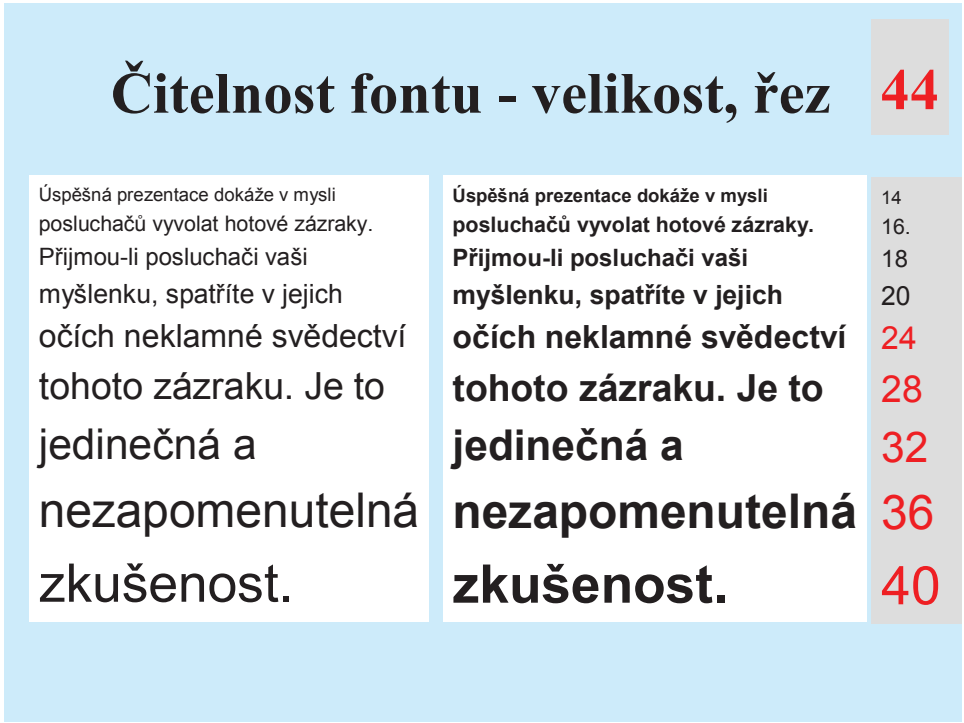
Výstupem z prezentací mohou být počítačové prezentace, datové soubory, fólie (např. pro použití do zpětného projektoru), jednotlivé snímky, obrázky, webové stránky nebo tiskové materiály (pro poznámky účastníků prezentace nebo výuky).

Podobně jako přípravě textů a tabulek je nutné věnovat velkou pozornost i přípravě prezentace. Příprava se může řídit následující osnovou, kde v jednotlivých etapách musíme mít na zřeteli:

- charakteristiku cílového publika (věkové složení – děti x dospělí; odborné složení posluchačů),
- cíl prezentace (představení firmy, produktu, služby; výuková prezentace),
- informační zdroje (např. z čeho můžeme čerpat – tiskové nebo elektronické, množství a kvalita podkladů, dostupnost podkladů pro posluchače apod.),
- rozsah příspěvku (např. časové a tematické vymezení při respektování již uvedených etap),
- třídění a evidence dat (zpracovaný materiál se postupně vyvíjí),
- brainstorming *(„je skupinová technika zaměřená na generování co nejvíce nápadů na dané téma“ – zdroj http://cs.wikipedia.org/wiki/Brainstorming)*.
- osnova (vypracování 1. konceptu, resp. textové osnovy – vyhodnocení zejména cíle prezentace – případné vypracování 2. konceptu + doplnění obrázky, tabulkami a grafy, jazyková stylizace).

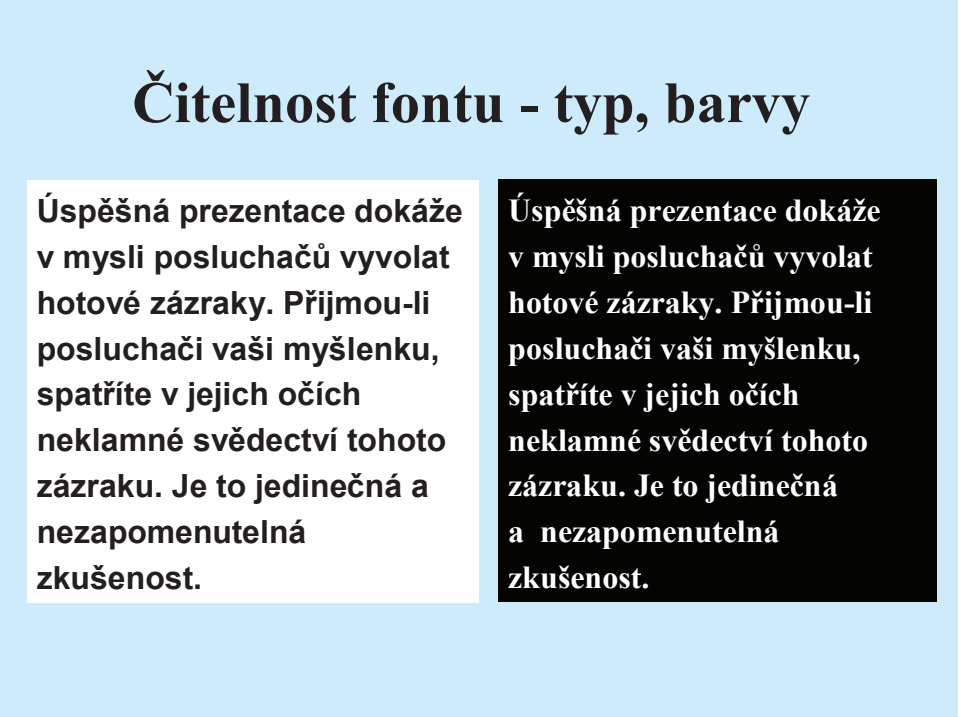
Technické poznámky k tvorbě prezentace:

- vidíme - věříme - rozumíme
- minimum informací na snímku (obsah snímku neslouží přednášejícímu k přečtení textu, ale pouze jako osnova doplněná např. obrázky, tabulkami, grafy, video ukázkami apod.). V této souvislosti musíme mít na mysli také čitelnost informací posluchači v závislosti na velikosti přednáškového sálu nebo učebny.



*Ukázka **čitelnosti** písma při projekci vzhledem k velikosti a řezu písma. V pravém sloupci je uvedena velikost písma nadpisu a běžného textu. Doporučené velikosti jsou označeny **červeně**.*

- jednoduchost (přemrštěné používání barev, animačních schémat, časování přechodů jednotlivých snímků, barevných schémat apod. zpravidla snižuje kvalitu prezentace),

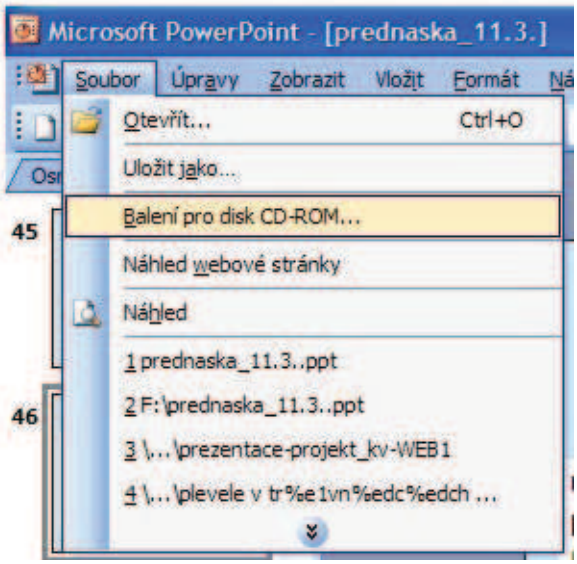


*Ukázka čitelnosti písma při projekci vzhledem k typu písma - **bezpatkové písmo x patkové písmo**. Vhodná kombinace: **nadpis patkovým písmem a ostatní text bezpatkovým**. Patkové písmo čteme chvíli déle, proto utkví zrak posluchačů déle na nadpisu a běžný text přečtou rychleji.*

*Je možné diskutovat o volbě tmavého/světlého pozadí a k němu světlého/tmavého písma. Vždy je však třeba zachovat **dostatečný kontrast, aby byl text dobře čitelný.***

- výběr barev (z psychologického pohledu má podle odborníků svůj dopad na vnímání informací; např. zelená – barva naděje, barva života, uklidňující s tím, čím světlejší, tím víc energičtější; modrá – konzervativní, zklidňující barva vyvolávající důvěru; žlutá – barva povzbuzující). Výběr vhodného pozadí snímků může celkově umocnit dojem z prezentace. Barevné složení snímků může mít jiný vzhled na pracovní ploše monitoru a poté na promítané ploše!)
- obsluha techniky (pro přednes je nutné mít alespoň základní zkušenosti z ovládání počítač ve spojení zpravidla s dataprojektorem – datová komunikace, dálkové ovládání prezentace včetně „infračerveného ukazovátka“),
- ovládání prezentace (Důležitým momentem je i skutečnost, zda připravenou prezentaci budete předvádět např. z vlastního počítače – pak zřejmě nevznikne problém se spuštěním prezentace. Pokud prezentaci přenášíme na flash disku nebo CD-ROM, pak bychom měli mít na paměti i skutečnost, že v jiném počítači nemusí být nainstalována aplikace, která vytvořenou prezentaci bude umět spustit a zobrazit. Tento problém se dá řešit několika způsoby (bez určení pořadí významu):

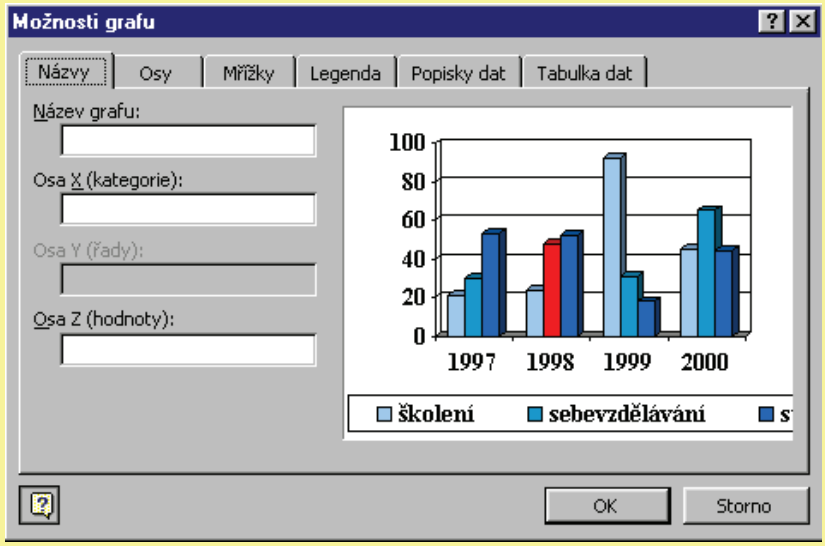
- ukládáme prezentaci v různých formátech (jako webovou stránku; ve formátu PDF, jednotlivé snímky ve formátu JPEG),
- aplikace MS Power Point umožňuje vytvoření tzv. balíčku pro disk CD (tj. způsob, který spolu s prezentací připojí i prohlížeč prezentací a pak přednášející není závislí na nainstalovaném softwaru (intuitivní průvodce udělá celou činnost za nás),
- společně s prezentací musíme přenést rovněž prohlížeč prezentací (lze jej získat např. na stránkách společnosti MICROSOFT),



- poznámky, tištěné podklady (Mají význam zejména v případě, že prezentaci vytváříme pro někoho jiného – vysvětlujeme pojmy, přístup k problému, zdroje informací, které patří pouze přednášejícímu apod.. Své opodstatnění poznámky naleznou i v případě, že prezentaci budeme používat za delší časový úsek.). Ukázkou je následující snímek s poznámkami:

Úprava grafu

- možnosti grafu



Poznámky:

Pomocí nabídek z Možnosti grafu můžeme ovlivnit
názvy - nadpis grafu a nadpisy os
osy
mřížky - čáry rovnoběžné s jednotlivými osami sloužícími k snadnějšímu odečítání hodnot v grafu
legenda - vysvětlivka barev datových řad
popisky dat - hodnoty, texty či procentuální vyjádření zobrazených dat
tabulka dat - tabulka dat, z níž je graf konstruován, může být také součástí grafu vloženého do snímku.

Vlastní prezentace – předvedení

Následující doporučení bychom měli brát jako celek, nikoliv jako jednotlivé poznámky.

- čas je vždy omezen (např. výukovou hodinou),
- orientace na hlavní části příspěvku (příliš často neodbočujeme od tématu „historkami ze života“),
- koordinace obrazové části a slovního doprovodu (v této souvislosti např. opět připomeňme „nevhodné“ časování přechodu snímků a nedostatečnou dovednost při ovládání techniky),

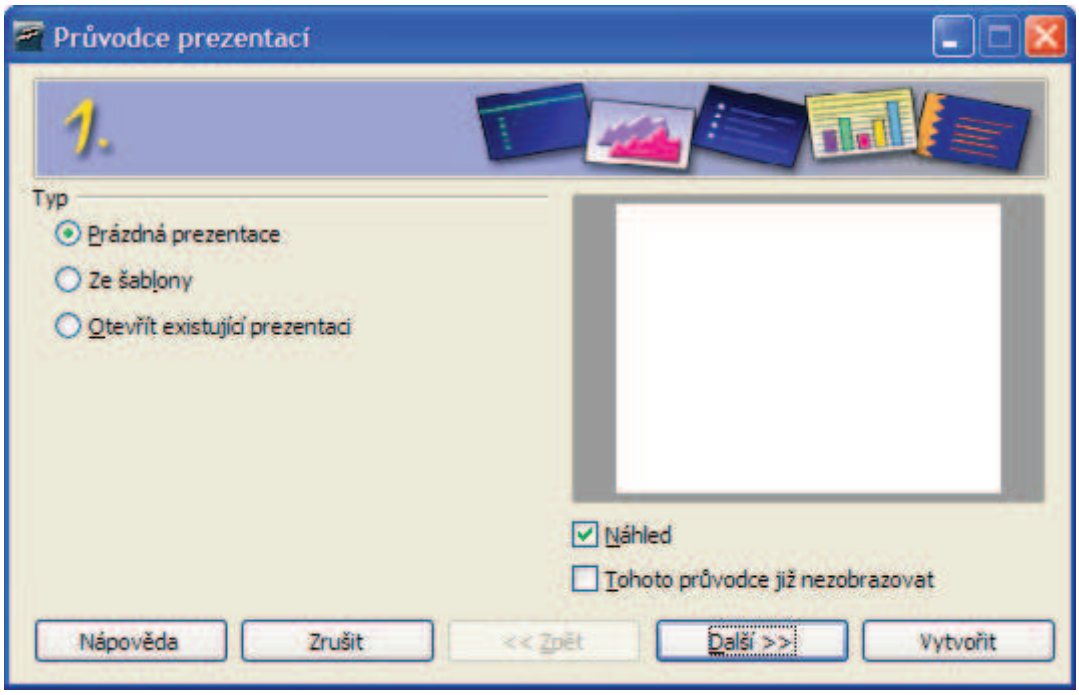
- úvod a závěr vždy zpaměti (obecně by prezentace ze strany přednášejícího neměla spočívat v předčítání obsahu jednotlivých snímků; v úvodu se snažíme navíc posluchače motivovat a zkoncentrovat),
- závěr: *nejen rozloučení a poděkování* (uvádíme kontakty na přednášející, odkazy na internet, e-mail apod.)
- zkouška (při prvních prezentacích v roli přednášejícího je to velmi důležitá etapa – měli bychom mít vyzkoušené: perfektní znalost obsahu a rozložení prezentace, ovládání techniky, „barevné sladění“ prezentace s prostředím (tj. barevná schémata, barevná pozadí snímků)),
- časový skluz, časová rezerva (i při „sebelepší“ přípravě musíme vědět, jak s časovým skluzem – co tedy mohu zkrátit (z důvodu hodnověrnosti se nedoporučuje plné vynechávání snímků a naopak, jak vyplnit čas v případě, že tempo bylo příliš rychlé). V této etapě jde vždy o zkušenosti.

Obecné zásady úspěšné prezentace

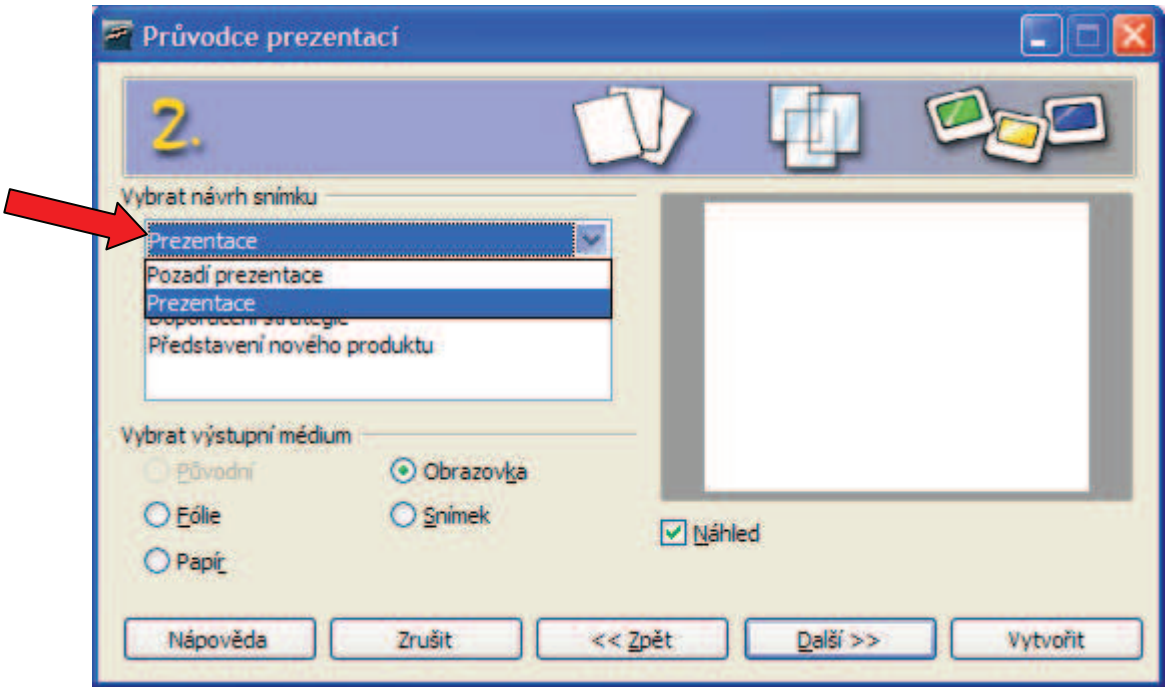
- ponechat si vlastní styl
- komunikace s posluchači (nestát zády k publiku)
    - zjistit charakter publika
    - přizpůsobit výrazové prostředky
    - chování posluchačů
    - přátelství, *ne* konfrontace
    - jsme omylní - omlouváme se
    - zapojení posluchačů do diskuse
    - klid + přehled
- vhodný styl (formálnost x neformálnost)
- vhodná gestikulace (důvěryhodnost, verbální a neverbální komunikace)
- sebeovládání (např. při neklidu při prezentaci ve velkém sále, v časové tísni nebo při časové rezervě)
- jak správně mluvit
    - co říkáme a jak to říkáme
    - modulace a kontrola hlasu
    - přirozený projev
    - nebojte se chvíli mlčet
    - ověření funkce mikrofonů

Základní postup pro vytvoření prezentace pomocí OpenOffice.org Impress je zachycen v následujících poznámkách a obrázcích:

- spustíme aplikaci **Start – Všechny programy – OpenOffice.org – OpenOffice.org Impress** (spustí se jednoduchý průvodce):

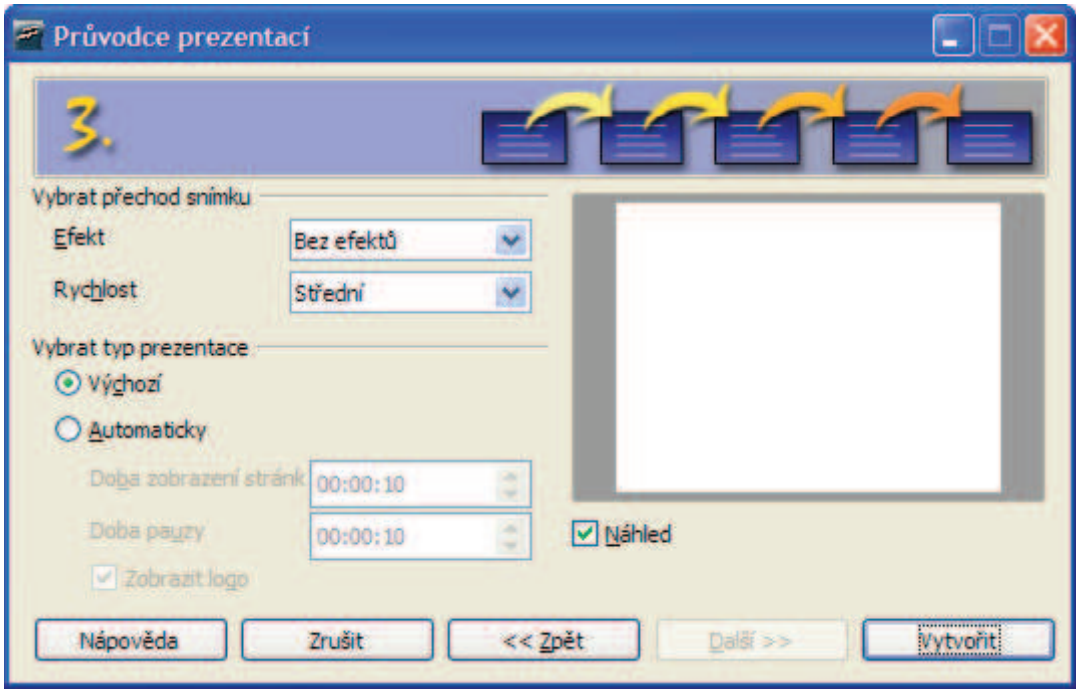


- vybereme jednu z možností (pozn. volbu **Otevřít existující prezentaci** využíváme např. v případě, že máme nějakou „oblíbenou“ prezentaci graficky propracovanou)

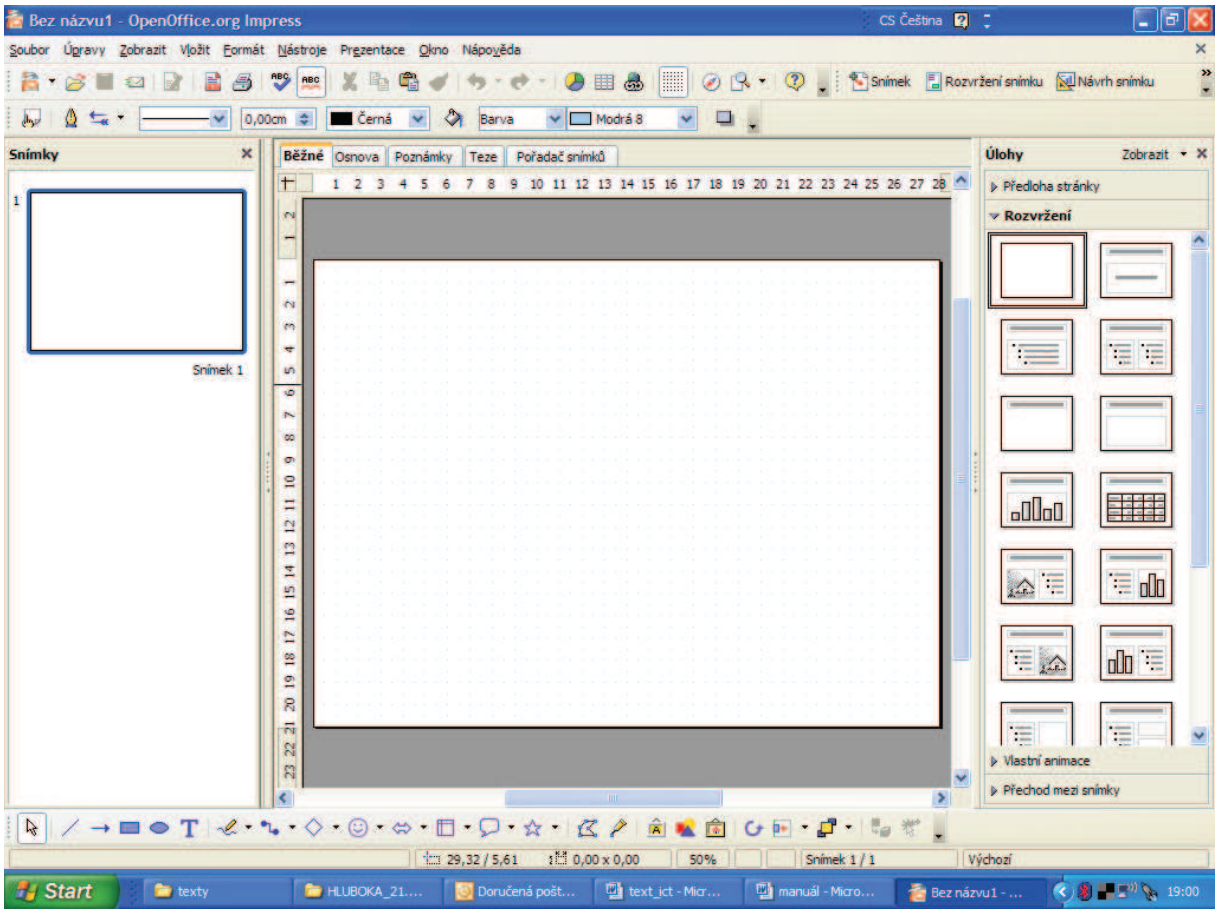


- vybereme **Pozadí prezentace** nebo typ **Prezentace** (jedno navržené schéma)

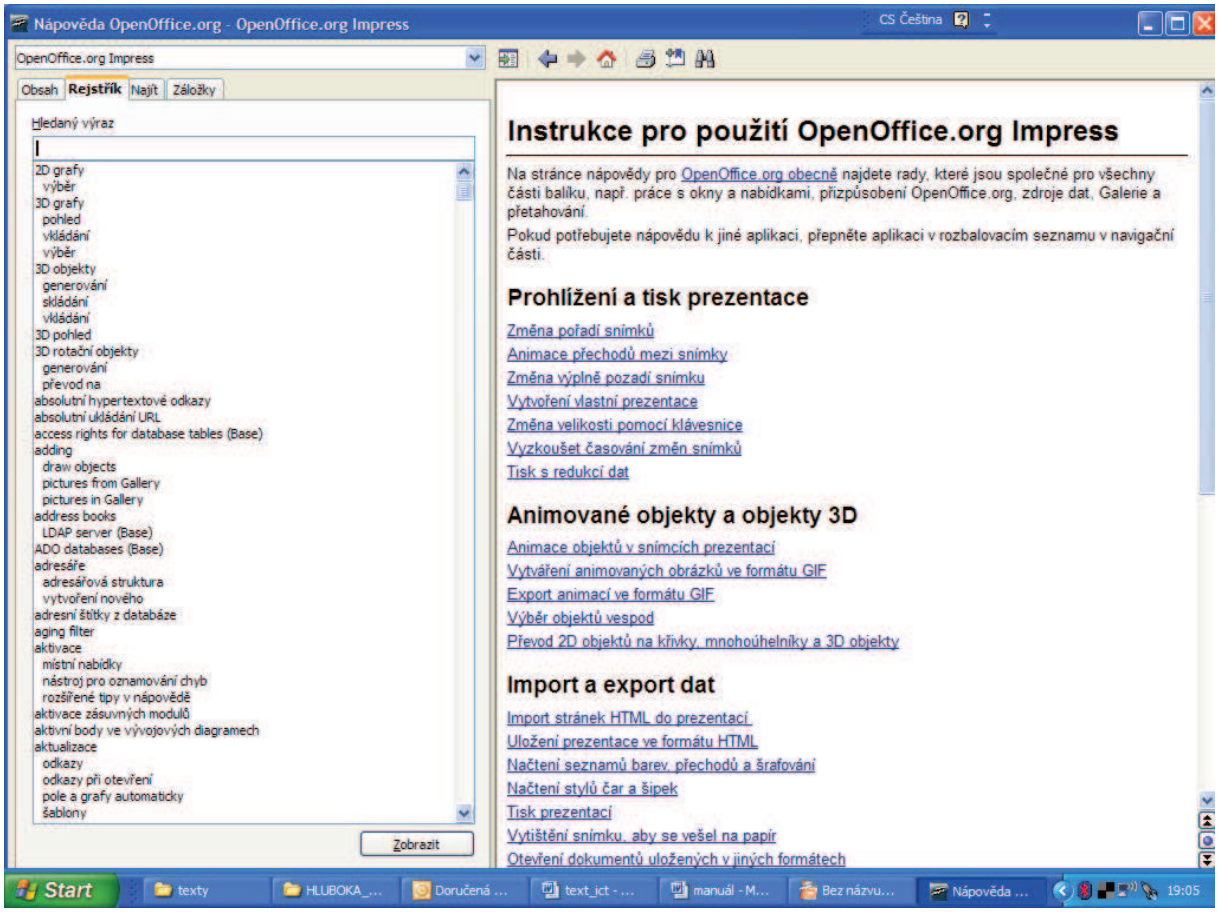
- ve 3. kroku průvodce můžeme nastavit časování přechodu snímků (v začátcích přeskakujeme toto nastavení – dá se ručně dopracovat jako vlastnost hotové prezentace) – stiskneme tlačítko Vytvořit:



- dostaneme se do prostředí OpenOffice.org. Impress



Pro další postup využijeme zkušeností z výuky nebo **Nápovědu OpenOffice.org Impress**:



Rovněž prezentace z výuky modulu ICT, která je k dispozici na internetových stránkách projektu nebo na výukovém CD-ROM, se může stát zdrojem inspirace uspořádání obsahu a doplňkových prvků – grafy, obrázky, tabulky apod.

10.5 Tvorba výukových materiálů a autorské právo

Ke konfliktu s autorským zákonem však ve výuce nemusí docházet jen v oblasti užívání programů, další možná mnohem složitější oblast se týká tvorby výukových materiálů a využití „cizích“ zdrojů v nich. Pokud se v současné době někdo chystá vytvořit jakýkoliv odborný text, pravděpodobně jeho práce začne hledáním informací v tištěných či elektronických pramenech, jejich setříděním a doplněním o vlastní myšlenky a nápady. Autorský zákon v této souvislosti povoluje použití výňatků z cizích děl, zároveň je však nutno dodržet „citační etiku“. Citacemi autor uvádí, z jakých pramenů čerpal, uvádí tak svou práci do souvislosti s již vytvořeným. Způsob, jak uvádět citace, předepisují normy ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690–2.

Porušení autorských práv tedy není, když ve svém díle citujeme v odůvodněné míře výňatky ze zveřejněných děl jiných autorů, když do svého vědeckého, kritického, odborného díla nebo do díla určeného k vyučovacím účelům zařadíme, pro objasnění jeho obsahu, drobná celá zveřejněná díla. Vždy je však nutno uvést jméno autora, nejde-li o dílo anonymní, nebo jméno osoby, pod jejímž jménem se dílo uvádí na veřejnost, a dále název díla a pramen. Rozhodně nepostačuje uvedení pramenu v seznamu použité literatury.

Také kopírování určitých částí učebních textů či materiálů z internetu je vymezeno autorským zákonem. Dle uvedeného zákona se za zneužití nepovažuje užití pro osobní potřebu. Výjimku tvoří zhotovení rozmnoženiny počítačového programu či elektronické databáze. Rozmnožování učebních textů z vydaných učebnic či textových materiálů z internetu pro potřeby žáků lze tedy považovat za porušení autorských práv vydavatele či autorů dotčeného díla, nemá-li poskytovatel těchto služeb předchozí souhlas. Autorský zákon rozlišuje mezi užitím děl pro osobní potřebu a užitím veřejným, o které jde ve všech ostatních případech. Podrobnější informace o aplikaci autorského práva na podmínky výukových textů najdete přímo ve znění autorského zákona. Míra počítačového pirátství rychle roste s vysokorychlostním přístupem k internetu. Úplné znění autorského zákona lze nalézt na adrese: http://www.mvcr.cz/sbirka/2006/sb126-06.pdf.

Před dalším publikováním dat z internetu (např. texty, tabulky, obrázky …) je nutné zjistit „podmínky šiřitelnosti a volného použití“ z daného serveru. Můžeme se setkat např. s texty:

1) *„Tento soubor (materiál) ke stažení podléhá licenčním omezením, nebo skutečnostem, které jsou uvedeny níže. Pokud s uvedenými skutečnostmi nesouhlasíte stiskněte prosím odkaz* ***nesouhlasím****, které Vás vrátí na předchozí stránku. V opačném případě stiskem odkazu* ***souhlasím*** *dáváte plný souhlas se zněním licenčních omezení a porušením těchto ustanovení se vystavujete možnému trestnímu stíhání ze strany poskytovatele této aplikace. Poskytovatel Vás ujišťuje, že na materiál, který je přístupný pod tlačítkem souhlasím má plné právo v souladu s autorským zákonem.“*

2) na serveru www.agronavigator.cz se můžeme setkat s ujednáním*: „ÚZPI si vyhrazuje veškerá práva k obsahu těchto stránek. Další šíření obsahu ze zdrojů ÚZPI je bez uvedení zdroje (Agronavigátor ÚZPI) zakázáno – 2007“*.

Jednou z důležitých věcí souvisejících s nárůstem informačních zdrojů na internetu a jejich využíváním pro profesionální práci a pro studium se stala otázka, jak mají být elektronické zdroje citovány v odborné literatuře. Stále častěji se totiž bude stávat, že informace budou uživatelům známy (a to i tehdy, budou-li rovněž vydány tradičním způsobem – tiskem) pouze prostřednictvím elektronických verzí, neboť elektronické šíření informací usnadňuje jejich dostupnost.

V současnosti již existuje mezinárodní norma ISO 690-2, která problematiku citování elektronických informačních zdrojů řeší. Zabývá se specifikací datových prvků a jejich předepsaným pořadím v bibliografických odkazech na dokumenty.

11 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

(Bc. Milan Jandourek)

Odborně způsobilá osoba pro BOZP
Podle §9 zákona č. 309/2006 Sb.:

1) zaměstnavatel je povinen zajišťovat a provádět úkoly v hodnocení a prevenci rizik možného ohrožení života nebo zdraví zaměstnance
2) zaměstnavatel může sám zajišťovat plnění úkolů v prevenci rizik, je-li k tomu způsobilý nebo odborně způsobilý v případech a za podmínek uvedených dále v odstavci 3 písm. a) a b), jinak je povinen zajistit tyto úkoly odborně způsobilou osobou (způsobilý zaměstnanec nebo způsobilá fyzická osoba)
3) Zaměstnává-li zaměstnavatel:
    a) nejvýše **25 zaměstnanců**, může zajišťovat úkoly v prevenci rizik sám, má-li k tomu potřebné znalosti
    b) **26 až 500 zaměstnanců**, může zajišťovat úkoly v prevenci rizik sám, je-li k tomu odborně způsobilý, nebo odborně způsobilou osobou
    c) **více než 500 zaměstnanců**, zajišťuje úkoly v prevenci rizik vždy odborně způsobilou osobou

Podle zákona č. 455/1991 Sb. ve znění zákona č. 358/2005 Sb.

- odborně způsobilá osoba pro BOZP je podle §23 a §24 živnost vázaná
- podmínkou je středoškolské vzdělání a 3 roky praxe v oblasti bezpečnosti práce nebo ochrany zdraví při práci
- název živnosti dle zákona:

„**Poskytování služeb v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci**“

Vyhledávání a eliminace rizik

Podle §102 zákona č. 262/2006 Sb. je zaměstnavatel povinen:

- soustavně vyhledávat nebezpečné činitele a procesy pracovního prostředí a pracovních podmínek, zjišťovat jejich příčiny a zdroje
- na základě tohoto zjištění vyhledávat a hodnotit rizika a přijímat opatření k jejich odstranění
- není-li možné rizika odstranit, je zaměstnavatel povinen je vyhodnotit a přijmout opatření k omezení jejich působení
- přijímat opatření pro případ zdolávání mimořádných událostí, jako jsou havárie, požáry,…

Podle zákona 251/2005 Sb., O inspekci práce, za nedodržení:

- informační povinnosti stanovené v § 101 zákoníku práce lze uložit pokutu až do výše 300 000 Kč
- zajištění bezpečnosti fyzických osob, zdržujících se s jejím vědomím na jejích pracovištích až 1 000 000 Kč
- úhrady nákladů spojených se zajišťováním bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a přenesení jich na zaměstnance až 2 000 000 Kč
- opatření proti opakování pracovních úrazů až 2 000 000 Kč

Kategorizace prací

- zaměstnavatel je povinen dle zákona č. 258/2000 ve znění změn a doplňků, o ochraně veřejného zdraví, § 37, provést kategorizaci prací
- příloha č. 1 k vyhlášce č. 432/2003 Sb. Ministerstva zdravotnictví stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií
- posuzují se ukazatele a stanoví se kategorie I – IV pro:

- PRACH
- CHEMICKÉ LÁTKY, KARCINOGENY, MUTAGENY
- HLUK
- VIBRACE
- NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ A MAGNETICKÉ POLE
- FYZICKÁ ZÁTĚŽ
- PRACOVNÍ POLOHA
- ZÁTĚŽ TEPLEM
- ZÁTĚŽ CHLADEM
- PSYCHICKÁ ZÁTĚŽ
- ZRAKOVÁ ZÁTĚŽ
- PRÁCE S BIOLOGICKÝMI ČINITELI
- PRÁCE VE ZVÝŠENÉM TLAKU VZDUCHU

Pracoviště a pracovní prostředí

Podle § 2 zákona č. 262/2006 Sb.:

- ❑ zaměstnavatel je povinen zajistit, aby pracoviště byla prostorově a konstrukčně uspořádána a vybavena tak, aby pracovní podmínky pro zaměstnance z hlediska BOZP odpovídaly bezpečnostním a hygienickým požadavkům na pracovní prostředí a pracoviště

například aby:

- ❑ místnosti pro práci, chodby, schodiště a jiné komunikace měly stanovené rozměry a povrch a byly vybaveny pro činnosti zde vykonávané
- ❑ pracoviště byla řádně osvětlená, pokud možno denním světlem, měla stanovené mikroklimatické podmínky, zejména pokud jde o objem vzduchu, větrání, vlhkost, teplotu a zásobování vodou
- ❑ prostory pro osobní hygienu, převlékání, odkládání osobních věcí, odpočinek a stravování zaměstnanců, měly stanovené rozměry, provedení a vybavení
- ❑ nouzové východy a dopravní komunikace byly stále volné

Školící směrnice

= dokumenty vyplývající z povinnosti zaměstnavatele seznámit zaměstnance s:

- ❑ právními a ostatními předpisy k zajištění BOZP, které se vztahují k jejich činnosti - § 349, č. 262/2006 Sb.
- ❑ pracovními riziky a opatřeními na ochranu před působením rizik - § 106, č. 262/2006 Sb.
- ❑ organizací práce a pracovními postupy - §5, č. 309/2006 Sb.)

Podle zákona 251/2005 Sb., O inspekci práce, za nedodržení:

- ❑ zákona a zaměstnávání mladistvých zaměstnanců pracemi, při nichž jsou vystaveni zvýšenému nebezpečí úrazu nebo při jejichž výkonu by mohli vážně ohrozit bezpečnost a zdraví ostatních zaměstnanců nebo jiných fyzických osob lze uložit pokutu až do výše až 2 000 000 Kč
- ❑ přiměřenosti prací mladistvých zaměstnanců v rozporu s § 165 zákoníku práce až 1 000 000 Kč

Organizační směrnice

Zaměstnavatel je povinen na základě místních pracovních podmínek řádně a prokazatelně ošetřit pravidla pro aplikaci předpisů souvisejících s BOZP. K tomuto účelu vytváří interní „organizační směrnice“, či pokyn ošetřující zejména:

- práce a pracoviště, které jsou zakázány těhotným ženám, kojícím ženám, matkám do konce devátého měsíce po porodu a mladistvým (vyhl. č. 288/2003 Sb.)
- rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čistících a desinfekčních prostředků (NV č. 495/2001 Sb.)
- rozsah poskytování ochranných nápojů (NV č. 178/2001 Sb.)
- zákaz kouření na pracovištích stanoveného zvláštními právními předpisy (z. č. 379/05 Sb.)
- rozsah lékařských prohlídek a specifických školení
- rozsah kontrol a revizí

Doklady o školení zaměstnanců

Podle zákona § 103 č. 262/2006 Sb.

- o školeních, informacích a pokynech pro zaměstnance musí být zaměstnavatelem vedena dokumentace

Povinná školení:

- vstupní - § 103 č. 262/2006 Sb.
- pravidelná - § 103 č. 262/2006 Sb.
- specializovaná - zvláštní předpisy: z. č. 247/2000 Sb., z. č. 50/1978 Sb., z. č. 91/1993 Sb., atd.

Zajištění závodní lékařské péče

Podle ustanovení § 40 zákona č. 20/1966 Sb.:

- organizace je povinna zajistit pro své zaměstnance závodní preventivní péči
- zaměstnavatel je povinen informovat zaměstnance o zařízení závodní preventivní péče, zejména při přijetí zaměstnance

Úkoly závodních lékařů (§ 35a zákona č. 20/1966 Sb.)**:**

- zařízení závodní preventivní péče, provádějí odbornou poradní činnost v otázkách ochrany a podpory zdraví a sociální pohody zaměstnanců
- pravidelně kontrolují pracoviště podniků
- zjišťují vlivy práce a pracovních podmínek na člověka při práci
- vykonávají preventivní lékařské prohlídky zaměstnanců – vstupní, průběžné a výstupní (i v zákoně č. 361/2000 Sb., č. 49/1967 ad.)
- zajišťují poskytnutí první pomoci zaměstnancům
- spolupracují příslušným orgánem ochrany veřejného zdraví a podílejí se na výcviku a výchově v oblasti ochrany a podpory zdraví

Podle zákona 251/2005 Sb., O inspekci práce, za nedodržení:

- předpisů k zajištění a výkonu závodní preventivní péče v rozsahu §82 odst. 2 písm. n) lze uložit pokutu až do výše 2 000 000 Kč (§92 odst. 1 zák. č. 258/2000 Sb.)

Doklady o lékařských prohlídkách

- zaměstnavatel je povinen doložit doklady o zdravotní způsobilosti k práci svých zaměstnanců. (dle směrnice min. zdr. č. 49/1967)

Lékařský posudek by měl obsahovat:

- jméno, příjmení zaměstnance

- rodné číslo
- trvalé bydliště
- zdravotní pojišťovnu zaměstnance
- pracovní zařazení
- stručný popis činnosti zaměstnance
- stručný popis pracovních podmínek
- iniciály zaměstnavatele,datum
- „dotaz na lékaře“
- jednoznačnou odpověď lékaře (ano x ne, schopen x neschopen)
- datum, razítko a podpis lékaře
- (možné je i ujednání o tom, kdo hradí prohlídku)

- o všech zraněních při práci a pracovních úrazech musí být vedena předepsaná evidence a dokumentace (kniha úrazů, záznam o úrazu); podmínky stanoví **nařízení vlády č. 495/2001 Sb.**
- záznam v knize úrazů a drobných poranění musí být takový, aby nezúčastněná osoba byla schopná podle něho kdykoli sepsat kvalifikovaný záznam o úrazu

- i záznam o drobném poranění musí obsahovat:
  1) jméno, příjmení, datum, narození
  2) druh vykonávané práce
  3) čas kdy došlo k úrazu, hodina, den, měsíc, rok
  4) druh zranění nebo poškození - zraněná část těla
  5) místo, kde k úrazu došlo
  6) stručný popis úrazu
  7) byl úraz způsoben (ovlivněn) jinou osobou (uveďte jméno)
  8) záznam provedl, podpis

Kniha úrazů

Podle § 105 zákona č. 362/2006 Sb. vede zaměstnavatel v knize úrazů evidenci o všech úrazech, i když jimi nebyla způsobena pracovní neschopnost nebo byla způsobena pracovní neschopnost nepřesahující 3 kalendářní dny

Podle Nařízení vlády č.494/2001 Sb. vede zaměstnavatel evidenci v knize úrazů tak, aby obsahovala všechny údaje potřebné k sepsání záznamu o úrazu

- i záznam o drobném poranění musí obsahovat:
  1) jméno, příjmení, datum, narození
  2) druh vykonávané práce
  3) čas kdy došlo k úrazu, hodina, den, měsíc, rok
  4) druh zranění nebo poškození - zraněná část těla
  5) místo, kde k úrazu došlo
  6) stručný popis úrazu
  7) byl úraz způsoben (ovlivněn) jinou osobou (uveďte jméno)
  8) záznam provedl, podpis

Vedení a zasílání záznamů o úrazů

Podle § 105 zákona č. 262/2006 Sb. a nařízení vlády č. 494/2001 Sb. má zaměstnavatel povinnost:

- **oznámit** a sepsat záznam o úrazu nejpozději do 5 pracovních dnů po oznámení
  - organizační jednotce příslušné pojišťovny, u které je zaměstnavatel pojištěn pro případ své odpovědnosti za škodu při pracovním úrazu

- organizace do 25 zaměstnanců místně příslušné OSSZ

- pracovního úrazu a **zaslat** do 5. dne měsíce následujícího
  - příslušnému oblastnímu inspektorátu práce
  - příslušné zdravotní pojišťovně zaměstnance
- je stanoven způsob evidence, hlášení a zasílání záznamu o úrazu

Podle zákona 251/05 Sb. O inspekci práce, za nedodržení:

- vyšetření příčiny a okolnosti pracovního úrazu lze uložit pokutu až 1 000 000 Kč
- vyhotovení záznamu o pracovním úrazu nebo nevedení dokumentace ve stanoveném rozsahu až 1 000 000 Kč
- předání vyhotovení záznamu o pracovním úrazu postiženému a v případě smrtelného pracovního úrazu jeho rodinným příslušníkům až 400 000 Kč
- vedení evidence o pracovních úrazech ve stanoveném rozsahu až 400 000 Kč
- ohlášení pracovního úrazu a nezaslání záznamu o něm stanoveným orgánům a institucím až 400 000 Kč

Lékárničky

- každý zaměstnavatel má zákonnou povinnost (Zákoník práce) přijímat opatření pro případy poskytování první pomoci, **neexistuje však předpis, který by vybavení lékárniček stanovoval**
- vybavení lékárniček by mělo odrážet rizika vznikající při pracovní činnosti na pracovišti firmy
- vybavování lékárniček je nutno konzultovat s příslušným lékařem závodní preventivní péče, který podle konkrétních podmínek na pracovišti stanoví rozsah vybavení lékárničky

Zákonné pojištění

Podle vyhlášky 125/1993 Sb.:

- pojištění pro případ své odpovědnosti za škodu při pracovním úrazu nebo nemoci z povolání
- zaměstnavatelé jsou pojištěni:
  - u České pojišťovny, a.s., ti zaměstnavatelé, kteří s ní měly sjednáno toto pojištění k 31. prosinci 1992
  - u Kooperativy, pojišťovny, a. s., ostatní zaměstnavatelé

Dokumentace o OOPP

Podle zákoníku práce §104 je zaměstnavatel povinen:

- poskytnout zaměstnancům osobní ochranné pracovní prostředky, není-li možné rizika odstranit nebo dostatečně omezit
- poskytovat zaměstnancům mycí, čisticí a dezinfekční prostředky na základě rozsahu znečištění kůže a oděvu
- udržovat osobní ochranné pracovní prostředky v použitelném stavu a kontrolovat jejich používání
- osobní ochranné pracovní prostředky, mycí, čisticí a dezinfekční prostředky a ochranné nápoje poskytne zaměstnavatel zaměstnanci bezplatně podle vlastního seznamu zpracovaného na základě vyhodnocení rizik a konkrétních podmínek práce
- poskytování osobních ochranných pracovních prostředků nesmí zaměstnavatel nahrazovat finančním plněním

Podle §3 nařízení vlády č. 495/2001 Sb., musí ochranné prostředky:

- ❑ být po dobu používání účinné proti vyskytujícím se rizikům a jejich používání nesmí představovat další riziko (zaměstnavatel musí prokázat, že daná pomůcka má potřebné ochranné vlastnosti)
- ❑ odpovídat podmínkám na pracovišti
- ❑ být přizpůsobeny fyzickým předpokladům jednotlivých zaměstnanců
- ❑ respektovat ergonomické požadavky a zdravotní stav zaměstnanců

Podle zákona 251/05 Sb. O inspekci práce, za nedodržení:

- ❑ zajišťování bezpečnosti práce stanovené v § 104 zákoníku práce lze uložit pokutu až 2 000 000 Kč
- ❑ bezplatnosti osobních ochranných pracovních prostředků, pracovních oděvů a obuvi, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků nebo ochranných nápojů až 1 000 000 Kč
- ❑ povinnosti udržovat osobní ochranné pracovní prostředky v použivatelném stavu nebo nekontroluje jejich používání až 2 000 000 Kč

Bezpečnostní listy k chem. prostředkům

- ❑ zaměstnavatel je povinen v rámci vyhledávání rizik posoudit i rizika spojená s prací s chemickými přípravky a chemickými látkami
- ❑ tomuto účelu slouží Bezpečnostní listy, které musí na vyžádání dodat prodejce

Podle přílohy vyhlášky č. 231/2004 Sb.:

- ❑ v bezpečnostním listu jsou veškeré další informace, které výrobce nebo dovozce považuje za důležité z hlediska ochrany zdraví a bezpečnosti uživatele a z hlediska ochrany životního prostředí

Dokumentace k tech. zařízením

Podle nařízení vlády č. 378/2001 Sb. §2 e):

- ❑ zaměstnavatel je povinen mít soubor dokumentů obsahujících návod výrobce pro montáž, manipulaci, opravy, údržbu, výchozí a následné pravidelné kontroly a revize zařízení, jakož i pokyny pro případnou výměnu nebo změnu částí zařízení
- ❑ s těmito dokumenty musí být prokazatelně seznámeni zaměstnanci, kteří s daným zařízením přijdou do styku

Revize vyhrazených zařízení

Podle vyhlášky č. 19/1979 Sb. § 7:

- ❑ organizace je povinna soustavně ověřovat revizemi a revizními zkouškami další provozní způsobilost zařízení, rozsah a úplnost dokumentace
- ❑ tyto revize a revizní zkoušky se provádějí v rozsahu a ve lhůtách předepsaných technickými normami, popřípadě technickými podmínkami výrobní organizace
- ❑ vyhrazená zařízení jsou např.:
  - elektrická - nařízení vlády č. 378/2001 Sb.
  - zdvihací - vyhláška č. 19/1979 Sb.
  - tlaková - vyhl. ČÚBP a ČBÚ č. 18/1979 Sb.
  - plynová

Podle zákona 251/05 Sb. O inspekci práce, za nedodržení:

- ❑ povinnosti při zajištění řádného stavu používaných výrobních a pracovních prostředků a zařízení stanovené v § 134a zákoníku práce lze uložit pokutu až do výše až 1 000 000 Kč
- ❑ určené lhůty pro odstranění závad zjištěných při kontrole až 1 000 000 Kč

Skladové hospodářství

Podle nařízení vlády č. 101/2005 Sb.:

- sklady musí svým provedením, vybavením a uspořádáním odpovídat druhu skladovaných materiálů
- regály musí být trvale označeny štítky s uvedením největší nosnosti buňky a s počtem buněk ve sloupci (tyto údaje musí odpovídat informaci od výrobce regálu)
- materiál, popřípadě předměty musí být skladovány tak, aby se při odebírání nebo při delším skladování nemohly sesunout a aby nevyvíjely tlak na příčky, podpěry, zdivo ani na jiné části budov, pokud tyto části nejsou k tomu přizpůsobeny
- k řádnému zajištění chodu skladu zaměstnavatel vydává pokyn „Provozní řád skladu“

Dle normy ČSN 26 9030 zaměstnavatel vydá pokyn k řádnému provozování regálových zařízení a pravidelné kontrole regálů.

Autodoprava

Povinnost zúčastnit se školení řidičů a přezkoušení jejich znalostí vychází především z následujících právních předpisů:

- ze zákona č. 247/2000 Sb., o získávání a zdokonalování odborné způsobilosti k řízení motorových vozidel o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcí vyhlášky
- ze zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, ve znění pozdějších předpisů

Podle zákona č. 111/1994 Sb., §3, odstavce 1, písm. d):

- školení provádí odborně způsobilá osoba
- o školení a ověření znalostí musí být vedena dokumentace podle zákona č. 247/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Podle zákona 361/2000 Sb., § 6:

- zaměstnanci, ale i ostatní osoby, které řídí motorová vozidla uvedená v § 48 z. č. 247/2000 Sb. jsou povinni mít při řízení u sebe osvědčení profesní způsobilosti řidiče

Podle zákona 247/2000 Sb.:

- povinnost absolvování zdokonalovacího školení je 1x ročně v rozsahu 16 hodin
- 1x za 3 roky přezkoušení

Podle zákona 251/2005 Sb. O inspekci práce, za nedodržení:

- povinnosti týkající se organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při provozování dopravy dopravními prostředky lze uložit pokutu až do výše 1 000 000 Kč

Bezpečnostní značky a signály

Podle §6 zákona č. 309/2006 Sb.:

- na pracovištích, na kterých jsou vykonávány práce, při nichž může dojít k poškození zdraví, je zaměstnavatel povinen umístit bezpečnostní značky a značení a zavést signály, které poskytují informace nebo instrukce týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, a seznámit s nimi zaměstnance.
- bezpečnostní značky a signály mohou být zejména obrazové, zvukové nebo světelné
- vzhled, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů stanoví nařízení vlády 11/2001 Sb.

Podle zákona 251/20005 Sb. O inspekci práce, za nedodržení:

- umístění bezpečnostní značky nebo nezavedení signálů lze uložit pokutu až 2 000 000 Kč

Pracovně právní otázky

Problematické body:

- pracovní smlouva
- evidence pracovní doby
- evidence přestávek
- evidence přesčasové práce
- rozvázání pracovního poměru

Odpadové hospodářství

Podle zákona o odpadech č.185/2001 Sb.:

- SEPARACE ODPADŮ
- MÍSTA PRO SHROMAŽDOVÁNÍ ODPADŮ
- VYUŽITÍ ZPĚTNÉHO ODBĚRU
- PŘEDÁVÁNÍ OPRÁVNĚNÝM OSOBÁM
- EVIDENCE ODPADŮ
- POVOLENÍ K NAKLÁDÁNÍ S NEBEZPEČNÝMI ODPADY
- HLÁŠENÍ

12 OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

Obr. 1 Mezinápravová rotační sekačka se sběrem středovým tunelem

Obr. 2 Rotační vpředu nesená sekačka moderní konstrukce s kompletně hydraulickým pohonem

Obr. 3 Výkonná rotační sekačka velkých ploch záběr 500 cm

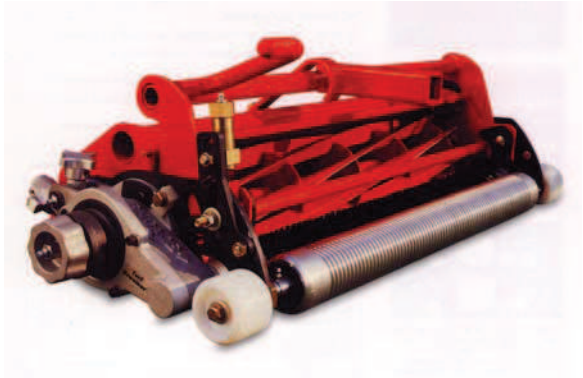
Obr. 4 Tříčlánková rotační sekačka se zadními opěrnými válci

Obr. 5 Pětičlánková rotační sekačka se zadními opěrnými válci

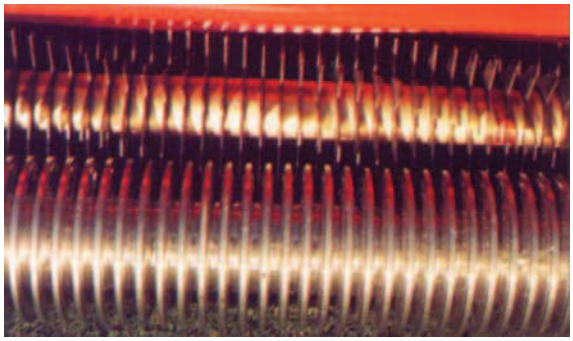
Obr. 6 Tažený vertikutátor se sběrem rostlinných zbytků může sloužit i jako cepová sekačka

Obr. 7 Cepová sekačka se sběrem

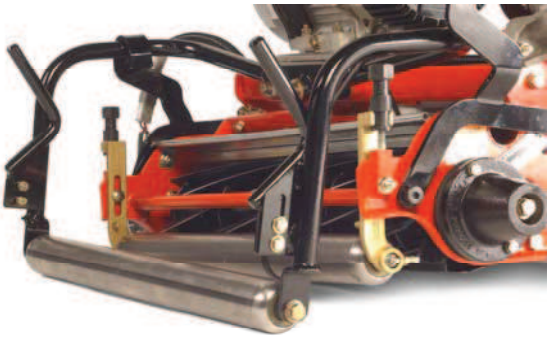
Obr. 8 Nový způsob uchycení spodních nožů pomocí permanentních magnetů



Obr. 9 Vřeteno s Turfgroomerem pro 3D sekání greenů



Obr. 9a Detailní záběr Turfgroomeru pro 3D sekání



Obr. 10 ECLIPSE – plně plovoucí vřeteno a hybridní pohon

Obr. 11 Jednovřetenová sekačka fotbalových trávníků

Obr. 11a Elektrická sekačka jednovřetenová E-walk

Obr. 12 Plně elektrická třívřetenová sekačka greenů

Obr. 13 Pětivřetenová sekačka drah s nasazenými sběrači trávy

13a Třívřetenová sekačka greenů se sběrači

Obr. 14 Výkonná sedmivřetenová sekačka se záběrem 400 cm

Obr. 15 Sestava vlečných řemen, pohon hydraulikou

Obr. 16 Systém regeneračních kazet pro greenovou sekačku

Obr. 17 Vertikutace velkých ploch taženým strojem

Obr. 18 Valivý aerifikátor

Obr. 19 Ručně vedený aerifikátor

Obr. 20 Aerifikace dutými hroty

Obr. 20a Sběr půdních zátek po aerifikaci dutými hroty

Obr. 21 Hloubkové uvolnění greenu

Obr. 21a Verti-Drain při aerifikaci plnými hroty ihned po zapískování

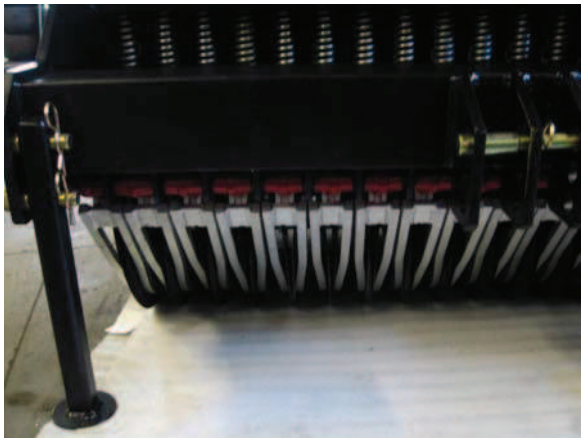
Obr. 22 Kartáčový pískovač v akci

Obr. 23 Diskový pískovač v akci

Obr. 23a Využití diskového pískovače drah na doplnění písku do bunkerů

Obr. 24 Samonakládací pískovač

Obr. 25 Hrotová sečka s dvěma válci, až 2000 otvorů na m^2



Obr. 26 Secí mechanismus přesné diskové sečky

Obr. 27 Postřikovač nesený na univerzálním vozíku

Obr. 28 Hubicové rozmetadlo hnojiv nesené na vozíku

Obr. 29 Příklad slupovače drnů – firma RYAN

Obr. 30 Špičková sekačka golfových drah, na snímku je dobře vidět členění tří výšek sekání dráhy, semirafu a rafu

Obr. 31 Měření utužení půdy penetrometrem

Obr. 32 Snadný přístup ke všem částem stroje je důležitý pro rychlou a efektivní údržbu

Obr. 33 Bílé Karpaty – příklad sloučení přírody a lidské činnosti

Obr. 34 Celkový krajinářský výstup je vždy výsledkem práce více odborných pracovníků

Obr. 35 Veškeré dokonalé tvary, barvy, přizpůsobení rostlin a živočichů abnormálním podmínkám vychází z přírody a jejich zákonů

Obr. 36 Abstraktní tvary, snové vize, jiné prostory - tím vším nás může inspirovat umění

Obr. 37 Každý z nás vnímáme krajinu zcela jinak

Obr. 38 Pro tvorbu krajiny je také velmi důležité znát její příběhy, legendy a pověsti

Obr. 39 Pochopit náboženství, či duchovní život lidí v daném okolí znamená tuto krajinu z 50% poznat

Obr. 40 Krajina silně pozměněná civilizačními zásahy – antropogenizovaná - zde převažuje TVORBA KRAJINY

Obr. 41 Krajina s vyrovnaným vztahem mezi člověkem a přírodou – harmonická - zde se uplatňuje OCHRANA A TVORBA KRAJINY

Obr. 42 Krajina s nevýraznými civilizačními zásahy – relativně přírodní – zde převažuje OCHRANA KRAJINY

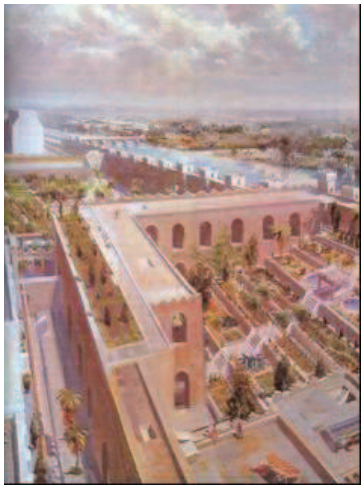
Obr. 43 Krajina bez civilizačních zásahů – přírodní – tato krajina v našich podmínkách téměř neexistuje

Obr. 44 Za první a nejstarší architektonické dílo člověka v krajině můžeme považovat cestu

Obr. 45 Později se směr cesty rozšiřuje o další prvek – BOD POSVÁTNOSTI (bohové, přírodní živly)

Obr. 46 Stonehange 1800 p.ř.n.l. zasvědcený kultu slunce, je výrazem organizovaného lidu sžitého s prostředím

Obr. 47 Kamenné aleje v Carnaku (Francie), délka 1km - MENHIRY



Obr. 48 Visuté zahrady královny Semiramis

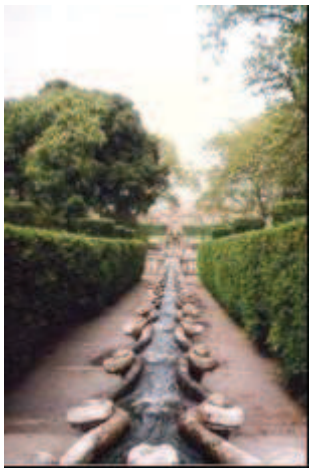
Obr. 49 Četné stavby divadel, chrámů a hrobek vypovídají o velkém citu Řeků vhodně umístit stavbu do krajiny a respektovat její morfologii

0br. 50 Hadriánova vila

Obr. 51 Ve středověku vznikají kláštěrní zahrady a rajské dvory

Obr. 52 Renesanční zahrada v Bučovicích

Obr. 53 a Obr. 54 Tepelsko – pozůstatky barokních krajinných úprav



Obr. 55 Prvky barokní zahrady

Obr. 56 Versailles

Obr. 56 Příklady anglického parku v Evropě: Stowe (Anglie)

Obr. 57 Příklady anglického parku u nás: Lednice

Obr. 58 Park 19. stol Plzeň

Obr. 59 Park 19. stol Mariánské Lázně

Obr. 60 Park 19. stol Brno

Obr. 61 Modrní Citroen park v Paříži

0br. 62 Central park v Ney Yorku

Obr. 63 a Obr. 64 Arboretum Brno

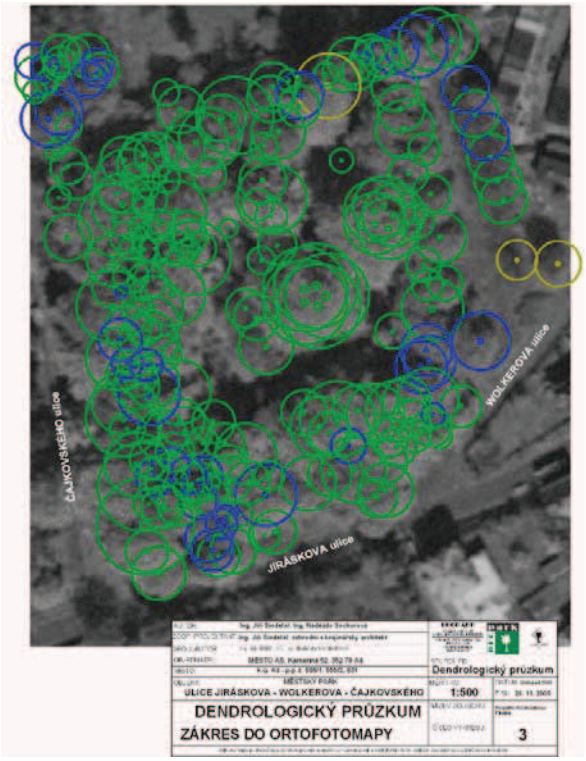
Obr. 65, Obr. 66 a Obr. 67 Park ve všech svých variantách a formách

Obr. 68 a Obr. 69 Sbírkové a botanické zahrady

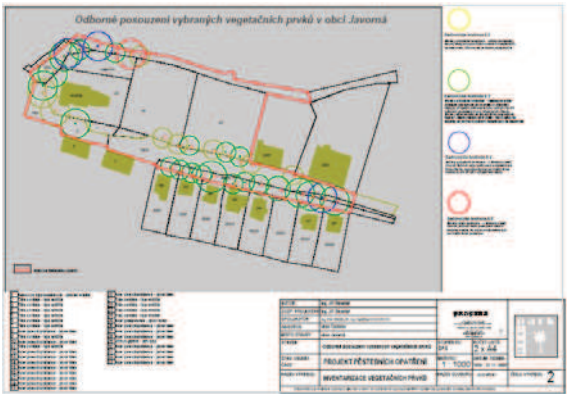
Obr. 70 Ostrov nad Ohří

Obr. 71 Valeč

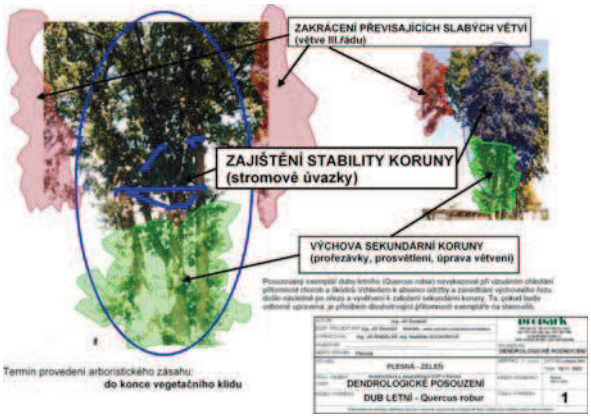
Obr. 72 a Obr. 73 Bečov nad Teplou



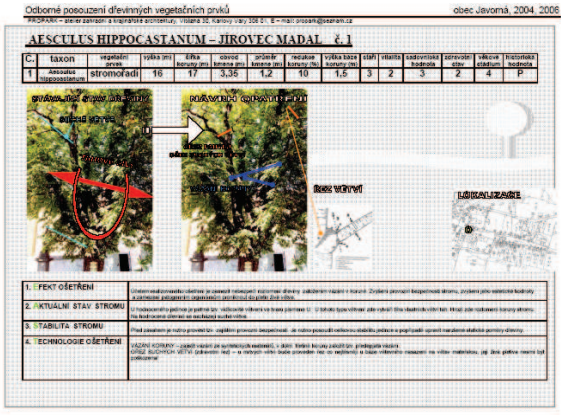
Obr. 74 Příklad inventarizace sadovnických hodnot (SH) v barevné variantě



Obr. 75 Příklad inventarizace sadovnických hodnot (SH) v barevné variantě



Obr. 76 Příklad posouzení pěstebního stavu dřeviny a návrh pěstebních opatření



Obr. 77 Příklad posouzení pěstebního stavu dřeviny a návrh pěstebních opatření

Obr. 78 Typický rod Tulipa

Obr. 79 Typický rod Narcissus

Obr. 80 Typický rod Hyacinthus

Obr. 81 Typický rod Ladoňka

Obr. 82 Typický rod Modřenec

83Typický rod Sněženka

Obr. 84 Typický rod Lilium

Obr. 85 Typický rod Fritillaria

Obr. 86 Typický rod Crocus

Obr 87 Typický rod Pivoňka

Obr. 88 Typický rod Jiřina

Obr. 89 Typický rod Kosatec

Obr. 90 Typický rod Canna

Obr. 91 Bečov – optické zvětšení krajinářského prostoru

Obr. 92 Bečov – zámecké terasové zahrady

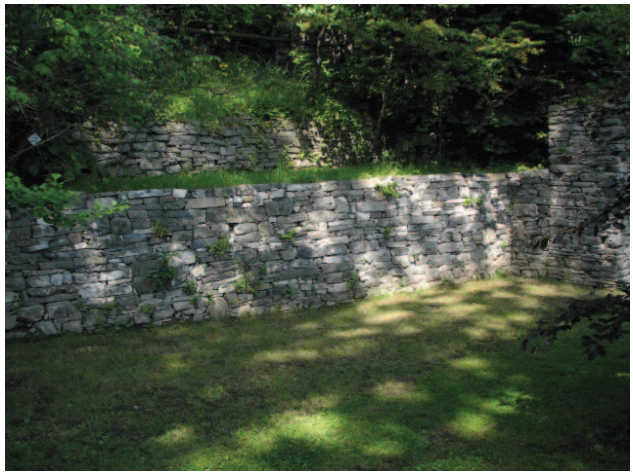
Obr. 93 Bečov – pozůstatky vodní kaskády

Obr. 94 Bečovská botanická zahrada

Obr. 95 Bečovská botanická zahrada

Obr. 96 Bečovská botanická zahrada

Obr. 97 Horní hrad – krajinářský průhled



Obr. 98 Horní hrad – botanická zahrada

Obr. 99 Horní hrad – botanická zahrada

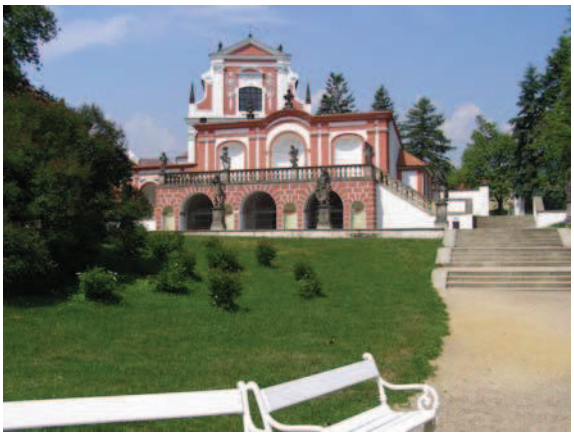
Obr. 100 Kladská – přírodně krajinářský park

Obr. 101 Kladská – přírodně krajinářský park

Obr. 102 Kladská – přírodně krajinářský park

Obr. 103 Kladská – přírodně krajinářský park

Obr. 104 Kladská – přírodně krajinářský park



Obr. 105 Klášterec nad Ohří – zámecký park

Obr. 106 Klášterec nad Ohří – zámecký park

Obr. 107 Klášterec nad Ohří – zámecký park

Obr. 108 Klášterec nad Ohří – zámecký park

Obr. 109 Klášterec nad Ohří – sadovnická realizace

Obr. 110 Klášterec nad Ohří – sadovnická realizace

Obr. 111 Klášterec nad Ohří – sadovnická realizace

Obr. 112 Kynžvart – hlavní osa zámeckého parku

Obr. 113 Kynžvart – zámecký park - solitery

Obr. 114 Kynžvart – javorová alej

Obr. 115 Botanická zahrada SZeŠ Dalovice

Obr. 116 Botanická zahrada SZeŠ Dalovice – pokusné trávníkové plochy

Obr. 117 Botanická zahrada SZeŠ Dalovice – zahradnická realizace- jezírko

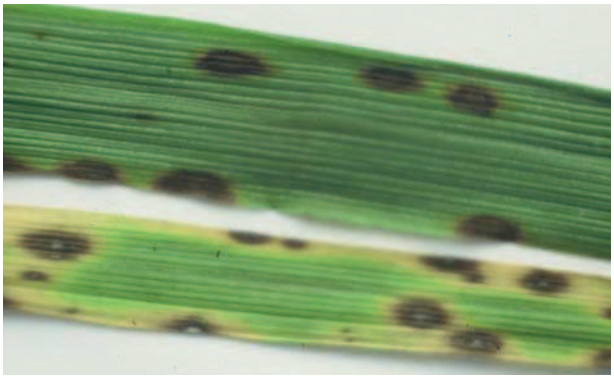
Obr. 118 Botanická zahrada SZeŠ Dalovice – zahradnická realizace- jezírko

Obr. 119 Ostrov nad Ohří – zámecký park

Obr. 120 Ostrov nad Ohří – klášterní zahrada

Obr. 121 Černá rzivost trav

Obr. 122 Čarodějná kruhovitost trvníků



Obr. 123 Listové skvrnitosti

Obr. 124 Sněžná světlorůžová plísňovitost trav

Obr. 125 Fusariová spála trávníků

Obr. 126 Červená nitkovitost trávníků

Obr. 127 Bronzově hnědá ohniskovitost trávíku

Název publikace: Zelené vzdělávání

Druh publikace: Studijní materiál (skripta)

Vydavatel: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Editor: Český svaz Greenkeeperů, Golf Club Hluboká nad Vltavou a Město Hluboká

Vydání: první, 2007

Náklad: 45 ks

Počet stran: 300

Tisk: Reprografické studio PEF ČZU v Praze

Neprošlo jazykovou úpravou

ISBN 978-80-7375-107-4